

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2022)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агенства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/UIQR5237>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Зарубежные члены редакционной коллегии:
Baigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

МАЗМҰНЫ

МАШИНА ЖАСАУ

Кусаинов Р. Б.
Көлденең жиексіз «Зигзаг» спиральды бұрғымен тесіктерді бұрғылау..... 9

Барзов А. А., Денчик А. И., Мусина Ж. К., Ткачук А. А.
Атқарушылық өлшемнің дәлдігін қалыптастыру процесін имитациялық модельдеу нәтижелерін практикалық қолданудың әдістемелік ерекшеліктері 17

Бочкарев П. Ю., Митин С. Г., Назарьев А. В., Гумаров Г. С.
Технологиялық процестерді жоспарлау жүйесінің ұйымдастырушылық деңгейлерін қалыптастыру 26

Касенов А. Ж., Итыбаева Г. Т.
Өтпелі төбесіз қылышты кескіш 41

МЕТАЛЛУРГИЯ

Жакупов А. Н., Богомолов А. В., Жакупова А. Т.
Құбырларды бекемдеу үшін термоциклік өңдеудің тиімділігі 49

Шабанов Е. Ж., Сәлімгерей Н. А., Габдуллин С. Т., Төлеуқадыр Р. Т., Мұздыбаев Д. Р.
Cr-Mn-Si-Fe металлдық жүйесіндегі фазалық тепе-теңдіктерді термодинамикалық-диаграмма әдісімен талдау 56

Ларичкин В. В.
Глинозем өндірісінің үйінді шламдарын зерттеу 66

Быков П. О., Тусіпбекова М. Ж., Абсолямова Д. Р., Дейграф И. Э.
Барийі бар модификаторлар болатының модификациясы 73

АЗЫҚ-ТҮЛІК ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ

Гаврилова Н. Б.
Арнайы тағамға арналған сүзбе өнімдерін өндіру кезінде ешкі сүтінің физика-химиялық және технологиялық қасиеттерін зерттеу 81

Мұхамеджанова А. С., Аликулов З. А.
Молибденнің ксантиноксидазаға әсері және сиыр сүтімен байланысты белсенділігі 88

ҚҰРЫЛЫС

Кусаинов Е. Ж., Жұмабек С. Б., Арыназін К. Ш., Станевич В. Т., Аманжолов С. К.
Тұтқырлық модификаторы негізінде өздігінен тығыздалатын бетон 95

Оразова Д. К., Жания К.
Аз қабатты ғимараттар үшін серпімді топырақ негізіндегі жылу оқшауланған іргетастарды қолдану тиімділігін арттыру 104

Акимбекова С. Т., Оспанова Ж. Д., Якубовская Г. И. Нанобетонның сапасын басқару жолдары.....	117
--	-----

КӨЛІК

Козбагаров Р. А., Камзанов Н. С., Бегимкулова Э. А., Каукаров А. К. Автомобиль жолдарының тегістігін қамтамасыз ету үшін жол машинасын жасау негіздемесі	124
Ордабаев Е. К., Сембаев Н. С., Ахметов С. И., Сулейменов А. Д., Жакупов А. М. Атмосферадан оқтын-оқтын ажыратылатын автомобиль моторының концепциясын негіздеу	135
Рождественский Д., Бухнер П. Электромобильдерді жобалау бойынша нұсқаулыққа арналған динамикалық адам-машина интерфейсі.....	141
Кокин С. Б. Қазіргі заман көліктеріне арналған тартқыш аккумуляторлар	154

ХИМИЯ ЖӘНЕ МҰНАЙ-ГАЗ ИНЖЕНЕРИЯСЫ

Самсенова К. К., Жапаргазинова К. Х. ЖШС «ПМХЗ» өнеркәсіптік төгінділерінің құрамындағы зиянды заттарды талдау	161
Масакбаева С. Р., Несмеянова Р. М., Оскембаева Ж. А. Павлодар мұнай-химия зауытында мұнай өнімдерінен ағынды суларды тазартуда әр түрлі коагулянттарды қолдану	171
Қыпшақ Д., Сарсенова И. Б., Саканов К. Т. Көк-жон фосфорит кен орнының қоршаған ортаға әсері.....	179
Авторлар туралы ақпарат	189
Авторларға арналған ережелер	201
Жариялау этикасы	211

СОДЕРЖАНИЕ**МАШИНОСТРОЕНИЕ**

Кусаинов Р. Б. Сверление отверстий спиральным сверлом «Зигзаг» без поперечной кромки	9
Барзов А. А., Денчик А. И., Мусина Ж. К., Ткачук А. А. Методические особенности практического использования результатов имитационного моделирования процесса формирования точности исполнительного размера.....	17
Бочкарев П. Ю., Митин С. Г., Назарьев А. В., Гумаров Г. С. Формирование организационных уровней системы планирования технологических процессов	26
Касенов А. Ж., Итыбаева Г. Т. Проходной безвершинный сабельный резец	41

МЕТАЛЛУРГИЯ

Жакупов Н., Богомолов А. В., Жакупова А. Т. Эффективность термоциклической обработки для упрочнения обсадных труб.....	49
Шабанов Е. Ж., Сәлімгерей Н. А., Габдуллин С. Т., Төлеуқадыр Р. Т., Мұздыбаев Д. Р. Термодинамически-диаграммный анализ фазовых равновесий в металлической системе Cr-Mn-Si-Fe	56
Ларичкин В. В. Исследование отвальных шламов глиноземного производства	66
Быков П. О., Тусупбекова М. Ж., Абсолямова Д. Р., Дейграф И. Э. Модифицирование стали барийсодержащими модификаторами.....	73

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Гаврилова Н. Б. Изучение физико-химических и технологических свойств козьего молока при производстве творожных продуктов для специализированного питания	81
Мухамеджанова А. С., Аликулов З. А. Влияние молибдена на ксантинооксидазу и связанную с ней активность в коровьем молоке	88

СТРОИТЕЛЬСТВО

Кусаинов Е. Ж., Жұмабек С. Б., Арынгазин К. Ш., Станевич В. Т., Аманжолов С. К. Самоуплотняющийся бетон с использованием добавок-модификаторов.....	95
---	----

Оразова Д. К., Жания К.

Повышение эффективности применения термоизолированных фундаментов на упругом грунтовом основании для малоэтажных зданий 104

Акимбекова С. Т., Оспанова Ж. Д., Якубовская Г. И.

Пути управления качеством нанобетона 117

ТРАНСПОРТ**Козбагаров Р. А., Камзанов Н. С., Бегимкулова Э. А., Каукаров А. К.**

Обоснование создания дорожной машины для обеспечения ровности автомобильных дорог 124

Ордабаев Е. К., Сембаев Н. С., Ахметов С. И.,**Сулейменов А. Д., Жакупов А. М.**

Обоснование концепции автомобильного двигателя с периодической изоляцией от атмосферы 135

Рождественский Д., Бухнер П.

Динамический человеко-машинный интерфейс для руководства по проектированию электромобилей 141

Кокин С. Б.

Тяговые аккумуляторы современных электромобилей 154

ХИМИЧЕСКАЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**Самсенова К. К., Жапаргазинова К. Х.**

Анализ содержания вредных веществ в промышленных сбросах ТОО «ПНХЗ» 161

Масакбаева С. Р., Несмеянова Р. М., Оскембаева Ж. А.

Использование различных видов коагулянтов при очистке сточных вод от продуктов нефтепереработки на Павлодарском нефтехимическом заводе 171

Кыпшак Д., Сарсенова И. Б., Саканов К. Т.

Воздействие на окружающую среду месторождения фосфоритов кок-жон 179

Сведения об авторах 189

Правила для авторов 201

Публикационная этика 211

CONTENTS**MECHANICAL ENGINEERING****Kussainov R. B.**

Drilling holes with a spiral drill «Zigzag» without a transverse edge 9

Barzov A. A., Denchik A. I., Mussina Zk. K., Tkachuk A. A.

Methodological features of the practical use of the results of simulation modeling of the process of forming the accuracy of the executive size 17

Bochkarev P. Yu., Mitin S. G., Nazaryev A. V., Gumarov G. S.

Formation of organizational levels of the process planning system 26

Kassenov Zh., Itybayeva G. T.

Pass-through peakless saber cutter 41

METALLURGY**Zhakupov A. N., Bogomolov A. V., Zhakupova A. T.**

Efficiency of thermocyclic treatment for casing pipes hardening 49

Shabanov Ye. Zh., Salimgerey N. A., Gabdullin S. T.,**Toleukadyr R. T., Muzdybayev D. R.**

Thermodynamic-diagram analysis of phase equilibria in metal system Cr-Mn-Si-Fe 56

Larichkin V. V.

Dump sludge from alumina production study 66

Bykov P. O., Tussupbekova M. Zh., Absolyamova D. R., Deygraf I. E.

Modification of steel with barium-containing modifiers 73

FOOD PRODUCTION**Gavrilova N. B.**

Study of physico-chemical and technological properties of goat's milk in the production of cottage cheese products for specialized nutrition 81

Mukhamejanova A. S., Alikulov Z. A.

The impact of molybdenum on xanthine oxidase and its associated activities in ovine milk 88

CONSTRUCTION**Kussainov E. G., Zhumabek S. B., Aryngazin K. Sh.,****Stanevich V. T., Amanzholov S. K.**

Self-compacting concrete based on a viscosity modifier 95

Orazova D. K., Zhaniya K.

Improving the efficiency of the use of thermally insulated foundations on elastic soil foundations for low-rise buildings 104

Akimbekova S. T., Ospanova Zh. D., Yakubovskaya G. I.

Ways to manage the quality of nanocrete 117

TRANSPORT

Kozbagarov R. A., Kamzanov N. S., Begimkulova E. A., Kaukarov A. K. Justification for the creation of a road vehicle to ensure the evenness of highways	124
Ordabaev E. K., Sembaev N. S., Ahmetov S. I., Suleimenov A. D., Zhakupov A. M. Justification of the concept of automobile engine with periodical isolation from the atmosphere	135
Rozhdestvenskiy D., Bouchner P. Dynamic human-machine interface for electrical vehicle design guidelines	141
Kokin S. B. Traction batteries of modern electric vehicles	154

CHEMICAL AND PETROLEUM ENGINEERING

Samsenova K. K., Zhapargazinova K. Kh. Analysis of harmful substances in industrial discharges of POOR LLP.....	161
Massakbayeva S. R., Nesmeyanova R. M., Oskembayeva Zh. A. Use of different types of coagulants in wastewater treatment from petroleum products at the Pavlodar Petrochemical Plant	171
Kypshak D., Sarsenova I. B., Sakanov K. T. Environmental impact of the kok-zhohn phosphorite deposit in the Zhambyl region.....	179
Information about the authors.....	189
Rules for authors	201
Publication ethics.....	211

МАШИНОСТРОЕНИЕ

FTAMP 55.31.29

<https://doi.org/10.48081/CGEL7564>***Р. Б. Кусаинов**

«KSP Steel» ЖШС,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

**КӨЛДЕНЕҢ ЖИЕКСІЗ «ЗИГЗАГ» СПИРАЛЬДЫ
БҰРҒЫМЕН ТЕСІКТЕРДІ БҰРҒЫЛАУ**

Бұл мақалада құралдың, атап айтқанда бұрғының қызмет ету мерзімін ұзарту қарастырылады. Заманауи металл өңдеу өнеркәсібі әртүрлі дизайндағы кескіш құралдардың кең спектрін пайдаланады. Бұларға осьтік кескіш аспаптар жатады, бұл станоктарда қолданылатын бұрғылар. Бұрғылар жабдықтардың көптеген топтарында қолданылады: токарлық және бұрғылау, фрезерлік және бұрғылау топтарында.

Құралдың әрбір түрінің өзіндік сипаттамалары бар, олар бөліктерді пішіндеу шарттарымен анықталады және инновациялық құралды жобалау кезеңінде ескерілуі керек.

Кесетін құрал-саймандарды дамытудың негізгі бағыттарының ішінде мыналарды бөліп көрсетуге болады: біріншіден, жаңа осьтік металл кескіш аспаптарды жасау және қолданыстағыларын жетілдіру; екіншіден, кескіш құралдың өзіне де, тұтастай құрал жүйесіне де қатысты жаңа конструкторлық шешімдерді жасау. Атап айтқанда, аспаптың кесу қабілетін арттыра отырып, құралды дайындау құнын төмендету үшін құрылымдық элементтерді пайдалануды атап өтуге болады.

Құралдың кесу қабілетін арттырудың негізгі жолдары: оңтайлы геометрия, жабын жағу, кесу жиектерінің бетін легірлеу, деформациялық және термиялық әсерлер, жұмыс беттерінің сапасын жақсарту, кесу аймағына тікелей бағытталған майлау-салқындату техникалық сұйықтықтарын оңтайлы таңдау; автоматтандырылған өндірістегі кескіш аспаптарға қойылатын арнайы талаптар; технологиялық процестерді жүзеге асыру үшін материалдарды таңдау; кесу қасиеттері мен сенімділігіне қойылатын талаптардың жоғарылауы; құрылыста құралды орнату уақыты қысқарады.

Кілтті сөздер: спиральды бұрғы, өзек, жиек, көлденең қима, қиғаш далдашаның жоқтығы.

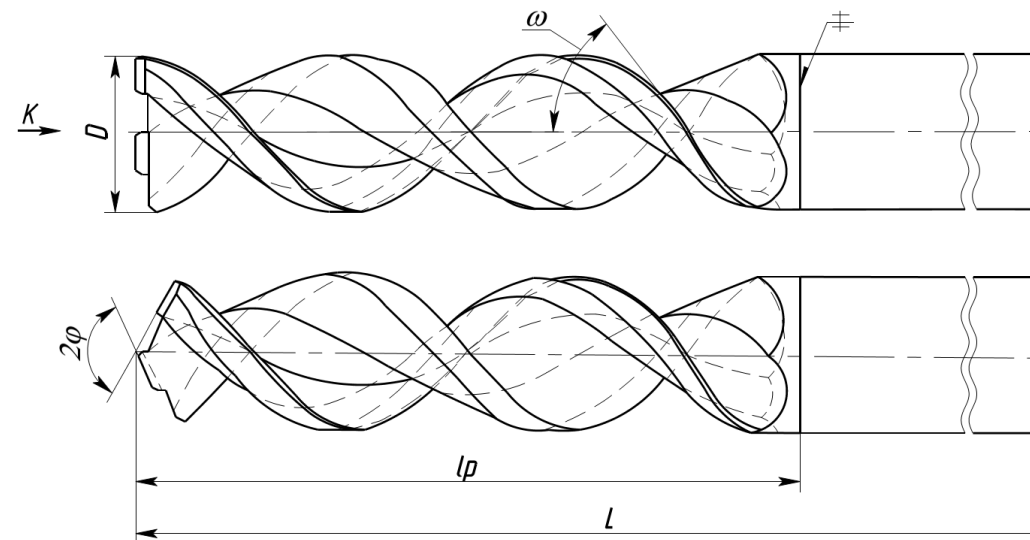
Кіріспе

Қолданыстағы стандартты спиральды бұрғылардың барлық түрлерінде алдыңғы бұрыштың үлкен теріс (минус 57° -қа дейін), көлденең жиекке келетін осьтік күштің үлкен үлесінің (80 %-ға дейін) салдарынан кесудің орнына ұсақтау, сығу және қыркудың ерекше қолайсыз жағдайлары бар өзек пен көлденең жиегі бар [1–6].

Тесіктерді осьтік немесе басқа жазықтықта кесу жиектерінің орналасуымен, өзек пен көлденең кесу жиегінің болмауымен, оң және сол жақ кесу үшін орындалуымен ерекшеленетін түзу сызықтармен түзілген өзгертілген көлденең қимасы бар спиральды бұрғылаумен бұрғылау әдісі.

Материалдар мен әдістер

«Зигзаг» бұрғысы көлденең қимада стильдендірілген «Z» әрпі түріндегі арнайы профильге ие (1-сурет). Көлденең қимадағы бұрғылау профилі асимметриялық болып табылады, оның алдыңғы беті бұрғылау осіне жетіп, өзегін, бұрғылау диаметрінің төрттен бір еніне тең тар қауырсынды және олардың арасындағы қиғаш далдашаны алып тастайтын кең қаламның тіркесімінен тұрады (2-сурет). Көлденең қиманың бұл формасы қауырсынды кесу жиектерін бір осьтік жазықтықта орналастыруға, қауырсындар арасындағы қиғаш далдашаны кесу арқылы көлденең жиекті (ендік жүздердің аралығында ойық (канавка) алу және материалды көлденең жиекпен минус 57° дейін қысу, мыжу және басу болмаған жағдайда нормативтік алдыңғы және артқы бұрыштармен кесуге қолайлы жағдай жасау) дәстүрлі стандартты бұрғыларды пайдалану кезінде тозу, қызу және төмендетілген беріктілікті болдырмауға мүмкіндік береді [7].



1-сурет – Көлденең жиексіз «Зигзаг»спиральды бұрғысы.

D – бұрғының диаметрі; lp – бұрғының жұмыс бөлігінің ұзындығы;

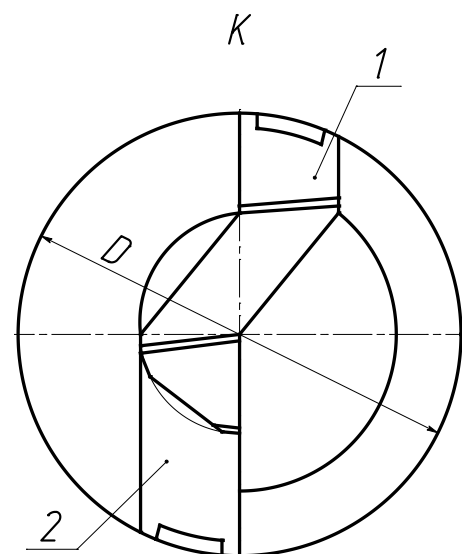
L – бұрғының ұзындығы; 2φ – угол приверщине;

ω – угол наклона стружечных канавок

Бүкіл ені бойынша тар қауырсын сыртқы кескіш бұрғылау жүзін құрайды, кең қауырсын шеткеріге кесіледі де (аралықта, $0,25D - \Delta d$ – бұрғылаудың диаметрі, ал Δ – тесікте материал толығымен кесілгенге дейін бұрғылау жүзінің қабаттасу мөлшері) ішкі бұрғылау жүзі пайда болады.

Бұрғылау жүздерінің жұмысы бөлінген: ішкі жүз тесіктің осьтік бөлігіндегі материалды $0,5D$ шамасында кеседі (тесік диаметрінің жартысы), ал сыртқы жүзі тесіктің көлденең қимасының қалған бөлігін кесіп тастайды. «Зигзаг» бұрғысының конструкциясы нормаға сәйкес келетін оң алдыңғы бұрыштары және ұтымды артқы бұрыштары бар екі кескіш жүздің екі жиегімен жеңіл кесу жағдайында тесік бұрғылауға мүмкіндік беруінің нәтижесінде бұрғылаудың тұрақтылығы артады, жылу шығаруы азаяды; тозуды азайту үшін кесу жүздерінің жиектерінде егелеу жүзеге асырылады (жүздердің жиектерінде негізгі кесу мен көмекші жиектердің қиылысатын жерінде); бұл бұрғылау кесу кезінде өздігінен шоғырланбайтындықтан, кейбір жағдайларда бұрғылау диаметрінің жартысына тең тереңдікке алдын-ала бұрғылау қажет; бұрғылаудың ауытқуын азайту үшін сыртқы жағында егеленген қаламның (ішкі кесу жүзін қалыптастыру үшін) бағыттаушы беті болады; кесудің қалыпты жағдайларын қамтамасыз ету және өңделген бетке ысқылауды болдырмай жүздердің бұрғылауы үшін ішкі жиектерде бүйір бұрыштары қайралады; жоғарғы жағы 180° -тан төмен болған кезде немесе соңғы кескіште астарлау $1^\circ - 3^\circ$ кезінде шеткі кесуші жүздері $2\varphi = 180^\circ$ болғанда бұрғы материалға жеңіл еніп, өздігінен шоғырланады.

Бұрғылаушы спиральды зигзаг өзексіз, көлденең жиегі жоқ, ұштары жүздерімен және оське қарай көлбеу жүздермен ($2\varphi \leq 180^\circ$ пи төбесінің бұрышы бар) көлденең жиегі бар спиральды бұрғылауға қарағанда әлдеқайда тиімді, өйткені ол теріс алдыңғы бұрышты минус 57° -ге дейін алып тастай отырып, көлденең жиек аймағындағы қолайлы және қолайсыз кесу жағдайларын қамтамасыз етеді. Екі кескіш жүздерінде оңтайлы алдыңғы бұрыштар қамтамасыз етіледі. Тозу, осьтік күш азайып, бұрғының кесу жылдамдығы мен төзімдігі артады.



2-сурет – Көлденең жиегі жоқ «Зигзаг» спиральды бұрғының дизайны (оң жақ түрі).

1 – бұрғының шеткерісіндегі сыртқы кесуші жүздері;
2 – бұрғы осіндегі ішкі кесуші жүздері; D – бұрғының диаметрі

Нәтижелері мен талқылау

Осылайша, жұмыс бөлігінде сызықты бұрандалы беттерінің үйлесуімен қалыптасқан жоңқа түсетін бұрандалы жоңқалы ойықтары бар (түзу сызықтар формасы немесе түзу сызықтар мен шеңберлердің үйлесімі бар перпендикуляр осінің қиылысында, сондықтан көлденең кима формасы түзу сызықтардың қауырсындардың параллельді алдыңғы және желке тұсының бөліктерімен немесе түзу сызықтар мен шеңберлердің үйлесімімен пайда болады). Бұрғының әртүрлі енді қауырсындары асимметриялы орналасқан және көлденең қиылысында «Зигзаг» формасын жасай отырып, өзара қиғаш далдашамен байланысқан.

Бұрғылаудың көлденең қимасының таңдалған дизайн параметрлеріне байланысты өзек пен көлденең жиек жойылады. Көлденең қиманың профилі қиғаш секіргішпен байланысқан әр түрлі ені бар екі қауырсынды тіркесімі ретінде зигзаг профилін құрайтын түзу сызықтар мен шеңберлердің тіркесімі арқылы қалыптасады. Бұрғылау қауырсындарының алдыңғы және желке тұсының беттері және қиғаш далданың беттері көлденең қимада түзу сызықтармен, ал шеткерісінде шеңберлерлік түрде болады.

Негізгі кесу жиектері бір диаметрлі сызықта бір осьтік жазықтықта орналасқан немесе көлденең қимада бұрғылаудың симметрия сызығына бұрышпен қисайған. Орындалған көлденең қиманың асимметриялық профилінде өзек жоқ; көлденең жиек қауырсындар арасындағы бөлінген ойықпен жойылады. Қауырсындар арасындағы бөлгіш ойықтар қиманың ортасынан өтетін бұрғылаудың көлденең қимасының осінен басталады; қауырсындар арасындағы бөлгіш ойықтың ені жүздердің қабаттасу мөлшерін алып тастағанда келтірілген есеппен анықталады [8–10].

Қорытынды

1 Тесіктерді көлденең жиегі жоқ және өзексіз спиральды бұрғымен бұрғылау кесуге қолайлы жағдай туғызады, нәтижесінде бұрғылаудың беріктігі мен бұрғылау кезінде кесу жылдамдығы артады.

2 Көлденең жиекті, бұрғылау өзегін болдырмай кесу жағдайларын жақсарту арқылы, сондай-ақ оның профилінің қарапайымдылығы мен тегіс қайраудың қарапайымдылығына байланысты құрал шығындарының және өңдеу шығындарының өзіндік құнының төмендеуі қамтамасыз етіледі.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Солоненко, В. Г., Рыжкин, А. А. Металдарды кесу және кескіш аспаптар : Оқу құралы – М. : «Инфра-М» Баспа Үйі, 2018. – 415 б. – (Жоғары білім: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-004719-5.

2 Геращенко, А. А. Жоғары жылдамдықты өңдеу – машина жасаудағы заманауи бағыт // Гагарин оқулары-2018 : XLIV Халықаралық жастар ғылыми конференциясының тезистер жинағы, Мәскеу-Байқоңыр-Ахтубинск, 2018 жылғы 17-20 сәуір. – Мәскеу-Байқоңыр-Ахтубинск : Мәскеу авиациялық институты, 2018. – Б. 261–262.

3 Дөңгелек пішінді кескіштерді параметрлеу / А. Ж. Касенов, А. В. Маздубай, Г. Т. Итыбаева и др. // Труды университета. – 2021. – № 3(84). – Б. 37–41.

4 Тесіктерді өңдеуге арналған кескіш бастиектердің дизайны / Р. Б. Мұқанов, Т. М. Мендебаяв, А. Ж. Қасенов және т. б. // Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің хабаршысы. – 2018. – № 2. – Б. 137–140.

5 Шумейко, И. А., Касенов, А. Ж., Әбішев, К. К. Қазақстандағы машина жасаудың рөлі және саланың даму ерекшеліктері // Қазақстанның ғылымы мен техникасы. – 2019. – № 4. – Б. 81–89.

6 Өндіріске жаңа енгізілген материалдарды өңдеу технологиясын таңдау мәселелері / Д. Т. Ходжибергенов, К. Т. Шеров, А. Ж. Қасенов, У. Д. Хожибергенова // Қазақстанның ғылымы мен техникасы. – 2018. – № 2. – Б. 111–117.

7 Қазақстан Республикасының № 20786 инновациялық өнертабысының патенті. «Зигзаг» спиральды бұрғы, көлденең жиегі жоқ, негізгі кесу жиектері көлбеу және ішкі жағы бар // Дудак, Н.С.; дөңгелек. 25.07.2008, Бюл. № 2. – 9 б.: ил.

8 Спиральды бұрғыларды қайрау әдістерін салыстыру / Ж.К. Мусина, Г. Т. Итыбаева, А. Ж. Қасенов, М. Ж. Әбішева // Қазақстанның ғылымы мен технологиясы. – 2018. – № 2. – Б. 82–90.

9 Әртүрлі балқыма материалдармен балқымалау кезінде балқыма қабаттарының қаттылығын зерттеу / С. О. Тусупова, К. Т. Шеров, Е. Б. Иманбаев [et al.] // Механика и технологии. – 2020. – № 1(67). – Б. 15–25.

10 Мусина, Ж. К. Кесу жағдайларына екібасты спиральды бұрғы шындарының орналасу әсерін геометриялық талдау / Ж. К. Мусина // Қазақстан ғылымы мен техникасы. – 2011. – № 3–4. – Б. 60–67.

- 1 **Solonenko, V. G.** Metal cutting and cutting tools : textbook / V. G. Solonenko, A. A. Ryzhkin. – Moscow : Infra-M Publishing House, 2018. – 415 p. – (Higher education: Bachelor's degree). – ISBN 978-5-16-004719-5.
- 2 **Gerashchenkov, A. A.** Modern direction in mechanical engineering – high-speed processing // Gagarin readings-2018 : Collection of abstracts of the XLIV International Youth Scientific Conference, Moscow-Baikonur-Akhtubinsk, April 17-20, 2018. – Moscow-Baikonur-Akhtubinsk : Moscow Aviation Institute (National Research University), 2018. – P. 261–262.
- 3 Parameterization of circular cutters / Kasenov A. Zh., Mazdubay A. V., Itybayeva G. T. et al. // The University Works. – 2021. – No. 3(84). – P. 37–41.
- 4 Designs of tool heads for hole processing / R. B. Mukanov, T. M. Mendebaev, A. Zh. Kasenov [et al.] // Bulletin of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University. – 2018. – No. 2. – P. 137–140.
- 5 **Shumeyko, I. A.** The role of mechanical engineering and the specifics of the development of the industry in Kazakhstan / I. A. Shumeyko, A. Zh. Kasenov, K. K. Abishev // Science and Technology of Kazakhstan. – 2019. – No. 4. – P. 81–89.
- 6 Problems of the choice of technology for processing of newfound materials into production / D. T. Khodzhibergenov, K. T. Sherov, A. Zh. Kasenov, U. D. Khozhibergenova // Science and Technology of Kazakhstan. – 2018. – No. 2. – P. 111–117.
- 7 Innovative patent of the Republic of Kazakhstan No. 20786 for the invention. Spiral drill «Zigzag» without a transverse edge with a slope of the main cutting edges and undercutting // Dudak, N. S.; publ. 25.07.2008, Bul. No. 2. – 9 p.: ill.
- 8 Comparison of twist drills sharpening methods / Zh. K. Mussina, G. T. Itybaeva, A. Zh. Kasenov, M. Zh. Abisheva // Science and Technology of Kazakhstan. – 2018. – No. 2. – P. 82–90.
- 9 Study of the hardness of melt layers during melting with various melting materials / S. O. Tusupova, K. T. Sherov, E. B. Imanbayev [et al.] // Mechanics and technology. – 2020. – No 1(67). – P. 15–25.
- 10 **Musina, J. K.** Geometric analysis of the influence of the location of the vertices of a two-vertex spiral drill on the cutting conditions / J. K. Musina // Science and Technology of Kazakhstan. – 2011. – No. 3–4. – P. 60–67.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

***P. B. Кусаинов**

TOO «KSP Steel»,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ СПИРАЛЬНЫМ СВЕРЛОМ «ЗИГЗАГ» БЕЗ ПОПЕРЕЧНОЙ КРОМКИ

В данной статье рассматривается увеличение стойкости инструмента, в частности, сверла. В современной металлообрабатывающей промышленности используется широкая гамма режущих инструментов самых разнообразных конструкций. К ним относятся осевые режущие инструменты – это сверла, применяемые в станочном оборудовании. Сверла применяются во многих группах оборудования, это: токарно-расточные, фрезерно-сверлильные группы.

У каждого вида инструментов имеются свои особенности, которые определяются условиями формообразования детали и должны быть учтены на стадии проектирования инновационного инструмента.

Среди основных направлений развития режущего инструмента можно выделить следующие: во-первых, разработка новых и совершенствование существующих осевых металлорежущих инструментов; во-вторых, создание новых конструктивных решений, относящихся как к самому режущему инструменту, так и к инструментальной системе в целом. В частности, можно упомянуть применение конструктивных элементов для снижения себестоимости изготовления инструмента, и при этом повышения режущей способности инструмента.

Основные способы повышения режущей способности инструмента: оптимальная геометрия, нанесение покрытий, легирование поверхности режущих кромок, деформационное и термическое воздействие, повышение качества рабочих поверхностей, оптимальный выбор смазочно-охлаждающих технологических средств с подводом непосредственно в зону резания; специальные требования, предъявляемые к режущим инструментам в автоматизированном производстве; выбор материалов для реализации технологических процессов; повышенные требования по режущим свойствам и надёжности; сокращение потерь времени на наладку инструмента на станке.

Ключевые слова: сверло спиральное, осевой инструмент, режущая кромка, поперечное сечение, отсутствие перемычки.

***R. B. Kussainov**

KSP Steel LLP,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 06.06.22.

DRILLING HOLES WITH A SPIRAL DRILL «ZIGZAG» WITHOUT A TRANSVERSE EDGE

This article discusses the increase in tool life, in particular, drills. The modern metalworking industry uses a wide range of cutting tools of various designs. These include axial cutting tools, such as drills used in machine tools. Drills are used in many groups of equipment: turning and boring, milling and drilling groups.

Each type of tool has its own characteristics, which are determined by the conditions of part shaping and must be taken into account at the design stage of an innovative tool.

Among the main directions for the development of cutting tools, the following can be distinguished: firstly, the development of new and improvement of existing axial metal-cutting tools; secondly, the creation of new design solutions related to both the cutting tool itself and the tool system as a whole. In particular, the use of structural elements to reduce the cost of manufacturing the tool, while increasing the cutting ability of the tool should be mentioned.

The main ways to improve the cutting ability of the tool: optimal geometry, coating, alloying the surface of the cutting edges, deformation and thermal effects, improving the quality of working surfaces, the optimal choice of cutting fluids with a supply directly to the cutting zone; special requirements for cutting tools in automated production; selection of materials for the implementation of technological processes; increased requirements for cutting properties and reliability; reducing the loss of time for setting up tools on the machine.

Keywords: spiral drill, axial tool, cutting edge, cross-section, absence of a jumper.

МРНТИ 55.13.17

<https://doi.org/10.48081/ISMD6964>

А. А. Барзов¹, *А. И. Денчик², Ж. К. Мусина³, А. А. Ткачук⁴

¹Московский государственный имени М. В. Ломоносова,
Российская Федерация, г. Москва

^{2,3,4}Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ТОЧНОСТИ
ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО РАЗМЕРА**

В работе предложен вероятностный подход к процессу формирования точности исполнительного размера (L_i) с учетом влияния масштабного фактора. В основе предлагаемой модели лежат результаты исследования полученные двумя методами – методом имитационного моделирования и методом аналитического анализа.

Результаты, полученные при имитационном моделировании (ИМ), позволили сформулировать понятие среднего коэффициента относительного технологического возмущения – Сср.им. На наш взгляд, это коэффициент, который характеризует идентичность условий формирования, массива возможных значений исполнительного размера из (m) элементов, при данных технико-технологических особенностях выполняемой операции. Средний коэффициент относительного технологического возмущения (Сср.им) – описывает интенсивность возмущения реального процесса формообразования от действующих симультанных факторов и может использоваться как критерий-идентификатор оценки рабочего места станочника с точки зрения обеспечения точности согласно предлагаемой модели.

Ключевые слова: точность, масштабный фактор, вероятностная модель, имитационное моделирование, функционально значимое технологическое возмущение, коэффициент идентичности технологического воздействия

Введение

Широкий диапазон исполнительных размеров перспективных изделий характеризуется индивидуализированными методическими и технологическими особенностями, не позволяющими сформировать единый подход к их продуктивному анализу [1–3]. Наряду с этим решение проблем гарантированной точности значительной части деталей машин осложняется весьма ограниченным объемом статистических данных, представляющих собой научно-прикладную основу теории формирования геометрических параметров точности [4–6].

Материалы и методы

Под МФ будем понимать специфическое (латентное) свойство взаимодействующих между собой элементов системы, которое может проявиться в вероятностном характере качественного изменения её состояния. Причём вероятность этого события функционально-вариативно зависит от свойств данных элементов анализируемой системы и увеличивается с ростом их числа.

Анализ совокупности внешних возмущений применительно к типовой обработке материалов резанием показывает наличие всех необходимых и достаточных условий для проявления активной роли масштабного фактора (МФ) в формировании точностных показателей конкретных технологических операций. Интерпретируя с вероятностных позиций возможность возникновения возмущения, как функции от геометрических параметров исполнительного размера L_i в работе [7] доказана справедливость модели

$$P(L) = 1 - P^*(L) = 1 - e^{-cL}, \quad (1)$$

где $P(L)$ – вероятность появления функционально значимого возмущения процесса формирования соответствующего геометрического размера L изготавливаемой детали (длина, диаметр и т.д.),

c – средняя концентрация данных возмущений, характерных для данной технологической операции,

$P^*(L)$ – вероятность отсутствия анализируемого возмущения.

Под значимым, в точностном смысле, возмущением будем понимать реально существующую физико-технологическую причину (-ны) отклонения реального исполнительного размера L_i от конструктивного оформления (например, исполнительного размера на чертеже). С этих позиций параметр « c » напрямую определяет погрешности изготовления и систематизируется как характеристика качеств точности со своими значениями допусков, зависящих от величины исполнительного размера.

Таким образом, параметр « c » в вероятностно-точностной базовой модели обусловлен конкретикой необходимых операционных условий для проявления возмущений процесса изготовления, ответственных за его геометрические погрешности при механической обработке резанием, а сам исполнительный размер L_i фактически является достаточным условием для проявления МФ в отклонениях от номинальной точности обрабатываемой детали [8].

Результаты и обсуждение

Результаты, полученные при имитационном моделировании (ИМ), позволили сформулировать понятие среднего коэффициента относительного технологического возмущения – $C_{ср.им}$. На наш взгляд, этот коэффициент характеризует идентичность условий формирования, массива возможных значений исполнительного размера из (m) элементов, при данных технико-технологических особенностях выполняемой операции. Средний коэффициент относительного

технологического возмущения ($C_{ср.им}$) – описывает интенсивность возмущения реального процесса формообразования от действующих случайных факторов.

Средний коэффициент относительного технологического возмущения ($C_{ср.им}$) предлагается также именовать, как коэффициент идентичности технологического воздействия (КИТВ) т.е. $C_{ср.им}$.

$$C_{ср.им} = \text{КИТВ} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{L_i}}{m} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{ЧВ_{L_i}}{n_{общ} \times L_i} \right) / m \quad (2)$$

где m – число исследуемых исполнительных размеров,

$ЧВ_{L_i}$ – число функционально значимых технологических возмущений при механической обработке исполнительного размера L_i ,

C_{L_i} – коэффициент относительного технологического возмущения исследуемого исполнительного размера L_i .

Для дальнейших рассуждений в качестве допущения было принято, что коэффициент является условной единицей точности ($\Delta\delta_i$) процесса формообразования. Физический смысл единицы точности $\Delta\delta_i = C_{ср.им}$ представляет собой среднее число возмущений, приходящееся на единицу длины исполнительного размера за одно испытание для массива возможных значений исполнительного размера из (m) элементов, формируемых при постоянных условиях ИМ или технико-технологических особенностях выполняемой операции.

В этом случае значение точности или величина погрешности искажения ($\delta_{L_i} = L_{max} - L_{min}$) исполнительного размера L_i определяется как сумма $\Delta\delta_i$, или как произведение число функционально значимых технологических возмущений исполнительного размера на единицу точности ($\Delta\delta_i$)

$$\delta_{L_i} = \Delta\delta_1 + \Delta\delta_2 + \dots + \Delta\delta_n = ЧВ_{L_i} \times \Delta\delta_i = ЧВ_{L_i} \times C_{ср.им}. \quad (3)$$

С учетом того, что вероятность возмущения исполнительного размера (L_i) при ИМ определяется как

$$P_{L_{им}} = ЧВ_{L_i} / n_{общ} \quad (4)$$

Выражение (2) запишем как

$$\delta_{L_i} = P_{L_{им}} \times n_{общ} \times C_{ср.им}. \quad (5)$$

Учитывая то, что физический смысл $C_{ср.им}$ представляет собой среднее число возмущений на единицу длины исполнительного размера за одно испытание, число возмущений за серию испытаний $C_{им}$ т.е. за $n_{общ}$ запишем как

$$C_{им} = n_{общ} \times C_{ср.им}. \quad (6)$$

Физический смысл $C_{им}$ следует трактовать как среднее число возмущений на единицу длины исполнительного размера за весь цикл формирования его точности, за $n_{общ}$, в условиях данной технологической операции.

В этом случае выражение для определения точности исполнительного размера при ИМ с учетом (5) запишем как

$$\delta_{Li} = P_{Liим} \times C_{им} \times K, \quad (7)$$

где K – коэффициент подобия значений точности исполнительного размера Li при ИМ и при МО.

Проанализируем выражения (1) и (4). Значения вероятности возмущения исполнительного размера P_{Lim} и P_{Li} , полученные соответственно при имитационном моделировании и аналитическом анализе, а также значения коэффициентов $C_{им}$ и C , имеют одинаковую структуру и одинаковый физический смысл поэтому окончательное выражение для модели (6) примет вид (8)

$$\delta_{Li} = [1 - e^{-(C \times L)}] \times C \times K \quad (8)$$

Из анализа предлагаемой модели (8) следует, что погрешность (δ_{Li}) исполнительного размера:

- пропорциональна коэффициенту относительного технологического возмущения в условиях данной технологической операции (C);

- пропорциональна вероятности (P_{Li}) возмущения процесса формирования точности исполнительного размера с учетом масштабного фактора.

Следует отметить, что полученные выражения (1), (4) соответственно при аналитическом анализе и имитационном моделировании определения вероятности возмущения исполнительного размера, имеют высокий коэффициент корреляции, что свидетельствует о справедливости результатов полученных двумя независимыми методами.

Выводы

1 Практическая значимость полученных в данной работе результатов и представленных в виде модели (8) достаточно многогранна. Например, она открывает перспективы аттестации металлорежущего оборудования (станка) на основе вероятностно-статистических методов. Решение этой задачи может быть формализовано в виде разработки технологического паспорта обеспечения возможной точности по видам механической обработки для конкретной единицы многоцелевого оборудования.

Принципиально аттестация заключается в оценке индивидуально-технологических возможностей конкретной единицы оборудования путем определения статистическими методами реального значения среднеквадратичного отклонения (σ) формируемого исполнительного размера, или приближенного значения погрешности (Δ) размера

$$\Delta = L_{max} - L_{min} = \pm 3\sigma$$

и дальнейшем, прогнозировании на основе предлагаемой модели (8) значений погрешности исполнительного размера, в диапазоне производственных интересов для используемого оборудования будь то станок, приспособление или специальная оснастка.

2 В качестве количественной оценки индивидуальных технико-технологических особенностей, условий формообразования системы «станок-приспособление-инструмент-деталь» (СПИД), предлагается использовать численное значение коэффициента $C_{им} = KИТВ$, характеризующего условия формообразования в рамках рассматриваемого технологического воздействия на конкретной единице оборудования.

Действительно на основе модели (8) зная коэффициент $C_{им}$, можно рассчитать-спрогнозировать значение точности (δ_{Li}) для конкретного L_i , в интересующем нас диапазоне номинальных размеров ($L_1 > L_i > L_2$), где L_1, L_2 – это наименьший и наибольший размеры детали, допускаемые оборудованием.

Как правило, аттестация оборудования проходит в два этапа:

- 1-й – определение значения C ;

- 2-й – расчет и построение зависимости $\delta = f(L)$ ожидаемой точности от величины исполнительного размера L_i , зависимости отражающей особенности выполнения данной технологической операции, особенности параметров оборудования, которые актуальны на данный момент времени его эксплуатации.

3 Актуальным направлением практического использования результатов исследования, является также определение функциональной зависимости $\delta = f(L)$ при эксплуатации многоцелевого, металлообрабатывающего станочного оборудования с ЧПУ. Использование ЧПУ позволяет хранить в памяти оборудования зависимость $\delta = f(L)$ которая периодически, планомерно корректируется в момент технического обслуживания оборудования с учетом его текущего износа и особенностей эксплуатации. Это позволит при назначении допусков на исполнительные размеры учесть фактические технологические возможности оборудования с точки зрения обеспечения реальной точности исполнительных размеров с учетом влияния масштабного фактора. Отметим, что корректировка зависимости $\delta = f(L)$ осуществляется также на основе результатов аттестации.

4 Следующее направление практического использования предлагаемой модели – это разработка конструкторско-технологических рекомендаций в виде методик, таблиц и других нормативно-справочных материалов на основе зависимости (8) взамен аналогичным существующим, но основанным на эмпирических и экспериментальных данных.

Анализ показал, что система допусков, построенная на основе предлагаемой в работе аналитической модели, имеет высокий уровень корреляции с существующей, действующей системой в различных диапазонах исполнительного размера и значений качеств. Однако предлагаемая система допусков на основе функциональной

зависимости (8) может быть существенно расширена в плане увеличения значений номиналов исполнительных размеров от 10 до 100–200 метров и более, причем без особого труда т.к. не требует эмпирического опыта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Фрейденталь, А. М.** Статистический подход к хрупкому разрушению. Разрушение [Текст] / Под ред. Г. Либовица. – М. : Мир, 1975. – Т. 2. – С. 616–645.
- 2 **Барзов, А. А., Галиновский, А. Л., Пузаков, В. С., Троцкий, О. А.** Вероятностное моделирование в инновационных технологиях [Текст]. – М. : изд-во «НТ», 2006. – 100 с.
- 3 **Гурман, В. Е.** Теория вероятности и математическая статистика [Текст]. – М. : Высшая школа, 1977. – 479 с.
- 4 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Ткачук, А. А.** Имитационное моделирование процесса вероятностного формирования исполнительного размера [Текст] // Наука и техника Казахстана, 2020. – № 1. – С. 39–47.
- 5 **Ткачук, А. А., Денчик, А. И., Барзов, А. А.** Вероятностный характер формирования исполнительного размера при механической обработке [Текст] // Материалы международной научной конференции «XX Сатпаевские чтения», 2020. – Т. 17. – С. 377–384.
- 6 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Корнеева, В. М., Корнеев, С. С.** Вероятностная модель взаимодействия необходимых и достаточных условий массовой заболеваемости населения с учетом масштабно-популяционного фактора [Текст] // Качество и жизнь, 2020. – № 3. – С. 19–26.
- 7 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Мусина, Ж. К., Ткачук, А. А.** Разработка аналитической модели вероятностного формирования точности исполнительного размера с учетом влияния масштабного фактора [Текст] // Наука и техника Казахстана, 2021. – № 1. – С. 19–29.
- 8 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Прохорова, М. А., Сысоев, Н. Н.** Масштабный фактор (феноменология и физико-технические положения) [Текст]. – М. : МГУ им. М. В. Ломоносова. Физический факультет, 2021. – 194 с.
- 9 **Абашин, М. И., Барзов, А. А., Денчик, А. И., Мусина, Ж. К.** Анализ инновационного потенциала ультраструйных гидротехнологий [Текст] // Наука и техника Казахстана, 2016. – № 3–4. – С. 7–15.
- 10 **Barzov, A. A., Belov, V. A., Denchik, A. I.** Information analysis of combined ultra-jet express diagnostics of materials and products of RST (rocket & space technology) [Text] // 43rd Academic Space Conference : Dedicated to the Memory of Academician S. P. Korolev and other Outstanding Russian Scientists – Pioneers of Space Exploration «Korolev Academic Space Conference», Bauman Moscow State Technical University. – AIP Conference Proceedings, Volume 2171, 15 November 2019, номер статьи 170014, код 154643.

- 11 **Дудак, Н. С., Итыбаева, Г. Т., Мусина, Ж. К., Касенов, А. Ж.** Методика планирования экспериментальных исследований при обработке новыми стержневыми инструментами [Текст] // Вестник ПГУ, 2007. – № 4. – С. 154–163.
- 12 **Тарасик, В. П.** Математическое моделирование технических систем : учебник для вузов [Текст] / изд. 2-е дополн. и перераб. – Мн. : Изд-во «Дизайн ПРО», 2004. – 640 с.
- 13 **Дерябин, И. П., Козлов, А. В.** Математическое моделирование процессов в машиностроении: учебное пособие по выполнению лабораторных работ [Текст]. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 27 с.

REFERENCES

- 1 **Freudenthal, A. M.** Statistical approach to brittle fracture. Destruction [Text] / Edited by G. Libovits. – Moscow : Mir, 1975. – Vol. 2. – P. 616–645.
- 2 **Barzov, A. A., Galinovsky, A. L., Puzakov, V. S., Troshchiy, O. A.** Probabilistic modeling in innovative technologies [Text]. – Moscow : Publishing house «NT», 2006. – 100 p.
- 3 **Gurman, V. E.** Probability theory and mathematical statistics [Text]. – Moscow : Higher School, 1977. – 479 p.
- 4 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Tkachuk, A. A.** Simulation of the probabilistic process of forming the Executive size [Text] // the Science and technology of Kazakhstan, 2020. – No. 1. – P. 39–47.
- 5 **Tkachuk, A. A., Denchik, A. I., Barzov, A. A.** Probabilistic nature of the formation of the Executive size during mechanical processing [Text] // Materials of the international scientific conference «XX Satpayev Readings», 2020. – Vol. 17. – P. 377–384.
- 6 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Korneeva, V. M., Korneev, S. S.** Probabilistic model of interaction of necessary and sufficient conditions of mass morbidity of the population taking into account the large-scale population factor [Text] // Quality and life, 2020. – No. 3. – P. 19–26.
- 7 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Musina, Zh. K., Tkachuk, A. A.** Development of an analytical model of probabilistic formation of executive size accuracy taking into account the influence of the scale factor [Text] // Science and Technology of Kazakhstan, 2021. – No. 1. – P. 19–29.
- 8 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Prokhorova, M. A., Sysoev, N. N.** The scale factor (phenomenology and physico-technical provisions) [Text]. – Moscow : Lomonosov Moscow State University. Faculty of Physics, 2021. – 194 p.
- 9 **Abashin, M. I., Barzov, A. A., Denchik, A. I., Musina, Zh. K.** Analysis of the innovative potential of ultra-jet hydraulic technologies [Text] // Science and Technology of Kazakhstan, 2016. – № 3–4. – P. 7–15.
- 10 **Barzov, A. A., Belov, V. A., Denchik, A. I.** Information analysis of combined ultra-jet express diagnostics of materials and products of RST (rocket & space technology) [Text] // 43rd Academic Space Conference : Dedicated to the Memory of Academic S.P. Korolev and other Outstanding Russian Scientists – Pioneers of Space Exploration «Korolev Academic

Space Conference», Bauman Moscow State Technical University. – AIP Conference Proceedings, Volume 2171, 15 November 2019, article number 170014, code 154643.

11 **Dudak, N. S., Itybayeva, G. T., Musina, Zh. K., Kasenov, A. Zh.** Methods of planning experimental studies in processing with new rod tools [Text] // Bulletin of PSU, 2007. – No. 4. – P. 154–163.

12 **Tarasik, V. P.** Mathematical modeling of technical systems : textbook for universities [Text] / ed. 2nd supplement. and reprint. – Mn. : Publishing house 0171Design PRO», 2004. – 640 p.

13 **Deryabin, I. P., Kozlov, A. V.** Mathematical modeling of processes in mechanical engineering: a textbook on laboratory work [Text]. – Chelyabinsk : SUSU Publishing House, 2003. – 27 p.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

А. А. Барзов¹, *А. И. Денчик², Ж. К. Мусина³, А. А. Ткачук⁴

¹М. В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы, Мәскеу қ.

^{2,3,4}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 06.06.2022 баспаға түсті.

АТҚАРУШЫЛЫҚ ӨЛШЕМНІҢ ДӘЛДІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ПРОЦЕСІН ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Жұмыста масштабты фактордың әсерін ескере отырып, атқарушы өлшемнің (L) дәлдігін қалыптастыру процесіне ықтималды тәсіл ұсынылады. Ұсынылған модель екі әдіспен алынған зерттеу нәтижелеріне негізделген модельдеу және аналитикалық талдау әдісі.

Имитациялық модельдеу кезінде алынған нәтижелер салыстырмалы технологиялық бұзылыстың орташа коэффициенті – КСР ұғымын қалыптастыруға мүмкіндік берді. Біздің ойымызша, бұл қалыптасу жағдайларының сәйкестігін, орындалатын операцияның осы Техникалық және технологиялық ерекшеліктерімен (m) элементтердің мүмкін болатын шамаларының массивін сипаттайтын коэффициент. Салыстырмалы технологиялық бұзылыстың орташа коэффициенті ($C_{ср.им}$) – ол қазіргі бір факторлы факторлардан нақты қалыптасу процесінің бұзылу қарқындылығын сипаттайды және оны ұсынылған модельге сәйкес дәлдікті қамтамасыз ету тұрғысынан машинаның жұмыс орнын бағалау критерийі ретінде пайдалануға болады.

Кілтті сөздер: дәлдік, масштабты фактор, ықтималдық моделі, модельдеу, функционалды маңызды технологиялық бұзылыс, технологиялық әсердің сәйкестік коэффициенті.

A. A. Barzov¹, *A. I. Denchik², Zh. K. Mussina³, A. A. Tlachuk⁴

¹Lomonosov Moscow State University,

Russian Federation, Moscow;

^{2,3,4}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 06.06.22.

METHODOLOGICAL FEATURES OF THE PRACTICAL USE OF THE RESULTS OF SIMULATION MODELING OF THE PROCESS OF FORMING THE ACCURACY OF THE EXECUTIVE SIZE

The paper proposes a probabilistic approach to the process of forming the accuracy of the executive size (L), taking into account the influence of the scale factor. The proposed model is based on the research results obtained by two methods – the method of simulation modeling and the method of analytical analysis.

The results obtained during simulation modeling (SM) allowed us to formulate the concept of the average coefficient of relative technological disturbance – Cav.sim. In our opinion, this is a coefficient that characterizes the identity of the formation conditions, an array of possible values of the executive size of (m) elements, given the technical and technological features of the operation being performed. The average coefficient of relative technological disturbance (Cav. sim.) – describes the intensity of perturbation of the real shaping process from the acting simultaneous factors and can be used as an identifier criterion for evaluating the machine operator's workplace from the point of view of ensuring accuracy according to the proposed model.

Keywords: accuracy, scale factor, probabilistic model, simulation modeling, functionally significant technological disturbance, coefficient of identity of technological impact.

<https://doi.org/10.48081/EVLY2870>**П. Ю. Бочкарев¹, С. Г. Митин², А. В. Назарьев³, *Г. С. Гумаров⁴**¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, Российская Федерация, г. Саратов;^{2,3}Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина, Российская Федерация, г. Саратов;⁴Западно-Казахстанский государственный университет имени М. Утемисова, Республика Казахстан, Уральск**ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ УРОВНЕЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Процесс создания технологических процессов часто представляют как систему, попросту рассматривающую внешние воздействия (входы) и связанные с ними отклики (выходы). Однако прогностические возможности такой модели, действующей в условиях частичной неопределенности, связанных с отсутствием части информации на ряде начальных этапов планирования технологических процессов, ограничены в связи со структурными различиями между моделью «вход-выход» и самой организацией. Для целей планирования технологических процессов модель организации, построенная по принципу «вход-выход», является ограниченной и непригодной.

В данной статье предлагается модель организации системы планирования технологических процессов с позиции соответствия ее основным аспектам организационного управления, которой присущи четыре отличительные особенности или характеристики, каждую из которых необходимо учитывать при решении задач организационного управления.

Система планирования технологических процессов соответствует характеристикам: составу системы и её структуре со способностью взаимодействовать друг с другом, а также способность к самоуправлению с изменением своего функционирования в зависимости от условий.

Таким образом, можно отметить, что на данном этапе разработки система планирования ТП в достаточной мере отвечает всем требованиям организационного управления, обеспечивающая генерацию всех возможных вариантов технологии изготовления деталей и выбор наиболее приемлемых вариантов ТП для конкретных условий производства.

Система объединяет проектирование и реализацию ТП, строящую технологию с учетом влияния изменений производственной ситуации.

Такая организация за счет быстроты реализации процедур позволяет оперативно реагировать на возникновение нестандартных ситуаций и обеспечивает постоянное функционирование производственной системы с высокими показателями.

Ключевые слова: планирование, синтез, структура, организация, технологический процесс.

Введение

Несмотря на то, что имеется ряд довольно отличающихся друг от друга определений организации ТП [1–6], зависящих от аспектов, на которые делается упор при рассмотрении организации, все они сходятся в том, что организация состоит из семейства взаимодействующих, иерархически расположенных элементов, наделенных правом принимать решения. Приведенные выше соображения относительно методологии создания ТП механообработки указывают на необходимость многоуровневой структуры в модели организации планирования ТП, описываемой с помощью теории систем. Структура эта должна отражать самые важные характеристики организации, а именно, что организация состоит из взаимосвязанных подсистем, имеющих право принимать решения, и, что эти подсистемы образуют иерархию.

Анализ известных из теории организации и системотехники моделей [6–8] позволил выбрать в качестве базовой, отличающейся в большей степени приемлемостью теоретическим положениям проектирования ТП, теорию многоуровневых иерархических систем, как соответствующую следующим направлениям:

1 Она акцентирует внимание на иерархических структурах в смысле организации блок-схем, составляющие систему элементы (блоки принятия решений) обладают ограниченной решающей способностью. Глобальная цель организации, отражающая ее назначение в целом, разбивается на последовательность подцелей, так что достижение полной цели равноценно достижению совокупности подцелей.

2 Она рассматривает отдельный блок системы как систему, принимающую решение. В нем явным образом учитываются уровни удовлетворения и расхождения между ожидаемыми и фактически наблюдаемыми целями. Принимающие решение элементы, которые являются блоками многоуровневых систем, обладают тем, что можно назвать «свободой действия». Принятое решение соответствует множеству альтернатив, составленных для рассмотрения к моменту принятия решения. Применительно к планированию ТП в задачу каждого блока (принимающего решение элемента) входит развитие и разработка ТП и отбор вариантов ТП, которые при дальнейшем проектировании должны отвечать наилучшим образом поставленной цели.

3 Она явным образом учитывает тот факт, что важнейшей особенностью организации неизменно является ее организующая роль в налаживании взаимной связи подсистем, принимающих решения. Отношения между вышестоящими и нижестоящими элементами могут быть реализованы посредством факторов, связанных с целями, ожидаемыми последствиями решений, набором альтернативных действий, имеющихся в момент принятия решения. Согласно предлагаемой формализации процесса планирования ТП, это отвечает

соответственно вмешательству на уровне целей, на уровне представлений (моделей) и на уровне ограничений.

Процессу создания технологии присуще последовательное вертикальное расположение подсистем (вертикальная декомпозиция). Под системой здесь понимается просто осуществление преобразования входных данных в выходные в каждой подсистеме, это преобразование предполагается с заранее заданным детерминированным алгоритмом и последовательно выполняемыми операциями. Предусматривается, что взаимодействие между уровнями необязательно происходит только между каждыми двумя близлежащими уровнями, а обмен с внешней средой происходит на самом низком уровне.

Другая особенность создаваемой системы заключается в том, что хотя вмешательство или приоритет действий направлен сверху вниз, успешность действия системы в целом зависит от поведения всех элементов системы, и успешность работы верхнего уровня зависит не только от осуществляемых на нем действий, но и от соответствующих реакций нижних уровней. Поэтому можно считать, что качество работы всей системы обеспечивается обратной связью, т.е. реакциями на вмешательство, информация о которых направляется снизу вверх.

Методы исследования

После выбора в качестве модели системы организации планирования ТП теории многоуровневых иерархических систем и обоснования этого выбора, выполнена непосредственно разработка системы на всех организационных уровнях («страта», «слой», «эшелон»).

Система задается семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения различных уровней абстрагирования («страт»). Для каждого уровня существует ряд характерных особенностей, законов и принципов с помощью которых и описывается поведение системы. Чтобы такое иерархическое описание было эффективным, необходима как можно большая независимость моделей для различных уровней системы. Стратифицированное представление процесса планирования ТП представлено на рисунке 1.

Данная стратификация выполнена на основании следующих правил [9]:

- стратификация неразрывно связана с интерпретацией производимых системой действий. В рамках действий, отнесенных к страте 2, выполняется создание ТП в полном объеме, обеспечивающее возможность изготовления заданной номенклатуры деталей в конкретной производственной системе. Приближаясь к традиционной терминологии на данной страте заложено проектирование ТП. А в круг задач, объединенных в страту 1, входит рациональная реализация созданного ТП и анализ хода его выполнения;

- стратифицированное описание есть описание одной и той же системы с различных точек зрения. Процесс проектирования ТП отражает моменты представления системы планирования, акцент которых смещен на оценку конструкторско-технологических особенностей деталей и формирования рационального варианта их изготовления, а модель реализации включает описание аспектов функционирования производственной системы и адаптации к ней технологии;

- требования, предъявляемые к работе системы на верхней страте, выступают как условия или ограничения деятельности на нижней страте. Последовательность и состав работ по изготовлению деталей, определенные на стадии проектирования ТП, обязательны для выполнения при реализации ТП (страта 1), и только при их соблюдении возможен поиск эффективных вариантов работы производственной системы;

- на каждой страте имеется свой собственный набор терминов, концепций и принципов.

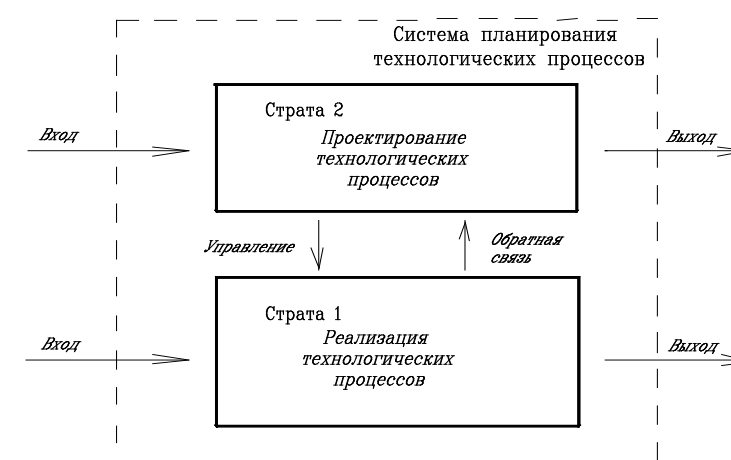


Рисунок 1 – Стратифицированное представление процесса планирования ТП

В качестве входной информации на страту 2 (проектирование ТП) поступают данные об обрабатываемых деталях, технологических характеристиках и степени готовности производственной системы. На выходе – разработанные варианты ТП и наиболее эффективный из них, который поступает в качестве управляющего алгоритма работы производственной системы. На страту 1 (реализация ТП) поступает информация об изменении производственной ситуации, которая после преобразования в качестве обратной связи поступает в страту 2. Выходная информация со страты 1 представляется в виде показателей, определяющих эффективность реализации ТП и работы производственной системы.

Результаты и обсуждения

Концепция страт в теории многоуровневых иерархических систем введена для целей моделирования, концепция же эшелонов относится к взаимной связи между образующими систему элементами принятия решений, включая расчленение объекта на конечное число частей [9]. Процедура расчленения системы планирования ТП выполнялась до получения таких подсистем, которые в условиях данной задачи были признаны достаточно простыми и удобными для непосредственного изучения, а также обладали свойством относительной независимости (рисунке 2).

В рамках страты проектирования ТП на основе представленных выше положений были выделены шесть эшелонов.

1 Разработка принципиальной схемы обработки элементарных поверхностей деталей является неременным первоначальным этапом создания ТП, на котором определяются возможные схемы обработки каждой элементарной поверхности изготавливаемых деталей. Построение модели строится на анализе конструктивных характеристик деталей и методов обработки, заложенных в действующей производственной системе.

2 Определение рационального объединения обработки элементарных поверхностей деталей в технологические операции основано на учете основных правил формирования маршрутов ТП. На основании данных о точностных характеристиках технологического оборудования, номенклатуре средств технологического оборудования, а также требований к концентрации операций производится определение вариантов группирования технологических переходов в операцию.

3 Выбор состава технологического оборудования строится с учетом соответствия основному критерию эффективности функционирования производственной системы – минимизации времени изготовления всего комплекта деталей.

4 С выбора средств технологического оснащения проектирование идёт на уровне технологической операции. Определяется номенклатура установочно-зажимных приспособлений, режущего, вспомогательного инструмента и средств контроля, которая позволяет сократить затраты на переналадку оборудования при изготовлении заданного комплекта деталей.

5 Определение рациональной структуры и оптимальных параметров технологических операций включает выработку вопросов, касающихся последовательности выполнения технологических переходов и оптимизации режимов резания.

6 Формирование управляющих программ (УП) включает ряд дополнительных действий, в частности, оптимизацию вспомогательных перемещений и непосредственно разработку УП.

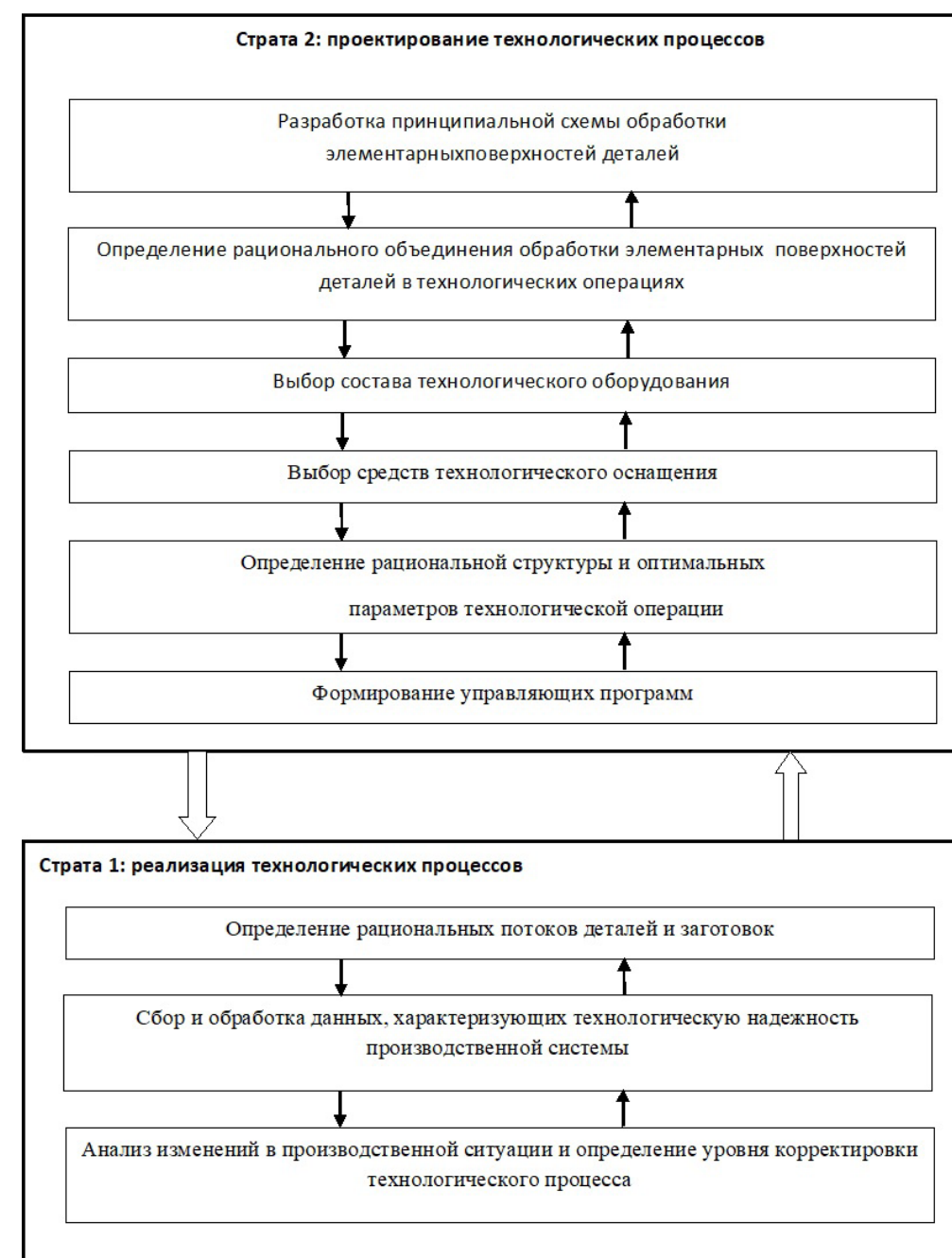


Рисунок 2 – Система планирования ТП как многоэшелонная система

Страта реализации ТП содержит в себе три эшелона:

1 Определение рациональных потоков деталей и заготовок на базе спроектированных ТП изготовления каждой детали с учетом ритмичности поступления деталей на сборку или последующую обработку, сокращения объема незавершенного производства и удовлетворения другим организационно-экономическим характеристикам функционирования производственной системы.

2 Сбор и обработка данных, характеризующих технологическую надежность производственной системы, позволяет производить постоянную корректировку базы данных системы планирования ТП в плане изменения точностных и эксплуатационно-надежностных характеристик технологического оборудования и постоянно отслеживать ход выполнения созданного ТП.

3 Анализ изменений в производственной ситуации и определение уровня корректировки ТП направлены на создание адекватной реакции системы планирования ТП, оценки степени переработки технологии и определения состава изменений для внесения в базу данных в зависимости от характера изменений, возникших в производственной системе в процессе изготовления деталей.

Представленные общие замечания, касающиеся состава процедур, выполняемых на различных этапах системы планирования ТП позволяют сделать заключение о соответствии свойству относительной независимости каждого выделенного эшелона системы. Независимость заключается в составе индивидуальной информационной базы для каждой процедуры, характерным методическим аппаратом, постановкой персональных целей, а также в минимизации проектных затрат при корректировке ТП в случае изменения производственной ситуации. Что говорит о закономерности проведенного расчленения системы на эшелоны.

Другое понятие иерархии относится к процессам принятия сложных решений, в полной мере соответствующим процессам решения большинства технологических задач. Сложная проблема принятия решения разбивается на семейство последовательно расположенных более простых проблем так, что решение всех проблем позволяет решить и исходную проблему (иерархия слоев принятия решений). Существуют три основных аспекта проблемы принятия решения в условиях неопределенности, соответствующих трем слоям, которые нашли свое отражение при создании системы планирования ТП (рисунке 3).

1 Слой самоорганизации. Задача этого слоя состоит в выборе структуры, функции, стратегии, таким образом, чтобы по возможности приблизится к глобальной цели проектирования. Результатом функционирования системы планирования на данном слое являются сгенерированные варианты развития технологического процесса.

2 Слой адаптации. Задача этого слоя – конкретизация множества неопределенностей; основная цель второго слоя – насколько возможно сузить множество неопределенностей. В рамках этого слоя происходит отсев нерациональных вариантов ТП, что позволяет значительно сократить время создания технологии за счет отказа от неперспективных направлений проектирования ТП.

3 Слой выбора. Задача этого слоя – выбор способа действий. Принимающий решение элемент на этом слое получает информацию по отобранной группе сгенерированных вариантов ТП и находит оптимальный вариант для складывающейся производственной ситуации.

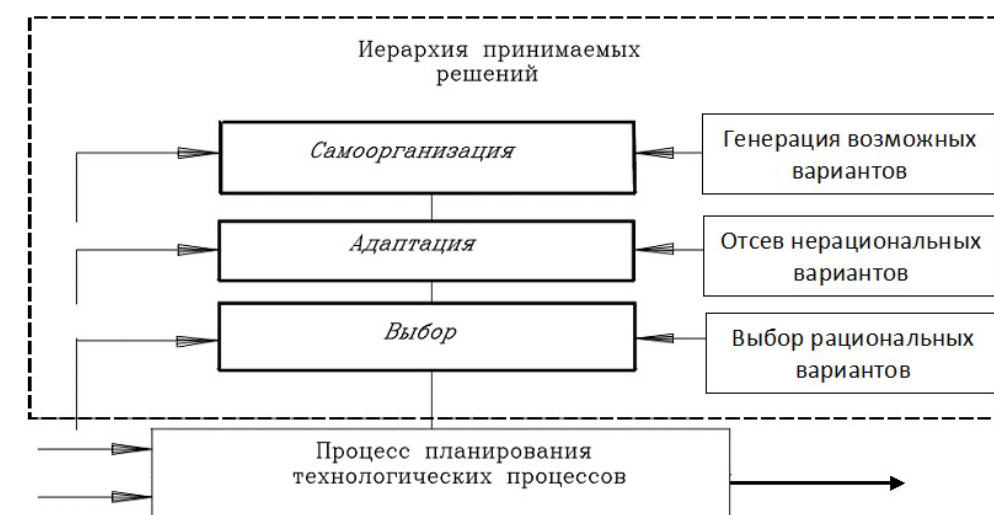


Рисунок 3 – Структура последовательности принятия решений в системе планирования ТП

Сформулированные положения относительно расчленения системы планирования ТП на всех уровнях еще не позволяют представить полную модель системы, так как не определены соотношения между стратами, эшелонами и слоями. В распределении задач или ролей, которые должны выполняться различными уровнями, разумная отправная точка обеспечивается при системном подходе к системе в целом и к задаче, которую эта система по предположению должна выполнять. Основываясь на этом, распределение задач для организационной иерархии процесса планирования выполнено в соответствии с рисунке 4, когда с одной стороны выполнена стратификация модели всей системы, а с другой совершается декомпозиция стоящей перед системой задачи на эшелоны и слои, когда задание для эшелона может содержать элементы проблем, принадлежащих не одному, а ряду слоев решаемой проблемы. Т.е. процедура, выполняемая на каждом эшелоне, включает в себя реализацию всех проблем из иерархии слоев принятия решений.

Абстрактная математическая формализация многоуровневой иерархической системы планирования ТП связана с определением функциональной системы как отображения $S: X \rightarrow Y$ абстрактного множества X в абстрактное множество Y , где X и Y представляют множество входов исходной информации $\{x_i\}$ и множество выходов $\{y_j\}$ в виде информации, определяющей последовательность и правила функционирования производственной системы по изготовлению заданного комплекта деталей. Формальное представление позволяет выделить наиболее важные структурные особенности системы планирования ТП и обеспечивает основу для более детального ее математического изучения [9, 10].

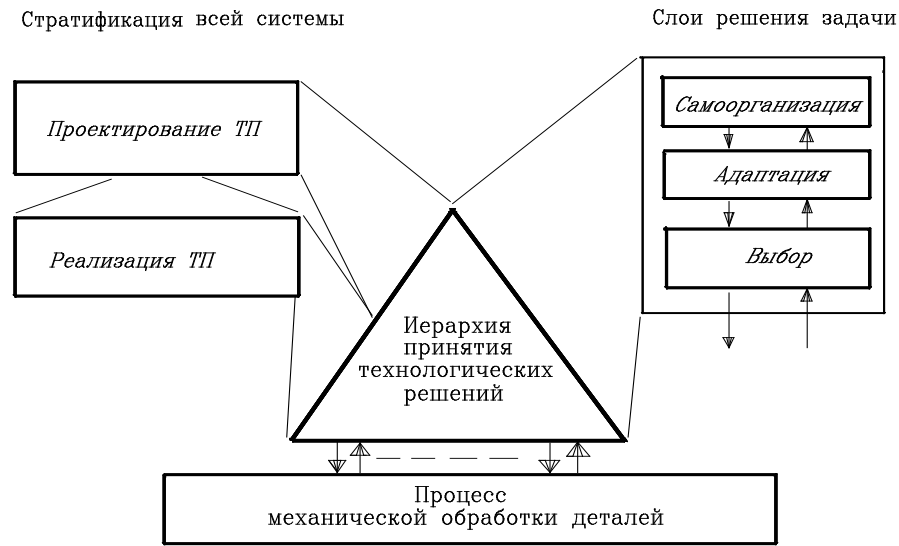


Рисунок 4 – Организация процесса планирования гибких ТП

Объединяя представленные выше соображения относительно конструирования системы планирования ТП на различных уровнях и распределения задач в смысле их организации, предлагается общая схема организации планирования ТП как системы (рисунке 5), которая отражает одну из основных теоретических положений методологии создания гибких ТП, а именно проектирование ТП с учетом характера производства и возможности корректировки ТП в зависимости от изменения производственной ситуации.

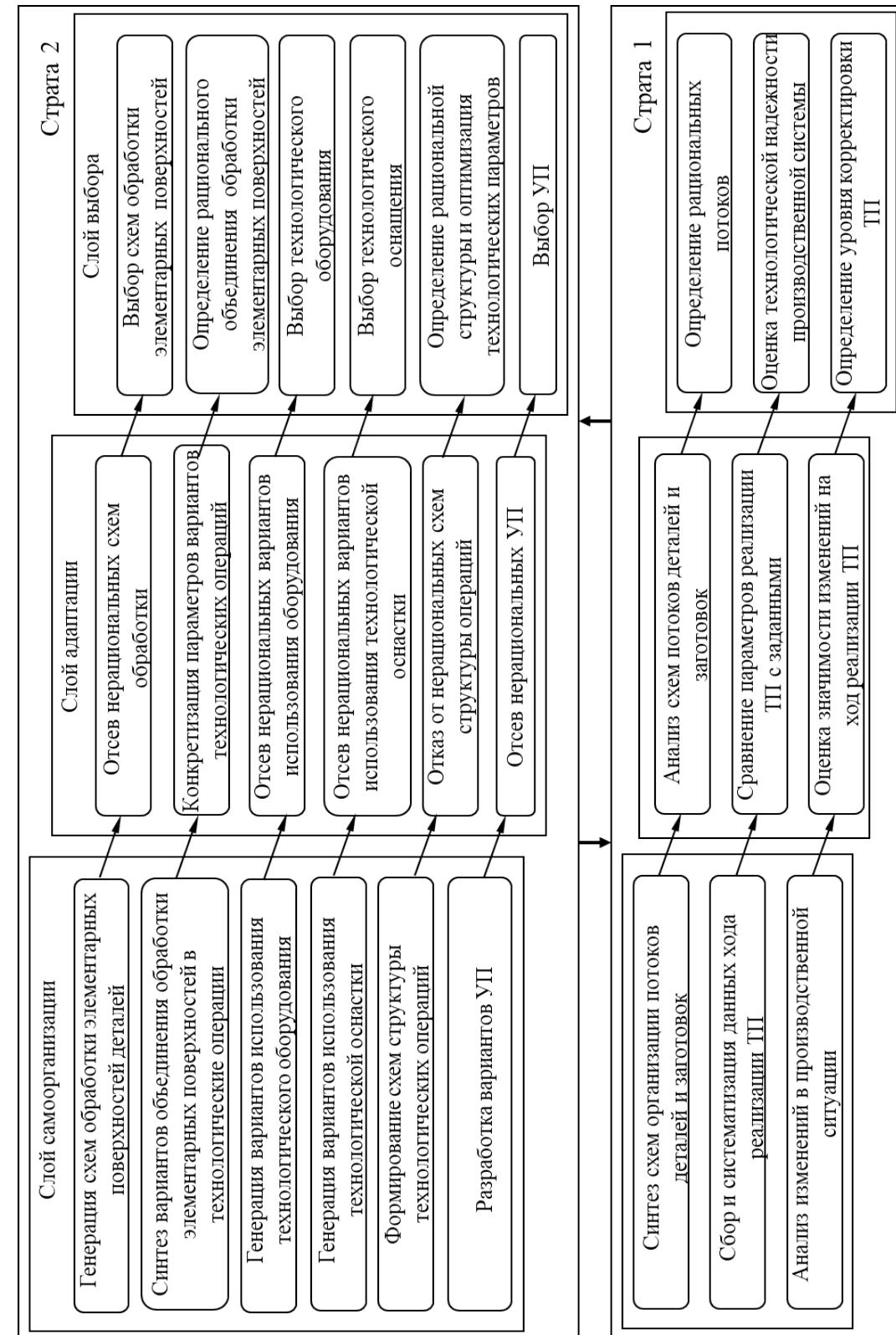


Рисунок 5 – Общая схема организации планирования гибких ТП

Другим теоретическим положением методики создания ТП является необходимость параллельного протекания процессов проектирования ТП для всех изготавливаемых деталей в рассматриваемый интервал времени. В пределах каждого эшелона осуществляется генерация возможных вариантов ТП для всех деталей (слой самоорганизации), затем отсев (слой адаптации) и определение оптимального варианта (слой выбора) производится по критериям, определяющим эффективность работы производственной системы по изготовлению всего комплекта деталей. Таким образом, на каждом эшелоне генерируются все возможные варианты ТП и определяются оптимальные ТП каждой детали. После этого происходит переход на следующий эшелон.

В процессе создания ТП сохраняются все промежуточные результаты (не только по выбранному варианту ТП), соответствующие развитию и детализации ТП. Это позволяет в случае изменения производственной ситуации обратиться к любому эшелону и, исключив из уже сгенерированных вариантов те, которые не могут быть реализованы при новой ситуации, произвести выбор ТП. Такая схема за счет быстроты реализации процедур позволяет оперативно реагировать на возникновение нестандартных ситуаций и обеспечивает постоянное функционирование производственной системы с высокими показателями.

В течение всего периода построения модели ее следует постоянно проверять или испытывать.

Однако ее качество объективно можно оценить только после завершения процесса построения всей системы, когда описаны, формализованы и представлены в виде конечного продукта все подсистемы на уровне последовательностей действий системы и целей.

Поэтому оценку предлагаемой модели организации системы планирования ТП на данной стадии можно вести только с позиции соответствия ее основным аспектам организационного управления. Системе должны быть присущи четыре отличительные особенности или характеристики, каждую из которых необходимо учитывать при решении задач организационного управления [9, 10]. Проанализируем систему планирования ТП с позиции соответствия этим характеристикам:

- требования к составу системы выдержаны, так как она состоит из отдельных подсистем, которые способны принимать решения и обладают необходимыми средствами для этого;

- определена структура системы планирования ТП, предполагающая функциональное деление внутри системы, подсистемы выполняют конкретные задачи, не дублируя друг друга, их работа направлена на достижение некоторых общих целей всей системы;

- подсистемы обладают способностью взаимодействовать друг с другом и с окружающей систему средой – производственной системой, эта связь представляет собой средство, объединяющее компоненты организации в единое целое;

- представленная система обладает способностью к самоуправлению, т.е. к оценке своей деятельности с учетом целей проектирования ТП, а также изменению своего функционирования в зависимости от условий.

Выводы

Таким образом, можно отметить, что на данном этапе разработки система планирования ТП в достаточной мере отвечает всем требованиям организационного управления, обеспечивающая генерацию всех возможных вариантов технологии изготовления деталей и выбор наиболее приемлемых вариантов ТП для конкретных условий производства.

Система объединяет проектирование и реализацию ТП, строящую технологию с учетом влияния изменений производственной ситуации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Аверченков, В. И., Казаков, Ю. М.** Автоматизация проектирования технологических процессов: учебное пособие для вузов – Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. – 228 с.

2 **Акулич, Н. В.** Технология машиностроения: учеб. пособие. – Ростов н/Д : Феникс, 2015. – 395 с. : ил.

3 **Назарьев, А. В., Бочкарев, П. Ю., Гумаров, Г. С.** Модель подсистемы проектирования технологических операций механообработки // Наука и техника Казахстана. – 2021. – № 4. – С. 30–39. – DOI 10.48081/AYHS4279.

4 **Мартыненко, О. В.** Применение модульного принципа в конструкторско-технологической подготовке производства // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12-4. – С. 605–608.

5 **Мухолзоев, А. В.** Алгоритм модуля автоматизированного расчета технологических размерных цепей // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2015. – Т.15. – № 3. – С. 48–55.

6 **Скворцов, А. В., Схиртладзе, А. Г.** Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств – Москва; Берлин : ООО «Директмедиа Паблишинг», 2017. – 635 с. – ISBN 978-5-4475-8420-7.

7 **Измайлов, А. Ю., Сорокин, К. Н., Сорокин, Н. Т. [и др.]** Теоретические основы и необходимые условия развития машиностроения для модульного проектирования технологических комплексов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2019. – № 3(43). – С. 89–98.

8 **Назарьев, А. В., Бочкарев, П. Ю., Гумаров, Г. С.** Развитие требований к сборке звеньев высокоточных изделий // Наука и техника Казахстана. – 2021. – № 3. – С. 18–26. – DOI 10.48081/DWZV1848

9 **Решетникова, Е. П., Бочкарев, П. Ю.** Концепция группирования деталей механообрабатывающих производств при формировании рационального маршрута технологического процесса их изготовления // Научные технологии в машиностроении. – 2021. – № 3(117). – С. 19-25. – DOI 10.30987/2223-4608-2021-3-19-25.

10 **Бокова, Л. Г., Бочкарев, П. Ю., Королев, Р. Д.** Оценка производственной технологичности деталей в системе планирования многономенклатурных

технологических процессов – Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., 2019. – 224 с. – ISBN 978-5-7433-3409-4.

REFERENCES

- 1 **Averchenkov, V. I., Kazakov, Yu. M.** Avtomatizatsiya proyektirovaniya tekhnologicheskikh protsessov : uchebnoye posobiye dlya vuzov [Automation of the design of technological processes : a textbook for universities]. – Bryansk : Bryansk State Technical University, 2012. – 228 p.
- 2 **Akulich, N. V.** Tekhnologiya : uchebnoye posobiye [Engineering technology : textbook]. – Rostov n / D. : Phoenix, 2015. – 395 p.: ill.
- 3 **Nazar'yev, A. V., Bochkarev, P. Yu., Gumarov, G. S.** Model' podsystemy proyektirovaniya tekhnologicheskikh operatsiy mekhanooobrabotki [Model of the subsystem for designing technological operations of machining]. Science and technology of Kazakhstan. – 2021. – No. 4. – P. 30–39. – DOI 10.48081/AYHS4279.
- 4 **Martynenko, O. V.** Primeneniye modul'nogo printsipa v konstruktorsko-tekhnologicheskoy podgotovke proizvodstva [Application of the modular principle in design and technological preparation of production]. International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2016. – No. 12–4. – P. 605–608.
- 5 **Mukholzoyev, A. V.** Algoritm modulya avtomatizirovannogo rascheta tekhnologicheskikh razmernykh tsepey [Algorithm for the module for automated calculation of technological dimensional chains]. Bulletin of the South Ural State University. Series «Engineering». – 2015. – V.15. – No. 3. – P. 48–55.
- 6 **Skvortsov, A. V., Skhirtladze, A. G.** Osnovy tekhnologii avtomatizirovannykh mashinostroitel'nykh proizvodstv [Fundamentals of technology for automated machine-building production]. – Moscow; Berlin : Directmedia Publishing LLC, 2017. – 635 p. – ISBN 978-5-4475-8420-7.
- 7 **Izmaylov, A. Yu., Sorokin, K. N., Sorokin, N. T., i dr.** Teoreticheskiye osnovy i neobkhodimyye usloviya razvitiya mashinostroyeniya dlya modul'nogo proyektirovaniya tekhnologicheskikh kompleksov [Theoretical foundations and necessary conditions for the development of mechanical engineering for the modular design of technological complexes]. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University. P. A. Kostychev. – 2019. – No. 3 (43). – P. 89–98.
- 8 **Nazar'yev, A. V., Bochkarev, P. Yu., Gumarov, G. S.** Razvitiye trebovaniy k sborke zven'yev vysokotochnykh izdeliy [Development of requirements for the assembly of links of high-precision products]. Science and Technology of Kazakhstan. – 2021. – No. 3. – P. 18–26. – DOI 10.48081/DWZV1848
- 9 **Reshetnikova, Ye. P., Bochkarev, P. Yu.** Kontseptsiya gruppirovaniya detaley mekhanooobratyvyayushchikh proizvodstv pri formirovani ratsional'nogo marshruta tekhnologicheskogo protsessa ikh izgotovleniya [The concept of grouping parts of machining industries in the formation of a rational route for the technological process of their manufacture]. Science-intensive technologies in mechanical engineering. – 2021. – No. 3 (117). – P. 19–25. – DOI 10.30987/2223-4608-2021-3-19-25.

10 **Bokova, L. G., Bochkarev, P. Yu., Korolev, R. D.** Otsenka proizvodstvennoy tekhnologichnosti detaley v sisteme planirovaniya mnogonomenklaturnykh tekhnologicheskikh protsessov [Evaluation of the production manufacturability of parts in the planning system for multi-product technological processes]. – Saratov : Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A., 2019. – 224 p. – ISBN 978-5-7433-3409-4.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

П. Ю. Бочкарев¹, С. Г. Митин², А. В. Назарьев³, *Г. С. Гумаров⁴

¹Н. И. Вавилов атындағы Саратов мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей Федерациясы, Саратов қ.

^{2,3}Ю. А. Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университеті, Ресей Федерациясы, Саратов қ.

⁴М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан мемлекеттік университеті, Қазақстан Республикасы, Орал қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ ЖОСПАРЛАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҰЙЫМДАСТЫРУШЫЛЫҚ ДЕҢГЕЙЛЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Технологиялық процестерді құру процесі көбінесе сыртқы әсерлерді (кірістерді) және олармен байланысты жауаптарды (шығуларды) қарастыратын жүйе ретінде ұсынылады. Алайда, технологиялық процестерді жоспарлаудың бірқатар бастапқы кезеңдерінде ақпараттың болмауымен байланысты ішінара белгісіздік жағдайында жұмыс істейтін мұндай модельдің болжамды мүмкіндіктері «кіру-шығу» моделі мен ұйымның өзі арасындағы құрылымдық айырмашылықтарға байланысты шектеулі. Технологиялық процестерді жоспарлау мақсатында «кіру-шығу» қағидаты бойынша құрылған ұйым моделі шектеулі және жарамсыз болып табылады.

Бұл мақалада технологиялық процестерді жоспарлау жүйесін оның ұйымдастырушылық басқарудың негізгі аспектілеріне сәйкестігі тұрғысынан ұйымдастырудың моделі ұсынылған, оның төрт ерекшелігі немесе сипаттамалары бар, олардың әрқайсысын ұйымдастырушылық басқару мәселелерін шешу кезінде ескеру қажет.

Технологиялық процестерді жоспарлау жүйесі сипаттамаларға сәйкес келеді: жүйенің құрамы мен оның құрылымы, бір-бірімен өзара әрекеттесу қабілеті, сондай-ақ жағдайларға байланысты өз қызметін өзгерте отырып, өзін-өзі басқару қабілеті.

Осылайша, дамудың осы кезеңінде ТП жоспарлау жүйесі ұйымдастырушылық басқарудың барлық талаптарына жеткілікті жауап береді, бұл бөліктерді өндіру технологиясының барлық мүмкін нұсқаларын құруды және өндірістің нақты жағдайлары үшін ТП-нің ең қолайлы нұсқаларын таңдауды қамтамасыз етеді.

Жүйе өндірістік жағдайдағы өзгерістердің әсерін ескере отырып, технологиялық технологияны жобалауды және іске асыруды біріктіреді.

Мұндай ұйым рәсімдерді жүзеге асыру жылдамдығына байланысты стандартты емес жағдайлардың пайда болуына жедел әрекет етуге мүмкіндік береді және жоғары өнімділігі бар өндірістік жүйенің тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

Кілтті сөздер: жоспарлау, синтездеу, құрылым, ұйымдастыру, технологиялық процесс.

P. Yu. Bochkarev¹, S. G. Mitin², A. V. Nazaryev³, *G. S. Gumarov⁴

¹N. I. Vavilov Saratov State Agrarian University,
Russian Federation, Saratov;

^{2,3}Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,
Russian Federation, Saratov;

⁴M. Utemisov West Kazakhstan state University,
Republic of Kazakhstan, Uralsk.

Material received on 06.06.22.

FORMATION OF ORGANIZATIONAL LEVELS OF THE PROCESS PLANNING SYSTEM

The process of creating technological processes is often presented as a system that simply considers external influences (inputs) and related responses (outputs). However, the prognostic capabilities of such a model operating under conditions of partial uncertainty associated with the absence of some information at a number of initial stages of process planning are limited due to structural differences between the input-output model and the organization itself. For the purposes of planning technological processes, an organization model built on the «input-output» principle is limited and unsuitable.

This article proposes a model of the organization of the process planning system from the position of compliance with its main aspects of organizational management, which has four distinctive features or characteristics, each of which must be taken into account when solving organizational management tasks.

The process planning system corresponds to the characteristics: the composition of the system and its structure with the ability to interact with each other, as well as the ability to self-manage with a change in its functioning depending on the conditions.

Thus, it can be noted that at this stage of development, the TP planning system sufficiently meets all the requirements of organizational management, ensuring the generation of all possible variants of the manufacturing technology of parts and the selection of the most acceptable TP options for specific production conditions.

The system combines the design and implementation of TP, building technology taking into account the impact of changes in the production situation.

Such an organization, due to the speed of implementation of procedures, allows you to quickly respond to the occurrence of non-standard situations and ensures the continuous functioning of the production system with high performance.

Keywords: planning, synthesis, structure, organization, technological process.

SRSTI 55.19.03; 55.31.29

<https://doi.org/10.48081/TTHK3181>

A. Zh. Kassenov¹, *G. T. Itybayeva²

^{1,2}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar

PASS-THROUGH PEAKLESS SABER CUTTER

The disadvantage of the processing method on existing machines by traditional processing is the lack of a design of a pass-through lathe with a weak point – the top, which is a source of instability of the shape properties and surface quality of the shaft being processed.

Finishing with a pass-through peakless reciprocating cutter on a machine with an inclined axis, provided by the use of a device for transmitting rotation to an intersecting axis, thereby achieving efficient high-performance processing of shaft-type workpieces with a reciprocating cutter. The result is achieved by adopting a special processing scheme with an axis tilt. During the grinding process on the proposed lathe, the contact point of the cutter and the workpiece is constantly moving along the cutting edge of the cutter, which reduces the roughness of the surface to be processed, reduces the heating of the cutter, increases the heat sink from the cutting zone. The proposed turning method and cutter will improve processing performance and tool durability. The use of finishing turning of workpieces of the «Shaft» type with an inclined axis is economically profitable in mass and large-scale production.

Keywords: processing, turning, quality, cutter, peakless tools, through, saber.

Introduction

One of the directions is the development of scientifically-based methods to improve the productivity and accuracy of processing, including the design of metal-cutting tools [1–4].

Cutters are the most common type of metal-cutting tool. They are used on lathes, boring, carousel, revolver, planing machines, semi-automatic machines.

Depending on the type of machine and the work performed, various cutters are used, which are classified by:

- type of processing;
- the nature of processing;
- installation is relatively;
- feed direction;
- head designs;
- body cross-section;
- constructions;
- the material of the working part.

The disadvantage of the processing method on existing machines by traditional processing is the lack of a design of a pass-through lathe with a weak point – the tip,

which is a source of instability of the shape properties and surface quality of the shaft being processed, low productivity when grinding workpieces such as shaft, rod, sleeve due to increased wear of the tip of the cutter with the concentration of mechanical and thermal stresses near the top of the lathe through-pass incisor [5–13].

Materials and methods

It is proposed to carry out processing on a metal-cutting machine with adjustable or inclined axes of the spindle and tailstock for processing through-through with a peakless reciprocating cutter [14] parts of the «Shaft» type in serial and large-scale production. When processing with a reciprocating cutter, the point of contact of the cutter and the part during the longitudinal movement of the reciprocating cutter is constantly changing, which helps to reduce the processing error and increase accuracy.

The proposed design of the machine [15], the turning method and the proposed cutter allow to increase the productivity and durability of the tool. The machine contains a calculated eight-speed gearbox, the range of which is from 220 to 2500 rpm, with additional cylindrical and conical gears for changing the angle of inclination of the spindle axis in the range from 0° to 15° , a modified tailstock design, the tilt of the axis of which is adjustable in the range from 0° to 15° , a modified design of the tool holder for fixing a special saber cutter at an angle of 45° , a special leash chuck for transmitting rotational motion to the intersecting axis and at the same time to eliminate the difference in the angles of inclination of the axes of the spindle and the workpiece.

At the same time, the smooth operation of a special leash chuck is provided by a toothed coupling with barrel-shaped teeth, and self-installation is due to the introduction of a spherical carbide center, which is installed in the machine spindle (Figure 1), where 1 is the workpiece; 2 is a peakless saber cutter; 3 is a special leash chuck.

Efficient high-performance processing of «Shaft» type workpieces with a reciprocating cutter is provided. As a result of the fact that a special processing scheme with an axis tilt has been adopted, in which, during the grinding process on the proposed lathe, the contact point of the cutter and the workpiece constantly moves along the cutting edge of the cutter. This is done at the expense of the proposed processing scheme with a pass-through peakless saber cutter. The constant change of working sections of the cutting edge of the cutter reduces the roughness of the treated surface, reduces the heating of the cutter, increases the heat sink from the cutting zone.

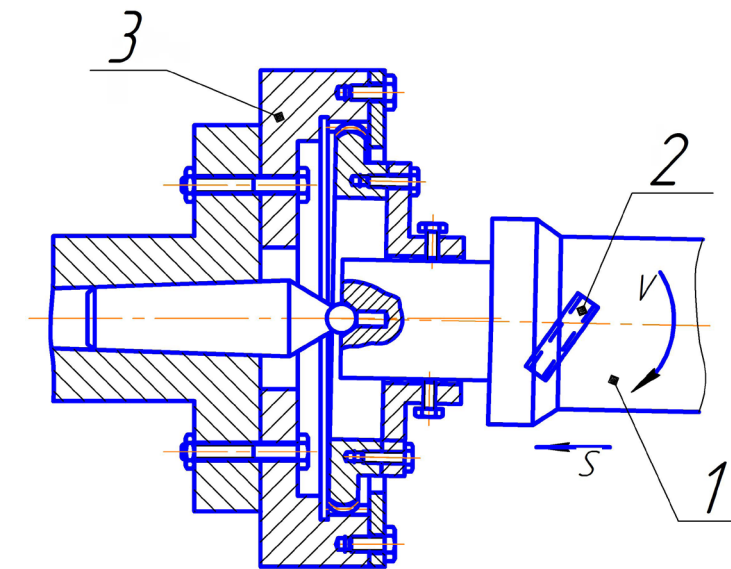


Figure 1 – Motion transmission device on the intersecting axis

As a result, it is possible to increase some parameters of cutting modes. The use of a turning method and a lathe with an adjustable tilt of the spindle axis and the tailstock allows for high-performance processing of workpieces with an inclined axis with a reciprocating cutter, increase the cutting speed, durability of the cutters, and reduce the roughness of the surface to be processed.

Results and discussions

The main features of the processing method are as follows: the workpiece on the machine is installed at an angle to the horizontal axis; the tilt of the workpiece axis is achieved by using a gearbox with an adjustable position of the spindle axes and tailstock; the tilt of the spindle axis is achieved by using a spindle position adjustment unit in the gearbox; in the spindle axis position adjustment unit, conical gears with perpendicular axes of rotation are used; changing the position of the tailstock pinole axis is achieved using a special bracket; to transfer rotation to the intersecting axis, a leash chuck with a toothed coupling is used; the position of the workpiece axis and its self-installation in the leash chuck is ensured by the use of spherical centers; a special tool holder is used to secure the saber cutter.

Figure 2 shows a diagram of turning a long shaft 1 with a through-hole reciprocating cutter 2, moving along the axis of the workpiece 3, performs a lightweight sliding (the effect of moving the saber) cutting with an axis tilt at an angle of τ and the point of contact with the workpiece is moved along the cutter blade, which improves the durability of the cutter and the quality of processing.

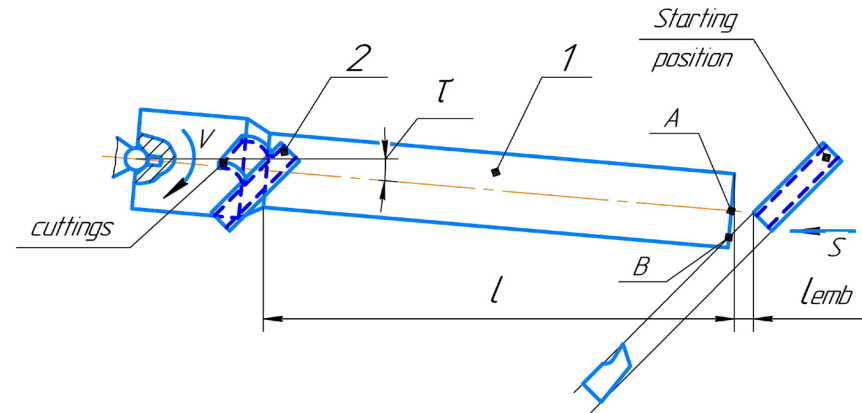


Figure 2 – Processing scheme of a long shaft with a through-hole reciprocating cutter

Figure 3 shows the design and geometric parameters of the turning through-hole reciprocating cutter in projections and indicates: 1 – through-hole reciprocating cutter; 2 – cutting edge; 3 – carbide plate; 4 - front surface; L - length of the cutter; B – width of the cutter; H – height of the cutter; a – width of the rear surface; b is the width of the front surface; α is the rear angle; γ is the front angle; τ is the angle of inclination of the incisor base.

The design of the through-hole reciprocating cutter and the processing scheme provide a significant reduction in the heating of the cutter in the cutting zone, increasing the durability of the cutter and cutting speed. The lower heating of the cutter of the proposed design is ensured by the fact that the working section of the cutting edge constantly moves along the length of the cutting blade (cutting edge); the main and auxiliary cutting edges form a half-space—they are located at an angle of 180° , i.e. they form one line - the cutting edge; in the cutting process, due to the curvature (cylindrical surface) of the cylinder being processed, the cutting edge on the incoming section plays the role of the main cutting edge, on the descending one – the auxiliary cutting edge (Figure 3).

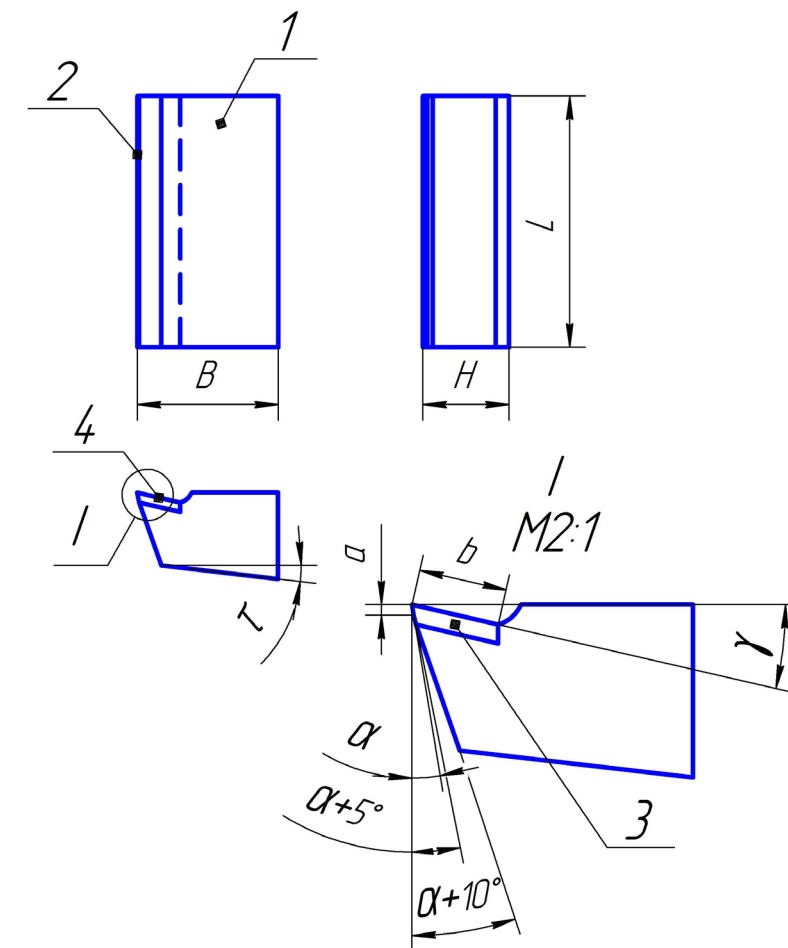


Figure 3 – Design and geometric parameters of a rotary through-hole reciprocating cutter

The inclination of the main cutting edge in the range from 0° to 90° allows you to reduce the height of the micro-dimensions on the treated surface due to the effect of a «cleaning blade» in projection on the forming part of the treated cylinder. The cutter has a cutting and fixing parts. The fixing part in the cross section has the shape of a wedge.

Conclusions

The rotary reciprocating reciprocating cutter does not have a prototype among the turning cutting cutters, since it is designed so that its cutting edge is located not in the transverse, but in the longitudinal direction, i.e. along the holder. This arrangement of the (main) cutting edge dramatically increases the cross-sectional area for heat removal from the cutting zone, which helps to reduce the level of thermal stress in the working area of the cutter, and also increases the strength of the cutting wedge (reduces the level of mechanical stress) and the reliability of the cutter.

Thus, the finishing treatment of the outer surfaces with a pass-through peakless reciprocating cutter provides:

1 During the grinding process on the proposed lathe, the contact point of the cutter and the workpiece is constantly moving along the cutting edge of the cutter.

2 Constant change of working sections of the cutting edge of the cutter reduces the roughness of the treated surface, reduces the heating of the cutter, increases the heat sink from the cutting zone

3 The use of finishing turning of workpieces of the «shaft» type with an inclined axis is economically justified in mass and large-scale production.

Financing. The research was carried out within the framework of grant funding of young scientists for 2021-2023 under the project Irn AP09058231 «research and design of resource-energy-saving metal cutting tools», funded by The Science Committee of the Ministry of education and science of the Republic of Kazakhstan.

REFERENCES

1 **Skhirtladze, A. G., Grechishnikov, V. A., Chemborisov, N. A. et al.** Cutting materials. Cutting tool in 2 parts. Part 1: Textbook. – 1st ed. – Moscow : Yurayt Publishing House, 2020. – 263 p. – ISBN 978-5-534-00115-0.

2 **Kasenov, A. Zh., Itybaeva, G. T., Musina, Zh. K., Taskarina, A. Zh., Yevtushenko, T. L.** Metal-cutting tools. – Pavlodar : Toraighyrov University, 2022. – 235 p.

3 **Barbot'ko, A. I.** Geometry of cutting materials : Sary Oskol : Fine Science-Intensive Technologies LLC, 2019. – 320 p. – ISBN 978-5-94178-286-4.

4 **Dudak, N. S., Itybaeva, G. T., Musina, Z. K.** A new pass-through lathe cutter // Russian Engineering Research. – 2014. – Vol. 34. – No 11. – P. 705-707. – DOI 10.3103/S1068798X14110069.

5 **Shamarin, N. N., Podgornykh, O. A.** Bezvershinnye cutting tools // Innovative technologies in mechanical engineering: proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference, Jurga, May 19-21, 2016. – Yurga : National Research Tomsk Polytechnic University, 2016. – P. 198–200.

6 **Sitnikov, M. Yu.** The design of a universal peakless cutter for turning shafts // Society. The science. Innovations (NPK-2018) : Collection of articles of the XVIII All-Russian Scientific and Practical Conference : in 3 volumes, Kirov, 02-28 April 2018. – Kirov : Vyatka State University, 2018. – P. 939–947.

7 **Sorokin, N. V.** Investigation of the process of peakless turning // Modern science-intensive technologies. – 2013. – No. 8-1. – P. 103.

8 **Karpov, A. V.** On the issue of improving the energy efficiency of technological processes of cutting // Modern high technologies. – 2019. – No. 3-1. – P. 43–47.

9 Progressive technologies, materials and cutting tools in engineering. interuniversity collection of scientific papers / ed. T. G. Nasad. – Saratov : Saratov state. technical university, 2010. – ISBN 978-5-7433-2310-4.

10 **Filippov, A. V.** Determination of the parameters of the section of the cut layer during oblique turning with a vertexless cutter // STIN. – 2014. – No. 4. – P. 21–25.

11 **Popov, A. A., Solokha, A. I., Chazov, P. A.** Peculiarities of chip deformation in the process of turning with tipless cutters // Modern problems of science and education. – 2014. – No. 4. – P. 172.

12 **Ospantaev, M. K.** Geometric parameters of a peakless cutting tool in the instrumental coordinate system / M. K. Ospantaev // Science and Technology of Kazakhstan. – 2022. – No 1. – P. 40–51. – DOI 10.48081/VYTH5824.

13 Ospantaev, M. K. Development of the design of a peakless rotary cutting tool / M. K. Ospantaev // Science and Technology of Kazakhstan. – 2021. – No 4. – P. 40–48. – DOI 10.48081/JITJ8922.

14 Innovative patent of the Republic of Kazakhstan No. 20971 for an invention. Pass-through peakless saber cutter / Dudak N. S.; publ. 16.03.2009, Bul. No. 3. – 11 p.

15 Innovation patent of the Republic of Kazakhstan No. 21788 for the invention. Lathe with an inclined spindle axis / Dudak N.S., Itybaeva G. T., Musina Zh. K., Kasenov A. Zh., Tastenov E. K., Iskakova D. A. publ. 15.09.2009, Bul. No. 10. – 5 p.

Material received on 06.06.22.

*А. Ж. Касенов¹, *Г. Т. Итыбаева²*

^{1,2}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

ӨТПЕЛІ ТӨБЕСІЗ ҚЫЛЫШТЫ КЕСКІШ

Дәстүрлі өңдеу арқылы қолданыстағы машиналарда өңдеу әдісінің кемшілігі – өңделген біліктің пішіні мен бетінің сапасының тұрақсыздығының көзі болып табылатын әлсіз нүктесі – шыңы бар өтпелі жону кескіш конструкциясының болмауы.

Қиылысатын оське айналуы беру үшін құрылғыны қолданумен қамтамасыз ететін көлбеу осі бар станокта жоғары білікті кескіш кескішпен әрлеу, осылайша білік түріндегі дайындамаларды жоғары өнімді қылышты кескішпен тиімді өңдеуге қол жеткізіледі. Нәтижеге осьтің көлбеуі бар арнайы өңдеу сұлбасы қабылданғандығымен қол жеткізіледі. Ұсынылған жону білікте тегістеу кезінде кескіш пен дайындаманың түйісу нүктесі кескіштің кесу жиегі бойымен үнемі қозғалады, бұл өңделетін беттің кедір-бұдырын азайтады, кескіштің қызуын азайтады, кесу аймағынан жылу шығаруды арттырады. Ұсынылған жону әдісі және кескіш өңдеу өнімділігі мен құралдың төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Көлбеу осі бар «Білік» түріндегі дайындамаларды түпкілікті өңдеуді қолдану жаппай және ірі өндірістерде экономикалық тұрғыдан тиімді.

Кілтті сөздер: өңдеу, жону, сапа, кескіш, төбесіз кескіш, өтпелі, қылыш.

*А. Ж. Касенов¹, *Г. Т. Итыбаева²*

^{1,2}Торайгыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 06.06.22.

ПРОХОДНОЙ БЕЗВЕРШИННЫЙ САБЕЛЬНЫЙ РЕЗЕЦ

Недостатком способа обработки на существующих станках путём традиционной обработки является недостаток конструкции проходного токарного резца со слабым местом – вершиной, которая является источником нестабильности свойств формы и качества поверхности обрабатываемого вала.

Чистовая обработка проходным безвершинным сабельным резцом на станке с наклонной осью, обеспечиваемый применением устройства для передачи вращения на пересекающуюся ось, тем самым достигается эффективная высокопроизводительная обработка сабельным резцом заготовок типа вал. Результат достигается тем, что принята специальная схема обработки с наклоном оси. В процессе обтачивания на предлагаемом токарном станке точка контакта резца и заготовки постоянно перемещается вдоль режущей кромки резца, что снижает шероховатость обрабатываемой поверхности, уменьшает нагрев резца, увеличивает теплоотвод из зоны резания. Предлагаемые способ точения и резец позволят повысить производительность обработки и стойкость инструмента. Применение чистовой токарной обработки заготовок типа «Вал» с наклонной осью экономически рентабельна в массовом и крупносерийном производствах.

Ключевые слова: обработка, точение, качество, резец, безвершинные инструменты, проходной, сабельный.

МЕТАЛЛУРГИЯ

МРНТИ 53.49.21:53.47.29

<https://doi.org/10.48081/IWEP9622>

*А. Н. Жакупов¹, *А. В. Богомолов², А. Т. Жакупова³*

^{1,2,3}Торайгыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ОБСАДНЫХ ТРУБ

Обоснована экономическая целесообразность применения термоциклической обработки обсадных труб из экономнолегированной стали 09Г2С и 13ХФА для получения группы прочности Q125 по API 5CT. Традиционно такой группы прочности достигали легированием трубных сталей одновременно хромом, молибденом, ванадием и ниобием, что значительно увеличивает себестоимость производства непрерывно-литых заготовок по сравнению со сталями 09Г2С и 13ХФА, пользующихся наибольшим спросом.

Технология термоциклической обработки с помощью четырехкратной закалки с последующим низкотемпературным отпуском из низколегированной доэвтектоидной стали позволяет добиться механических свойств на уровне группы прочности Q125 по API 5CT. Для оценки экономической эффективности приведены данные по нормируемому химическому составу и стоимости непрерывнолитых заготовок из трубных марок сталей. Также представлены сведения о механических свойствах стальных изделий при различных вариантах упрочняющей обработки. Себестоимость непрерывнолитых заготовок была рассчитана с учетом добавки микролегирующих элементов.

Приведен сравнительный анализ себестоимости изготовления высокопрочной трубы из 09Г2С и 13ХФА по предлагаемому режиму термоциклической обработки и 25ХМФБ при традиционной термической обработке. В результате расчета подтверждено, что применение термоциклической обработки для сталей 09Г2С и 13ХФА снижает себестоимость производства трубы группы прочности Q125 по API 5CT и P по ГОСТ 632-80, 633-80 на 21,1 и 33,8 % соответственно для каждой стали по сравнению с производством высокопрочной трубы из стали 25ХМФБ.

Ключевые слова: термоциклическая обработка, сталь, микролегирование, себестоимость, механические свойства, обсадная труба.

Введение

В настоящее время на единственном Казахском производителе бесшовных горячекатаных труб ПФ ТОО «KSP Steel» насосно-компрессорные и обсадные трубы производятся из низкоуглеродистых легированных сталей для получения групп прочности от Д до М согласно ГОСТ 632-80, 633-80 или от J55 до P110

согласно API 5CT. Однако, согласно данным стандартов, существуют трубы более высокого класса прочности P (Q125), которые обладают более низким удельным весом и высокими прочностными свойствами [1,2]. При существующей обстановке получение высокопрочных труб на данном предприятии до сих пор не достигнуто. В связи с этим, вопрос получения труб нефтяного сортамента максимальных групп прочности является важным для ПФ ТОО «KSP Steel».

На зарубежных трубопрокатных предприятиях, таких как ЧТПЗ, Магнитогорский трубопрокатный завод и др. для производства высокопрочных труб применяют хромомолибденовые стали, микролегированные ванадием и ниобием [3,4]. Легирование одновременно хромом, молибденом, ванадием и ниобием значительно увеличивает себестоимость производства непрерывнолитых заготовок по сравнению со сталями 09Г2С и 13ХФА, пользующихся наибольшим спросом. При этом данные конструкционные стали 09Г2С и 13ХФА для производства высокопрочных труб в практике не применяются, ввиду того, что получение предела прочности выше 1000 МПа и текучести в интервале 1000-1018 МПа невозможно при существующих методах упрочнения (таблица 2) [5]. Кроме того, согласно [6,7] максимальные и соответствующие нормируемым показателям механических свойств для групп прочности Q125 и P значения были достигнуты только на трубах из стали 25ХМФБ, остальные же соответствовали более низким классам прочности.

Материалы и методы исследования

В таблице 1 приведены данные по нормируемому химическому составу и стоимости непрерывнолитых заготовок из трубных марок сталей.

Таблица 1 – Стоимость непрерывнолитых заготовок из трубных марок сталей

М а р к а стали	Химический состав, %									Средняя стоимость 1 т, тг
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Nb	S	P	
09Г2С	0,12	0,53	1,35	0,03	0,03	0,005	0,001	0,005	0,011	198 000 [1]
13ХФА	0,14	0,22	0,45	0,5	0,02	0,055	0,007	0,007	0,011	240 000 [1]
25ХМ	0,24	0,23	0,56	0,92	0,32	0,001	0,003	0,002	0,004	292 000 [1]
25ХМБ	0,24	0,22	0,55	0,92	0,33	0,003	0,033	0,002	0,005	298 000
25ХМФ	0,23	0,22	0,56	0,92	0,34	0,038	0,002	0,002	0,004	304 000
25ХМФБ	0,23	0,22	0,55	0,91	0,31	0,043	0,032	0,002	0,005	310 000
0,02-0,03 % Al; 0,006-0,010 % N; остальное Fe										

Стоимость заготовок из стали 25ХМБ, 25ХМФ и 25ХМФБ рассчитана с учетом добавки микролегирующих элементов. При этом учитывалось по правилу аддитивности содержание химического элемента в готовой стали, содержание элемента в металле до легирования, доля элемента в ферросплаве, доля усвоения элемента в процессе выплавки стали.

В таблице 2 представлены сведения о механических свойствах стальных изделий при различных вариантах упрочняющей обработки.

Таблица 2 – Механические свойства стальных изделий при различных методах обработки

М е х а н и ч е с к и е свойства	Улучшение	Микролегирование (V + Nb)	Термо-механическая обработка	Термо-циклическая обработка (по режиму)
Предел прочности, МПа	880-910	950-980	910-940	1000-1030
Предел текучести, МПа	740-770	930-960	890-920	970-1000
Сталь 13ХФА				
Предел прочности, МПа	900-930	990-1020	960-990	1050-1080
Предел текучести, МПа	780-810	940-970	900-930	990-1020

Результаты и обсуждение

Добавка ниобия с целью получения процентного содержания 0,033 % в стали марки 25ХМБ согласно таблице 1 увеличивает себестоимость заготовки (при цене феррониобия 10 640 тыс.тг/т [1]) на 5480 тг на 1 т стали.

Добавка ванадия же при стоимости ферросплава в 14 560 тыс.тг [1] повышает стоимость 1 т стали 25ХМФ на 11969 тг.

Таким образом, суммарно для стали марки 25ХМФБ одновременное легирование ванадием и ниобием изменяет стоимость 1 тонны непрерывнолитой заготовки в большую сторону на 17,5 тыс. тг.

Как видно из таблицы 2, при традиционном методе упрочнения термической обработкой и с дополнительной пластической деформацией, требуемые значения механических свойств не могут быть достигнуты, в отличие от вариантов применения микролегирования ванадием и ниобием, а также термоциклической обработки. В связи с этим, для обоснования и рекомендации в производство встает вопрос выбора наиболее экономически выгодного метода упрочнения труб между этими двумя способами – термомеханической обработкой и термоциклической обработкой по предлагаемому режиму.

В таблице 3 приведен сравнительный анализ себестоимости изготовления высокопрочной трубы из 09Г2С и 13ХФА по предлагаемому режиму термоциклической обработки и 25ХМФБ при традиционной термической обработке.

Отличие технологий термической обработки труб из сталей 09Г2С и 13ХФА от труб из стали 25ХМФБ состоит в скорости нагрева и количества циклов закалки. При этом, для труб из стали 09Г2С была применена четырехкратная закалка, а для труб из стали 13ХФА – трехкратная [8–10].

При расчете количества теплоты, необходимого для нагрева одной тонны металла учитывались следующие факторы: масса нагреваемой трубы, удельная теплоемкость стали, температуры начала и конца нагрева. При нагреве до 900 °С количество теплоты составило 440000 кДж. При нагреве до 150 °С количество теплоты составило 65000 кДж.

Расчет необходимой электроэнергии на индукционный нагрев показал, что для стали 09Г2С при четырех циклах закалки общий расход составит 543,2 кВт·ч, а для 13ХФА при трех циклах закалки – 407,4 кВт·ч.

Таблица 3 – Сравнительная себестоимость изготовления 1т высокопрочной трубы

Расходный показатель	Ед.изм	Цена за ед., тг	Количество/общая стоимость расходного показателя		
			09Г2С	13ХФА	25ХМФБ
Непрерывнолитая заготовка	т	-	198 000	240 000	310 000
Энергозатраты на оборудование	кВт·ч	15,14	120 / 1 817	120 / 1 817	120 / 1817
Нагрев под закалку: - горючий газ;	л	79,42	-	-	34,8 / 2 764
- электроэнергия.	кВт·ч	15,14	543,2 / 8 224	407,4 / 6 168	-
Нагрев под отпуск: - горючий газ.	л	79,42	5,2 / 413	5,2 / 413	5,2 / 413
Итого			208 454	248 398	314 994

Анализ данных таблицы 3 показывает, что применение термоциклической обработки для сталей 09Г2С и 13ХФА снижает себестоимость производства трубы группы прочности Q125 по API 5СТ и Р по ГОСТ 632-80, 633-80 на 21,1 и 33,8 % соответственно для каждой стали по сравнению с производством высокопрочной трубы из стали 25ХМФБ.

Выводы

Таким образом, применение термоциклической обработки для сталей 09Г2С и 13ХФА снижает себестоимость производства трубы группы прочности Q125 по API 5СТ и Р по ГОСТ 632-80, 633-80 по сравнению с производством высокопрочной трубы из стали 25ХМФБ. Следовательно, данные марки трубных сталей после термоциклической обработки экономически выгодно использовать для повышения эффективности производства высокопрочных труб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 *Металлургический бюллетень / Информационно-аналитический журнал [Электронный ресурс]. – https://www.metalbulletin.ru.*

2 **Iyengar, S.** Heat Treatment of Low-Alloyed Steel up to Grade Q125 / Iyengar S., Bogomolov A.V., Zhakupov A.N. [Text] // *Solid State Phenomena.* – 2017. – Vol. 265. – P. 981–987.

3 **Ануфриев, Н. П.** Разработка экономнолегированных хромомолибденовых сталей для производства обсадных труб высоких групп прочности / Н. П. Ануфриев, К. А. Лаев, А. А. Есаулкин [Текст] // *Металловедение и термическая обработка.* – № 7. – 2014. – С. 253–254.

4 **Ануфриев, Н. П.** Разработка химического состава стали и режимов термической обработки для производства обсадных труб группы прочности Q125 в хладостойком исполнении / Н. П. Ануфриев [Текст] // *Металловедение и термическая обработка.* – № 3. – 2016. – С. 174–175.

5 **Полехина, Н. А.** Механизмы упрочнения 12 %-ных хромистых ферритно-мартенситных сталей в зависимости от режима их термической обработки / Н. А. Полехина, И. Ю. Литовченко, Д. А. Кравченко, А. Н. Тюменцев [Текст] // *Вестник Тамбовского университета. Серия : естественные и технические науки.* – № 3 (21). – 2016. – С. 1246–1249.

6 **Усков, Д. П.** Влияние легирования на свойства высокоотпущенных сталей, применяемых для производства обсадных труб / Д. П. Усков, И. Ю. Пышминцев, А. Н. Мальцева, М. А. Смирнов, Ю. Н. Гойхенберг, Е. А. Тарасова [Текст] // *Металловедение и термическая обработка.* – № 7. – 2017. – С. 41–46.

7 **Чернов, В. М.** Термическая стабильность микроструктуры 12 %-ных хромистых ферритно-мартенситных сталей в процессе длительного старения при высоких температурах / В. М. Чернов, М. В. Леонтьева-Смирнова, Е. М. Можанов, Н. С. Николаева [Текст] // *Журнал технической физики.* – 2016. – Т. 86. – № 2. – С. 53–58.

8 **Гребенков, С. К.** Деформационное упрочнение и структура термоупрочненных низкоуглеродистых мартенситных сталей : дисс. канд. техн. наук [Текст] // *Пермь, 2014.* – 167 с.

9 **Смирнов, М. А.** Влияние структуры на деформационное старение низкоуглеродистой стали / М. А. Смирнов, И. Ю. Пышминцев, О. В. Барнак и А. Н. Мальцева [Текст] // *Деформация и разрушение материалов.* – 2014. – № 8. – С. 9–15.

10 **Жакупов, А. Н.** Non-destructive method for determining the mechanical properties of rolled steel / А. Н. Жакупов, А. В. Богомолов, А. Т. Жакупова [Текст] // *Наука и техника Казахстана.* – 2021. – № 3. – С. 44–49.

REFERENCES

1 *Metallurgical Bulletin / Information and analytical journal [Electronic resource]. – https://www.metalbulletin.ru.*

2 **Iyengar, S.** Heat Treatment of Low-Alloyed Steel up to Grade Q125 / Iyengar S., Bogomolov A. V., Zhakupov A. N. [Text] // *Solid State Phenomena.* – 2017. – Vol. 265. – P. 981–987.

3 **Anufriev, N. P.** Razrabotka e`konomnolegировanny`x xromomolibdenovy`x stalej dlya proizvodstva obsadny`x trub vy`sokix grupp prochnosti [Development of economically alloyed chromium-molybdenum steels for the production of high strength groups casing pipes] / N. P. Anufriev, K. A. Laev, A. A. Esaulkov [Text] // *Metal Science and Heat Treatment.* – No. 7. – 2014. – P. 253–254.

4 **Anufriev, N. P.** Razrabotka e`konomnolegировanny`x xromomolibdenovy`x stalej dlya proizvodstva obsadny`x trub vy`sokix grupp prochnosti [Development of the steel chemical composition and heat treatment modes for the casing pipes production of strength group Q125 in cold-resistant design] / N. P. Anufriev [Text] // *Metal Science and Heat Treatment.* – No. 3. – 2016. – P. 174–175.

5 **Polekhina, N. A.** Strengthening mechanisms of 12 % Cr ferritic-martensitic steels depending on the heat treatment mode / N. A. Polekhina, I. Yh. Litovchenko, D. A. Kravchenko, A. N. Tyumentsev [Text] // Vestnik tambovskogo universiteta. seriya : yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki. – No. 3 (21). – 2016. – P. 1246–1249.

6 **Uskov, D. P.** Vliyanie legirovaniya na svoystva vy`sokootpushhenny`x stalej, primenyaemy`x dlya proizvodstva obsadny`x trub [The effect of alloying on the high-strength steels properties used for the casing pipes production] / D. P. Uskov, I. Yu. Py`shminceev, A. N. Mal`ceva, M. A. Smirnov, Yu. N. Gojxenber, E. A. Tarasova [Text] // Metal Science and Heat Treatment. – No. 1. – 2017. – P. 41–46.

7 **Chernov, V. M.** Thermal stability of the microstructure of 12 % chromium ferritic-martensitic steels after long-term aging at high temperatures / V. M. Chernov, M. V. Leont`eva-Smirnova, E. M. Mozhanov, N. S. Nikolaeva [Text] // Technical Physics. – V. 61. – No 2. – 2016. – P. 209–214.

8 **Grebenkov, S. K.** Deformatsionnoye uprochneniye i struktura termouprochnyonnykh nizkouglerodistykh martensitnykh staley [Deformation strengthening and structure of heat-treated low-alloyed martensite steels] / S. K. Grebenkov [Text] : Dis.of PhD in Engineering Sciences. – Perm, 2014. – 167p.

9 **Smirnov, M. A.** Vliyanie struktury na deformatsionnoye starenie nizkouglerodistoy stali [Influence structure on stress aging of low-alloyed steel] / M. A. Smirnov, I. Yu. Pyshmintsev, O. V. Barnak, A. N. Maltseva [Text] // Deformation and rupture of materials [Deformatsiya i razrusheniye materialov]. – 2014. – No. 8. – P. 9–15.

10 **Zhakupov, A. N.** Non-destructive method for determining the mechanical properties of rolled steel / A. N. Zhakupov, A. V. Bogomolov, A. T. Zhakupova [Text] // Science and technology of Kazakhstan. – 2021. – No. 3. – P. 44–49.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

A. N. Zhakupov¹, *A. V. Bogomolov², A. T. Zhakupova³

^{1,2,3}Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 06.06.22 баспаға түсті.

ҚҰБЫРЛАРДЫ БЕКЕМДЕУ ҮШІН ТЕРМОЦИКЛІК ӨҢДЕУДІҢ ТИІМДІЛІГІ

API 5CT бойынша Q125 беріктік тобын алу үшін 09Г2С және 13ХФА аз легіріленген болаттан жасалған қаптама құбырларының термиялық циклдік өңдеуін қолданудың экономикалық орындылығы негізделген. Дәстүрлі түрде бұл беріктік тобына құбырлы болаттарды хром, молибден, ванадий және ниобиймен бір мезгілде легірілеу арқылы қол жеткізілді, бұл ең үлкен сұранысқа ие 09Г2С және 13ХФА болаттармен салыстырғанда үздіксіз құйылатын дайындамаларды өндіру құнын айтарлықтай арттырады.

Төмен легіріленген гипозэвтектоидты болаттан төмен температурада шынықтыру арқылы төрт еселік шыңдауды қолданатын термиялық цикл технологиясы API 5CT бойынша Q125 сапа тобы деңгейінде механикалық

қасиеттерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Экономикалық тиімділікті бағалау үшін нормаланған химиялық құрамы және құбыр болат маркаларынан үздіксіз құйылған дайындаманың құны туралы мәліметтер келтірілген. Сондай-ақ, қатайтуды өңдеудің әртүрлі нұсқалары бар болаттан жасалған бұйымдардың механикалық қасиеттері туралы ақпарат береді. Үздіксіз құйылатын дайындаманың құны микроқорытпа элементтерді қосуды ескере отырып есептелді. Дәстүрлі термиялық өңдеу кезінде ұсынылған термиялық цикл және 25ХМФБ режиміне сәйкес 09Г2С және 13ХФА-дан жоғары берік құбырды дайындау құнының салыстырмалы талдауы келтірілген. Есептеу нәтижесінде 09Г2С және 13ХФА болаттар үшін термиялық циклді өңдеуді қолдану API 5CT және R бойынша ГОСТ 632-80, 633-80 бойынша Q125 беріктік тобындағы құбырларды өндіру құнын төмендететіні расталды. 25ХМФБ болаттан жасалған беріктігі жоғары құбырларды өндірумен салыстырғанда әрбір болат үшін сәйкесінше 21,1 және 33,8 %.

Кілтті сөздер: термоциклді өңдеу, болат, микроқорытпа, бастапқы құн, механикалық қасиеттері, құбыр.

A. N. Zhakupov¹, *A. V. Bogomolov², A. T. Zhakupova³

^{1,2,3}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 06.06.22.

EFFICIENCY OF THERMOCYCLIC TREATMENT FOR CASING PIPES HARDENING

The economic feasibility of using casing pipes thermocyclic treatment made of economically alloyed steel 09Mn2Si and 13CrV to obtain strength group Q125 according to API 5CT is substantiated. Traditionally, such strength groups achieved by alloying pipe steels simultaneously with chromium, molybdenum, vanadium and niobium. This significantly increases the cost of production of continuously cast blanks compared to steels 09Mn2Si and 13CrV.

The technology of thermocyclic four-fold quenching followed by low-temperature tempering of low-alloy pre-eutectoid steel allows to achieve mechanical properties at the level of strength group Q125 according to API 5CT. To assess economic efficiency, data on the normalized chemical composition and cost of continuously cast billets from pipe grades of steel given. Information on the mechanical properties of steel products in various variants of hardening treatment also presented. The cost of continuously cast blanks was taking into account the addition of micro-alloying elements calculated.

A comparative analysis of the cost of manufacturing a high-strength pipe from 09Mn2Si and 13CrV according to the proposed mode of thermocyclic treatment and 25CrMoVNb with traditional heat treatment is given. Because of the calculation, it was that the use of thermocyclic treatment for 09G2C and 13XFA steels reduces the cost of production of Q125 strength group pipes according to API 5CT and R according to GOST 632-80, 633-80 by 21.1 and 33.8 %, respectively confirmed.

Keywords: thermocyclic treatment, steel, microalloying, cost, mechanical properties, casing pipe.

***Е. Ж. Шабанов¹, Н. А. Сәлімгерей², С. Т. Габдуллин³,
Р. Т. Төлеуқадыр⁴, Д. Р. Мұздыбаев⁵**

^{1,2,3,4,5}Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева,
Республика Казахстан, г. Караганда

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ-ДИАГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ Cr-Mn-Si-Fe

В теории и практике металлургического производства важное значение имеет изучение состояния материалов, вовлекаемых в металлургический передел, в зависимости от температуры и давления. Однако классическое термодинамическое исследование процессов в сложных системах требует применения сложных математических моделей и математических расчетов, и связано с необходимостью определения термодинамических параметров большого количества независимых реакций.

Методом термодинамического диаграммного анализа построена диаграмма состояния многокомпонентной металлической системы Cr-Mn-Si-Fe, которая моделирует составы комплексного хром-марганец-кремний содержащего сплава (ФХМнС). Проведенными теоретическими исследованиями установлено, что система состоит из 8 элементарных тетраэдров. Сумма относительных объемов элементарных тетраэдров равна единице (1,00000), что подтверждает верность проведенной тетраэдрици. В работе выведены аналитические выражения каждого тетраэдра.

В результате проведенных расчетов установлено, что фазовые составы комплексного сплава ФХМнС характеризуются тетраэдром №2. Найденный тетраэдр является наиболее объемным фазовым треугольником металлической системы Cr-Mn-Si-Fe, следовательно, большой объем тетраэдра обеспечивает благоприятные условия для осуществления процесса выплавки хром-марганец-кремний содержащего сплава т.е. появляется возможность свободно регулировать состава шихт для получения требуемого марочного состава сплава.

Ключевые слова: диаграмма, хром, марганец, фаза, метод Хиза, комплексный сплав.

Введение

В теории и практике металлургии важное значение имеет изучение состояния материалов, вовлекаемых в металлургический передел, в зависимости от температуры и давления. Однако классическое термодинамическое исследование процессов в сложных системах требует применения сложных математических расчетов и связано с необходимостью определения термодинамических параметров большого количества независимых реакций.

Материалы и методы

В связи с этим дилеммой классическому термодинамическому исследованию процессов в металлургии является термодинамически-диаграммный анализ. Этот метод эффективен в плане приложения к металлургической технологии, поскольку позволяет выявить особенности фазового состояния вовлекаемых в металлургический передел сырьевых материалов. При этом конечным результатом таких исследований является диаграмма фазового состава отдельно взятой системы, наиболее близкой к составам металлургической продукции. По этой диаграмме можно наглядно проследить эволюцию фазовых превращений в шлаковых и металлических системах и прогнозировать конечное их состояние [1, 2].

Согласно поставленным задачам, необходимо выявить фазовые закономерности превращения в металлических системах на основе хрома, марганца и установление областей составов в сложных металлических расплавах.

В настоящей работе построена диаграмма фазового состава четырехкомпонентной системы Cr-Mn-Si-Fe и математическая модель для оценки вида и количества образующихся в ней вторичных фаз.

Система Cr-Mn-Si-Fe характеризует составы комплексного сплава, который получает из бедных хромовых и марганцевых руд карботермическим методом. Сплав ФХМнС используется для раскисления и легирования стали.

В графическом изображении четырехкомпонентная система Cr-Mn-Si-Fe представляет собой тетраэдр, сложенный из четырех трехкомпонентных систем. При их анализе для построения диаграммы производился отбор только конгруэнтно плавящихся соединений.

Система Fe-Cr-Si состоит из трех бинарных систем: Fe-Cr; Cr-Si и Fe-Si. В системе Fe-Cr двойные соединения не обнаружены, а во втором имеются четыре силицида хрома: Cr₃Si; CrSi; Cr₅Si₃; CrSi₂, один из которых (CrSi) плавится с разложением (инконгруэнтно). В последней бинарной системе имеется пять силицидов железа: Fe₅Si₃; FeSi₂; FeSi; Fe₃Si; Fe₂Si, три из которых (Fe₅Si₃; FeSi₂; Fe₃Si) плавятся инконгруэнтно и не взяты для построения диаграммы. Обнаруженные конгруэнтные соединения плавятся в интервале температур 1212-1770 °С. В результате проведения триангуляции системы Fe-Cr-Si (рисунок 1) выявлено шесть термодинамически-устойчивых областей (Fe-Cr₃Si-Cr; Fe-Fe₂Si-Cr₃Si; Fe₂Si-Cr₃Si-FeSi; FeSi-Cr₃Si-Cr₅Si₃; FeSi-Cr₅Si₃-CrSi₂; FeSi-CrSi₂-Si).

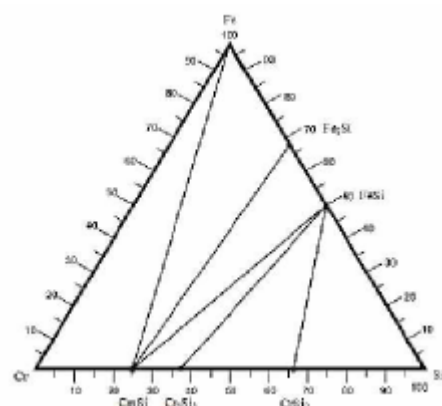


Рисунок 1 – Фазовые диаграммы системы Fe-Cr-Si

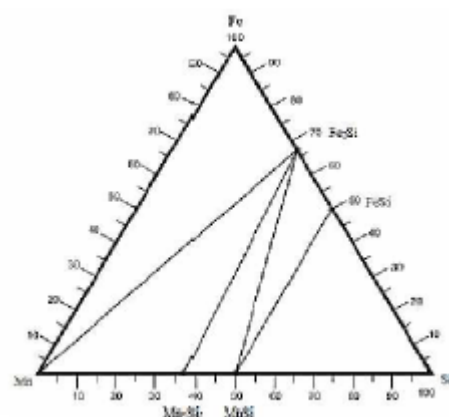


Рисунок 2 – Фазовые диаграммы системы Fe-Mn-Si

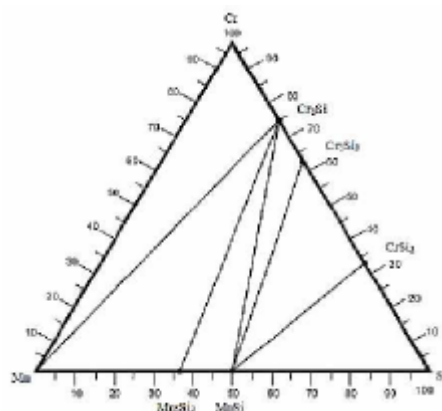


Рисунок 3 – Фазовые диаграммы системы Cr-Mn-Si

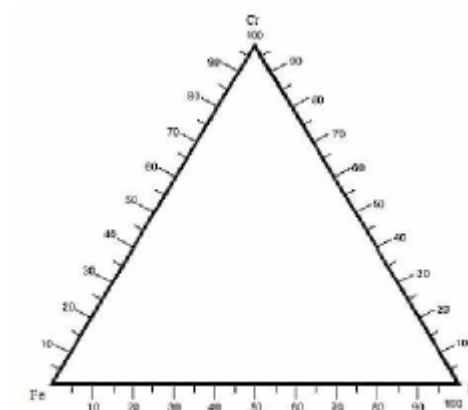


Рисунок 4 – Фазовые диаграммы системы Cr-Mn-Fe

Система Fe-Mn-Si состоит из трех двойных систем: Fe-Mn – не имеет бинарных соединений; Mn-Si - в системе имеются четыре силицида марганца: Mn_5Si_3 ; MnSi; $Mn_{11}Si_{10}$; Mn_3Si , два последние из которых плавятся инконгруэнтно и не приняты для построения диаграммы. Система Fe-Si, имеющиеся в которой силициды железа были перечислены выше. Таким образом, в этой трехкомпонентной металлической подсистеме обнаружено четыре конгруэнтных соединений ($FeSi$, Fe_2Si , Mn_5Si_3 , MnSi). С использованием метода термодинамически-диаграммного анализа эта система (рисунок 2) разбивается на пять устойчивых областей ($Fe-Mn-Fe_2Si$; $Mn-Fe_2Si-Mn_5Si_3$; $Fe_2Si-Mn_5Si_3-MnSi$; $Fe_2Si-MnSi-FeSi$; $MnSi-FeSi-Si$).

При проведении трангуляции выявила в **системе Cr-Mn-Si** (рисунок 3) шесть термодинамически-устойчивых областей ($Mn-Cr_3Si-Cr$; $Mn_5Si_3-Cr_3Si-Mn$; $MnSi-Cr_3Si-Mn_5Si_3$; $Cr_5Si_3-MnSi-Cr_3Si$; $CrSi_2-MnSi-Cr_5Si_3$; $Si-CrSi_2-MnSi$). А также система состоит из трех бинарных систем: Cr-Mn; Cr-si; Mn-si. В первой системе двойные соединения отсутствуют, а во второй и третьей системе имеющиеся силициды хрома и марганца были описаны выше в двух тройных системах. Таким образом, в системе имеются пять конгруэнтных соединений (Cr_3Si , Cr_5Si_3 , $CrSi_2$, Mn_5Si_3 и MnSi).

Система Cr-Mn-Fe состоит из трех бинарных систем: Cr-Mn, Mn-Fe, Cr-Fe. Все три двойные системы не имеют бинарных соединений (рисунок 4).

В итоге, рассмотрев по аналогичному методу все треугольники четырех тройных подсистем, выводили диаграмму фазового состава системы Cr-Mn-Si-Fe. Таким образом, изученные фазовые равновесия четверной металлической системы Cr-Mn-Si-Fe моделирующей состава различных марок комплексного сплава ФХМnC, привели к тому, что она состоит из 8 элементарных тетраэдров. Результатированные элементарные четверные системы и их объемы сведены в таблицу 1.

Таблица 1

№	Тетраэдер	Объем
1	Fe-Cr-Cr ₃ Si-Mn	0,152
2	Fe-Cr ₃ Si-Fe ₂ Si-Mn	0,1696
3	Fe ₂ Si-Mn-Mn ₃ Si ₃ -Cr ₃ Si	0,158746
4	Fe ₂ Si- Mn ₃ Si ₃ -MnSi- Cr ₃ Si	0,069875
5	Fe ₂ Si-Cr ₃ Si-FeSi-MnSi	0,074776
6	FeSi-Cr ₃ Si-Cr ₃ Si ₃ -MnSi	0,040684
7	FeSi-Cr ₃ Si ₃ -CrSi ₂ -MnSi	0,121611
8	FeSi-CrSi ₂ -Si-MnSi	0,212708
Итого		1,000000

Разбивка общей системы осуществлена с учетом конгруэнтных соединений. Сумма относительных объёмов элементарных тетраэдров равна единице (1,000000), что подтверждает верность проведенной тетраэдрации.

Данные диаграммы фазового состава можно обработать аналитически без визуализации системы с получением уравнений для изучения ее физико-химических свойств [3, 4]. Простейший и доступный для ручного расчета метод выведения уравнений трансформации, выражающих любую вторичную систему через первичные компоненты базовой системы, изложен в известной работе [5]. Критерием месторасположения заданного состава расплавов в одну из квазисистем, является положительные величины n-го количества вторичных компонентов, определенного политопа, рассчитанных по уравнению Хиза. С учетом вышеуказанного, по методике [5, 6] выведены коэффициенты, вычисленные для каждого вторичного компонента из 8 квазисистем базового тетраэдра и представлены в таблице 2.

На рисунке 5 представлена полученная нами фазовая диаграмма четырехкомпонентной системы Cr-Mn-Si-Fe. Графически она изображается в виде тетраэдра.

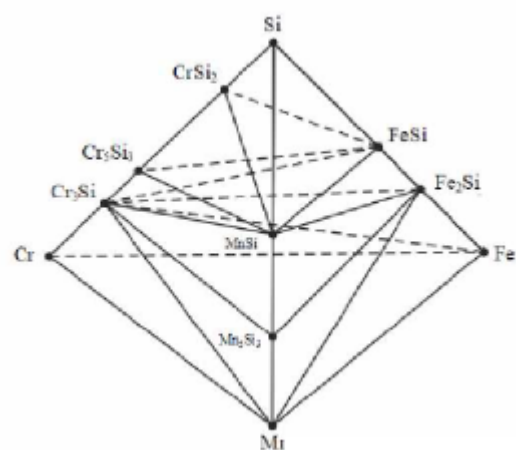


Рисунок 5 – Тетраэдрация металлической системы Cr-Mn-Si-Fe

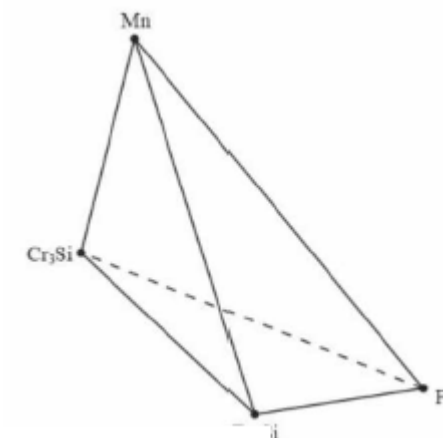


Рисунок 6 – Тетраэдр, моделирующий состав продуктов плавки

Результаты и обсуждение

В результате выяснилось, что состав сплава ФХМнС, получаемые из смеси хромовых и марганцевых руд, моделируются тетраэдром № 2 (рисунок 6). Данный тетраэдр имеет второе значение по относительному объему среди восьми найденных тетраэдров. В свою очередь большой объем четырехгранника обеспечивает наиболее благоприятные условия осуществления процесса плавки, т.е. свободного регулирования по составу шихты.

Таблица 2 – Перечень элементарных тетраэдров, их объемы и коэффициенты уравнений для расчета равновесных соотношений вторичных компонентов системы Cr-Mn-Si-Fe

Исходные компоненты	Коэффициенты	Тетраэдры, их объемы и коэффициенты трансформации							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Fe-Cr-Cr ₃ Si-Mn	Fe-Fe ₂ Si-Cr ₃ Si-Mn	Mn ₃ Si ₃ -Fe ₂ Si-Cr ₃ Si-Mn	Mn ₃ Si ₃ -Fe ₂ Si-Cr ₃ Si-MnSi	FeSi-Fe ₂ Si-Cr ₃ Si-MnSi	FeSi-Cr ₃ Si ₃ -Cr ₃ Si-MnSi	FeSi-Cr ₃ Si ₃ -CrSi ₂ -MnSi	FeSi-Si-CrSi ₂ -MnSi
Объемы		0,152	0,170	0,159	0,070	0,075	0,041	0,122	0,213
Fe	a1	1	1	-1,068	1,609	-1,504	1,499	1,499	1,499
	a2	0	0	1,25	1,25	2,504	-4,602	0,873	-0,499
	a3	0	0	0	0	0	4,103	-1,372	0
	a4	0	0	0,818	-1,859	0	0	0	0
Cr	b1	0	0,717	-0,766	1,154	-1,078	0	0	0
	b2	1	-0,896	0	0	0,899	-1,652	1,887	-1,079
	b3	0	1,179	1,179	1,179	1,179	2,652	-0,887	2,079
	b4	0	0	0,58676	-1,3330	0	0	0	0
Mn	c1	0	0	0	3,272	-3,027	0	0	0
	c2	0	0	0	0	2,549	-4,685	0,889	-0,508
	c3	0	0	0	0	0	4,177	-1,397	0
	c4	1	1	1	-2,272	1,508	1,508	1,508	1,508
Si	d1	0	-4	4,274	-6,437	6,015	0	0	0
	d2	-5,579	5	0	0	-5,015	9,217	-1,749	1
	d3	6,579	0	0	0	0	-8,217	2,749	0
	d4	0	0	-3,274	7,437	0	0	0	0

Хронология перемещения относительных составов сплава ФХМнС по содержанию в них хрома и марганца, проходит в тетраэдре, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 – Расчетный химический состав сплава ФХМнС, получаемого из смеси хромовых и марганцевых руд, а также перечень тетраэдров, в которых они располагаются

Марка сплава	Cr	Fe	Mn	Si	Тетраэдр	Объем
£Cr+Mn=55%	27,24	30,13	27,34	9,76	Fe-Cr3Si- Fe2Si-Mn	0,1696

Выводы

Таким образом, приведенные сведения и результаты проведенных расчетов подтверждают достоверность тетраэдриции диаграммы фазового строения металлической системы Cr-Mn-Si-Fe. Это впоследствии позволит определить фазовый состав металлических продуктов при выплавке различных марок комплексного сплава ФХМнС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Байсанов, С. О., Нургали, Н. З., Алмагамбетов, М. С.** Математическое моделирование диаграммы фазового состава CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ // Промышленность Казахстана. – 2008. – № 4(49). – С. 75–77.
- 2 **Нурумгалиев, А. Х., Кiekбаева, Е. Е.** Исследование кинетики совместного восстановления железа, марганца и хрома из концентратов // Караганда : Труды Университета. – 2008. – № 1. – С. 20–23
- 3 **Касенов, Б. К.** Методы прикладной термодинамики в химии и металлургии / Б. К. Касенов, М.К. Алдабергенев, А. С. Пашикин, Ш. Б. Касенова, Г. Т. Балакеева, С. М. Адекенев. – Караганда : «Гласир», 2008. – 332 с.
- 4 **Marey, G. M.** Analytical Methods in Phase-Rule Problems // J. Phys. Chem. – 2003. – Vol. 34. – № 8. – P. 1745–1750.
- 5 **Dah'l, J. A.** Analytical treatment of Multicomponent system // J. Amer. Ceram. Soc. – 2001. – Vol. 52. – P. 698–729.
- 6 **Heath, D. L.** Mathematical Treatment of Multicomponent Systems // Jour. Amer. Ceram. Soc. – 1957. – III. 40. – № 2. – P. 50–53.
- 7 **Акбердин, А. А.** Балансовый метод расчета равновесного фазового состава многокомпонентных систем // КИМС. – 1995. – № 3. – С. 92–93.
- 8 **Толымбеков, М. Ж., Байсанов, С. О.** Состояние и перспективы развития ферросплавного производства Казахстана // Сталь. – М., 2007. – № 8. – С. 45–68.
- 9 **Толымбеков, М. Ж., Байсанов, С. О., Привалов, О. Е., Осипова, Л. В.** Состояние ферросплавного производства Казахстана и перспективы его развития // Сталь. – 2008. – № 8. – С. 47–51.

10 **Симбинов, Р. Д., Малышев, В. П.** Термодинамическое, стехиометрическое и эксергетическое моделирование фазовых равновесий. – Алматы : Ғылым, 1999. – 100 с.

REFERENCES

- 1 **Baysanov, S. O., Nurgali, N. Z., Almagambetov, M. S.** Matematicheskoe modelirovanie diagrammy fazovogo sostava CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ [Mathematical modeling of the diagram of the phase composition of CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂] // Promyshlennost Kazakhstan. – 2008. – № 4(49). – P. 75–77.
- 2 **Nurumgaliev, A. Kh., Kiekbaeva, E. E.** Issledovanie kinetiki sovmestnogo vosstanovleniia zheleza, margantsa i khroma iz kontsentratorov [Study of the kinetics of combined reduction of iron, manganese and chromium from concentrates] // Karaganda : Trudy Universiteta. – 2008. – № 1. – P. 20–23.
- 3 **Kasenov, B. K.** Metody prikladnoi termodinamiki v khimii i metallurgii [Methods of Applied Thermodynamics in Chemistry and Metallurgy] / B. K. Kasenov, M. K. Aldabergenov, A. S. Pashinkin, Sh. B. Kasenova, G. T. Balakeeva, S. M. Adekenov. – Karaganda : «Glasir», 2008. – 332 p.
- 4 **Marey, G. M.** Analytical Methods in Phase-Rule Problems // J. Phys. Chem. – 2003. – Vol. 34. – № 8. – P. 1745–1750.
- 5 **Dah'l, J. A.** Analytical treatment of Multicomponent system // J. Amer. Ceram. Soc. – 2001. – Vol. 52. – P. 698–729.
- 6 **Heath, D. L.** Mathematical Treatment of Multicomponent Systems // Jour. Amer. Ceram. Soc. – 1957. – T. 40. – № 2. – P. 50–53.
- 7 **Akberdin, A. A.** Balansovyi metod rascheta ravnovesnogo fazovogo sostava mnogokomponentnykh sistem [Balance method for calculating the equilibrium phase composition of multicomponent systems] // KIMS. – 1995. – № 3. – P. 92–93.
- 8 **Tolymbekov, M. Zh., Baysanov, S. O.** Sostoianie i perspektivy razvitiia ferrosplavnogo proizvodstva Kazakhstan [State and prospects for the development of ferroalloy production in Kazakhstan] // Stal. – Moscow, 2007. – № 8. – P. 45–68.
- 9 **Tolymbekov, M. Zh., Baysanov, S. O., Privalov, O. E., Osipova, L. V.** Sostoianie ferrosplavnogo proizvodstva Kazakhstan i perspektivy ego razvitiia [The state of ferroalloy production in Kazakhstan and prospects for its development] // Stal. – 2008. – № 8. – P. 47–51.
- 10 **Симбинов, Р. Д., Малышев, В. П.** Термодинамическое, стехиометрическое и эксергетическое моделирование фазовых равновесий. – Алматы : Ғылым, 1999, 100 с.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

**E. Zh. Shabanov¹, N. A. Salimgerey², S. T. Gabdullin³,
R. T. Toleukadyr⁴, D. R. Muzdybayev⁵*

^{1,2,3,4,5}Ж. Әбішев атындағы химия-металлургия институты,
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.
Материал 06.06.22 баспаға түсті.

CR-MN-SI-FE МЕТАЛЛДЫҚ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ФАЗАЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІКТЕРДІ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ-ДИАГРАММА ӘДІСІМЕН ТАЛДАУ

Металлургияның теориясы мен тәжірибесінде температура мен қысымға байланысты металлургиялық қайта өңдеуге қатысатын материалдардың жай-күйін зерттеудің маңызы зор. Алайда, күрделі жүйелердегі процестерді классикалық термодинамикалық зерттеу күрделі математикалық есептеулерді қолдануды талап етеді және көптеген тәуелсіз реакциялардың термодинамикалық параметрлерін анықтау қажеттілігімен байланысты.

Бұл жұмыста кешенді хром-марганец-кремний құрамдас балқыманың (ФХМнС) құрамын бейнелейтін Cr-Mn-Si-Fe металлдық жүйесін термодинамикалық-диаграмма әдісімен талдау арқылы күй диаграммасы тұрғызылған. Теориялық зерттеулердің қорытындысы бойынша бұл жүйе 8 қарапайым тетраэдрден тұратыны анықталды. Қарапайым тетраэдрлердің салыстырмалы көлемдерінің қосындысы 1-ге тең, бұл өз кезегінде жүргізілген тетраэдрацияның дұрыстығын білдіреді. Әр бір тетраэдрдың талдамалы өрнегі шығарылды.

Жүргізілген есептеулердің нәтижесі бойынша кешенді ФХМнС балқымасының фазалық құрамы № 2-ші тетраэдрмен мінезделетіні анықталды. Табылған тетраэдр Cr-Mn-Si-Fe металлдық жүйесіндегі ең көлемді фазалы үшбұрыштардың қатарына жатады. Бұл өз кезегінде хром-марганец-кремний құрамдас балқыманы балқыту кезінде қолайлы жағдай тудыруына мүмкіндік береді. Атап айтатын болсақ, қажетті құрамдағы балқыма алу үшін шикіқұрам материалдарын еркін түрде реттеп отыруға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: диаграмма, хром, марганец, фаза, Хиза әдісі, кешенді балқыма.

**Ye. Zh Shabanov¹, N. A. Salimgerey², S. T. Gabdullin³,
R. T. Toleukadyr⁴, D. R. Muzdybayev⁵*

^{1,2,3,4,5}Zh. Abishev Chemical and Metallurgical Institute,
Republic of Kazakhstan, Karaganda.
Material received on 06.06.22.

THERMODYNAMIC-DIAGRAM ANALYSIS OF PHASE EQUILIBRIA IN METAL SYSTEM CR-MN-SI-FE

In the theory and practice of metallurgy, it is important to study the state of materials involved in metallurgical processing, depending on temperature and pressure. However, the classical thermodynamic study of processes in complex systems requires the use of complex mathematical calculations and is associated with the need to determine the thermodynamic parameters of a large number of independent reactions.

The method of thermodynamic-diagram analysis is used to create the phase diagram of metal system Cr-Mn-Si-Fe modeling the structures of complex chromium-manganese-silicon-containing alloy (FeCrMnSi). Theoretical studies have shown that the system consists of 8 elementary tetrahedra. The sum of the relative volumes of elementary tetrahedra is equal to one (1,00000), which confirms the accuracy of the tetrahedral. Analytical expressions of each tetrahedron are derived.

As a result of the calculations it was found that the phase compositions of the complex alloy are characterized by tetrahedron № 2. The found tetrahedron is the most voluminous phase triangle of the metal system Cr-Mn-Si-Fe, therefore, a large volume of tetrahedron provides favorable conditions for the smelting of chromium-manganese-silicon containing alloy i.e., there is the possibility to freely adjust the composition of charge for obtaining the desired grade composition of the alloy.

Keywords: diagram, chromium, manganese, phase, Hiza method, complex alloy.

<https://doi.org/10.48081/FODT1739>

***V. V. Larichkin**

Novosibirsk State Technical University,
Russian Federation, Novosibirsk

DUMP SLUDGE FROM ALUMINA PRODUCTION STUDY

The paper explores the possibility of involving in the processing of waste sludge from alumina production and ash and slag from thermal power plants of Aluminum of Kazakhstan JSC for the production of building products.

Alumina production in the Republic of Kazakhstan is concentrated in Aluminum of Kazakhstan JSC and is characterized by a large amount of waste sludge and ash and slag generated by Pavlodar TPP-1, which is part of the structure of the enterprise.

In the work, studies were carried out to obtain concrete mixtures consisting of alumina production sludge within 25–45 %, ash and slag from thermal power plants within 31–45 %, lime within 5–15 %, water 10–23 %.

Waste sludge in the composition of concrete served as a component of a mixed binder and hydraulically active filler, ash and slag – the role of mineral aluminosilicate additives in the composition of a mixed binder, lime – the role of hardening activators of a mixed binder.

In the course of the conducted experimental studies, it was found that mixture No. 1, including 25 % of alumina production dump sludge, 38 % of ash and slag TPP, 15 % quicklime and 22 % water.

Key words: metallurgy, waste sludge, alumina, recycling, construction.

Introduction

Alumina production in the Republic of Kazakhstan is concentrated in Aluminum of Kazakhstan JSC and is characterized by a large amount of waste sludge generated. The total volume of generated waste sludge exceeds 80 million tons [1].

The second major source of waste from Aluminum of Kazakhstan JSC is ash and slag from Pavlodar TPP-1, which is part of the structure of the enterprise [1].

In different years, the following areas of recycling of these wastes were studied [2–5]:

- as raw materials and active mineral additives in the production of Portland cement;
- in the production of concrete and foam concrete;
- in road construction as a bedding under the base;
- as a mineral powder for the preparation of asphalt mixtures.

In this paper, the possibility of involving in the processing of dump slags for the production of building products has been investigated.

Materials and methods

The object of the study was waste sludge from alumina production and ash and slag from TPP-1 of Aluminum of Kazakhstan JSC.

Table 1 – Chemical composition of waste sludge from alumina production and ash and slag from TPP-1, %

Name	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	CL
Waste sludge	1,69-1,93	0,7-0,8	4,48-7,6	15,1-18,1	0,38-1,13	0,03-0,37	26,3-31,9	23,3-41,6	0,07-0,14
Ash from TPP	0,22-0,91	0,59-1,58	17-26,7	31,8-58,7	0,08-0,1	0,16-0,55	1,6-2,13	9,9-26,6	0,04-0,1

Waste sludge from alumina production of Aluminum of Kazakhstan JSC in terms of chemical composition is represented mainly by oxides of silicon, aluminum, iron and calcium, which account for more than 80 % of the mass of the material. Granulometric composition of waste sludge by fractions: (+1) mm ~ 5 %; (-0.053) mm ~ 30 %.

Calcium oxide and silica are linked to the β-modification of dicalcium silicate in an inactive form. Iron oxides are represented by magnetite and hematite. A small amount of sodium oxide and aluminum oxide is present in the waste sludge in the form of calcium hydrogarnets. These compounds are insoluble in alkaline and aluminate solutions of any concentration and are absolutely inert. A small amount of sodium hydroaluminosilicate (HASC) is also discharged to the sludge field along with the insoluble residue.

Waste sludge is not explosive, not radioactive, and according to the degree of impact on the human body, it belongs to substances of the fourth hazard class.

The chemical composition of ash and slag is mainly represented by oxides of the main ash-forming elements (silicon, aluminum, calcium, iron, magnesium, sodium, potassium).

Ash and slag waste from the combustion of Ekibastuz coal belongs to the IV class of hazard.

In the work, the technology for the production of building products (brick) was investigated. The compositions of the mixtures are shown in table 2.

Table 2 – Compositions of mixtures from waste sludge from alumina production and ash and slag from TPP-1, wt. %

Name	Mixture compositions				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Waste sludge	25	30	31	40	45
Ash and slag from TPP	38	45	31	45	30
Quicklime	15	10	15	5	10
Water	22	15	23	10	15

According to the recommendations [6], as the basis of concrete mixtures, we used waste sludge from alumina production and ash and slag from thermal power plants, which perform the following role:

- waste sludge in the composition of concretes and mortars acts as a component of a mixed binder and hydraulically active filler;
- ash and slag play the role of mineral aluminosilicate additives in the composition of the mixed binder;
- lime plays the role of hardening activators of the mixed binder.

The manufacture of building products was carried out on the basis of the technological line of Ecostroy NII-PV LLP (Pavlodar, Republic of Kazakhstan). This enterprise has extensive experience in the development and implementation of innovative technologies for the involvement of metallurgical waste in processing [7–11].

The manufacture of building products was carried out similarly to the technology described in [8], in which the Rifey-Udar complex was used for the production of building materials.

The purpose of this complex is to produce a variety of building products from rigid concrete mixes by vibro-compression. Functionally, the entire production complex is divided into two components: the mixture preparation system and the forming block (Figure 1).



Figure 1 – General view of the technological line of Ecostroy NII-PV LLP

Results and discussion

Finished samples were tested for strength in accordance with GOST 8462, as well as for water absorption, frost resistance and average density in accordance with GOST 7025-91. The test results are presented in table 3.

Table 3 – Results of testing samples from waste sludge from alumina production and ash and slag from TPP-1, wt. %

Name	Mixture compositions				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Ultimate compressive strength, МПа:					
1 days	22,5	20,1	20,1	17,3	16,5
7 days	24,7	22,0	22,7	22,5	20,1
28 days	28,5	24,6	26,1	23,3	21,5
Average density, g/sm ³	1,475	1,460	1,514	1,482	1,539
Water absorption, %	26,8	27,8	26,9	27,2	27,2
Frost resistance, cycles	20	35	15	20	15

As can be seen from Table 3, mixture No. 1 has the greatest strength after 28 days, mixture No. 2 has the highest water absorption, mixture No. 2 has the highest frost resistance, and mixture No. 5 has the highest average density.

Table 3 also shows that the following mixtures have the lowest values of the same indicators: strength after 28 days – mixture No. 5, water absorption – mixture No. 1, frost resistance – mixture No. 3 and No. 5, average density - mixture No. 2.

Conclusions

Thus, mixture No. 1, which includes 25 % of dump sludge from alumina production, 38 % of TPP ash and slag, 15 % of quicklime and 22 % of water, has the optimal properties with maximum strength indicators and relatively high frost resistance of the above mixture options.

REFERENCES

- 1 **Ibragimov, A. T.** Razvitie tehnologii proizvodstva glinozema iz boksitov Kazahstana / A. I. Ibragimov, S. V. Budon. – Pavlodar : Dom pechati, 2010. – 304 p.
- 2 **Borger, V. V.** Pererabotka boksitovykh resursov I othodov glinozemnogo proizvodstva / V. V. Borger // Materialy mezhdunarodnoi nauchno-practicheskoi konferencii «Metallurgia Priirtyshya v realizacii programy forsirovannogo industrialno-innovacionnogo razvitiya «Kazahstan – 2020» (27 aprelya 2011 goda). – Pavlodar, 2011. – P. 23–31.
- 3 **Ivanov, A. I.** Kompleksnaya pererabotka boksitov / A. I. Ivanov, G. N. Kozhevnikov, F. G. Sitdikov, L. P. Ivanova. – Ekaterinburg : Ur.RAN, 2003. – 180 p.
- 4 **Bykov, P. O.** Aktualnost povysheniya kompleksnosti pererabotki boksitov Kazahstana / P. O. Bykov, Z. B. Karshygina, M. M. Suindikov, E. U. Liholobov // Trudy Mezhdunarodnoy nauchnoi konferencii «Nauka i obrazovanie – veduschii factor strategii «Kazahstan – 2030». – Karaganda : KarGTU, 2010. – P. 45–48.
- 5 **Ambarnikova, G. A.** Aktualnye problem proizvodstva glinozema // Materialy mezhdunarodnoi nauchno-practicheskoi konferencii «Metallurgia Priirtyshya v realizacii programy forsirovannogo industrialno-innovacionnogo razvitiya «Kazahstan – 2020» (27 aprelya 2011 goda). – Pavlodar, 2011. – P. 18–23.
- 6 Rekomendacii po primeneniu boksitovykh shlamov glinozemnogo proizvodstva v betonah i stroitelnykh rastvorah. – Moscow : NIIZhB Gosstroya SSSR, 1990. – 28 p.
- 7 **Akishaev, K., Bykov, P., Shoshay, Zh., Tulegulov, A., Yergaliyev, D.** Mathematical formulation and the problem solution of clustering recipes of concrete mixtures using technogenic waste and slags of metallurgical enterprises // Metalurgija 61 (2022) 1. – P. 213–216.
- 8 **Aryngazin, K. Sh., Bogomolov, A. V., Tleulessov, A. K.** Innovational construction materials of LLP «EcostroyNII-PV» production // Defect and Diffusion Forum, 2021, 410 DDF. – P. 806–811.
- 9 **Арынгазин, К. Ш., Ларичкин, В. В., Алдунгарова, А. К.** Инновационное использование твёрдых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики

металлургии Павлодарской области в производстве строительных материалов // Наука и техника Казахстана. – 2016. – № 3–4. – С. 34–39.

10 Patent na izobretenie № 34714 «Betonnaya smes» / Bykov Bogomolov A. V., Akishev K. M., Asainova D. K. – zayavl. 01.08.2019; opubl. 20.11.2020, bul. №46. – 3 s.

11 **Aryngazin, K. Sh., Aldungarova, A. K., Tleulesov, A. K., Bykov, P. O., Bogomolov, A. V., Larichkin, V. V., Shamenov, A. A.** Ispolzovanie tehnogennyh othodov v proizvodstve stroitelnyh materialov // Stroitelstvo : Novye tehnologii – novoe oborudovanie, 2018. – № 12. – P. 48–53.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Ибрагимов, А. Т.** Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана / А. Т. Ибрагимов, С. В. Будон. – Павлодар : Дом печати, 2010. – 304 с.

2 **Боргер, В. В.** Переработка бокситовых ресурсов и отходов глиноземного производства / В. В. Боргер // Материалы международной научно-практической конференции «Металлургия Прииртышья в реализации программы форсированного индустриально-инновационного развития «Казахстан – 2020» (27 апреля 2011 года). Павлодар, 2011. – С. 23–31.

3 **Иванов, А. И.** Комплексная переработка бокситов / А. И. Иванов, Г. Н. Кожевников, Ф. Г. Ситдинов, Л. П. Иванова. – Екатеринбург : Ур.РАН, 2003. – 180 с.

4 **Быков, П. О.** Актуальность повышения комплексности переработки бокситов Казахстана / П. О. Быков, З. Б. Каршигина, М. М. Суюндиков, Е. Ю. Лихолобов // Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030». – Караганда : КарГТУ, 2010. – С. 45–48.

5 **Амбарникова, Г. А.** Актуальные проблемы производства глинозема / Г. А. Амбарникова // Материалы международной научно-практической конференции «Металлургия Прииртышья в реализации программы форсированного индустриально-инновационного развития «Казахстан – 2020» (27 апреля 2011 года). – Павлодар, 2011. – С. 18–23.

6 Рекомендации по применению бокситовых шламов глиноземного производства в бетонах и строительных растворах. – М. : НИИЖБ Госстроя СССР, 1990. – 28 с.

7 **Akishaev, K., Bykov, P., Shoshay, Zh., Tulegulov, A., Yergaliyev, D.** Mathematical formulation and the problem solution of clustering recipes of concrete mixtures using technogenic waste and slags of metallurgical enterprises // Metalurgija 61 (2022) 1. – P. 213–216.

8 **Aryngazin, K. Sh., Bogomolov, A. V., Tleulesov, A. K.** Innovational construction materials of LLP «EcostroyNII-PV» production // Defect and Diffusion Forum, 2021, 410 DDF. – P. 806–811.

9 **Арынгазин, К. Ш., Ларичкин, В. В., Алдунгарова, А. К.** Инновационное использование твёрдых техногенных отходов предприятий теплоэнергетики

металлургии Павлодарской области в производстве строительных материалов // Наука и техника Казахстана. – 2016. – № 3–4. – С. 34–39.

10 Патент на изобретение № 34714 «Бетонная смесь» / Арынгазин К. Ш., Тлеулесов А. К., Алдунгарова А. К., Быков П. О., Богомоллов А. В., Акишев К. М., Асаинова Д. К. – заявл. 01.08.2019; опубл. 20.11.2020, бюл. № 46. – 3 с.

11 **Арынгазин, К. Ш., Алдунгарова, А. К., Тлеулесов, А. К., Быков, П. О., Богомоллов А. В., Ларичкин, В. В., Шаменов, А. А.** Использование техногенных отходов в производстве строительных материалов // Строительство : Новые технологии – новое оборудование. – 2018. – № 12. – С. 48–53.

Material received on 06.06.22.

***В. В. Ларичкин**

Новосибирск мемлекеттік техникалық университеті,
Ресей Федерациясы, Новосибирск қ.
Материал 06.06.22 баспаға түсті.

ГЛИНОЗЕМ ӨНДІРІСІНІҢ ҮЙІНДІ ШЛАМДАРЫН ЗЕРТТЕУ

Жұмыста құрылыс бұйымдарын өндіру үшін «Қазақстан алюминийі» АҚ жылу электр станцияларының глинозем өндірісінің үйінді шламдары мен күл-қожын қайта өңдеуге тарту мүмкіндігі зерттелген.

Қазақстан Республикасында глинозем өндірісі «Қазақстан алюминийі» АҚ-да шоғырланған және кәсіпорын құрылымына кіретін Павлодар ЖЭО-1 пайда болатын үйінді шламдары мен күл-қож қалдықтарының көп мөлшерімен сипатталады.

Жұмыста 25–45 % шегінде глинозем өндірісінің шламдарынан тұратын бетон қоспаларын, 31–45 % шегінде жылу электр станцияларының күл – қожын, 5–15 % шегінде әк, 10–23 % су алу бойынша зерттеулер жүргізілді.

Бетондар құрамындағы үйінді шламы аралас Тұтқыр және гидравликалық белсенді толтырғыш компонентінің ролін атқарды, күл шлак аралас тұтқырдың құрамындағы минералды алюмосиликатты қоспалардың ролі, әк аралас тұтқырдың қатаю активаторларының ролі.

Жүргізілген эксперименттік зерттеулер барысында ең жоғары беріктік көрсеткіштері 28,5 МПа деңгейінде және қоспалардың жоғарыда аталған нұсқаларының аязға төзімділігінің салыстырмалы жоғары көрсеткіштері бар (20 циклға дейін) № 1 қоспаның құрамында глинозем өндірісінің үйінді шламының 25 %-ы, ЖЭО күл шлагының 38% - ы, сөндірілмеген әктің 15 %-ы және судың 22 %-ы бар екендігі анықталды.

Кілтті сөздер: металлургия, үйінді шламы, глинозем, рециклинг, құрылыс.

***В. В. Ларичкин**

Новосибирский государственный технический университет,
Российская Федерация, г. Новосибирск.
Материал поступил в реакцию 06.06.22.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАМОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В работе исследована возможность вовлечения в переработку отвальных шламов глиноземного производства и золошлака тепловых электростанций АО «Алюминий Казахстана» для производства строительных изделий.

Производство глинозема в Республике Казахстан сосредоточено в АО «Алюминий Казахстана» и характеризуется большим количеством образующихся отвальных шламов и золошлаков Павлодарской ТЭЦ-1, входящей в структуру предприятия.

В работе проведены исследования по получению бетонных смесей, состоящих из шламов глиноземного производства в пределах 25–45 %, золошлака тепловых электростанций в пределах 31–45 %, извести в пределах 5–15 %, воды 10–23 %.

Отвальный шлак в составе бетонов выполнял роль компонента смешанного вяжущего и гидравлически активного наполнителя, золошлак роль минеральных алюмосиликатных добавок в составе смешанного вяжущего, известь роль активизаторов твердения смешанного вяжущего.

В ходе проведенных экспериментальных исследований установлено, что оптимальными свойствами с максимальными прочностными показателями на уровне 28,5 МПа и относительно высокими показателями морозостойкости (до 20 циклов) из вышеперечисленных вариантов смесей обладает смесь № 1, включающая 25 % отвального шлама глиноземного производства, 38 % золошлака ТЭЦ, 15 % негашенной извести и 22 % воды.

Ключевые слова: металлургия, отвальный шлак, глинозем, рециклинг, строительство.

МРНТИ 53.31.23

<https://doi.org/10.48081/CMWH5301>

П. О. Быков¹, М. Ж. Тусупбекова², Д. Р. Абсолямова³, И. Э. Дейграф⁴

^{1,2,3,4}Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТАЛИ БАРИЙСОДЕРЖАЩИМИ МОДИФИКАТОРАМИ

В работе исследована технология модифицирования низколегированной стали борсодержащей порошковой проволокой «Insteel 1.4».

В экспериментах в качестве модификатора неметаллических включений использовали порошковую проволоку «Insteel 1.4» вместо СК30.

Присадку порошковой проволоки «Insteel 1.4» производили через кондуктор, расположенный на расстоянии 300–350 мм до уровня шлака в сталеразливочном ковше. Введение проволоки производилось с заданной скоростью от 90 до 120 м/мин.

Удельный расход порошковой проволоки «Insteel 1.4» составлял 0,8–1,0 кг/т. В случае недостаточного содержания кальция в металле, производили дополнительную присадку «Insteel 1.4», исходя из достигнутой степени усвоения данного материала.

Экспериментальные плавки показали, что применение барийсодержащей порошковой проволокой «Insteel 1.4» позволило снизить брак на опытных плавках на 1,66 % по сравнению с рядовыми плавками.

В непрерывнолитых заготовках снизилось содержание неметаллических включений: оксидов точечных на 22,4 %; силикатов недеформирующихся на 21,7 %; сульфидов на 16,7 %; хрупких силикатов на 5,9 %.

Исследование физико-механических показателей прокатанных труб, полученных из стали опытных плавки показало соответствие требованиям стандартов.

Ключевые слова: сталь, непрерывнолитая заготовка, модификатор, барий, бесшовная труба.

Введение

В Республике Казахстан производство стальных бесшовных труб нефтяного сортамента сосредоточено в ТОО «KSP Steel».

При производстве стальных бесшовных труб актуальным вопросом остается предотвращение образования брака, связанного с образованием сталеплавильной плены и раскатом данных неметаллических включений [1–4].

Применение для окончательного раскисления и модифицирования силикокальция не всегда решает данные проблемы, поэтому поиск и внедрение более эффективных модификаторов стали является актуальной задачей.

Практика сталеплавильного производства показывает, что стабильность и эффективность производства стали, подвергаемой внепечной обработке зависит прежде всего от высокоэффективных и относительно дешевых комплексных сплавов, позволяющих целенаправленно управлять физико-химическим состоянием металлического расплава и как следствие свойствами металлоизделий.

Применение только силикокальция и алюминия для раскисления и модифицирования стали ограничивает возможности сталеплавильщиков [5, 6]. Повышенное содержание в ферросилиции ФС75 алюминия (до 3,0 %) затрудняет получение высококачественной стали с высокими эксплуатационными свойствами, поскольку остаточное содержание алюминия в них должно быть менее 0,005 %. Обусловлено это тем, что «строчки» высокоглиноземистых включений вызывают сдвиговые напряжения в матрице [5]. Высокое содержание алюминия в ферротитане (8–14 %) и ферросиликоцирконии (5–9 %) алюминотермического производства, относительно высокая их стоимость не позволяют применять эти ферросплавы для раскисления и микролегирования стали ответственного назначения.

Решение проблемы повышения качества литой и деформированной стали, снижения содержания высокоглиноземистых неметаллических включений (НВ) достигается применением комплексных сплавов, содержащих щелочноземельные (ЩЗЭ), редкоземельные (РЗЭ) и другие химически активные элементы.

Одним из активных РЗЭ является барий (Ba), который согласно ряда исследований [7–10] оказывает модифицирующее влияние на неметаллические включения, ускоряя их всплывание, механические свойства стали (предел усталости, ударная вязкость) и их изотропность заметно улучшаются, отмечается также благоприятное влияние Ca и Ba на микроструктуру низколегированной стали в состоянии после отжига.

Материалы и методы

Объектом исследования являлась технология модифицирования низколегированной стали борсодержащей порошковой проволокой «Insteel 1.4».

Для экспериментальных исследований использовалась низколегированная сталь следующего химического состава (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав стали, %

C	Mn	Si	Cr, не более	Cu, не более	Mo, не более	Al	P, не более	S, не более
0,30-0,34	1,25-1,50	0,15-0,35	0,25	0,25	0,08	-	0,030	0,030

В работе использовали следующие методы исследования:

- оптико-эмиссионная спектрометрия по ГОСТ 18895 на оптико-эмиссионном спектрометре ДФС-500;
- макро- и микроструктурный анализы по ГОСТ 10243, ГОСТ 8233, СТО-002-2017, СТО-007-2015.

Выплавка стали осуществлялась в дуговой печи (ДСП) емкостью 60 тонн одношлаковым процессом с доводкой стали на агрегате ковш-печь (АКП) и ковшевом вакууматоре (КВ).

В качестве шихтовых материалов использовались:

- металлолом категории 1А, 2А, отходы передельных участков по ГОСТ 2787;
- для науглероживания – углеродсодержащий материал фракцией 0,5–2 мм, с содержанием углерода не менее 93 %;
- шлакообразующие материалы – известь свежесоборуженная с содержанием активных окисей CaO+MgO не менее 90 %, плавиковый шпат по ГОСТ 29220-91;
- раскислители, легирующие, модификаторы – ферросиликомарганец по ГОСТ 4756-91 (FeSiMn), ферросилиций по ГОСТ 1415-93 (FeSi – 65), силикокальций СК30 по ГОСТ 4762-71 (для сравнительной плавки), ферромарганец (FeMn – 80) по ГОСТ 4755 – 91, алюминий АВ – 87 ГОСТ 295-98 катанку алюминиевую ГОСТ 13843-78.

В экспериментах в качестве модификатора неметаллических включений использовали порошковую проволоку «Insteel 1.4» вместо СК30.

Присадку порошковой проволоки «Insteel 1.4» производили через кондуктор, расположенный на расстоянии 300–350 мм до уровня шлака в сталеразливочном ковше. Введение проволоки производилось с заданной скоростью от 90 до 120 м/мин.

При обработке металла на вакуумном дегазаторе, присадку порошковой проволоки «Insteel 1.4» производили после вакуумирования, с установкой кондуктора на аналогичном расстоянии до уровня шлака в сталеразливочном ковше. Введение проволоки производилось с заданной скоростью от 90 до 120 м/мин.

Удельный расход порошковой проволоки «Insteel 1.4» составлял 0,8–1,0 кг/т. В случае недостаточного содержания кальция в металле, производили дополнительную присадку «Insteel 1.4», исходя из достигнутой степени усвоения данного материала.

После присадки порошковой проволоки «Insteel 1.4» в металл производилась продувка металла аргоном без оголения зеркала металла («мягкая» продувка) в течение не менее 6 минут, после чего производился отбор пробы металла.

Разливку опытных плавов производили в штатном режиме на радиальной машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Во время разливки дополнительно производился отбор темплетов непрерывнолитых заготовок (НЛЗ) на определение загрязненности стали неметаллическими включениями. Отбор темплетов производили в середине плавки с каждого ручья.

Прокат труб в штатном режиме согласно действующих технологических инструкций. Во время проката производили отбор образцов для исследования на наличие загрязненности стали неметаллическими включениями. Длина образца – не менее 150 мм.

В качестве сравнения была взята серия плавов той же марки стали, которая производилась перед серией опытных плавов.

Результаты и обсуждение

Зафиксированные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели по присадке материала и усвоению химических элементов, путем присадки барийсодержащей порошковой проволоки с наполнителем «Insteel 1.4»

Наименование плавки	Кол-во присаженой проволоки, м	% усвоения Si	% усвоения Ca
Сравнительные плавки	78,75	32,73	11,54
Опытные плавки	134,00	38,48	13,23
Отклонение	55,25	5,76	-1,69

Данные по анализу загрязненности стали неметаллическими включениями приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Загрязненность стали неметаллическими включениями

Наименование плавки	ОТ	ОС	СП	СХ	СН	С	НА	НТ
Сравнительные плавки	1,63	0,00	0,07	0,67	1,53	1,20	0,00	0,00
Опытные плавки	1,27	0,00	0,07	0,63	1,20	1,00	0,00	0,00
Отклонения	-0,37	0,00	0,00	-0,04	-0,33	-0,20	0,00	0,00

ОТ- оксиды точечные; ОС – оксиды строчечные; СП – силикаты пластичные; СХ – силикаты хрупкие; СН – силикаты недеформирующиеся; С – сульфиды; НА – нитриды алюминия; НТ – нитриды точечные.

Во время проката труб из НЛЗ были отобраны образцы для проведения физико-механических испытаний. Результаты ФМИ представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты физико-механических испытаний

Наименование плавки	Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа		Предел текучести σ_T , МПа		Относительное удлинение δ , %		Ударный изгиб, Дж	
	норма	факт	норма	факт	норма	факт	норма	факт
Сравнительные	689	738,94	552-758	645,56	16,00	28,34	28,00	109,21
Опытные		753,19		656,94		28,10		105,31
Отклонение		14,25		11,39		-0,24		-3,90

Анализ показал следующие результаты:

1 В ходе производства НЛЗ расход проволоки увеличился на 0,43 кг/т годного, усвоение [Si] за счет применения проволоки «Insteel 1.4» увеличилось на 5,7 %, усвоение [Ca] увеличилось на 1,69 %.

2 Количество брака на опытных плавках ниже на 1,66 % по сравнению с рядовыми.

3 Исследования загрязненности стали опытных плавков неметаллическими включениями выявило:

- снижение содержания оксидов точечных на 22,4 %;
- снижение силикатов недеформирующихся на 21,7 %;
- снижение сульфидов на 16,7 %;
- снижение содержания хрупких силикатов на 5,9 %.

4 Физико-механические показатели труб из стали опытных плавков соответствуют требованиям стандарта.

Выводы

1 В условиях действующего производства опробована технология модифицирования низколегированной стали барийсодержащей порошковой проволокой «Insteel 1.4».

2 Применение барийсодержащей порошковой проволокой «Insteel 1.4» позволило снизить брак на опытных плавках на 1,66 % по сравнению с рядовыми плавками.

3 В непрерывнолитых заготовках снизилось содержание неметаллических включений:

- оксидов точечных на 22,4 %;
- силикатов недеформирующихся на 21,7 %;
- сульфидов на 16,7 %;
- хрупких силикатов на 5,9 %.

4 Исследование физико-механические показателей прокатанных труб, полученных из стали опытных плавков соответствуют требованиям стандартов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Сержанов, Р. И., Богомолов, А. В., Быков, П. О., Ыксан, Ж. М.** Повышение качества непрерывнолитых заготовок и термоупрочненного сортового проката / монография под общей редакцией Р. И. Сержанова. – Павлодар : Кереку, 2011. – 258 с.

2 **Данченко, В. Н.** Технология трубного производства. – М. : Интерметинжиниринг, 2002. – 640 с.

3 **Голубцов, В. А.** Теория и практика введения добавок в сталь вне печи. – Челябинск, 2006. – 423 с.

4 **Быков, П. О.** Совершенствование процессов выплавки стали и производства катанных помольных шаров в условиях электросталеплавильного производства Республики Казахстан : Монография. – Павлодар : ПГУ имени С. Торайгырова, 2018. – 163 с.

5 **Вишкарёв, А. Ф., Близиюков, С. А., Явойский, В. И.** Теоретические основы комплексного раскисления стали // Влияние комплексного раскисления на свойства сталей. Министерство черной металлургии СССР / Со. трудов. – М. : Металлургия, 1982. – С. 4.

6 **Ахметов, А. Б., Толымбеков, М. Ж., Берг, А. А., Чекимбаев, А. Ф., Огурцов, Е. А., Камылина, Л. Н., Кусаинова, Г. Д.** Исследование природы неметаллических включений в слитках спокойных марок стали // Сб. научн. тр. ХМИ. – Алматы, 2002. – С. 801–804.

7 **Голубцов, В. А., Дёмин, К. Ю., Дёмин, Ю. С. и др.** Использование комплексных барийсодержащих модификаторов для улучшения качества колёсной стали // Сталь, 2009. – №12. – С. 17–22.

8 **Скоробогатов, Ю. С., Быков, П. О., Алыбай, А. Ч., Бегалиев, Р. А.** Исследование процесса модифицирования стали барийсодержащими модификаторами // *Материалы международной научной конференции «XVI Сатпаевские чтения» (Часть 2)*. – Павлодар : ПГУ имени С. Торайгырова, 2016. – С. 238–242.

9 **Григоревич, К. В., Дёмин, К. Ю., Арсенкин, А. М. и др.** Перспективы применения барийсодержащих лигатур для раскисления и модифицирования транспортного металла // *Металлы*, 2011. – № 5. – С. 146–156.

10 **Рябчиков, И. В., Ахмадеев, А. Ю., Андреев, В. В.** Металлургические способы улучшения эксплуатационных свойств российских рельсов // *Сталь*, 2011. – № 1. – С. 25–27.

REFERENCES

1 **Serzhanov, R. I., Bogomolov, A. V., Bykov, P. O., Yksan, Zh. M.** Povyshenie kachestva nepreryvnolityh zagotovok I termouprochnenogo sortovogo prokata / monografiya pod obshey redakciey R. I. Serzhanova. – Pavlodar : Kereku, 2011. – 258 p.

2 **Danchenko, V. N.** Tehnologiya trubnogo proizvodstva. – Moscow : Internet Inzhiniring, 2002. – 640 p.

3 **Golubtsov, V. A.** Teoria I praktika vvedeniya dobavok v stal vne pechi. – Chelyabinsk, 2006. – 423 p.

4 **Bykov, P. O.** Sovershenstvovanie procesov vyplavki stali i proizvodstva katannyh pomolnyh sharov v usloviyah elektrostaleplavilnogo proizvodstva Respubliki Kazakhstan : Monografiya. – Pavlodar : PGU imeni S. Toraihyrov, 2018. – 163 p.

5 **Vishkarev, A. F., Bliznikov, S. A., Yavoiskii, V. I.** Teoreticheskie osnovy kompleksnogo raskisleniya stali // Vliyaniye kompleksnogo raskisleniya na svoystva stali. Ministerstvo chernoy metallurgii SSSR / So. trudov. – Moscow : Metallurgia, 1982. – P. 4.

6 **Ahmetov, A. B., Tolymbekov, M. Zh., Berg, A. A., Chekimbaev, A. F., Ogurtsov, E. A., Kamylyna, L. N., Kusainova, G. D.** Issledovanie prirody nemetallicheskih vkluchenii v slitkah spokoinykh marok stali // Sb. nauchn. tr. HMI. – Almaty, 2002. – P. 801–804.

7 **Golubtsov, V. A., Demin, K. U., Demin, U. S. i dr.** Ispolzovanie kompleksnyh bariisoderzhaschih modifikatorov dlya ulucheniya kachestva kolesnoy stali // *Stal*, 2009. – №12. – P. 17–22.

8 **Skorobogatov, U. S., Bykov, P. O., Alybai, A. Ch., Begaliev, R. A.** Issledovanie processa modifitsirovaniya stali bariisoderzhaschimi modifikatorami // *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferencii «XVI Satpaevskie chteniya» (Chast 2)*. – Pavlodar : PGU imeny S. Toraihyrov, 2016. – P. 238–242.

9 **Grogorovich, K. V., Demin, K. U., Arsenkin, A. M. i dr.** Perspektivy primeneniya bariisoderzhaschih ligature dlya raskisleniya I modifitsirovaniya transportnogo metalla // *Metally*, 2011. – № 5. – P. 146–156.

10 **Rybchikov, I. V., Ahmadeev, A. U., Andreev, V. V.** Metallurgicheskie sposoby uluchsheniya expluatacionnyh svoistv rossiiskih relsov // *Stal*, 2011. – № 1. – P. 25–27.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

П. О. Быков¹, М. Ж. Тусупбекова², Д. Р. Абсолямова³, И. Э. Дейграф⁴

^{1,2,3,4}Торайгыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

БАРИЙ БАР МОДИФИКАТОРЛАР БОЛАТЫНЫҢ МОДИФИКАЦИЯСЫ

Жұмыста төмен қосындыланған болатты модификациялау технологиясы «Insteel 1.4» борқұрамды ұнтақты сыммен төмен қосындыланған болатты модификациялау технологиясы зерттелді.

Эксперименттерде СК30 орнына «Insteel 1.4» ұнтақ сымы металл емес қоспалардың модификаторы ретінде пайдаланылды.

«Insteel 1.4» ұнтақ сымның қоспасы болат құю шөмішіндегі қож деңгейіне дейін 300-350 мм қашықтықта орналасқан өткізгіш арқылы жасалды.

Сымды енгізу 90-нан 120 м/мин дейінгі жылдамдықпен жүргізілді. «Insteel 1.4» ұнтақты сымның меншікті шығыны 0,8–1,0 кг/т құрады, металда кальций жеткіліксіз болған жағдайда, осы материалды игерудің қол жеткізілген дәрежесіне сүйене отырып, «Insteel 1.4» қосымша қоспасы өндірілді.

Эксперименттік балқыту «Insteel 1.4» құрамында барий бар ұнтақ сымын қолдану тәжірибелік балқытулардағы ақауды қатардағы балқытумен салыстырғанда 1,66 %-ға төмендетуге мүмкіндік бергенін көрсетті.

Үздіксіз құйылған дайындамаларда металл емес қосындылардың құрамы төмендеді: нүктелік оксидтер 22,4 %; деформацияланбайтын силикаттар 21,7 %; сульфидтер 16,7 %; сыңғыш силикаттар 5,9 %.

Тәжірибелік балқымалардың болатынан алынған илектелген құбырлардың физикалық-механикалық көрсеткіштерін зерттеу стандарт талаптарына сәйкес келеді.

Кілтті сөздер: Болат, үздіксіз құйылған дайындама, модификатор, барий, жіксіз құбыр.

P. O. Bykov¹, M. Zh. Tussupbekova², D. R. Absolyamova³, I. E. Deygraf⁴

^{1,2,3,4}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 06.06.22.

MODIFICATION OF STEEL WITH BARIUM-CONTAINING MODIFIERS

The technology of modification of low-alloy steel the technology of modification of low-alloy steel with boron-containing powder wire «Insteel 1.4» is investigated in the work.

In experiments, powder wire «Insteel 1.4» was used as a modifier of non-metallic inclusions instead of SK30.

The «Insteel 1.4» powder wire additive was produced through a conductor located at a distance of 300–350 mm to the slag level in a steel ladle. The introduction of the wire was carried out at a given speed from 90 to 120 m/min.

The specific consumption of the powder wire «Insteel 1.4» was 0.8–1.0 kg/t. In case of insufficient calcium content in the metal, an additional additive «Insteel 1.4» was produced, based on the achieved degree of assimilation of this material.

Experimental melting showed that the use of barium-containing powder wire «Insteel 1.4» allowed to reduce the marriage on experimental melting by 1.66 % compared with ordinary melting. The content of nonmetallic inclusions decreased in continuously cast blanks: point oxides by 22.4 %; non-deformable silicates by 21.7 %; sulfides by 16.7 %; brittle silicates by 5.9 %.

The study of physical and mechanical parameters of rolled pipes obtained from steel of experimental smelts meet the requirements of the standard.

Keywords: steel, continuously cast billet, modifier, barium, seamless pipe.

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

МРНТИ 65.63.91

<https://doi.org/10.48081/XVDZ1780>

***Н. Б. Гаврилова**

ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет,
Российская Федерация, г. Омск

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЗЬЕГО МОЛОКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВОРОЖНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПИТАНИЯ

В данной статье представлены результаты исследований химического состава весеннего и осеннего молока коз трёх пород. Так же представлены результаты исследования технологических и физико-химических свойств молока коз различных пород для производства творожных продуктов для специализированного питания.

Общеизвестно, что на молочную продуктивность, состав и свойства молока различных видов сельскохозяйственных животных влияет целый ряд факторов, в частности порода, от чего в значительной степени зависит выход и качество молочных продуктов. Перспективы переработки козьего молока весьма широки, что связано с увеличением на него потребительского спроса населения. В Казахстане можно увидеть широкий ассортимент продуктов, вырабатываемых из козьего молока не получил массового распространения, хотя интерес к продуктам из козьего молока ежегодно растёт.

ТОО Агрофирма «АқжарӨндіріс» – одно из предприятий среднего бизнеса в северном регионе Республики Казахстан, в том числе Павлодарская область. В хозяйстве самое большое поголовье в РК и составляет 4000 голов. Стадо алтайских коз пока единственные в республике. Основными видами деятельности предприятия являются племенное коневодство, овцеводство и козоводство.

Ключевые слова: молоко козье, специализированный молочный продукт, функциональные ингредиенты, исследования, зааненская, порода.

Введение

Первостепенная задача каждого государства обеспечить население доступным и качественным продовольствием. Министр сельского хозяйства Российской Федерации А. Н. Ткачев, подводя итоги работы агропромышленного комплекса страны в 2017 году с удовлетворением отметил, что Россия способна прокормить себя, как в настоящее время, так и в будущем. Задача, которую поставил Президент Российской Федерации В. В. Путин перед работниками агропродовольственной сферы экономики нашей страны и перед Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, состоит в том, чтобы минимум 90 % продуктов питания

на продуктовых полках в торговых организациях были российского производства в ближайший период будет выполнена. Для реализации государственной экономической политики указом Президента Российской Федерации принята «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации», программа реализации которой во многом определяется эффективной работой АПК страны и её базовой отраслью – сельским хозяйством. Об этом свидетельствует содержание Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы, в которой значительная роль отводится научно-технологическому сопровождению программы [1, с. 4].

В частности, в качестве приоритетных, на ближайшие 10–15 лет, утверждены направления научно-технологического развития Российской Федерации, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, а также обеспечат устойчивое положение России на внешних рынках. В настоящее время одним из главных трендов пищевой промышленности считается разработка биотехнологий инновационных продуктов и, прежде всего, б на молочной основе: функциональных и обогащенных для специализированного питания. Специалисты института статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики в числе современных глобальных технологических трендов описали три перспективных направления, сочетающие как традиционные, так и новые методы для создания базы производства пробиотических микроорганизмов, функциональных продуктов питания и пищевых продуктов на базе вторичного пищевого сырья. Такие биотехнологии позволяют улучшить питание людей и защитить их от болезней. Творог – традиционный белковый кисломолочный продукт, который является наиболее востребованным в рамках растущего интереса населения страны к здоровому питанию [2, с. 4].

Его пищевую и биологическую ценность обуславливает высокое содержание аминокислот, в том числе серосодержащих – метионина и лизина, а также холина, кальция, фосфора, магния и др. В связи с вышеизложенным, направление исследований по совершенствованию технологии творога и разработки её новых аспектов является актуальным. Степень разработанности темы. Теоретические и практические основы производства творога, научные аспекты повышения его качества отражены в научных трудах Н. Н. Липатова (ст.), Н. Н. Липатова (мл.), В. Д. Харитоновой, З. С. Зобковой, и др. Современное состояние и перспективы развития биотехнологий функциональных и обогащенных пищевых продуктов представлены в исследованиях А. Г. Храмцова, Д. В. Харитоновой, А. Ю. Просекова, Л. А. Остроумова, И. А. Евдокимова, А. Н. Петрова, Н. А. Тихомировой, В. И. Ганиной, И. А. Смирновой, И. С. Хамагаевой, Н. Б. Гавриловой, Л. В. Голубевой, Л. М. Захаровой, Г. Б. Гаврилова, Е. И. Решетник и других российских учёных [3, с. 4].

Объекты и методы

В качестве объектов исследовались:

- молоко козье сырое по ГОСТ 32940–2014;
- растительные компоненты, витаминный комплекс.

При выполнении экспериментальных и аналитических исследований использован комплекс общепринятых и стандартных методов: химических, микробиологических и органолептических [4, с. 5].

Определяли:

- состав и свойства козьего молока (порода ангорская).
- массовую долю жира по ГОСТ 5867–90;
- массовую долю белка по ГОСТ 25179–90;
- микробиологические показатели: общее количество микроорганизмов и количество соматических клеток, тыс./см³ (ГОСТ 23453-90).

Повторность экспериментов 3–5-кратная. Результаты обработаны методами математической статистики.

Результаты исследования и обсуждения

При анализе физико-химических свойств козьего молока разных пород, в том числе коз с личного подворья, было выявлено, что козы аборигенной породы Павлодарской области имели наилучшие показатели. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели молока коз

№	Показатель молока	Аборигенная порода коз	Зааненская порода коз	Альпийская порода коз
1	Плотность, кг/м ³	1035,88±0,6	1029,68±0,96	1028,06±0,67
2	Кислотность, Т	18±0,5	19±0,5	18±1
3	Точка замерзания, минус °С	0,530±0,01	0,529±0,02	0,529±0,08
4	Соматические клетки, тыс/см ³	268±73,4	274,5±47,65	329±68,54
5	Термоустойчивость: - алкогольная проба - тепловая проба, мин	Не выдерживает 68 %-ную концентрацию этилового спирта 30,36±20,5 32,87±27,67 37,5±18,2		
6	Массовая доля, % - сухих веществ	18,46±0,65	13,67±0,37	13,33±0,47
7	СОМО	11,4±0,48	8,90±0,46	8,48±0,43
8	Жира, %	7,91±0,05	5,21±0,07	5,27±0,03
9	Белка, %	5,75±0,03	3,31±0,10	3,27±0,07

Экспериментальные исследования химического состава козьего молока проводили в хозяйствах Павлодарской области. Среднестатистические данные представлены в таблице 2 в сравнении с требованиями ГОСТ 32940-2014.

Таблица 2 – Показатели козьего молока

Показатель	ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье сырое» ТУ	Результаты исследований
Массовая доля сухих веществ, %	Не менее 11,8	15,34±0,09
Массовая доля жира, %	Не менее 3,2	5,30±0,12
Массовая доля белка, %	Не менее 2,8	4,18±0,02
В том числе,		
-казеин	-	3,29±0,10
-сывороточные белки	-	0,89±0,05
Массовая доля СОМО, %	Не менее 8,2	10,04±0,05

Кислотность, 0Т	Не ниже 14 и не выше 21	17,0±17,5
Группа чистоты	Не ниже 1 группы	1 группа
Плотность, кг/м ³	1027-1030	1027,8–1028,0
Содержание соматических клеток, тыс/ см ³	Не более 1000	540–670
КМАФАнМ 103 КОЕ/ см ³	Не более 500	Не более 300–350

Химический состав козьего молока, зависит от породы животных, состава кормов, содержания и других факторов [5, с. 7].

Результаты исследований химических показателей отобранных образцов весеннего и осеннего молока коз зааненской породы представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Химические показатели отобранных образцов.

Состав молока, %	Периоды года		Средние значения
	весенний	осенний	
Вода, %	88,76±0,04	89,46±0,04	88,61±0,04
Сухие вещества, %	14,02±0,11	13,54±0,11	13,28±0,11
в том числе:			
Жир, %	6,67±0,06	5,78±0,06	5,725±0,06
Белок, %	4,78±0,05	4,0±0,05	4,89±0,03

Установлено, что содержание сухих веществ в козьем молоке в разный период времени меняется. Наибольшее количество сухих веществ содержится в молоке осеннего периода. В среднем они складываются из колебаний в содержании жира и белка. По жиру различия между максимальным и минимальным содержанием в весенний и осенний период составляет 5,7 %, по белку – 4,5 % [6, с. 2].

Выводы

Таким образом, козье молоко – сырье пригодно для производства творожного продукта, если оно обладает необходимыми органолептическими, химическими, биологическими свойствами и получено с соблюдением всех санитарно-гигиенических требований.

Так же для обогащения специализированного молочного продукта выбраны функциональные ингредиенты, такие как: растительные добавки. Эти добавки являются источником клетчатки и способствуют улучшению работы желудочно-кишечного тракта. Введение фруктовых наполнителей обогащает творожные продукты углеводами, витаминами, макро-и микроэлементами, пектиновыми веществами. В специализированный молочный продукт вводят также фитодобавки, имеющие лечебно-профилактическое значение [7, с. 3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана : Социально-экономическая модернизация – главный вектор развития Казахстана от 27 января 2012 года [Электронный ресурс]. – www.akorda.kz.

2 Козоводство в Казахстане – 2015 [Электронный ресурс]. – URL: hnp://www.kazportal.kz/kozovodstvo-v-kazahstane.

3 **Щетинина, Е. М., Ходарева, З. Р.** Исследования состава и свойств молока, полученных от разных пород коз // Вестник АТАУ. – 2014. – № 4 (114). – С. 159–163 – ISSN 1996–4277.

4 **Гаврилова, Н. Б.** Биотехнологические аспекты производства творожного продукта на основе козьего молока / Н. Б. Гаврилова, М. В. Темербаева // Вестник Омского ГАУ. – 2017. – № 3(27). – С. 144–145.

5 **Temerbayeva Marina.** Technology of Sour Milk Product for Elderly Nutrition. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – ISSN: 0975–8585. – 2018, RJPBCS 9(1). – P. 291.

6 **Темербаева, М. В.** Использование молока различных сельскохозяйственных животных для производства ферментированных продуктов / Н. Б. Гаврилова, М. В. Темербаева // Молочная пром-сть. – 2018. – № 10. – С. 46–48.

7 **Гаврилова, Н. Б., Агибаева, А. Ж.** Перспективы использования козьего молока для производства продукта специализированного питания / Н. Б. Гаврилова, А. Ж. Агибаева // Инновационные технологии в пищевой промышленности : наука, образование и производство : VI Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж, 2019. – С. 505–509.

8 **Темербаева, М. В.** Перспективные направления и состояние производства кисломолочных продуктов на основе козьего молока для специализированного питания в Республике Казахстан / М. В. Темербаева М. В., Н. Б. Гаврилова // Научные инновации – аграрному производству: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. (21 февраля 2018 года). – Омск : Изд-во ФГБОУ ВО ОмГАУ имени П. А. Столыпина. – 2018. – С. 1432–1436.

9 **Гаврилова, Н. Б., Агибаева, А. Ж.** Перспективы использования козьего молока для производства продукта специализированного питания / Н. Б. Гаврилова, А. Ж. Агибаева // Инновационные технологии в пищевой промышленности : наука, образование и производство : VI Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж, 2019. – С. 505–509.

10 **Козырева, С. Ю.** О пользе козьего молока / С. Ю. Козырева, И. Н. Шманова // Технология и продукты здорового питания : Материалы междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 2007 / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»; редкол. : А. В. Голубева. – Саратов, 2007. – С. 62.

REFERENCES

1 Address of the President of the Republic of Kazakhstan N. Nazarbayev to the people of Kazakhstan: Socio-economic modernization - the main vector of development of Kazakhstan dated January 27, 2012 [Electronic resource]. – www.akorda.kz .

2 Goat breeding in Kazakhstan-2015 [Electronic resource]. – URL: www.kazportal.kz/kozovodstvo-v-kazahstane.

3 **Shchetinina, E. M., Khodareva, Z. R.** Study of the composition and properties of milk from different breeds of goats // Herald of UTAU. 2014. – № 4 (114). – P. 159–163. – ISSN 1996-4277.

4 **Gavrilova, N. B.** Biotechnological aspects of the production of cheese products based on goat's milk / N. B. Gavrilova, M. V. Temerbayeva // Bulletin of Omskogo GAU. – 2017. – № 3 (27). – P. 144–145.

5 **Temerbayeva Marina.** Technology of Sour Milk Product for Elderly Nutrition. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – ISSN 0975-8585. – 2018. RJPBCS 9(1). – P. 291.

6 **Temerbaeva, M. V.** The use of milk of various farm animals for the production of fermented products / N. B. Gavrilova, M. V. Temerbaeva // Dairy industry. – 2018. – No. 10. – P. 46–48.

7 **Gavrilova, N. B., Agibayeva, A. Zh.** Prospects of using goat's milk for the production of a specialized food product / N. B. Gavrilova, A. Zh. Agibayeva // Innovative technologies in the food industry : science, education and production : VI International Scientific and Technical conf. – Voronezh, 2019. – P. 505–509.

8 **Temerbayeva, M. V.** Promising directions and state of production of fermented dairy products based on goat's milk for specialized nutrition in the Republic of Kazakhstan / M. V. Temerbayeva, N. B. Gavrilova // Scientific innovations – agricultural production : sat. art.international scientific-practical. conf. (February 21, 2018). – Omsk : Publishing House of the P. A. Stolypin OmGAU, 2018. – P. 1432–1436.

9 **Gavrilova, N. B., Agibayeva, A. Zh.** Prospects of using goat's milk for the production of a specialized food product / N. B. Gavrilova, A. Zh. Agibayeva // Innovative technologies in the food industry : science, education and production: Vijdunar. sci.-tech. conf. – Voronezh, 2019. – P. 505–509.

10 **Kozyreva, S. Yu.** About the benefits of goat's milk / S. Yu. Kozyreva, I. N. Shmanova // Technology and healthy food products: materials of the International scientific and practical conference, Saratov, 2007 / FGOU VPO «Saratov GAU»; editorial board : A. V. Golubeva. – Saratov, 2007. – P. 62.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

***Н. Б. Гаврилова**

Омбы мемлекеттік аграрлық университеті,
Ресей Федерациясы, Омбы қ.
Материал 06.06.22 баспаға түсті.

АРНАЙЫ ТАҒАМҒА АРНАЛҒАН СҮЗБЕ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ЕШКІ СҮТІНІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Бұл мақалада үш тұқымды ешкілердің көктемгі және күзгі сүтінің химиялық құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Сондай-ақ, сүзбе өнімдерін өндіруге арналған әртүрлі тұқымды ешкі сүтінің технологиялық және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері ұсынылған.

Сүт өнімділігіне, ауылишаруашылық жануарларының әртүрлі түрлерінің сүтінің құрамы мен қасиеттеріне бірқатар факторлар, атап айтқанда тұқым

әсер ететіні белгілі, бұл сүт өнімдерінің өнімділігі мен сапасына байланысты. Ешкі сүтін өңдеу перспективалары өте кең, бұл оған тұтынушылық сұраныстың артуымен байланысты. Қазақстанда ешкі сүтінен өндірілетін өнімдер ассортименті жаппай таралмады, дегенмен ешкі сүтіне деген қызығушылық жыл сайын артып келеді.

Агрофирма «Ақжар Өндіріс» ЖШС – Қазақстан Республикасының солтүстік өңіріндегі, соңымен қатар Павлодар облысында, орта бизнес кәсіпорындарының бірі. Шаруашылықта РК-дағы ең үлкен мал саны 4000 басты құрайды. Алтай ешкілерінің табыны әзірге республикада жалғыз. Кәсіпорын қызметінің негізгі түрлері асыл тұқымды жылқы шаруашылығы, қой шаруашылығы және ешкі шаруашылығы болып табылады.

Кілтті сөздер: ешкі сүті, мамандандырылған сүт өнімі, функционалды ингредиенттер, зерттеулер, заанен, тұқым.

***N. B. Gavrilova**

Omsk State Agrarian University,
Russian Federation, Omsk.
Material received on 06.06.22.

STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF GOAT'S MILK IN THE PRODUCTION OF COTTAGE CHEESE PRODUCTS FOR SPECIALIZED NUTRITION

This article presents the results of studies of the chemical composition of spring and autumn milk of goats of three breeds. The results of the study of technological and physico-chemical properties of goat milk of various breeds for the production of cottage cheese products are also presented.

It is well known that milk productivity, composition and properties of milk of various types of farm animals are influenced by a number of factors, in particular the breed, on which the yield and quality of dairy products largely depend. The prospects for processing goat's milk are very wide, which is due to an increase in consumer demand for it. In Kazakhstan, the range of products manufactured from goat's milk has not received mass distribution, although interest in goat's milk products is growing annually.

Agrofirm «Akzharondiris» LLP is one of the medium-sized enterprises in the northern region of the Republic of Kazakhstan. The farm has the largest livestock in PK and is 4000 heads. The herd of Altai goats is the only one in the republic so far. The main activities of the enterprise are horse breeding, sheep breeding and goat breeding.

Keywords: goat's milk, specialized dairy product, functional ingredients, research, zaanenskaya, breed.

*A. S. Mukhamejanova¹, Z. A. Alikulov²¹Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar;²L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan**THE IMPACT OF MOLYBDENUM ON XANTHINE OXIDASE
AND ITS ASSOCIATED ACTIVITIES IN OVINE MILK**

Xanthine oxidase is a molybdenum and iron containing flavoprotein, catalyzing the final oxidation stage of purines and oxidative transformation of pterins and some aliphatic and aromatic aldehydes.

The results show that in fresh sheep milk xanthine oxidase does not contain molybdenum. Apparently, XO located in the inner membrane of the fat globule micelles (MFGM) is not available for exogenous molybdenum. During heat treatment at 80 °C, the milk globules are destroyed, then the molecule is denatured. As a result, the access of molybdenum to the MPT ('molybdopterin' or metal-binding Pterin ene-1,2-dithiolate)-containing active center increases. Our and other numerous studies have shown that MPT is extremely sensitive to oxygen.

Despite the importance of this enzyme, the distribution of xanthine oxidase in traditional household animal tissues is unknown. Formerly, we have found most of the xanthine oxidase molecules in animal milk are inactive because of lack of molybdenum. Ovine milk was processed by inserting in vivo molybdenum in drinking water. Heating the milk of animals at 80 °C for 5 minutes in the presence of molybdenum and cysteine led to a sharp increase of xanthine oxidase and its associated - nitrate reductase and nitrite reductase activities.

Keywords: sheep, milk, molybdenum, xanthine oxidase, nitrate reductase, nitrite reductase, activity.

Introduction

Xanthine oxidase (XO) is the enzyme is responsible for the synthesis of uric acid in mammalian. Uric acid is the major final product of the metabolism of nitrogen-containing compounds in animals and it functions as an antioxidant to reduce oxidative stress [1]. Purines and other substrates react with xanthine oxidase at the site containing molybdenum and the electron acceptors react at the FAD site [2]. The protein part of the enzyme is rich in cysteine and contains 60–62 free sulfhydryl (-SH) groups. In the structure XO there are also centers that represent 2Fe-2S complex [3].

Molybdenum (Mo) is one of the important microelements in animals' organism and its concentrations varying depending on tissue type. Molybdenum is an essential cofactor of animal molybdenum-containing enzymes (Mo-enzymes) such as xanthine oxidase, aldehyde oxidase, sulfite oxidase, and recently discovered mitochondrial amidexime-

reducing protein (mARC) [Hille et al. 2011 [4]. It is connected by two S-bonds with the side chain of the pterin of the cofactor molecule [5].

It was found earlier that homogenous xanthine oxidase purified from cow's milk reduces the nitrate (NO⁻³) to nitrite (NO⁻²) [6]. However, it was unclear in what substances nitrite reduce. Later scientists had established that the xanthine oxidase isolated from cow's liver reduce nitrite under anaerobic conditions and converts it into nitric oxide (NO) [7]. Thus, xanthine oxidase, contained in the tissue and liquids in animal body is a unique tool not only for decontamination of nitrates and nitrites, but also the formation of important substances for the body – nitric oxide. Consequently, the data for the study on nitrates and nitrites reduction activity mechanisms has both scientific and practical value. So, knowledge base will increase by research ovine milk xanthine oxidase in this area.

Materials and methods

Ovine milk was obtained from healthy six sheep in mid-lactation period (from May to June) based on a farm in Almaty region (Kazakhstan).

The experiments carried out using molybdenum (M = 241.95), L-cysteine (M = 157.6), sulfanilamide (M = 172.21) from Sigma-Aldrich Chemical Co., N-(1-naphthyl)-ethylenediamindigydrochloride (M = 259.18) from AppliChem (Germany).

Obtaining and preparing milk and liver samples from animals

Live weight of animals at the beginning of the experiments was 40–45 kg. Animals were fed with freshly cut green plants (Ad lib feeding). The drinking water of animals was added to study the effect of exogenous ammonium molybdenum ((NH₄)₂MoO₄) per 10 mg per kg of animal weight in experiments. The animals were watered with molybdenum (about 3 L) after feeding at 01.00 PM. The second portion of water without molybdenum animals have received at 06.00 PM during the data period. Animals were weighed weekly for correcting the dose of molybdenum. Every four days 100 ml portions of fresh milk were immediately frozen at a temperature of -20 °C.

Activation of the milk and liver samples using metal ions and thiols

The solution of sodium phosphate buffer was added to the milk in final concentrations of 100 mM, pH 6,5; 10 μM EDTA solution, 2 mM sodium molybdate (Na₂MoO₄) or sodium tungstate (Na₂WO₄) and 2 mM cysteine solution. Milk supernatant warmed up at a temperature of 80 °C for 5 min. After cooling, 100 mL aliquots of milk were used to determine enzyme activities. Determination of each activity was carried out in three replications (n=3, SD±).

Detection xanthine oxidase and its associated activity of animal milk.

To determine steps carried out the xanthine oxidase and its associated activity activity is described in developed method [8].

The absorbance obtained color solution was measured photometrically at a wavelength of 548 nm in spectrophotometer («Specol-2000», Germany) The calibration curve is constructed by using increasing concentrations of nitrite (NaNO₂) colored with sulfanilamide and NEDA.

Determination of the amount of free molybdenum in milk.

The amount of molybdenum was determined using the method developed by our research group. The heat treatment of molybdenum led to determine the total amount of molybdenum [9].

Statistically analysis

All determinations were carried out three times (n=3). All results were calculated as mean ± standard deviation (SD) by BioStat.

Results and discussing

Determination of xanthine oxidase and its associated activities (NR and NiR activity) in fresh milk after storage at minus 20 °C showed that storing milk frozen preserves the activities of the milk. Results show that in fresh sheep milk, obtained during the month, none of XO activities were detected. However, after heat treatment of milk at 80 °C for 5 min (our previous experiment) in the presence of exogenous molybdenum and cysteine (in the table show as Milk +Mo +Cys +to) all associated activities of this enzyme appear (table 1).

Table 1 – Dynamics of changes in activities XO of fresh ovine milk during the month (n=3, SD±)

Day	Activities					
	XO activity*		NO3-reductase activity**		NO2-reductase activity***	
	Milk +Mo	Milk +Mo+Cys+to	Milk +Mo	Milk +Mo+Cys+to	Milk +Mo	Milk +Mo+Cys+to
0	>0.2	~3.2	~1.4	136.8±13.7	~2.3	243.7±28.3
4	>0.2	~3.2	~1.4	136.7±20.1	~2.3	243.7±24.9
8	>0.2	~3.0	~1.4	136.3±18.6	~2.2	243.1±19.8
12	>0.2	~2.8	~1.3	132.6±12.3	~2.0	240.2±22.3
16	>0.2	~2.8	~1.3	132.5±14.8	~1.8	240.2±27.6
20	>0.2	~2.8	~1.2	130.7±21.6	~1.8	238.3±21.4
24	>0.2	~2.6	~1.1	128.8±23.5	~1.8	236.4±18.7
28	>0.2	~2.6	~1.1	128.6±18.9	~1.7	236.4±21.8
32	>0.2	~2.6	~1.0	128.4±10.3	~1.7	236.2±22.4

XO-activity*: nanomoles of uric acid formed/100 µl milk/min; NR** activity: nanomoles of NO2- formed/100 µl milk/min; NiR*** activity: nanomoles of NO2- disappeared/100 µl milk/min).

The results presented in the table show that the associated XO activity up to the 8 th day in milk. It slightly increased first and decreased then. There is an assumption that the relatively high activity of XO at the beginning of lactation is associated with the anti-pathogenic property of this enzyme. However, our results show that milk XO does not contain molybdenum. Accordingly, XO is inactive. Perhaps there are another explanation that the superoxide-producing center does not contain molybdenum, but contains FAD [10].

The results show that in fresh sheep milk xanthine oxidase does not contain molybdenum. Apparently, XO located in the inner membrane of the fat globule micelles (MFGM) is not available for exogenous molybdenum. During heat treatment at 80 °C, the milk globules are destroyed, then the molecule is denatured. As a result, the access of

molybdenum to the MPT (‘molybdopterin’ or metal-binding Pterin ene-1,2-dithiolate)-containing active center increases. Our and other numerous studies have shown that MPT is extremely sensitive to oxygen. Therefore, the presence of antioxidant-cysteine protects sulfhydryl groups of MPT from oxygen. Apparently, cysteine forming temporary disulfide bonds with MPT protects it from oxidation. Then from the active MPT in exogenous molybdenum is easily displaced by cysteine and associated with him in the XO active site.

Sheep had watered by molybdenum-containing water for a month had accumulated molybdenum in milk. The concentration of which reached a maximum (51 nanograms / ml) on the 20th day. Just such an amount of molybdenum in milk did not lead to the demonstration of all associated XO activities after heat treatment in the presence of cysteine (but without exogenous molybdenum). In this case, only exogenous molybdenum activated XO activity after heat treatment in the presence of cysteine (table 2). It can be assumed that before embedding molybdenum in the active center (or before binding to the MPT in the active center) newly synthesized XO molecules are involved in the formation of the inner membrane of the milk fat globule membrane (MFGM). XO is located in the inner MFGM as indicated in list of research. It is no longer available for molybdenum in vivo. Thus, the active XO is included in the inner MFGM, regardless of the presence of molybdenum in milk.

Table 2 – Influence of exogenous Mo on the dynamics of changes in the associated activities of sheep milk (n=3, SD±)

Day	Activities						Mo*
	XO activity		NO3-reductase		NO2-reductase activity		
	Milk+Mo	Milk +Mo+Cys+to	Milk+Mo	Milk +Mo+Cys +to	Milk+Mo	Milk +Mo+Cys +to	
0	>0.2	3.2±0.4	~1.4	136.8±24.6	~2.3	243.7±41.6	>2
4	>0.2	3.2±0.3	~1.4	136.8±22.4	~2.3	243.7±42.3	>2
8	~0.3	3.2±0.4	~1.5	142.7±28.6	~2.5	249.7±43.7	12.6±2.1
12	~0.4	3.4±0.5	~1.5	149.8±19.4	~2.6	249.5±51.6	42.7±7.2
16	~0.4	3.4±0.4	~1.6	152.9±12.6	~2.5	252.3±32.4	48.5±6.3
20	~0.4	3.2±0.5	~1.5	150.7±13.2	~2.5	252.2±28.6	51.3±8.4
24	~0.4	3.2±0.3	~1.4	148.9±24.3	~2.4	248.5±35.4	51.3±7.8
28	~0.4	3.0±0.3	~1.4	148.6±13.8	~2.3	246.7±28.3	51.4±9.4
32	~0.4	2.9±0.4	~1.3	148.3±12.8	~2.2	246.8±32.6	51.5±11.3

*molybdenum content in milk in nanograms in milliliter

Our previous results obtained from experiments with fresh sheep, goat, camel and mare milk associated activities showed that the milk xanthine oxidase did not show its own activity and also nitrate and nitrite reductase activity. However, heat treatment (at 80–85 °C) of fresh milk for 5 minutes in the presence of exogenous sodium molybdate and thiols (cysteine or glutathione) resulted in the appearance of the associated activities of xanthine oxidase [11].

One of the ways to study of in vivo effect of exogenous molybdenum on the activity of xanthine oxidase is an addition of a salt of the metal in drinking water of domestic

animals [12]. It was found previously that molybdenum added in liquid feed was less toxic than that in fresh feedstuff [13].

An experiment was conducted to determine the effect of elevated dietary Mo and duration of feeding on its concentrations in internal organs [14].

The molybdenum absorption in the gastrointestinal tract depends on its chemical nature. Molybdenum and its compounds penetrate directly to gastrointestinal tract. For instance, water-soluble molybdate, thiomolybdate and oxothiomolybdate are absorbed from 75 % to 90 % in the gastrointestinal tract. Thereafter hen completely excreted in the form of molybdenum, mainly by urine. Molybdenum can also accumulate in milk [15].

Conclusion

There are several results according to research: 1) fresh milk after storage at -20 °C showed that storing milk frozen preserves the activities of the milk; 2) fresh sheep milk xanthine oxidase does not contain molybdenum; 3) heat treatment of milk at 80 °C during 5 min in the presence of exogenous molybdenum and cysteine led to activate xanthine oxidase in sheep milk; 4) molybdenum-containing water for a month had accumulated molybdenum in milk (max 51 nanograms / ml).

Acknowledgement

The work was performed within the project No. 1253/GF4: «The study of the stimulation of xanthine oxidase for the conversion of toxic nitrates and nitrites to useful nitric oxide in the fresh camel, mare, sheep and goat milk» of Ministry of Education and science of the Republic of Kazakhstan.

REFERENCES

- 1 **Matata, B., Elahi, M.** Oxidative stress / Nova Biomedical. – New York, 2007.
- 2 **Harrison, R.** Structure and function of xanthine oxidoreductase : where are we now? // Free Radicals in Biology and Medicine 33. – 2002. – P. 774–797. – [https://doi.org/10.1016/s0891-5849\(02\)00956-5](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(02)00956-5).
- 3 **Harrison, R.** Milk xanthine oxidase : Properties and physiological roles // International Dairy Journal 16(6). – 2006. – P. 546–554. – <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.08>.
- 4 **Hille, R., Nishino, T., Bittner, F.** Molybdenum enzymes in higher organisms // Coord. Chem. Ed. 255. – 2011. – P. 1179–1205. – <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2010.11.034>
- 5 **Bryan, N. S., Bian, K., Murad, F.** Discovery of the nitric oxide signaling pathway and targets for drug development // Frontiers in Bioscience 14. – 2009. – P. 1–18. – <https://doi.org/10.2741/3228>
- 6 **Alikulov, Z., Lvov, N. P., Kretovich, L.** Nitrate-nitrite reductase activity of milk xanthine oxidase // Biochemistry 45 (9). – 1980. – P. 1714–1719.
- 7 **Millar, T. M., Stevens, C. R., Benjamin, N., Eisenthal, R., Harrison, R., Blake D. R.** Xanthine oxidoreductase catalyzes the reduction of nitrates and nitrite to nitric oxide under hypoxic conditions // FEBS Letters 1. – 1998. – P. 225–228.
- 8 **Alikulov, Z. A., Bespaev, B., Yakupbaev, K.** The method of xanthineoxidase obtaining: author's certificate No. 1693047. – 1999.

9 **Alikulov, Z., Mukhamejanova, A., Kultaeva, M.** «Method of molybdenum determination in biological materials». Patent of Republic of Kazakhstan : No. 2396. – 2017.

10 **Godber, B. L., Doel, J. J., Sapkota, G. P., Blake, D. R., Stevens, C. R., Eisenthal, R., Harrison, R.** Reduction of nitrite to nitric oxide catalyzed by xanthine oxidoreductase // J. Biol. Chem. 275(11). – P. 757–763. – 2000. – <https://doi.org/10.1074/jbc.275.11.7757>.

11 **Dyusembayev, K., Kultaeva, M., Kusainova, A., Shalakhmetova, G., Alikulov Z.** Study on nitrate and nitrite reducing activity of mare's milk and their seasonal changes. Massachusetts review of science and technology // MIT Press. – 1(13). – 2016. – P. 857–862.

12 **Nine, D., Valchuk, N., Voronina, T., Bukhovets, V.** Influence of molybdenum on immunological reactivity of organisms // Gig. Sanit. 36:104. – 1971.

13 **Kincaid, R.** Toxicity of ammonium molybdenum added to drinking water of calves // J Dairy Sci. 63 (4). – 1980. – P. 608–610.

14 **Pott, B., Henry, P., Zanetti, A., Raob, P., Hinderberger, E.** Effects of high dietary molybdenum concentration and duration of feeding time on molybdenum and copper metabolism in sheep // Science and technology of animal feed 79: 1–2. – 1999.

15 National Toxicological program / Toxicology and carcinogenesis studies of molybdenum trioxide in rats F344/N and mice B6C3F1 (inhalation studies) // NIH publication. Technical report series 97: 3378. – 1997.

Material received on 06.06.22.

***А. С. Мұхамеджанова¹, З. А. Аликулов²**

¹Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

²Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

МОЛИБДЕННИҢ КСАНТИНОКСИДАЗАҒА ӘСЕРІ ЖӘНЕ СЫЫР СҮТІМЕН БАЙЛАНЫСТЫ БЕЛСЕНДІЛІГІ

Ксантинооксидаза – бұл молибден мен темірден тұратын флавопротеин, бастапқы заттардың соңғы тотығу күйін және птериндер мен кейбір алифатты және хош иісті альдегидтердің тотығу трансформациясын катализдейді.

Жұмыс барысында нәтижелер көрсеткендей, жаңа қой сүтінде ксантино оксидазасында молибден жоқ. Майлы глобул мицелласының (MFGM) ішкі мембранасында орналасқан ХО экзогендік молибден үшін қол жетімді емес сияқты. 80 °С температурада термиялық өңдеу кезінде сүт шарлары ыдырайды, содан кейін молекула денатурацияланады. Нәтижесінде молибденнің МРТ («молибдоптерин» немесе металл байланыстыратын птеринен-1,2-дитиолат) бар белсенді орталыққа қол жетімділігі артады. Біздің және басқа да көптеген зерттеулеріміз МРТ оттегіге өте сезімтал екенін көрсетті.

Бұл ферменттің маңыздылығына қарамастан, дәстүрлі үй жануарларының тіндерінде ксантин оксидазасының таралуы белгісіз. Бұрын біз жануарлардың сүтіндегі ксантинооксидаза молекулаларының көпшілігі молибденнің болмауына байланысты белсенді емес екенін анықтадық. Сияр сүті ауыз суға молибден *in vivo* қосу арқылы өңделді. Молибден мен цистеин болған кезде жануарлардың сүтін 80 °С температурада 5 минут қыздыру ксантин оксидазасының және онымен байланысты нитратредуктаза мен нитритредуктазаның белсенділігінің күрт артуына әкелді.

Кілтті сөздер: қой, сүт, молибден, ксантинооксидаза, нитратредуктаза, нитритредуктаза, белсенділік.

*А. С. Мухамеджанова¹, З. А. Аликулов²

¹Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар;

²Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,

Республика Казахстан, г. Нур-Султан.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

ВЛИЯНИЕ МОЛИБДЕНА НА КСАНТИНОКСИДАЗУ И СВЯЗАННУЮ С НЕЙ АКТИВНОСТЬ В КОРОВЬЕМ МОЛОКЕ

Ксантинооксидаза представляет собой флавопротеин, содержащий молибден и железо, катализирующий конечную степень окисления исходных веществ и окислительную трансформацию птеринов и некоторых алифатических и ароматических альдегидов.

Результаты показывают, что в свежем овечьем молоке ксантинооксидаза не содержит молибдена. По-видимому, XO, расположенный во внутренней мембране мицелл жировых глобул (MFGM), недоступен для экзогенного молибдена. Во время термической обработки при температуре 80 °С молочные шарики разрушаются, затем молекула денатурируется. В результате увеличивается доступ молибдена к активному центру, содержащему МРТ («молибдоптерин» или металлсвязывающий птеринен-1,2-дитиолат). Наши и другие многочисленные исследования показали, что МРТ чрезвычайно чувствителен к кислороду.

Несмотря на важность этого фермента, распределение ксантинооксидазы в тканях традиционных домашних животных неизвестно. Ранее мы обнаружили, что большинство молекул ксантинооксидазы в животном молоке неактивны из-за недостатка молибдена. Коровье молоко обрабатывали путем добавления молибдена *in vivo* в питьевую воду. Нагревание молока животных при 80 °С в течение 5 минут в присутствии молибдена и цистеина привело к резкому увеличению активности ксантинооксидазы и связанной с ней нитратредуктазы и нитритредуктазы.

Ключевые слова: овцы, молоко, молибден, ксантинооксидаза, нитратредуктаза, нитритредуктаза, активность.

СТРОИТЕЛЬСТВО

МРНТИ 67.09.56

<https://doi.org/10.48081/PAQM4593>

Е. Ж. Кусаинов¹, *С. Б. Жұмабек², К. Ш. Арынгазин³,
В. Т. Станевич⁴, С. К. Аманжолов⁵

Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар

САМОУПЛОТНЯЮЩИЙСЯ БЕТОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОБАВОК-МОДИФИКАТОРОВ

Проведен анализ современного состояния исследований в области технологии самоуплотняющихся бетонных смесей с использованием добавок-модификаторов.

Целью работы было изучение исходного сырья, разработка рецептуры и испытание образцов самоуплотняющегося бетона с использованием добавок-модификаторов.

В работе использовались стандартные, прецизионные методы исследований строительных материалов и физико-механических испытаний. В производственной лаборатории завода модульного домостроения ТОО «ModeX Astana» компании ВI Group разработана рецептура составов самоуплотняющегося бетона.

Представлены результаты введения добавки, изменяющей вязкость и микрокремнезема в состав самоуплотняющегося бетона в качестве модификаторов. Исследованы физико-механические и эксплуатационные свойства полученных образцов, такие как прочность на сжатие, на изгиб, на расщепление, водопоглощение, морозостойкость и др. Сделаны выводы о том, что летучая зола не только заменяет цемент, дорогостоящий компонент, но и повышает удобоукладываемость бетонной смеси. Самоуплотняющиеся бетонные смеси с добавкой-модификатор вязкости обеспечивают лучшую чистоту поверхности по сравнению с добавкой-диоксид кремния. Прочность на сжатие образцов с добавкой-диоксид кремния была выше, чем с добавкой-модификатор вязкости.

Показано эффективное использование самоуплотняющегося бетона с применением добавок-модификаторов при производстве железобетонных изделий для строительства зданий и сооружений.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, суперпластификаторы, прочность при сжатии, техногенные отходы, минеральные добавки.

Введение

Самоуплотняющийся бетон (СУБ) – это современный, технологичный материал, который под действием собственного веса может самостоятельно уплотняться, полностью заполняя объем, в том числе и в конструкциях тяжелых

форм. Рецептура самонесущего бетона определяется необходимостью применения эффективных пластифицированных смесей нового поколения, но требует применения минеральных микронаполнителей, оптимизированных по дисперсии, гранулометрическим и минеральным составам.

В отличие от обычных бетонных смесей, самоуплотняющиеся бетонные смеси позволяют легко проникать в густоармированные изделия, а также заполнять формы сложной конфигурации. Особенности состава самоуплотняющегося бетона могут вызвать ряд недостатков: высокую усадку, низкий модуль упругости, риск образования тепловых трещин в массивных конструкциях, снижение морозостойкости. В связи с этим приобретают актуальность исследования составов полифункциональных модификаторов на базе промышленных отходов, таких как агрегированный микрокремнезем, гранулированные металлургические шлаки, золошлаки ТЭС в бетонных смесях с нормируемыми свойствами и низкой себестоимостью [1].

На сегодняшний день в Казахстане самоуплотняющийся бетон мало используется из-за трудностей в организации производства такого бетона, а также из-за отсутствия нормативной базы. Тем не менее, многочисленные исследования в этой области способствуют популяризации самоуплотняющегося бетона как в Казахстане, так и в других странах [2].

В настоящее время в целях улучшения текучести бетонной консистенции сформированы и внедрены в практику эффективные суперпластифицирующие добавки нового поколения на базе полиакрилата и поликарбоксилата. Результаты применения смесей на основе поликарбоксилата в производстве самоуплотненного бетона рассматриваются во многих работах. В них описываются свойства поликарбоксилатов и их влияние на бетонную смесь, преимущества и недостатки их применения. Основные задачи самозатвердевающего бетона заключается в несовместимости смесей на базе поликарбоксилатов и некоторых типов цемента. Значительный пластифицирующий эффект не может быть достигнут при высоком содержании свободных щелочей в портландцементе, так как поликарбоксилаты не адсорбируются на поверхности гидратированных зерен [3].

Таблица 1 – Этапы развития СУБ

Этапы развития			
Контекст развития	Год	Область развития	Термин, используемый для СУБ
Япония	1988-1993	Самоуплотнение и прочность	Бетон с высокими эксплуатационными характеристиками, супер-работоспособный, легко поддающийся обработке, самозакладывающийся, самоуплотняющийся и сильно текучий бетон.
Швейцария	1993	СУБ для жилья	Самоуплотняющийся бетон
Европа	1997-2000	Безвибрационная технология и более низкая стоимость бетонной конструкции	Самоуплотняющийся бетон

В исследованиях установлено, что поликарбоксилат обладает оптимальной адсорбцией не только с цементными зернами, но и с зернами минерального наполнителя. В свою очередь, поликарбоксилатные смеси поглощаются на поверхности зерен известняка несколько лучше, чем на поверхности золошлака и шлака доменной печи. Другие исследователи доказали высокую эффективность введения в самонесущий бетон минеральных добавок в сочетании с суперпластификатором, таких как термоактивный каолин, микрокремнезем или измельченный известняк. За счет их соединения гарантируется минимальная потеря подвижности бетонной смеси в течение первых двух часов после введения минеральных добавок [4]. Процесс структурного формирования цементных дисперсий также активизируется развитием микроструктуры связующего камня путем модификации поверхности минеральных компонентов.

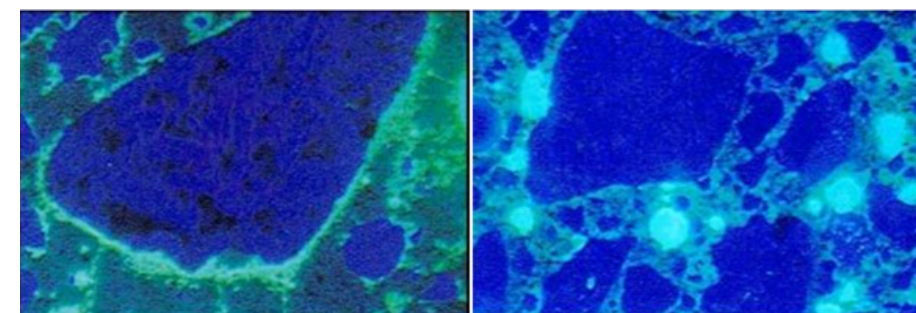


Рисунок 1 – Микроструктура бетона:

а – обычный вибробетон; б – самоуплотняющийся бетон

Как видно из рисунков, наилучшее сочетание компонентов в модификационных смесях и, при необходимости, введение других органических и минеральных материалов позволяет целенаправленно регулировать реологические свойства бетонных смесей, изменять структуру цементного камня на микроуровне и свойств, обеспечивать надежность работы бетонных конструкций [5].

Особый интерес представляет изучение влияния совместного введения суперпластификаторов в минеральные смеси, так как может изменяться не только пористость цементного камня, но и состояние продуктов гидратации, модуль упругости которых различен. Пластификатор на основе поликарбоксилатов изменяет относительную величину модуля упругости цементного камня в пределах 10 %, в этом случае при общем применении с минеральной смесью достигается значительное увеличение величины относительного модуля упругости [6].

Наиболее перспективными направлениями формирования самоуплотняющейся бетонной смеси являются исследования, связанные с изучением возможности использования известьесодержащих наполнителей, а также золошлаков. Этот аспект позволяет не только создать наилучшую реологию бетонной смеси, обеспечивая необходимые прочностные характеристики композита, но и эффективно использовать техногенные отходы [7].

Целью работы было изучение исходного сырья, разработка рецептуры и испытание образцов самоуплотняющегося бетона с использованием добавок-модификаторов.

Материалы и методы

В работе использовались стандартные, прецизионные методы исследований строительных материалов и физико-механических испытаний.

Рецептура составов самоуплотняющегося бетона была разработана в производственной лаборатории завода модульного домостроения ТОО «ModeX Astana» компании VI Group.

Для достижения целей настоящего исследования была запланирована экспериментальная программа. Проведено изучение свойств используемых сырьевых материалов.

Цемент: – Использовался цемент класса 42,5 (М500).

Летучая зола: – Летучая зола является побочным продуктом сжигания пылевидного угля на тепловых электростанциях. Плотность используемой летучей золы – 2,24 см²/г.

Мелкий заполнитель – песок, Мк = 2,32 см²/г.

Размер крупного заполнителя 20 мм – щебень, Мк = 6,92 см²/г.

Размер крупного заполнителя 10 мм: – щебень, Мк = 6,63 см²/г.

ДМВ. Glenium-stream – добавка, изменяющей вязкость.

Микрокремнезем – средний размер частиц от 0,1 до 0,2 микрон.

Плотность полученной бетонной смеси по лабораторным замесам составляет: 2015 кг/м³. Распływ конуса: 70 см.

Результаты и обсуждение

Из полученной бетонной смеси формовали образцы-кубики. Образцы были испытаны в соответствии с современными нормативными требованиями.

Изначально три разных смеси пропорции были выбраны на основе критериев общего содержания порошка для изготовления СУБ. Эти 3 смеси были следующими:

Смесь М1 = Цемент: Летучая зола = 300:400

Смесь М2 = Цемент: Пепельная зола = 300:400

Смесь М3 = Цемент: Летучая зола = 250:350

Кроме того, содержание микрокремнезема было принято равным 7,5 мас. % цемента.

Два различных типа СУБ были изготовлены в лаборатории, поддерживая постоянство В/Св на протяжении всей экспериментальной работы.

В/Св было принято равным 0,26 по весу и только СП/П соотношения варьировались, чтобы получить достаточный диаметр спада потока.

СУБ типа 1 – с микрокремнеземом

СУБ типа 2 – без микрокремнезема (при использовании ДМВ)

Позже были выбраны еще две пропорции смеси на основе объемной доли летучей золы в общем содержании связующего.

Смесь М4 = Цемент: Летучая зола = 275:370

Смесь М5 = Цемент: Летучая зола = 275:325

Для получения СУБ типа 2, использовался Glenium-stream в качестве добавки, модифицирующей вязкость.

СУБ типа 1 может быть описан как кремнезем/СУБ, а СУБ типа 2 может быть описан как ДМВ/СУБ.

По результатам испытаний получены результаты, представленные в таблицах 2–5.

Таблица 2 – Результат значений прочности на сжатие для СУБ с диоксидом кремния

№	Смесь Возраст(дн)	М1	М2	М3	М4	М5
		(300/350)*	(300/400)*	(250/350)*	(275/370)*	(275/325)*
1	3	21,3	23,6	8,83	19,6	18,5
2	7	26	35,6	23,5	33,33	31,25
3	28	45	48	32,6	58	52

Таблица 3 – Результат значений прочности на сжатие для СУБ с ДМВ, МПа

№	Смесь Возраст(дн)	М1	М2	М3	М4	М5
		(300/350)*	(300/400)*	(250/350)*	(275/370)*	(275/325)*
1	3	20,66	12,0	13,75	19,66	17,5
2	7	28,66	17,0	17,2	31,2	31,5
3	28	54,0	40,75	36,0	55,0	58,5

Оразцы помещали горизонтально между нагружающими поверхностями машины для испытаний на сжатие, и нагрузка прикладывалась до разрушения.

Таблица 4 – Результат испытания на расщепление СУБ с диоксидом кремния, МПа

№	Смесь Возраст(дн)	М1	М2	М3	М4	М5
		(300/350)*	(300/400)*	(250/350)*	(275/370)*	(275/325)*
1	3	1,8	1,9	0,84	1,25	1,22
2	7	2,1	3,34	1,96	1,75	1,87
3	28	3,45	4,03	3,18	3,2	4,15

Таблица 5 – Результат испытания на расщепление для СУБ с ДМВ, МПа

№	Возраст(дн)	М1	М2	М3	М4	М5
		(300/350)*	(300/400)*	(250/350)*	(275/370)*	(275/325)*
1	3	1,01	0,93	1,09	1,01	1,33
2	7	1,48	1,33	1,4	1,87	2,1
3	28	3,58	3,12	2,26	3,43	3,4

Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1 Летучая зола не только заменяет цемента, дорогостоящий компонент, но и повышает удобоукладываемость бетонной смеси, чтобы соответствовать критериям СУБ.

2 Если сравнивать два типа СУБ, а именно: СУБ с микродиоксидом кремния и СУБ без диоксида кремния (с использованием ДМВ), можно отметить, что ДМВ/СУБ обеспечивает лучшую чистоту поверхности по сравнению с диоксидом кремния/СУБ.

3 Качественная смесь СУБ может также быть получена с соотношением В/Св (по объему) менее 0,8.

4 Значения деформации для ДМВ/СУБ были выше по сравнению со значениями деформации для кремнезем/СУБ. Для ДМВ/СУБ - до 0,0065, тогда как для кремнезема/СУБ - до 0,0038.

5 Прочность на сжатие в раннем возрасте (в 3 и 7 дней) кремнезем/СУБ была выше, чем ДМВ/СУБ. С учетом 7-дневной прочности на сжатие, кремнезем/СУБ оказался в пределах от 23,5 до 35,6 МПа, тогда как для ДМВ/СУБ был в диапазоне от 17,0 до 31,5 МПа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Вовк, А. И.** Добавки на основе отечественных поликарбоксилатов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2012. – № 9. – С. 31–33.

2 **Плугін, А. А., Зайченка, М. М.** Електричні впливи на бетон (електрообробка та захист від електрокорозії бетонів, виробів і конструкцій із них): монографія. – Харків : Форт, 2013. – 300 с.

3 **Ahmed, S. A. R.** Review article on Self-Compacting Concrete / Civil Engineering Department, Faculty of Engineering Altahadi University, 2003. – P. 52.

4 **Егорова, Е. В.** Самоуплотняющиеся бетоны с полифункциональным модификатором на основе отходов промышленности : дис. ... канд. техн. Наук : 05.23.05. – Макеевка : ДНАСА, 2016. – 161 с.

5 **Holmberg, L., Hansson, M., Engstrand, J.** Новые суперпластификаторы на основе поликарбоксилата : доклад на конф. BALTIMIX-2006. [Электронный ресурс]. – URL: <http://mvw.spsss.ru/confer/conferarchive/reports/doclad06/> (Дата обращения 07.10.2006).

6 **Калашников, В. И., Тараканов, О. В., Беякова, Е. А., Москвин, Р. Н.** Самоуплотняющиеся бетоны нового поколения на основе местных сырьевых ресурсов // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – № 2. – С. 47–53.

7 **Merlin, F.** Adsorption and heterocoagulation of nonionic surfactants and latex 149 particles on cement hydrates // J. of Colloid and Interface Science. – 2005. – № 281. – P. 1–10.

8 **Баженов, Ю. М., Шубенкин, П. Ф., Дворкин, Л. И.** Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов. – М. : ИАСВ, 2015.

9 **Газиев, У. А., Акрамов, Х. А.** Отходы промышленности в производстве строительных материалов и изделий. – Ташкент, 2014.

10 **Баранова, А. А.** Влияние пластификаторов на свойства цементного теста / Баранова А. А., Полякова Е. О., Ховбощенко О. В. // Современные технологии и научно-технический прогресс. Т. 1. – № 1. – Ангарск : Издательство Ангарской государственной технической академии, 2017. – С. 30.

REFERENCES

1 **Vovk, A. I.** Dobavki na osnove otechestvennykh polikarboksilatov [Additives based on domestic polycarboxylates] // Stroitelnye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka. – 2012. – № 9. – P. 31–33.

2 **Plugin, A. A., Zaichenka, M. M.** Elektrichni vplivi na beton (elektroobrobka ta zakhist vid elektrokoroziï betoniv, virobiv i konstruktsii iz nikh): monografiia [Electrical influences on concrete (electro-processing and protection against electrocorrosion of concretes, products and structures made from them): monograph]. – Kharkiv : Fort, 2013. – 300 p.

3 **Ahmed, S. A. R.** Review article on Self-Compacting Concrete / Civil Engineering Department, Faculty of Engineering Altahadi University, 2003. – P. 52.

4 **Egorova, E. V.** Samouplotniaiushchiesia betony s polifunktsionalnym modifikatorom na osnove otkhodov promyshlennosti [Self-compacting concretes with a multifunctional modifier based on industrial waste] : dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.05. – Makeevka : DNASA, 2016. – 161 p.

5 **Holmberg, L., Hansson, M., Engstrand, J.** Novye superplastifikatory na osnove polikarboksilata [New polycarboxylate-based superplasticizers] : doklad na konf. BALTIMIX-2006 [Electronic resource]. – URL : <http://mvw.spsss.ru/confer/conferarchive/reports/doclad06/> (Access date 07.10.2006).

6 **Kalashnikov, V. I., Tarakanov, O. V., Beliakova, E. A., Moskvin, R. N.** Samouplotniaiushchiesia betony novogo pokoleniia na osnove mestnykh syrevykh resursov [New generation self-compacting concretes based on local raw materials] // Regionalnaia arkhitektura i stroitelstvo. – 2014. – № 2. – P. 47–53.

7 **Merlin, F.** Adsorption and heterocoagulation of nonionic surfactants and latex 149 particles on cement hydrates // J. of Colloid and Interface Science. – 2005. – № 281. – P. 1–10.

8 **Bazhenov, Iu. M., Shubenkin, P. F., Dvorkin, L. I.** Primenenie promyshlennykh otkhodov v proizvodstve stroitelnykh materialov [The use of industrial waste in the production of building materials]. – Moscow : IASV, 2015.

9 **Gaziev, U. A., Akramov, Kh. A.** Otkhody promyshlennosti v proizvodstve stroitelnykh materialov i izdelii [Industrial waste in the production of building materials and products]. – Tashkent, 2014.

10 **Baranova, A. A.** Vliianie plastifikatorov na svoistva tsementnogo testa [The effect of plasticizers on the properties of cement dough] / Baranova A. A., Poliakova E. O., Khovboshchenko O. V. // *Sovremennye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress*. T. 1, № 1. – Angarsk : Izdatelstvo Angarskoi gosudarstvennoi tekhnicheskoi akademii, 2017. – P. 30.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

**Е. Ж. Қусаинов¹, *С. Б. Жұмабек², К. Ш. Арынгазин³,
В. Т. Станевич⁴, С. К. Аманжолов⁵**

^{1,2,3,4,5}Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 06.06.22 баспаға түсті.

ТҮТҚЫРЛЫҚ МОДИФИКАТОРЫ НЕГІЗІНДЕ ӨЗДІГІНЕН ТЫҒЫЗДАЛАТЫН БЕТОН

Модификатор-қоспаларды қолдана отырып, өздігінен тығыздалатын бетон қоспаларының технологиясы саласындағы зерттеулердің қазіргі жай-күйіне талдау жүргізілді.

Жұмыстың мақсаты шикізатты зерттеу, рецепт әзірлеу және модификациялық қоспаларды қолдана отырып, өздігінен тығыздалған бетон үлгілерін сынау болды.

Жұмыста құрылыс материалдарын зерттеудің және физика-механикалық сынаудың стандартты, дәл әдістері қолданылды. «MODEX Astana» BI Group ЖШС модульдік үй құрылысы зауытының өндірістік зертханасында өздігінен тығыздалатын бетон композицияларының рецептурасы әзірленді.

Тұтқырлықты өзгертетін қоспаны және микрокремнеземді модификатор ретінде өздігінен тығыздалған бетонның құрамына енгізу нәтижелері ұсынылған. Алынған үлгілердің физикалық-механикалық және пайдалану қасиеттері зерттелді, мысалы, сығылу күші, иілу күші, бөліну, судың сіңуі, аязға төзімділік және т.б. Ұшап күл цементті, қымбат компонентті алмастырып қана қоймайды, сонымен қатар бетон қоспасының өңделуін арттырады деген қорытындыға келді. Тұтқырлық модификаторы қосылған өздігінен тығыздалған бетон қоспалары кремний диоксидінің қоспасымен салыстырғанда бетінің жақсы тазалығын қамтамасыз етеді. Кремний диоксиді қосылған сығымдау үлгілерінің беріктігі тұтқырлық модификаторына қарағанда жоғары болды.

Ғимараттар мен құрылыстарды салу үшін темірбетон бұйымдарын өндіруде модификатор қоспаларын қолдана отырып, өздігінен тығыздалған бетонды тиімді қолдану көрсетілген.

Кілтті сөздер: өздігінен тығыздалатын бетон, суперпластификаторлар, қолдану саласы, техногендік қалдықтар, минералды қоспалар.

**E. G. Kussainov¹, *S. B. Zhumabek², K. Sh. Aryngazin³,
V. T. Stanevich⁴, S. K. Amanzholov⁵**

^{1,2,3,4,5}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 06.06.22.

SELF-COMPACTING CONCRETE BASED ON A VISCOSITY MODIFIER

The analysis of the current state of research in the field of technology of self-compacting concrete mixtures using additives-modifiers is carried out.

The purpose of the work was to study raw materials, develop formulations and test samples of self-compacting concrete using modifier additives.

Standard, precision methods of research of building materials and physical and mechanical tests were used in the work. In the production laboratory of the modular housing construction plant of «ModeX Astana» BI Group LLP, a recipe for self-compacting concrete compositions has been developed.

The results of the introduction of a viscosity-altering additive and microsilicon into the composition of self-compacting concrete as modifiers are presented. The physicomachanical and operational properties of the obtained samples, such as compressive strength, bending strength, splitting, water absorption, frost resistance, etc., are investigated. It is concluded that fly ash not only replaces cement, an expensive component, but also increases the workability of the concrete mixture. Self-compacting concrete mixes with the addition of a viscosity modifier provide better surface cleanliness compared to the addition of silicon dioxide. The compressive strength of the samples with the addition of silicon dioxide was higher than with the addition of a viscosity modifier.

The effective use of self-compacting concrete with the use of additives-modifiers in the production of reinforced concrete products for the construction of buildings and structures is shown.

Keywords: self-compacting concrete, superplasticizers, scope of Application, man-made waste, mineral additives.

*Д. К. Оразова¹, К. Жания²^{1,2}Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОИЗОЛИРОВАННЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА УПРУГОМ ГРУНТОВОМ ОСНОВАНИИ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

В данной статье исследована эффективность утепления малозаглубленных фундаментов на упругом грунтовом основании. Рассмотрены методы решения эффективным путем проблемы строительства на пучинистых грунтах малоэтажных зданий. Применены теплоизоляционные материалы, которые частично или полностью исключают промерзание грунта под фундаментом. Рассмотрены три типа тестовых моделей для определения наиболее эффективного способа моделирования: модели упругого основания – для определения наиболее удачной и точной модели; модели объекта исследования с различными толщинами фундаментных плит – для выявления наиболее оптимальных параметров объекта исследования; модель насыщенного грунта. Предложен рациональный способ моделирования фундамента, работающих совместно с грунтовым основанием. Выполнен теплотехнический расчет здания. В качестве объекта исследования принято основание под двухэтажным кирпичным зданием с переменным режимом эксплуатации. Проведены экспериментальные и расчетные исследования по оценке влияния термоизолирующего слоя под фундаментом на напряженно-деформированное состояние основания.

В статье определен наиболее оптимальный способ моделирования укрепляемого основания фундамента. Разработаны модели фундамента и модели грунтового основания, работающих совместно. Выявлены наиболее рациональные модели. Выработаны практические рекомендации на основе предложенной модели.

Ключевые слова: грунт, фундамент, перемещения, деформации, осадка.

Введение

По климатическим особенностям в Казахстане строительство ведется на сезонно промерзающих грунтах, в том числе, с глубоким сезонным промерзанием. Глубина промерзания грунтов колеблется в широких пределах, достигая 2,5–3 м в северных и восточных регионах страны. Заглубление фундаментов ниже глубины сезонного промерзания приводит к большому объему земляных и бетонных работ, в конечном счете, увеличивая стоимость фундаментов (до 25 %–50 %). Особенно существенно этот факт сказывается на малоэтажных зданиях, где стоимость фундаментов распределяется на небольшое количество этажей, тем

самым резко повышая стоимость жилья по сравнению с многоэтажными зданиями. Наиболее эффективным путем решения проблемы строительства на пучинистых грунтах малоэтажных зданий может явиться применение теплоизоляционных материалов, которые частично или полностью исключают промерзание грунта под фундаментом.

В последние годы возникло новое направление строительства индивидуальных зданий за счет применения теплоизоляционных материалов частично или полностью исключить промерзание грунта под фундаментом, при глубине заложения в среднем от 0,5–1 метра. Технология малозаглубленного теплоизолированного фундамента может позволить уменьшить теплотери здания, что сократит расходы на отопление и увеличить срок службы фундамента [1].

Материалы и методы

Модели упругого основания (грунта)

При совместном расчете системы «здание и грунтовое основание» для грунта основания применяются четыре основные модели:

- модель коэффициента постели;
- линейно-деформируемой среды;
- билинейная модель;
- модель упрочняющегося грунта.

Модель Винклера – это модель, предназначенная только для решения контактной задачи. Согласно [2] в этой модели принимаются два существенных допущения: первое – осадка $W(x,y)$ точки поверхности основания прямо пропорциональна величине давления $p(x,y)$ в этой точке, второе – осадки происходят только в месте приложения нагрузки, а за пределами площади загрузки $W(x, y) = 0$

Модель линейно-деформируемого основания является более сложной моделью грунта основания. В СН РК 5.01-02-2013 «Основания зданий и сооружений» предлагаются две такие модели: модель линейно-деформируемого полупространства и линейно-деформируемого слоя.

Билинейная модель. Это упругопластическая модель, которая является дальнейшим усложнением модели линейно-деформируемого основания и учитывает наличие у грунта структурной прочности.

Осадка какой-либо точки поверхности основания (подошвы плиты) может быть записана в виде:

$$W = \int_{z_f}^{z_d} \varepsilon_z dz \quad (1)$$

где ε_z – послойные деформации грунта; z – вертикальная координата, возрастающая вниз; z_f – координата подошвы; $z_d = z_f + H$ – нижняя граница интегрирования; H – глубина сжимаемой толщи.

При определении W методом послойного суммирования без учета боковых деформаций ($\varepsilon_x = \varepsilon_y = 0$; $\varepsilon_z \neq 0$) в случае грунта со структурной прочностью для ε_z , принимаются зависимости:

$$\varepsilon_z = \beta \frac{\sigma_z - \sigma_0}{E_e} \quad \text{при } \sigma_z \leq p_c$$

$$\varepsilon_z = \beta \left[\frac{p_c - \sigma_0}{E_e} + \frac{\sigma_z - p_c}{E_0} \right] \quad \text{при } \sigma_z > p_c \quad (2)$$

где σ_z – суммарное эффективное вертикальное напряжение $\sigma_z = \sigma_0 + \sigma_p$;
 σ_0 – начальное вертикальное эффективное напряжение до начала приложения нагрузки, т.е. бытовое давление от собственного веса грунта и с добавкой давления от уже существующих соседних сооружений;
 σ_p – дополнительное вертикальное эффективное напряжение (от вновь построенного сооружения);
 E_0 – модуль общей (упругопластической) деформации;
 $E_e = (4 \dots 8) E_0$ – модуль упругой (обратимой) деформации;
 p_c – структурная прочность на сжатие, зависящая от плотности (пористости) грунта и давления;
 β – коэффициент, отражающий степень стеснённости боковых деформаций в условиях компрессионного испытания ($\varepsilon_x = \varepsilon_y = 0$)

Бытовое давление определяется в пределах каждого слоя по формуле:

$$\sigma_{gi} = \bar{\sigma}_{gi} + \gamma'_i(z_i - z), \quad (3)$$

где $\bar{\sigma}_{gi}$ – бытовое давление на кровле i-го слоя $z = z_i$;
 γ'_i – удельный вес грунта i-го слоя с учётом взвешивания при насыщении водой.

Изменение эффективного вертикального напряжения.

$$\Delta\sigma_k = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{3p_k(\zeta - z)^3}{2\pi R^5} d\xi d\eta, \quad (4)$$

где $R = \sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + (\zeta - z)^2}$, если $z > \zeta$ $\Delta\sigma_k = 0$.

Как правило, дно котлована принимается на отметке $z = zf$, равной отметке подошвы плиты; σ_p получается аналогичным интегрированием от заданной нагрузки по подошве плиты, величина α (значение σ_r от равномерно распределённой нагрузки $\pi = 1$ по площади плиты) – аналогичным интегрированием единичной нагрузки только по подошве плиты.

$$\Delta\sigma_k = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{3p_k(\zeta - z)^3}{2\pi(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)^{5/2}} d\xi d\eta = F(\xi_2, \eta_4) + F(\xi_1, \eta_1) - F(\xi_1, \eta_4) - F(\xi_2, \eta_1), \quad (5)$$

где $F(\xi, \eta) = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{\xi\eta\zeta(\xi^2 + \eta^2 + 2\zeta^2)}{\sqrt{(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)(\eta^2 + \zeta^2)}} + \arcsin \frac{\xi\eta}{\sqrt{(\xi^2 + \zeta^2)(\eta^2 + \zeta^2)}} \right]$

Для вычислимости при наличии особенностей принимается, что $F(\zeta, \eta, \zeta) = 0$ $\zeta < 0$ в $F(0,0,0) = 0.25$ (давление под углом равномерно нагруженной площади).

Для соответствующей элементарной площадки можно определить расчётный коэффициент постели:

$$k_{wi} = \frac{P_i}{w_i} \quad (6)$$

По сути, выражение для ε_z отображает нелинейные свойства грунта, для которого принимаются различные модули деформации, определенные при компрессионных испытаниях грунта, обладающего структурной прочностью, для выявления которой нагружения осуществляются малыми ступенями σ_z (рисунок 1)

Модуль деформации – ключевой элемент модели, то, что связывает модель основания с моделями грунтов [3].

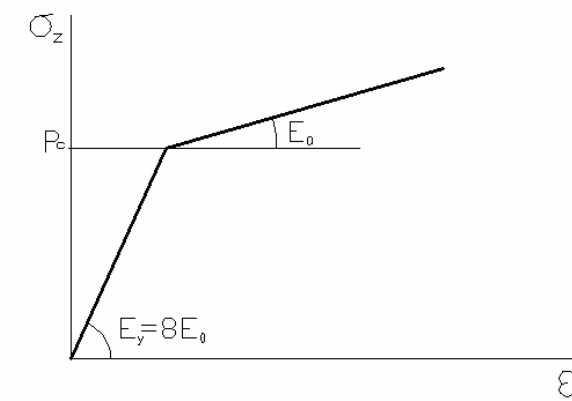


Рисунок 1 – График испытания грунта

Модель упрочняющегося грунта – это упругопластическая модель гиперболического типа, которая является основной моделью второго уровня. Эта модель учитывает эффект упрочнения как при сжатии, так и при сдвиге грунта; учитывает зависимость жесткостных характеристик от напряжений [4].

Результаты и обсуждение

Теплотехнический расчёт

В качестве объекта исследования принято основание под двухэтажным кирпичным зданием с переменным режимом эксплуатации. В качестве

теплоизолятора принимаем пенополистирольную изоляцию с прочностью на сжатие при 2 %-ной тинейной деформации – 83 кПа; с модулем упругости – 15000 кПа; В качестве материала для устройства грунтовой подушки и засыпки пазух котлована – гравийно–песчаную смесь плотностью $\rho = 1988 \text{ кг/м}^3$ и модулем деформации $E = 35000 \text{ кПа}$ [5].

Грунты основания представлены:

- суглинком мягким плотностью 18.2 кН/м^3 и модулем деформации 6110 кН/м^2 ;
- песком мелким плотностью 18.0 кН/м^3 и модулем деформации 28000 кН/м^2 ;
- глиной плотностью $21,0 \text{ кН/м}^3$ и модулем деформации 28000 кН/м^2 .

Расчёт глубины промерзания: нормативная глубина сезонного промерзания грунта $d_{in} = 1,2 \text{ м}$; расчетная глубина сезонного промерзания грунта $d_f = 0,8 \cdot 1,2 = 1 \text{ м}$.

Определение СГТВ и ИМ: среднегодовую температуру наружного воздуха определяем по СГТВ = $4,4^\circ\text{C}$; индекс мороза — по схематической карте, ИМ = $45000 \text{ градусо-часов}$ [6].

Определение параметров условной глубины промерзания. Для пользования таблицами принимаем СГТВ = $3,00^\circ\text{C}$, ИМ = $50 \text{ тыс. градус часов}$. Этим значениям входных параметров соответствуют следующие значения: толщина горизонтальной грунтовой подушки $\delta_h = 14,7 \text{ см}$, толщина вертикальной теплоизоляции $\delta_v = 6 \text{ см}$; ширина устраиваемой подушки (юбки) $D_h = 2,23 \text{ м}$, условная глубина промерзания $d_y = 0,66 \text{ м}$. [7]

Расчет толщины грунтовой подушки:

$$d'_f = kd_y \sqrt{\frac{\lambda_f \cdot (1 + W_c)}{\rho_f \cdot W_c}}, \text{ где} \quad (7)$$

где k – эмпирический коэффициент численно равный $2 \text{ м} \cdot \text{Вт}$;

d_y – условная глубина промерзания;

λ_f – коэффициент теплопроводности непучинистого грунта в мерзлом состоянии, применяемого для устройства грунтовой подушки и засыпки пазух котлована;

ρ_f – плотность грунтовой подушки непучинистого грунта;

W_c – суммарная влажность грунтовой подушки непучинистого грунта.

$$d'_f = 10 \cdot 0,66 \sqrt{\frac{1,17 \cdot (1 + 0,06)}{1988 \cdot 0,06}} = 0,673 \text{ м} \quad (8)$$

Толщина грунтовой подушки считается по формуле:

$$H = d'_f - (d + \delta_h), \quad (9)$$

где d – глубина заложения подошвы фундамента

$$H = 0,673 - (0,3 + 0,147) = 0,226 \text{ м}, \text{ принимаем } H = 0,23 \text{ м}$$

В итоге принимаем для моделирования следующие характеристики объекта исследования:

Фундамент – железобетонный, бетон класса В15, размерами в плане $8 \times 12 \text{ м}$, толщина $0,3 \text{ м}$.

Основание, из насыпной породы разреза «Восточный» – модуль деформации $E = 15000 \text{ кПа}$, коэффициент Пуассона $\nu = 0.4698$, плотность $\rho = 35,0 \text{ кг/м}^3$, толщина $0,15 \text{ м}$.

Грунтовая подушка – гравийно-песчаная смесь толщиной $0,23 \text{ м}$.

Грунты основания представлены: суглинком мягким толщиной 1 м ; песком мелким толщиной 2 м ; глиной.

Для проверки выбранных параметров теплоизоляции и противопучинистой подушки был проведен теплотехнический расчет в программе, предназначенной для расчета температурного поля ограждающих конструкций методом конечных элементов.

Исходные данные: фундамент, изоляционный материал и насыпное грунтовое основание замоделированы объёмными элементами с трилинейным распределением температуры.

Принятая расчетная схема приведена на рисунке 2.

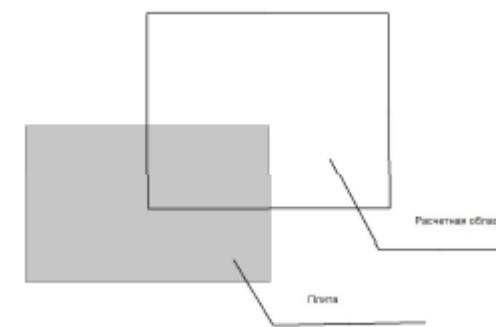


Рисунок 2 – Расчетная схема, принятая для моделирования объекта исследования

Примеры построения моделей. Замоделирован плитный фундамент и подстилающий слой (основание).

Исходные данные: фундамент замоделирован оболочечными элементами с размерами $0,5 \times 0,5 \text{ м}$; $t = 0,30 \text{ м}$; граничные условия (запрет линейных перемещений вдоль осей X и Y, запрет поворота вокруг Uz) установлены в 6 узлах модели; пенополистирольная изоляция – объёмными элементами с размерами $0,5 \times 0,5 \times 0,15 \text{ м}$; нагрузка – собственный вес КЭ; вес стандартного пола; нагрузка от вышерасположенных конструкций (полезная и собственный вес дома).

Принятые допущения: в модели не рассматриваются надфундаментные конструкции (только нагрузки от них); не моделируются изоляционная юбка, вертикальная изоляция и дренажная система.

Всего для моделирования было использовано 850 узлов и 1264 элементов.

Построение моделей упругого грунтового основания. Для выявления наиболее подходящей модели применительно к рассматриваемой задаче исследования, построено три модели грунтового основания, работающих совместно с плитным фундаментом и укрепляемым слоем с изоляцией.

Первая модель упругого основания (плоская задача): билинейная, неоднородная и многослойная в плане. Характеристиками основания являются модуль деформации и модуль упругости.

Исходные данные: Грунты основания представлены в таблице 2; граничные условия (запрет линейных перемещений вдоль осей X и Y, запрет поворота вокруг Uz) установлены в 6 узлах модели; нагрузка – нагрузка от замоделированного фундамента [8].

Таблица 1 – Характеристики грунтов основания

Наименование грунта	Удельный вес, кН/м ³	Модуль деформации, кН/м ²	Модуль упругости, кН/м ²
Гравийно-песчаная смесь	19.88	35000	291667.0
Суглинок мягкий	18.2	6110	50917.0
Песок мелкий	18.0	28000	233330
Глина	21.0	28000	233330

Принятые допущения: слой насыпного грунта принят бесконечным в плане.

Всего для моделирования было использовано 850 узлов и 1264 элементов.

Для сведения модели грунтового основания и модели фундамента был произведён комплекс итерационных расчётов.

Вторая модель упругого основания (объёмная задача): модель упругого полупространства – основание представлено некоторой «областью влияния», внутри которой наносится конечноэлементная сетка. Характеристикой основания является модуль упругости.

Исходные данные: основание замоделировано объёмными элементами, их размеры приведены в таблице 2 граничные условия: боковые грани – запрет линейных перемещений вдоль осей X и Y, запрет поворота вокруг Uz в угловых узлах; запрет линейных перемещений вдоль оси X, запрет поворота вокруг Uz в узлах грани, перпендикулярной оси X; запрет линейных перемещений вдоль оси Y, запрет поворота вокруг Uz в узлах грани, перпендикулярной оси Y; нижняя грань – запрет линейных перемещений вдоль всех осей, запрет поворота вокруг всех осей во всех узлах грани; нагрузка – нагрузка от замоделированного фундамента.

Таблица 2 – Характеристики второй модели упругого основания

Наименование грунта	Модуль упругости, кН/м ²	Размеры конечного элемента, м
Гравийно-песчаная смесь	291667,0	0,5x0,5x0,38
Суглинок мягкий	50917,0	0,5x0,5x1
Песок мелкий	233330	0,5x0,5x2
Глина	233330	0,5x0,5x3,04

Принятые допущения: слой насыпного грунта принят бесконечным в плане; границы грунтового основания приняты равными высоте сжимаемой толщи под фундаментом – 6,42 м.

Всего для моделирования было использовано 9590 узлов и 7872 элементов.

Третья модель упругого основания (объёмная задача): модель упругого полупространства – насыпное основание представлено некоторой «областью влияния», внутри которой наносится конечноэлементная сетка. Характеристикой основания является модуль деформации [9].

Исходные данные: основание замоделировано объёмными элементами, их размеры приведены в таблице 2; граничные условия: боковые грани – запрет линейных перемещений вдоль осей X и Y, запрет поворота вокруг Uz в угловых узлах; запрет линейных перемещений вдоль оси X, запрет поворота вокруг Uz в узлах грани, перпендикулярной оси X; запрет линейных перемещений вдоль оси Y, запрет поворота вокруг Uz в узлах грани, перпендикулярной оси Y; нижняя грань – запрет линейных перемещений вдоль всех осей, запрет поворота вокруг всех осей во всех узлах грани; нагрузка – нагрузка от замоделированного фундамента.

Таблица 3 – Характеристики третьей модели упругого основания

Наименование грунта	Модуль упругости, т/м ²	Размеры конечного элемента, м
Гравийно-песчаная смесь	3500	0,5x0,5x0,38
Суглинок мягкий	611	0,5x0,5x1
Песок мелкий	2800	0,5x0,5x2
Глина	2800	0,5x0,5x3,04

Принятые допущения:

- слой насыпного грунта принят бесконечным в плане;
- границы грунтового основания приняты равными высоте сжимаемой толщи под фундаментом – 6,42 м.

Всего для моделирования было использовано 9590 узлов и 7872 элементов [10].

Исследование моделей упругого основания. На их основании результатов статических расчётов на деформативность и прочность моделей построены графики по моделям упругого основания и проведен сравнительный анализ.

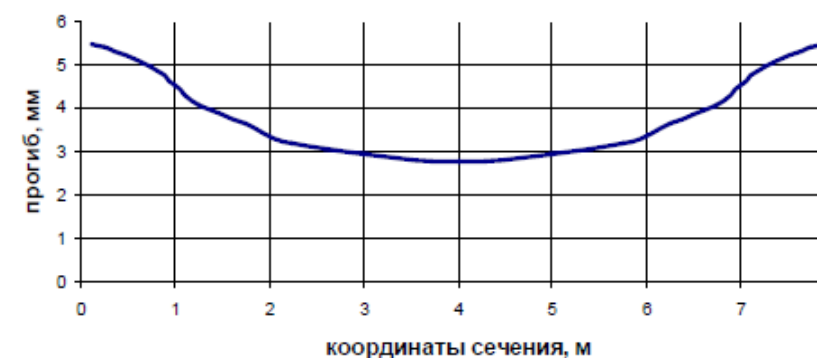


Рисунок 3 – Распределение прогибов в поперечном сечении плиты при моделировании упругого основания билинейной моделью

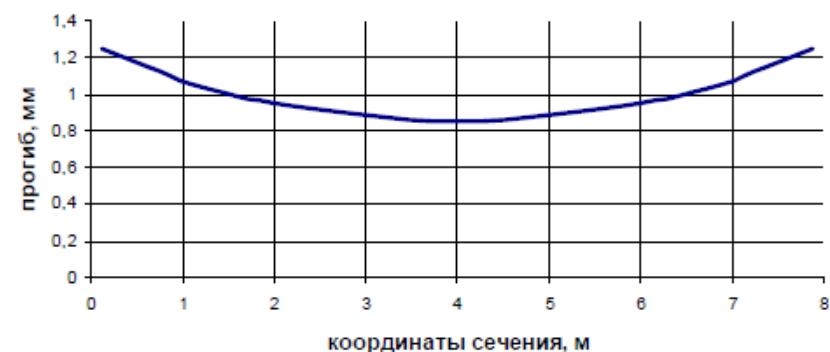


Рисунок 4– Распределение прогибов в поперечном сечении плиты при моделировании упругого основания моделью упругого полупространства (с модулем упругости)

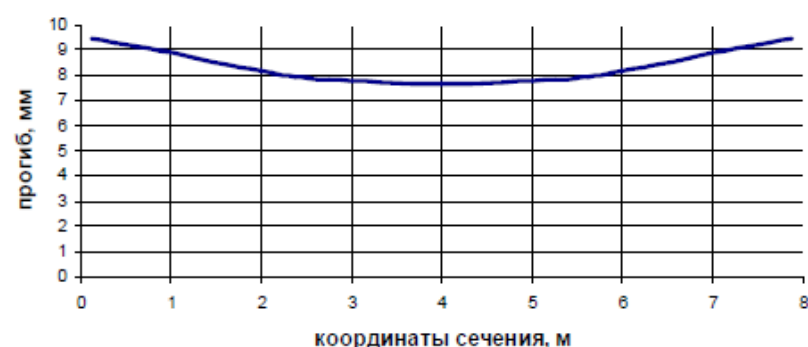


Рисунок 5 – Распределение прогибов в поперечном сечении плиты при моделировании упругого основания моделью упругого полупространства (с модулем деформации)

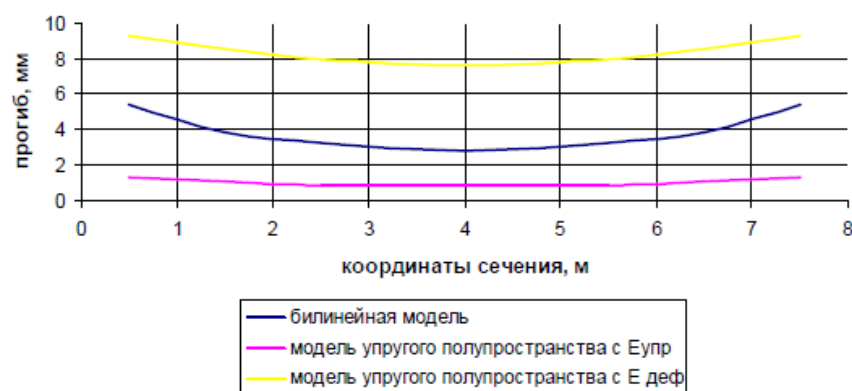


Рисунок 6 – Характер изменения величины прогиба в поперечном сечении плиты

Из графиков 3–6 видно, что билинейная модель упругого основания и модель упругого полупространства с Едеф переключаются между собой: характер

изменения их прогибов одинаков – плавная парабола (в отличие от модели упругого полупространства с $E_{упр}$, где изменение прогибов незначительно и представляет собой практически прямую линию); изополя перемещений имеют примерно одинаковое строение.

Опираясь на полученные результаты и выводы построим модель грунта на основании модели упругого полупространства с модулем деформации.

Выводы

Проведенный анализ теоретических и экспериментальных исследований показал, что одним из наиболее перспективных направлений строительства малоэтажных зданий на сезонно промерзающих грунтах является использование поверхностно теплоизолированных фундаментов. Практическое их использование повышает эффективность строительства малоэтажных зданий и сооружений и рассматривается как энергоэффективное направление.

Было рассмотрено 3 типа тестовых моделей для определения наиболее эффективного способа моделирования:

- модели упругого основания – для определения наиболее удачной и точной модели;
- модели объекта исследования с различными толщинами фундаментных плит – для выявления наиболее оптимальных параметров объекта исследования.
- модель насыпного грунта. Предложен рациональный способ моделирования фундамента, работающих совместно с грунтовым основанием

Из расчета видно, что с уменьшением толщины плиты увеличивается разница между максимальным и минимальным прогибом.

Показано, что внедрение 1 м^3 насыпного грунта из принятой породы для фундаментов взамен традиционных с глубиной заложения $1,5...2,0 \text{ м}$ может позволить сэкономить порядка: $0,1 \text{ м}^3$ цемента; $3,0 \text{ м}^3$ земляных работ; снизить расход бетона на $50-80 \%$, трудозатраты на $40-70\%$, стоимость на 15% и более.

Наиболее распространенным способом тепловой изоляции фундаментов мелкого заложения является применение пенополистирола, укладываемого непосредственно под подошвой фундамента в виде слоя, толщина которого определяется теплотехническим расчетом.

Результаты экспериментальных исследований моделей фундаментов на слое пенополистирола в лотке показали, что их осадки несущественно зависят от его водонасыщения, промораживания и последующего оттаивания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Веселов, В. В.** Автореферат – «Методика расчета теплоизолированных фундаментов на сезонно промерзающих грунтах». – Екатеринбург, 2007. – 45 с.
- 2 Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под общей ред. В. А. Ильичева и Р. А. Мангушева. – М. : Изд-во АСВ, 2014. – 728 с.
- 3 **Гольдштейн, М. Н., Царьков, А. А., Черкасов, И. И.** Механика грунтов, основания и фундаменты. – М. : Транспорт, 2015. – 220 с.

4 Далматов, Б. И., Бронин, В. Н., Карлов, В. Д. и др. Основания и фундаменты. Ч. 2. Основы геотехники : Учебник / Под ред. проф. Б. И. Далматова – М. : Изд-во АСВ, 2002. – 392 с.

5 Далматов, Б.И., Лапшин, Ф. К., Россихин, Ю. В. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов. – Л. : Стройиздат., 2016.– 240 с.

6 Ершов, Э. Д. Деформации и напряжения в промерзающих и оттаивающих породах. – М. : Изд-во Московского университета, 2013.– 167 с.

7 Золотарь, И. А. Обоснование условий и технико-экономической целесообразности применения плит из экструдированного полистирола «Пеноплэкс» в конструкциях дорожных одежд автомобильных дорог / Военная академия тыла и транспорта. – СПб. : Изд-во ВАТТ, 2009. – 42 с.

8 Иванов, А. И. Региональные и теплофизические исследования мерзлых горных пород Сибири – Якутск, Якутское книжное издательство, 2006. – 224 с.

9 Иванов, Н. С. Моделирование тепловых процессов в горных породах. – М. : Издательство «Наука», 2009. – 138 с.

10 Иванов, П. Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений. – М. : Высшая школа, 2010. – 352 с.

REFERENCES

1 Veselov, V. V. Avtoreferat – «Metodika rascheta teploizolirovanny`x fundamentov na sezonno promerzayushhix gruntax» [Abstract – «Method of calculation of thermally insulated foundations on seasonally freezing soils»]. Ekaterinburg, 2007. – 45 p.

2 Spravochnik geotexnika. Osnovaniya, fundamenty` i podzemny`e sooruzheniya [Geotechnics Reference Book. Foundations, foundations and underground structures] / Pod obshhej red. V. A. Il`icheva i R. A. Mangusheva. – Moscow : Izd-vo ASV, 2014. – 728 p.

3 Gol`dshtejn, M. N., Czar`kov, A. A., Cherkasov, I. I. Mexanika gruntov, osnovaniya i fundamenty` [Soil mechanics, foundations and foundations]. – Moscow : Transport, 2015. – 220 p.

4 Dalmatov, B. I., Bronin, V. N., Karlov, V. D. i dr. Osnovaniya i fundamenty`. Ch. 2. Osnovy` geotexniki [Foundations and foundations. Part 2. Fundamentals of geotechnics] : Uchebnik / Pod red. prof. B.I. Dalmatova. – Moscow : Izd-vo ASV, 2002. – 392 p.

5 Dalmatov, B. I., Lapshin, F. K., Rossixin, Yu. V. Proektirovanie svajny`x fundamentov v usloviyax slaby`x gruntov [Design of pile foundations in conditions of weak soils]. – L. : Strojizdat., 2016. – 240 p.

6 Ershov, E. D. Deformacii i napryazheniya v promerzayushhix i ottaivayushhix porodax [Deformations and stresses in freezing and thawing rocks]. – Moscow : Izd-vo Moskovskogo universiteta, 2013.– 167 p.

7 Zolotar`, I. A. Obosnovanie uslovij i tehniko-e`konomicheskoy celesoobraznosti primeneniya плит из e`kstrudirovannogo polistirola «Penople`ks» v konstrukciyax dorozhny`x odezhd avtomobil`ny`x dorog [Substantiation of the conditions and technical and economic feasibility of the use of plates made of extruded polystyrene «Penoplex» in

the constructions of road clothes of highways] // Voennaya akademiya ty`la i transporta – St. Peterburg : Izd-vo VATT, 2009. – 42 p.

8 Ivanov, A. I. Regional`ny`e i teplofizicheskie issledovaniya merzly`x gorny`x porod Sibiri [Regional and thermophysical studies of frozen rocks of Siberia]. – Yakutsk : Yakutskoe knizhnoe izdatel`stvo, 2006. – 224 p.

9 Ivanov, N. S. Modelirovanie teplovy`x processov v gorny`x porodax [Modeling of thermal processes in rocks]. – Moscow : Izdatel`stvo «Nauka», 2009. – 138 p.

10 Ivanov, P. L. Grunty` i osnovaniya gidrotexnicheskix sooruzhenij [Soils and foundations of hydraulic structures]. – Moscow : Vy`sshaya shkola, 2010. – 352 p.

Материал поступил редакцию 06.06.22.

*Д. К. Оразова¹, К. Жания²

^{1,2}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

АЗ ҚАБАТТЫ ҒИМАРАТТАР ҮШІН СЕРПІМДІ ТОПЫРАҚ НЕГІЗІНДЕГІ ЖЫЛУ ОҚШАУЛАНҒАН ІРГЕТАСТАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Бұл мақалада серпімді топырақ негізіндегі төмен тереңдетілген іргетастарды оқшаулаудың тиімділігі зерттелген. Төмен қабатты ғимараттардың терең топырақтарында құрылыс мәселесін тиімді шешу әдістері қарастырылған. Жылу оқшаулағыш материалдар қолданылады, олар іргетас астындағы топырақтың қатып қалуын ішінара немесе толығымен жояды. Модельдеудің ең тиімді әдісін анықтау үшін тест модельдерінің 3 түрі қарастырылады – серпімді негіз модельдері-ең сәтті және дәл модельді анықтау үшін; іргетас плиталарының қалыңдығы әртүрлі зерттеу объектісінің модельдері-зерттеу объектісінің ең оңтайлы параметрлерін анықтау үшін; топырақ үйіндісінің моделі. Топырақ негізімен бірге жұмыс істейтін іргетасты модельдеудің ұтымды әдісі ұсынылған. Ғимараттың жылу техникалық есебі орындалды. Зерттеу объектісі ретінде ауыспалы пайдалану режимі бар екі қабатты кірпіш ғимарат астындағы негіз қабылданды. Іргетас астындағы жылу оқшаулағыш қабаттың кернеулі-деформацияланған күйіне әсерін бағалау бойынша эксперименттік және есептік зерттеулер жүргізілді.

Мақалада іргетастың нығайтылатын негізін модельдеудің ең оңтайлы әдісі анықталған. Іргетастың модельдері және бірге жұмыс істейтін топырақ негізінің модельдері жасалды. Ең ұтымды модельдер анықталды. Ұсынылған модель негізінде практикалық ұсыныстар жасалды.

Кілтті сөздер: топырақ, іргетас, орын ауыстыру, деформация, шоғу.

*D. K. Orazova¹, K. Zhaniya²^{1,2}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 06.06.22.**IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE USE OF THERMALLY
INSULATED FOUNDATIONS ON ELASTIC SOIL FOUNDATIONS
FOR LOW-RISE BUILDINGS**

In this article, the effectiveness of insulation of low-depth foundations on an elastic soil base is investigated. Methods of solving the problem of construction of low-rise buildings on heaving soils in an effective way are considered. Thermal insulation materials have been applied, which partially or completely exclude the freezing of the soil under the foundation. 3 types of test models are considered to determine the most effective method of modeling: elastic base models – to determine the most successful and accurate model; models of the object of study with different thicknesses of foundation slabs – to identify the most optimal parameters of the object of study; a model of bulk soil. A rational method of modeling the foundation, working together with the soil foundation, is proposed. The thermal engineering calculation of the building was performed. The base under a two-story brick building with a variable operating mode is accepted as the object of research. Experimental and computational studies have been carried out to assess the effect of the thermal insulation layer under the foundation on the stress-strain state of the foundation.

The article defines the most optimal way of modeling the reinforced foundation foundation. Foundation models and ground foundation models working together have been developed. The most rational models have been identified. Practical recommendations have been developed based on the proposed model.

Keywords: soil, foundation, displacement, deformation, sediment.

SRSTI 666.974

<https://doi.org/10.48081/WDGE4863>*S. T. Akimbekova¹, Zh. D. Ospanova², G. I. Yakubovskaya³^{1,2,3}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar**WAYS TO MANAGE THE QUALITY OF NANOCRETE**

This article presents an integrated approach to the design of the concrete composition, which contains a combination of various types of modification of the concrete mixture by introducing a hyperplasticizer based on polycarboxylate ether, as well as reinforcing fibers (anisotropic additive), activation of aggregates, binders and mixing water. It is shown how the reinforcement of concrete cement stone with fibers reduces the formation of shrinkage cracks and increases its frost resistance, and polycarboxylate nanoparticles significantly reduce the amount of water used and the drying time of the material, making the steam treatment stage optional.

The article presents the mechanism of action of the hyperplasticizer, the test results of samples-beams and samples-cubes at the age of 28 days, as well as the result. As a result of the action, polycarboxylate particles are adsorbed on the surface of cement grains, repel each other and set the cement mortar in motion. With the help of this approach, a condition is created for the formation of a cement stone nanostructure of various functional actions with the help of nanoparticles already at the initial stage of mixing.

Keywords: concrete, nanotechnology, durability, structure, superplasticizer, fiber, hyperplasticizer.

Introduction

Currently, nanotechnology in the production of concrete allows for local stimulation of chemical reactions at the molecular level, changing the properties of traditional structural materials by modifying them with nanostructures, increasing strength, water and corrosion resistance.

One of the most important in the technology of nanobeton is the directed use of the process of self-formation of cement stone (in cement concretes), launched by nanoparticles specially introduced into the composition of concrete-nanoinitiators, either containing some compounds that initiate a special growth of cement stone, or possessing stable anisotropy of electrophysical properties, also causing the directed development of cement stone during concrete maturation. Nanocrete has these or other advantages due to its special structure set at the nanoscale [1].

The structure and properties of concrete are primarily determined by the quality of the cement stone. Which, accordingly, leads to the need to form a cement stone structure that will have a high density, low water permeability, high strength, frost resistance and corrosion resistance [2].

Materials and methods

To improve these properties, an integrated approach to the design of the concrete composition is required, which will contain a combination of various types of modification of the concrete mixture by introducing a hyperplasticizer based on polycarboxylate ether, as well as reinforcing fibers (anisotropic additive), activation of aggregates, binders and mixing water.

One of the ways to improve the properties of concrete is dispersed reinforcement with fibers (fiber) of various origins, such as polypropylene, steel, glass, basalt, synthetic, carbon and others. Reinforcement of concrete cement stone with fibers reduces the formation of shrinkage cracks and increases its frost resistance [3, 4].

The polycarboxylate ether-based hyperplasticizer is superior to traditional superplasticizers in reducing the amount of water, preserving workability, shrinkage, not to mention other parameters. With the help of the new technology, it is possible to create polymers for different types of cement, but this also means that each polymer structure behaves differently in different cements [5].

Results and discussion

It should also be mentioned about self-compacting concrete, which does not require vibration to consolidate the composition. Its use significantly reduces energy and labor costs. The starting material containing highly dispersed polycarboxylate nanoparticles behaves like a thick liquid with a small cement-water ratio. When drying, the swelling particles of the plasticizer prevent the formation of voids and cracks [6]. Self-compacting concrete has another important advantage. Conventional plasticized concrete slowly sets in winter, which leads to the need for additional steam treatment of structures. Polycarboxylate nanoparticles significantly reduce the amount of water used and the drying time of the material, making the steam treatment stage optional [7].

The mechanism of action of the hyperplasticizer is shown in Figure 1.

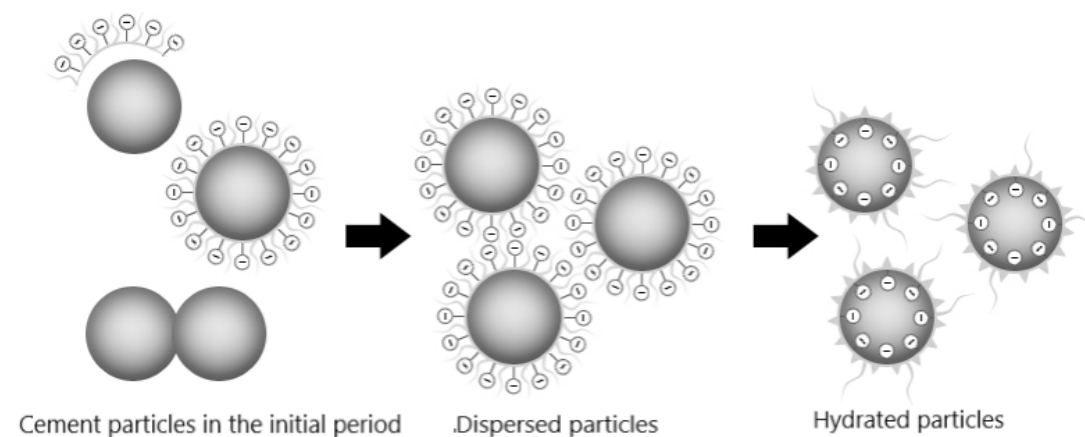


Figure 1 – Mechanism of action of polycarboxylate additive

The mechanism of action of the new superplasticizer is that polycarboxylate particles are adsorbed on the surface of cement grains and give them a negative charge. As a result, the cement grains mutually repel and drive the cement mortar. Only a small part

of the cement grain is coated with polymer and the free surface of the cement floccules are sufficient for water access and the hydration reaction. Note that the structure of polymers differ in the length of the main chain, the length of the side chains, the number of side chains and the ionic charge. Therefore, the properties of these polymers can be controlled by changing the molecular structure and directly affecting the properties of cement stone [8].

During the experiment, a control composition and formulations were made with the joint introduction of GP «Muraplast FK 63» with polypropylene fiber.

Figures 2 and 3 show data on the study of the effect of complex administration of the above-mentioned compositions of cement stone at the age of 28 days.

It should be noted that already at the daily age of the samples, an early set of strength, acceleration of hardening of cement stone, light stripping, smooth surface and smooth edges of the samples are noticed.

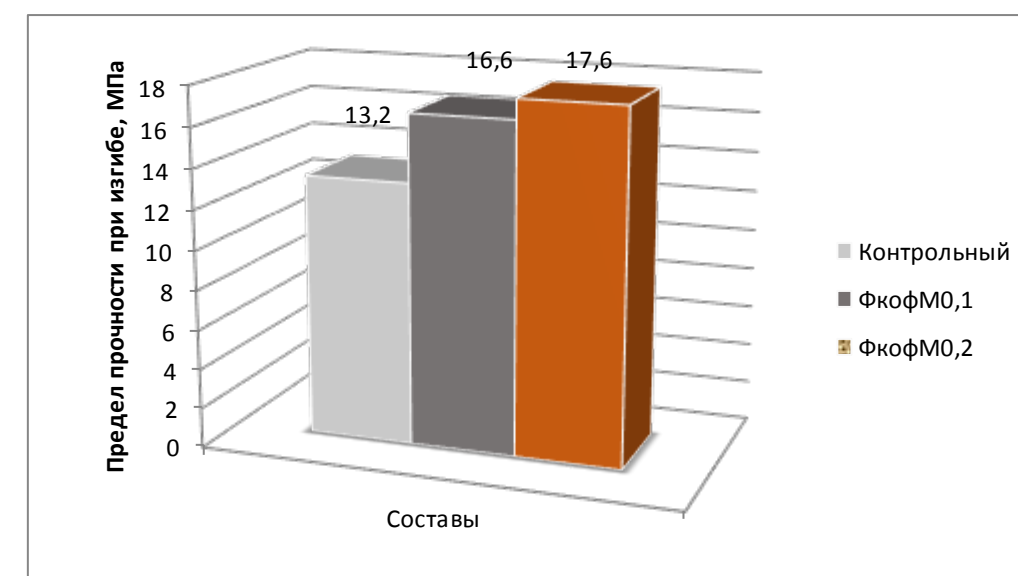


Figure 2 – Test results of beam samples at the age of 28 days

After analyzing the obtained values, it was found that with the introduction of polypropylene fiber modifiers in a percentage of 0,1 % (FcofM0.1) and Muraplast FK 63–0,5 % (by weight of cement), the bending strength of the beam samples increased by 25,7 %, and in a percentage of 0,2 % (FcofM0.2) – by 33,3 %.

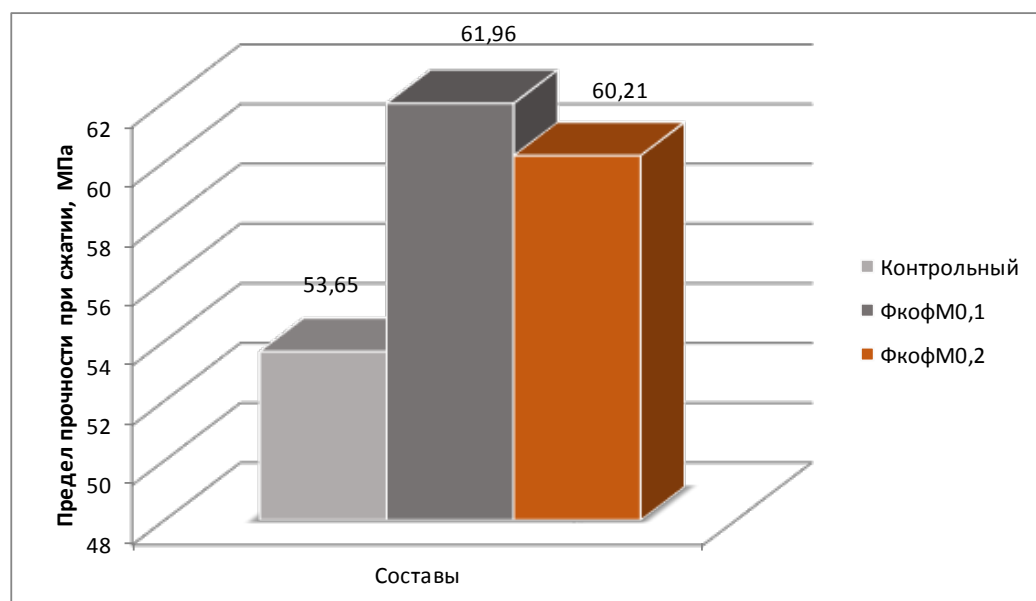


Figure 3 – Test results of cube samples at the age of 28 days

As a result of the analysis of the obtained values, it was found that with the introduction of fiber in a percentage of 0,1 % (FcofM0.1) and Muraplast FK 63 – 0,5 % (by weight of cement), the compressive strength of the cube samples increased by 15,5 %, and with a percentage of 0,2 % (FcofM0.2) – by 12,2 % [9, 10].

Conclusions

Thus, by adding polypropylene reinforcing fiber together with the «Muraplast FK63» modifier to the cement mortar, a condition is created for the formation of a cement stone nanostructure of various functional actions using nanoparticles already at the initial stage of mixing.

At a later stage, when the cement stone has hardened and begins to shrink, polypropylene fiber fibers connect the edges of the cracks, thus reducing the risk of fracture. The use of fiber makes it possible to reduce the water separation of cement stone through effective hydration control, thereby reducing internal loads.

During the experiment, it was noted that polypropylene fiber is resistant to absolutely all chemicals that make up cement stone, to physical damage during mixing, is distributed evenly, without forming clots (when using a coffee grinder) throughout the entire volume of the composition and reinforcing it in all directions, does not lose its durability and appearance. Fiber is also compatible with any additives in cement composition and in concrete.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Баженов, Ю. М.** Модифицированные высококачественные бетоны / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников // Научное издание. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 368 с.

2 **Касторных, Л. И.** Добавки в бетоны и строительные растворы : учебно-справочное пособие / Л. И. Касторных. – 2-е изд. – Ростов н/Д. : Феникс, 2007. – 221 с.

3 **Белов, В. В., Смирнов, М. А.** Инновационные решения в технологии высокотехнологичных бетонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cdokp.tstu.tver.ru/site.services/>

4 **Базанов, С. М., Торопова, М. В.** Самоуплотняющийся бетон – эффективный инструмент в решении задач строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.бетонплюс.рф/samuplбетон.htm/>.

5 ГОСТ 24211, ГОСТ 30459, ТУ 5745-013-51552155-2003. Muraplast FK 63. Гиперпластификатор для бетона, железобетона и предварительно напряженных железобетонных конструкций. 2003. – 2 с.

6 Добавки для бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nt-stroy.ru/dobavki-dlja-betona.html>.

7 **Баженов, Ю. М.** Технология бетона. – М. : Изд-во АСВ, 2011. – 491 с.

8 **Кудрышова, Б. Ч., Акимбекова, С. Т.** Управление взаимосвязи свойствами цементного камня и качеством бетона. Сборник научных трудов IV Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых / Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее. Т1. – Томск : 2015. – С. 31–35.

9 **Саканов, К. Т., Акимбекова, С. Т.** Пути управления качеством нанобетона. Сборник научных трудов IV Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых / Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее. Т1. – Томск : 2015. – С. 26–30.

10 **Кудряков, А. И., Ушакова, А. С., Тотай, С. Т.** Управление качеством цементного камня бетона для дорожного покрытия. Международный сборник научных трудов/Новые технологии в строительном материаловедении. – Новосибирск : 2012. – С. 97–101.

REFERENCES

1 **Bazhenov, Yu. M.** Modified high-quality concrete / Yu. M. Bazhenov, V. S. Demyanova, V. I. Kalashnikov // Scientific edition. – Moscow : Publishing House of the Association of Construction Universities, 2006. – 368 p.

2 **Kastornykh, L. I.** Additives in concrete and building mortars: an educational reference manual / L. I. Kastornykh. – 2nd ed. – Rostov n/A : Phoenix, 2007. – 221 p.

3 **Belov, V. V., Smirnov, M. A.** Innovative solutions in the technology of high-tech concrete [Electronic resource]. – Access mode: <http://cdokp.tstu.tver.ru/site.services/>

4 **Bazanov, S. M., Toropova, M. V.** Self-compacting concrete is an effective tool in solving construction problems [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.бетонплюс.рф/samuplбетон.htm/>.

5 GOST 24211, GOST 30459, TU 5745-013-51552155-2003. Muraplast FK 63. Hyperplasticizer for concrete, reinforced concrete and prestressed reinforced concrete structures. 2003. – 2 p.

6 Additives for concrete [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.nt-stroy.ru/dobavki-dlja-betona.html>.

7 **Bazhenov, Yu. M.** Technology of concrete. – Moscow : Publishing House of the DIA, 2011 – 491 p.

8 **Kudryshova, B. Ch., Akimbekova, S. T.** Managing the relationship between the properties of cement stone and the quality of concrete. Collection of scientific papers of the IV International Conference of schoolchildren, students, postgraduates, young scientists / Resource-efficient systems in management and control : a look into the future. T1. – Tomsk : 2015. – P. 31–35.

9 **Sakanov, K. T., Akimbekova, S. T.** Ways of nanobeton quality management. Collection of scientific papers of the IV International Conference of schoolchildren, students, postgraduates, young scientists / Resource-efficient systems in management and control: a look into the future. T1. – Tomsk : 2015. – P. 26–30.

10 **Kudyakov, A. I., Ushakova, A. S., Totay, S. T.** Quality management of cement stone concrete for pavement. International collection of scientific papers // New technologies in building materials science. – Novosibirsk : 2012. – P. 97–101.

Material received on 06.06.22.

***С. Т. Акимбекова¹, Ж. Д. Оспанова², Г. И. Якубовская³**

^{1,2,3}Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 06.06.22 баспаға түсті.

НАНОБЕТОННЫҢ САПАСЫН БАСҚАРУ ЖОЛДАРЫ

Бұл мақалада бетонның құрамын жобалауға кешенді тәсіл ұсынылған, онда поликарбонаттар эфиріне негізделген гиперпластификаторды, сондай-ақ күшейтетін талшықтарды (анизотропты қоспа), агрегаттарды, байланыстырғыштарды және суды белсендіруді енгізу арқылы бетон қоспасын түрлендірудің әртүрлі түрлерінің комбинациясы бар. Бетон цемент тасын талшықтармен нығайту шөгу жарықтарын азайтады және оның аязға төзімділігін арттырады, ал поликарбонаттың нанобөліктері пайдаланылған судың мөлшерін және материалдың кептіру уақытын едәуір азайтады, бұл бұмен өңдеудің қажетсіз кезеңін жасайды.

Мақалада гиперпластификатордың әсер ету механизмі, 28 күндік үлгілер мен текшелерді сынаудың нәтижелері, сондай-ақ қорытындылар келтірілген. Әсер ету нәтижесінде поликарбонат бөліктері цемент түйірлерінің бетіне адсорбцияланады, өзара итеріліп, цемент ерітіндісін қозғалысқа келтіреді. Осы тәсілдің көмегімен араластырудың бастапқы кезеңінде нанобөліктерді қолдана отырып, әртүрлі функционалды әрекеттегі цемент тасының наноқұрылымын қалыптастыру үшін жағдай жасалады.

Кілтті сөздер: бетон, нанотехнология, беріктік, құрылым, суперпластификатор, талшық, гиперпластификатор.

***С. Т. Акимбекова¹, Ж. Д. Оспанова², Г. И. Якубовская³**

^{1,2,3}Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 06.06.22.

ПУТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НАНОБЕТОНА

В данной статье представлен комплексный подход к проектированию состава бетона, который содержит в себе комбинирование различных видов модифицирования бетонной смеси за счет введения гиперпластификатора на основе эфира поликарбонатов, а также армирующих волокон (анизотропная добавка), активацию заполнителей, вяжущих веществ и воды затворения. Показано, как армирование цементного камня бетона волокнами уменьшает образование усадочных трещин и увеличивает его морозостойкость, а наночастицы поликарбоната значительно уменьшают количество используемой воды и время засыхания материала, делая необязательной стадию парообработки.

В статье приводится механизм действия гиперпластификатора, результаты испытаний образцов-балочек и образцов-кубиков в возрасте 28 суток, а также результат. В результате действия частицы поликарбоната адсорбируются на поверхности цементных зерен, взаимно отталкиваются и приводят в движение цементный раствор. С помощью данного подхода создается условие для формирования наноструктуры цементного камня различного функционального действия с помощью наночастиц уже на начальном этапе смешивания.

Ключевые слова: бетон, нанотехнология, долговечность, структура, суперпластификатор, волокно, гиперпластификатор

МРНТИ 73.29.61

<https://doi.org/10.48081/FIQ1647>

**Р. А. Козбагаров¹, *Н. С. Камзанов², Э. А. Бегимкулова³,
А. К. Каукаров⁴**

^{1,3}Академия логистики и транспорта,
Республика Казахстан, г. Алматы;

²Сатпаев университет,
Республика Казахстан, г. Алматы;

⁴Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова,
Республика Казахстан, г. Актөбе

ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ ДОРОЖНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РОВНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Дорожная одежда представляет собой конструкцию проезжей части, которая включает в себя несколько слоев из различных материалов. Основные требования к дорожной одежде, обеспечивающие безопасное движение автомобилей с расчетными скоростями: необходимая прочность; ровность; шероховатость поверхности; беспыльность. В то же время дорожная одежда должна отвечать требованиям экономичности и надежности, обеспечивать возможность максимальной механизации строительства и быть технологичной. Экономичность определяют затратами на строительство, ремонт, содержание проезжей части, перевозку пассажиров и грузов, потери времени пассажиров в пути, дорожно-транспортные происшествия. Под надежностью понимают экономически обоснованную вероятность безотказной работы дорожной одежды. С увеличением надежности дорожной одежды, как правило, возрастают затраты на ее строительство, но снижаются эксплуатационные затраты (на ремонт, содержание, транспортные расходы и др.). Рациональное решение может быть найдено в результате оптимизации, которую вследствие сложности и многодельности расчетов обычно выполняют с применением компьютеров и специальных программ, в частности систем автоматизированного проектирования. Конструкцию дорожной одежды и вид покрытия следует принимать исходя из транспортно-эксплуатационных требований и категории проектируемой дороги с учетом интенсивности движения и состава автотранспортных средств, климатических и грунтово-гидрологических условий, санитарно-гигиенических требований, а также обеспеченности района строительства дороги местными строительными материалами.

Ключевые слова: автомобильные дороги; ровность дорог; дорожное покрытие; асфальтобетон.

Введение

Анализ работ по исследованию ровности автомобильных дорог с позиций плавности хода [1-8], а также с позиций нагруженности элементов несущих систем транспортных средств показал, что применяемые технологии устройства дорожных покрытий зачастую не отвечают современным требованиям по обеспечению допустимого уровня вертикальных ускорений пассажира и водителя. Применяемые на данный момент методы измерения и оценки статистических параметров высот профилей автомобильных дорог не учитывают скорости движения транспортных средств [9-20].

Материалы и методы

В этой связи требуется разработка такой технологии устройства и ремонта дорожных покрытий, которая позволяла бы не превышать предельных величин вертикальных ускорений (ГОСТ 12.1.012-90).

Анализ статистических параметров высот неровностей профилей автомобильных дорог, полученных разными авторами, показал, что результаты практически несравнимы. Это объясняется многими обстоятельствами. Во-первых, это различная база измерений, ни коим образом не связанная со скоростью движения транспортного средства. Во-вторых, критерием качества ровности дорожных покрытий в научных исследованиях в большинстве случаев является оценка дисперсии высот неровностей. Но одну и ту же оценку дисперсии могут иметь участки автомобильных дорог с разным покрытием.

Для иллюстрации сказанного рассмотрим величины дисперсий участков автомобильных дорог по выборочным исследованиям разных авторов (таблица 1).

Таблица 1 – Дисперсии величин высоты неровностей участков автомобильных дорог

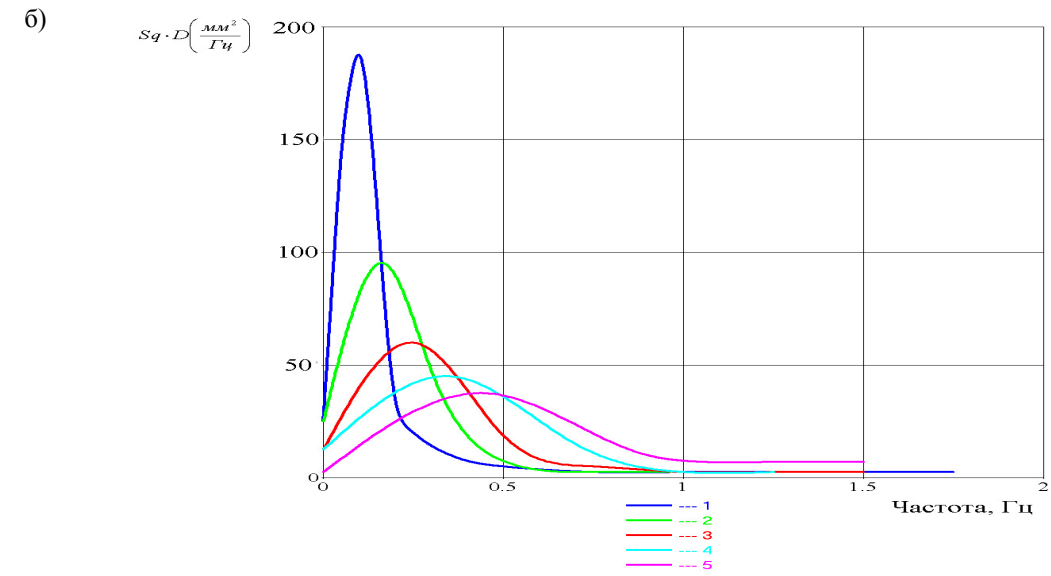
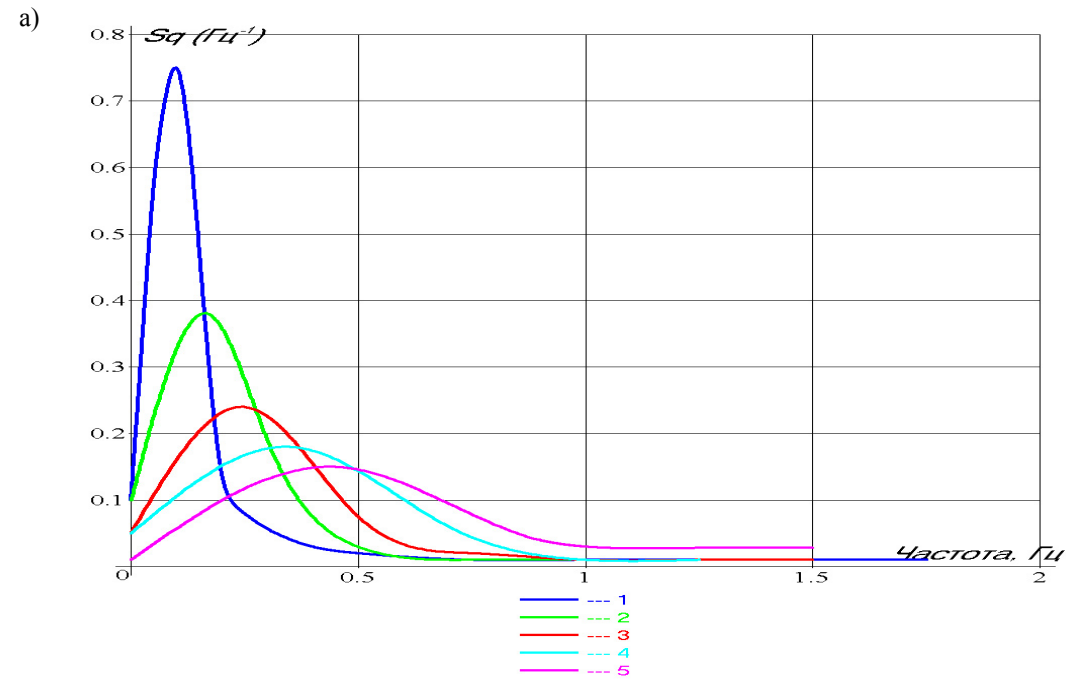
Тип дорожного покрытия	Дисперсия [см ²]	Источник	Максимальная длина оцениваемых участков [м]
Асфальтобетонное	0,14 – 0,22	[2]	-
Асфальтобетонное	0,64 – 1,59	[7]	30
Цементобетонное	0,25 – 1,54	[7]	30
Асфальтобетонное в хорошем состоянии	1,55	[15]	-
Асфальтобетонное	1,5÷5,0	[1]	12
Бульжное	1,82÷5,24	[7]	30

Сравнение дисперсий высот неровностей указывает на значительное расхождение этого показателя даже для одного типа дорожного покрытия, полученного разными авторами. Только одна оценка дисперсии, как критерий, не может полностью характеризовать профиль автомобильной дороги, так как формирование её величины относится к сложным процессам. Если при исследовании асфальтобетонного покрытия, отвечающего требованиям качества, выбирается достаточно длинный участок, имеющий волну, длина которой равна длине этого участка, то величина дисперсии может быть получена такой же,

как для участка булыжной мостовой. Но это не означает, что воздействие на пассажира и конструкцию транспортного средства от профилей этих участков будет одинаковым. Дисперсия высот неровностей этих участков определяется волнами разной длины: длинными плавными неровностями – на асфальтобетонном покрытии; короткими и высокими – на булыжной мостовой.

Известно, что оценка воздействия профиля автомобильной дороги (возмущающая функция) на человека и несущую систему транспортного средства связана со спектральной плотностью распределения высот неровностей профилей. В настоящее время спектральные плотности воздействия профилей автомобильных дорог при различных скоростях движения транспортного средства рассчитываются путем деления ординат и умножения абсцисс спектральной плотности участка, вычисленной для единичной скорости, на реальную скорость транспортного средства. Полученные спектральные плотности при этом имеют вид (Рисунок 1, а и б).

Анализ характера кривых спектральных плотностей профилей показал, что ординаты ненормированных плотностей от ординат нормированных спектральных плотностей отличаются постоянным множителем – дисперсией, которая могла быть определена для данного участка профиля на любой базе. Так, если профиль любого участка автомобильной дороги снять с различными величинами базы, то спектральные плотности для единичной скорости движения транспортного средства будут иметь вид, представленный на рисунке 2.



а) нормированные спектральные плотности, б) ненормированные спектральные плотности, 1 – 10 км/ч; 2 – 20 км/ч; 3 – 30 км/ч; 4 – 40 км/ч; 5 – 50 км/ч
Рисунок 1 – Спектральные плотности участка изношенного асфальтобетонного покрытия для различных скоростей движения транспортного средства

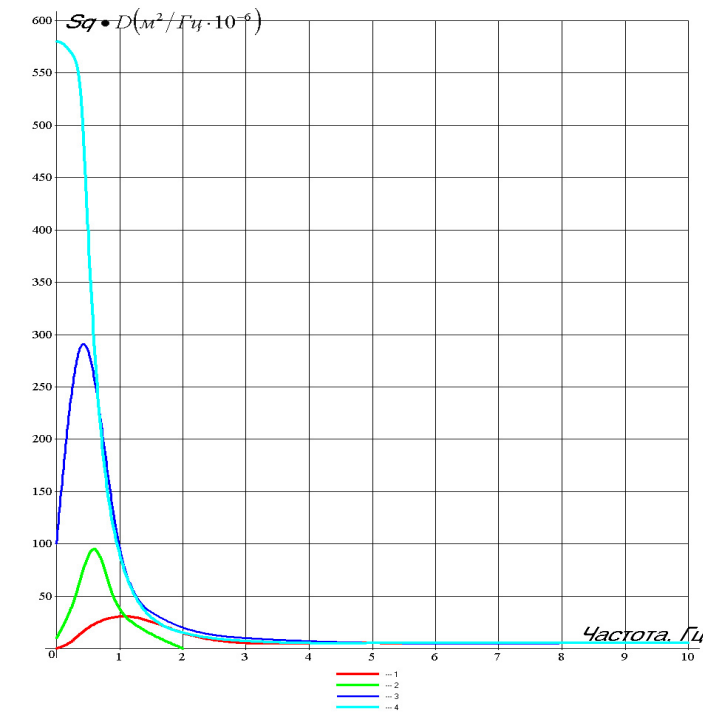
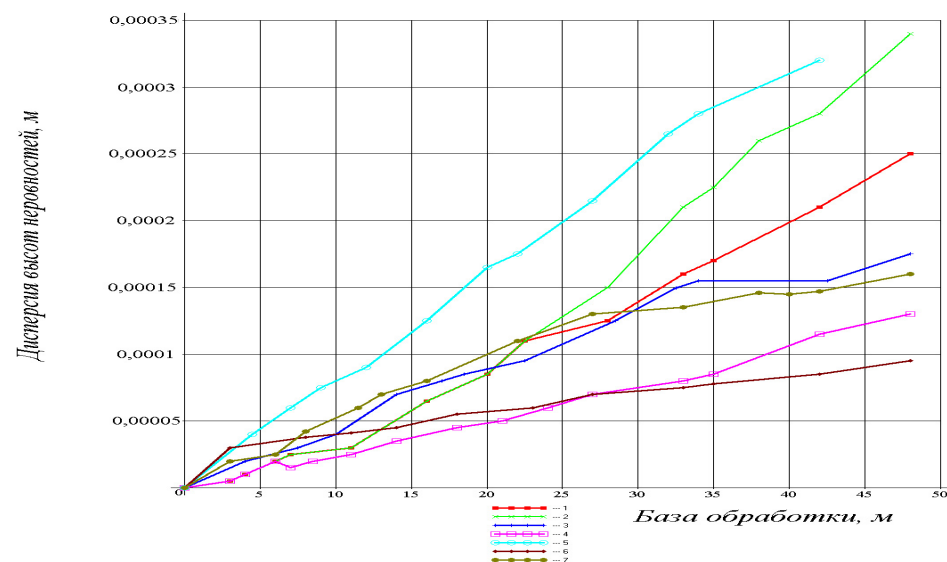


Рисунок 2 – Ненормированные спектральные плотности участка автомобильной дороги с асфальтовым покрытием, рассчитанные для различных баз, 1 – l = 4,1 м; 2 – l = 7,2 м; 3 – l = 13,8 м; 4 – l = 24,2 м

Тогда для участка асфальтобетонного покрытия, удовлетворяющего требованиям по качеству, оценка дисперсии может быть принята равной $D=34.2 \text{ мм}^2$ – для базы $l=8,2\text{мм}$; $D=73,5\text{мм}^2$ – для базы $l=14,4\text{мм}$; $V=119,6\text{мм}^2$ – для базы $l=27.6\text{мм}$ и т.д.

Следовательно, дисперсия высот неровностей любого профиля не является константой этого профиля, а изменяется с изменением базы замеров, причем с увеличением базы растет и величина дисперсии (рисунок 3).

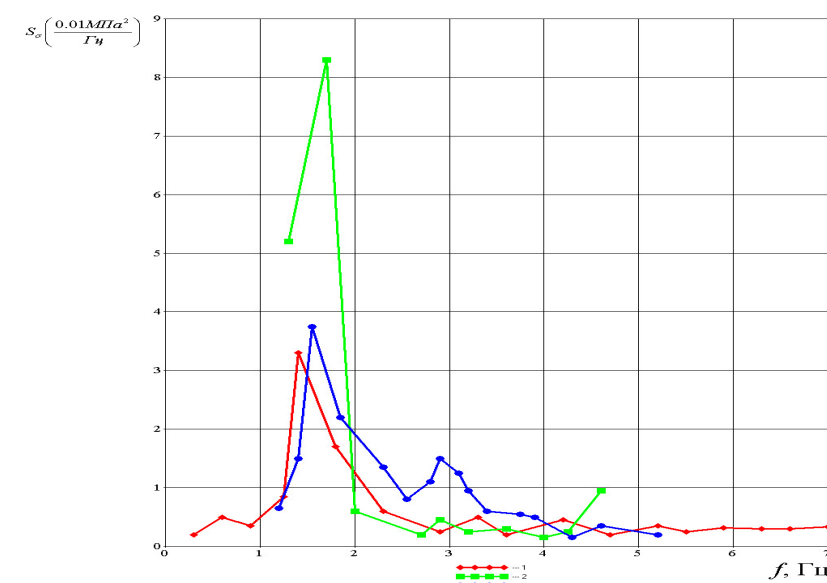


1, 2, 3 – асфальтобетонное покрытие; 4 – изношенное асфальтобетонное покрытие; 5 – асфальтобетонное покрытие, покрытое снегом и наледью; 6 – брусчатка мостовая; 7 – асфальтобетонное покрытие, покрытое тонким слоем снега

Рисунок 3 – Величины дисперсий профилей различных автомобильных дорог в зависимости от базы

Очевидно, методика измерения и обработки профиля автомобильной дороги должна быть иной. Такая методика была предложена в работе [21]. Обоснованность её применения была подтверждена большим статистическим материалом, полученным в рамках широкомасштабного эксперимента в течение последних трех десятилетий. Это позволило, например, на стадии проектирования различных транспортных средств рассчитать спектральную плотность напряжений в элементах их конструкции. Правомерность предложенной методики подтверждается характером изменения спектральных плотностей напряжений (рисунок 4).

В свое время в работе [22, 23] методика измерения и анализа профилей автомобильных дорог была разработана с позиций оценки нагруженности и долговечности конструкции транспортного средства на стадии проектирования (рисунок 4).



1 – по записи в эксперименте; 2 – при длине сглаживания профиля $l = 25 \text{ мм}$; 3 – при длине сглаживания $l = V/f_n$

Рисунок 4 – Спектральные плотности напряжений в сечении лонжерона рамы троллейбуса (датчик № 5, $V=30 \text{ км/ч}$) рассчитанные:

В то же время для снижения уровня переменных напряжений в элементах конструкции транспортного средства ровность дорожного покрытия должна быть такой, чтобы напряжения при движении транспортного средства были минимальны. Следовательно, вопрос повышения долговечности металлоконструкций транспортных средств и повышение комфортности езды пассажиров и водителей должен решаться на этапе проектирования и обеспечения качества при устройстве и ремонте дорожного покрытия. Под качеством понимается связь волн макронеровностей автомобильной дороги со скоростью движения транспортного средства.

Результаты и обсуждение

Как следует из обзора работ по измерению и анализу профилей автомобильных дорог и оценке нагруженности и соответственно ускорений, профиль автомобильной дороги должен быть сформирован таким образом, чтобы он имел только длины волн, которые не влияют или мало влияют на нагруженность несущей системы и на величину ускорений транспортного средства.

Таким образом, при устройстве и ремонте дорожного покрытия должны быть исключены длины волн, оказывающие влияние на нагруженность конструкции и комфорт пассажиров.

Предполагаемые подходы к решению.

Решение проблемы повышения качества дорожного покрытия по критерию ровности предлагается в создании дорожной технологической машины, которая бы

«убирала» волны автомобильной дороги, оказывающие влияние на нагруженность конструкции и комфорт пассажиров.

Технология завершающего этапа устройства и ремонта дорожного покрытия предполагается следующей. Осуществляется фрезерование изношенного дорожного покрытия фрезой, которая должна располагаться на середине базы исключаемой длины волны дороги, а «база», т.е. сама машина должна двигаться с оптимальной скоростью. Таким образом воспроизводится скользящая средняя, которая отображает движение транспортного средства по автомобильной дороге.

Выводы

Расчеты показывают, что при средней собственной частоте колебаний транспортных средств, равной $f = (1.5...2)c^{-1}$, к разрешенной Правилами скорости движения по автомобильным дорогам (например, для троллейбуса $V = 30$ км/ч) база, по которой располагается дорожная фреза, не будет превышать $l = 15$ м.

Данный подход может быть применен при проектировании нового класса дорожных технологических машин для ремонта автомобильных дорог. Использование оригинальных технических решений позволит существенно уменьшить длину технологических машин до приемлемого значения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Силаев, А. А.** Спектральная теория поддресоривания транспортных машин. – М. : Машгиз, 1972. – 190 с.
- 2 **Пархиловский, И. Г., Кислов, Б. А.** Прибор для измерения микропрофиля дороги: Труды ин-та / Горьковский с.-х. ин-т. Горький, 1964. – Вып. 11. – Т. 14.
- 3 **Яценко, Н. Н., Пругчиков, О. К.** Плавность хода грузовых автомобилей. – М.: Машиностроение, 1969. – 219 с.
- 4 **Пархиловский, И. Г.** Сравнительный анализ вероятностных характеристик микропрофиля дорог // Исследование автомоб. подвесок. Труды семинара НАМИ. 1968. – С. 34–48.
- 5 **Щетина, В. А., Грачев, Е. В.** Косвенный метод исследования статистических характеристик микропрофиля автомобильных дорог // Автомобильная промышленность. – 1969. – № 12. – С. 11–14.
- 6 **Сидуков, Ю. Д., Плужников, И. И.** Статистические характеристики воздействия микропрофиля лесовозных дорог // Автомобильная промышленность. 1973. – № 5. – С. 20–22.
- 7 **Певзнер, Я. М., Тихонов, А. А.** Исследование статистических свойств микропрофиля основных типов автомобильных дорог // Автомобильная промышленность. – 1964. – № 1. – С. 15–18.
- 8 **Гордеев, В. Н.** Метод вероятностных характеристик неровностей дорог // Автомобильная промышленность. – 1972. – № 3. – С. 14–16.
- 9 **Николаенко, Н. А.** Вероятностные методы динамического расчета машиностроительных конструкций. – М. : Машиностроение, 1967. – 366 с.

10 **Щупляков, В. С., Яценко, Н. Н.** Влияние поддресоривания на нагруженность трансмиссии при движении автомобиля на неровной дороге // Исследование автом. подвесок (Труды семинара НАМИ). – 1968. – С. 47–51.

11 **Яценко, Н. Н.** Формирование нагруженности рамы грузового автомобиля от воздействия неровной дороги // Автомобильная промышленность. – 1970. – № 11. – С. 22–28.

12 **Боровских, В. Е., Дмитриченко, С. С., Илинич, И. М., Колокольцев, В. А.** Исследование микропрофилей дорог для городского транспорта // Автомобильная промышленность. – 1976. – № 5. – С. 24–25.

13 **Владыкин, Н. Г., Геккер, Ф. Р., Спицына, Д. Н., Югов, Б. В.** / Влияние параметров амортизированных узлов на динамическую нагруженность несущей системы грузового автомобиля // Автомобильная промышленность. – 1973. – № 10. – С. 18–21.

14 **Певзнер, Я. М., Гридасов, Г. Г., Плетнев, А. Е.** О нормировании плавности хода автомобилей // Автомобильная промышленность. – 1973. – № 11. – С. 11–15.

15 **Проскураков, В. Б., Развалов, А. С.** Надежность деталей машин при стационарном случайном воздействии // Вестник машиностроения. – 1972. – № 2. – С. 26–28.

16 **Яценко, Н. Н.** Формирование нагруженности рамы грузового автомобиля от воздействия неровностей дороги // Автомобильная промышленность. – 1970. – № 11. – С. 22–28.

17 **Боровских, В. Е., Колокольцев, В. А.** Исследование микропрофилей дорог позиций оценки нагруженности несущих систем транспортных машин. – М., 1980. – 32 с. – Деп. в НИИНавтопром 8/106/80.

18 **Пархиловский, И. Г.** Исследование вероятностных характеристик поверхностей распространенных типов дорог // Автомобильная промышленность. – 1968. – № 8. – С. 18–22.

19 **Дмитриченко, С. С., Колокольцев, В. А., Боровских, В. Е.** Метод оценки статистических характеристик микропрофилей дорог для расчета долговечности несущих систем мобильных машин на стадии проектирования // Вестник машиностроения. – 1981. – № 4. – С. 17–20.

20 **Sakhiyev, A. A., Dahham, A.** Development of a winter all-weather safety tire model // Science and Technology of Kazakhstan. – 2021. – No. 2. – P. 192–198. – DOI 10.48081/KLPR8371.

21 **Боровских, В. Е., Солянов, А. Н.** Некоторые результаты исследования микропрофиля дорог на маршрутных линиях троллейбусов г. Саратова // Тез. докл. XXXIII науч.-техн. конф. Саратов. – 1970. – С. 51–54.

22 **Дмитриченко, С. С., Боровских, В. Е., Илинич, И. М., Колокольцев, В. А.** / Исследование микропрофилей дорог для городского транспорта // Автомобильная промышленность. – 1976. – № 5. – С. 24–25.

23 **Дмитриченко, С. С., Боровских, В. Е., Колокольцев, В. А.** Метод оценки статистических характеристик микропрофилей дорог для расчета долговечности несущих систем мобильных машин на стадии проектирования // Вестник машиностроения. – 1981. – № 4. – С. 17–20.

REFERENCES

- 1 **Silaev, A. A.** Spectral theory of springing transport vehicles. – Moscow : Mashgiz, 1972. – 190 p.
- 2 **Parkhilovsky, I. G., Kislov, B. A.** A device for measuring the microprofile of the road: Proceedings of the Institute // Gorky S.-H. in-T. Gorky, 1964. – Issue 11. – Vol. 14.
- 3 **Yatsenko, N. N., Prutchikov, O. K.** Smooth running of trucks. – Moscow : Mechanical Engineering, 1969. – 219 p.
- 4 **Parkhilovsky, I. G.** Comparative analysis of probabilistic characteristics of the microprofile of roads // Research of motor vehicles. suspensions. Proceedings of the seminar by US. – 1968. – P. 34–48.
- 5 **Shchetina, V. A., Grachev, E. V.** Indirect method of investigation of statistical characteristics of the microprofile of highways // Automotive industry. – 1969. – No. 12. – P. 11–14.
- 6 **Sidukov, Yu. D., Pluzhnikov, I. I.** Statistical characteristics of the impact of the microprofile of logging roads // Automotive industry. – 1973. – No. 5. – P. 20–22.
- 7 **Pevsner, Ya. M., Tikhonov, A. A.** Investigation of statistical properties of the microprofile of the main types of highways // Automotive industry. – 1964. – No. 1. – P. 15–18.
- 8 **Gordeev, V. N.** Method of probabilistic characteristics of road irregularities // Automotive industry. – 1972. – No. 3. – P. 14–16.
- 9 **Nikolaenko, N. A.** Probabilistic methods of dynamic calculation of machine–building structures. – Moscow : Mechanical Engineering, 1967. – 366 p.
- 10 **Shchuplyakov, V. S., Yatsenko, N. N.** The effect of springing on the load of the transmission when driving a car on an uneven road. suspensions // Proceedings of the seminar by US. – 1968. – P. 47–51.
- 11 **Yatsenko, N. N.** Formation of loading of a truck frame from the impact of an uneven road // Automotive industry. – 1970. – No. 11. – P. 22–28.
- 12 **Borovskikh, V. E., Dmitrichenko, S. S., Ilinich, I. M., Kolokoltsev, V. A.** Investigation of microprofiles of roads for urban transport // Automotive industry. – 1976. No. 5. – P. 24–25.
- 13 **Vladykin, N. G., Gekker, F. R., Spitsyna, D. N., Yugov, B. V.** / The influence of the parameters of amortized nodes on the dynamic loading of the load-bearing system of a truck // Automotive industry. – 1973. – No. 10. – P. 18–21.
- 14 **Pevsner, Ya. M., Gridasov, G. G., Pletnev, A. E.** On rationing the smoothness of the course of cars // Automotive industry. – 1973. – No. 11. – P. 11–15.
- 15 **Proskuryakov, V. B., Razvalov, A. S.** Reliability of machine parts under stationary accidental exposure // Vestnik mashinostroeniya. – 1972. – No. 2. – P. 26–28.
- 16 **Yatsenko, N. N.** Formation of loading of the frame of a truck from the impact of road irregularities // Automotive industry. – 1970. – No. 11. – P. 22–28.
- 17 **Borovskikh, V. E., Kolokoltsev, V. A.** Investigation of microprofiles of roads for assessing the load of load-bearing systems of transport vehicles. – Moscow, 1980. – 32 p. – Dep. in NIINavtoprom 8/106/80.

- 18 **Parkhilovsky, I. G.** Investigation of probabilistic characteristics of surfaces of common types of roads // Automotive industry. – 1968. – No. 8. – P. 18–22.
- 19 **Dmitrichenko, S. S., Kolokoltsev, V. A., Borovskikh, V. E.** Method of estimating statistical characteristics of microfiles of roads for calculating the durability of bearing systems of mobile machines at the design stage // Vestnik mashinostroeniya. – 1981. – No. 4. – P. 17–20.
- 20 **Sakhiyev, A. A., Dahham, A.** Development of a winter all-weather safety tire model // Science and Technology of Kazakhstan. – 2021. – No 2. – P. 192–198. – DOI 10.48081/KLPR8371.
- 21 **Borovskikh, V. E., Solyanov, A. N.** Some results of the study of the microprofile of roads on the route lines of trolleybuses of Saratov // Tez. dokl. XXXIII sci.-tech. conf. Saratov. – 1970. – P. 51–54.
- 22 **Dmitrichenko, S. S., Borovskikh, V. E., Ilinich, I. M., Kolokoltsev, V. A.** / Investigation of microprofiles of roads for urban transport // Automotive industry. – 1976. – No. 5. – P. 24–25.
- 23 **Dmitrichenko, S. S., Borovskikh, V. E., Kolokoltsev, V. A.** A method for evaluating statistical characteristics of microfiles of roads for calculating the durability of bearing systems of mobile machines at the design stage // Bulletin of Mechanical Engineering. 1981. – No. 4. – P. 17–20.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

*Р. А. Козбазаров¹, *Н. С. Камзатов², Э. А. Бегимкулова³, А. К. Каукаров⁴*

^{1,3}Логистика және көлік академиясы, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

²Сәтбаев университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

⁴Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті,

Қазақстан Республикасы, Ақтөбе қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫНЫҢ ТЕГІСТІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН ЖОЛ МАШИНАСЫН ЖАСАУ НЕГІЗДЕМЕСІ

Жол төсемі-бұл әртүрлі материалдардың бірнеше қабаттын қамтитын жолдың құрылысы. Автомобильдердің есептік жылдамдықтарымен қауіпсіз қозғалысын қамтамасыз ететін жол төсеміне қойылатын негізгі талаптар: – қажетті беріктік; – тегістілік; – бетінің кедір-бұдырлығы; – шаңсыздық. Сонымен қатар, жол төсемдері үнемділік пен сенімділік талаптарына сәйкес келуі керек, құрылысты барынша механикаландыруға және технологиялық болуға мүмкіндік береді. Үнемділік құрылыс, жөндеу, жүріс бөлігін күтіп ұстау, жолаушылар мен жүктерді тасымалдау, жолдағы жолаушылардың уақытын жоғалту, жол-көлік оқиғалары шығындарымен анықталады. Сенімділік дегеніміз-жол төсемінің тоқтаусыз жұмыс істеуінің экономикалық негізделген ықтималдығы. Жол төсемінің сенімділігінің артуымен, әдетте, оны салуға шығындар артады, бірақ пайдалану шығындары төмендейді (жөндеу, техникалық қызмет көрсету, көлік шығындары және т.б.). Ұтымды шешімді

оңтайландыру нәтижесінде табуға болады, ол есептеулердің күрделілігі мен көптігіне байланысты әдетте компьютерлер мен арнайы бағдарламаларды, атап айтқанда автоматтандырылған жобалау жүйелерін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Жол төсемінің конструкциясы мен жабын түрін көлік-пайдалану талаптары мен автокөлік құралдарының қозғалыс қарқындылығы мен құрамын, климаттық және топырақ-гидрологиялық жағдайларды, санитариялық-гигиеналық талаптарды, сондай-ақ жол құрылысы ауданының жергілікті құрылыс материалдарымен қамтамасыз етілуін ескере отырып, жобаланатын жолдың санаты негізге алына отырып қабылдаған жөн.

Кілтті сөздер: автомобиль жолдары; жолдардың тегістігі; жол жамылғысы; асфальтбетон.

R. A. Kozbagarov¹, *N. S. Kamzanov², E. A. Begimkulova³, A. K. Kaukarov⁴

^{1,3}Academy of Logistics and Transport, Republic of Kazakhstan, Almaty;

²Satbayev University, Republic of Kazakhstan, Almaty;

⁴Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Republic of Kazakhstan, Aktobe.

Material received on 06.06.22.

JUSTIFICATION FOR THE CREATION OF A ROAD VEHICLE TO ENSURE THE EVENNESS OF HIGHWAYS

Road clothing is a construction of the roadway, which includes several layers of various materials. The main requirements for road clothing that ensure the safe movement of cars with design speeds: the necessary strength; evenness; surface roughness; dustlessness. At the same time, road clothing must meet the requirements of economy and reliability, provide the possibility of maximum mechanization of construction and be technologically advanced. Cost-effectiveness is determined by the costs of construction, repair, maintenance of the roadway, transportation of passengers and cargo, loss of time of passengers on the way, traffic accidents. Reliability is understood as an economically justified probability of trouble-free operation of the road surface. With the increase in the reliability of the pavement, as a rule, the costs of its construction increase, but the operating costs (repair, maintenance, transportation costs, etc.) decrease. A rational solution can be found as a result of optimization, which, due to the complexity and complexity of calculations, is usually performed using computers and special programs, in particular computer-aided design systems. The design of the pavement and the type of pavement should be taken based on the transport and operational requirements and the category of the projected road, taking into account the traffic intensity and composition of vehicles, climatic and soil-hydrological conditions, sanitary and hygienic requirements, as well as the availability of local construction materials for the road construction area.

Keywords: highways; road evenness; road surface; asphalt concrete.

FTAMP 73.31.41

<https://doi.org/10.48081/KBQZ5770>

***E. K. Ordbaev¹, N. S. Sembaev², S. I. Akhmetov³,
A. D. Suleimenov⁴, A. M. Jakupov⁵**

^{1,2,3,4}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

АТМОСФЕРАДАН ОҚТЫН-ОҚТЫН АЖЫРАТЫЛАТЫН АВТОМОБИЛЬ МОТОРЫНЫҢ КОНЦЕПЦИЯСЫН НЕГІЗДЕУ

Мақалада піспекті іштен жану моторынан сыртқа шығатын газдың улағыштығын азайтудың белгілі әдісі – газдың біраз бөлігін цилиндрге қайтару, яғни рециркуляция тәсілін басқа мақсатта қолдану туралы сөз болады. Бұған дейін рециркуляция тек мотордың күшсалмақ режимінде азот тотығының NO түзілу қарқынын шектеу үшін ғана қажет болатын. Қала көшелерінде автомобильді баяулату режимінің ерекше түрі – мотордың көмегімен баяулату да кездеседі. Мотор мен трансмиссия ажыратылмағандықтан мотор ырықсыз бос жүріс режиміне көшеді де, жану процесінің қалыпты жағдайдан ауытқуы салдарынан газ құрамында көмірсутектілер СН мөлшері күрт артады. Аталмыш режимде мотор қуат көзінен уақытша тежегіш құралға айналады, себебі автомобильдің кинетикалық энергиясы негізінен мотордың ішкі үйкеліс күшін еңсеруге жұмсалады. Демек осы мерзім ішінде мотордағы газ алмасу үдерісін рециркуляция әдісінің көмегімен тұйық циклге көшіру әбден мүмкін. Нәтижесінде автомобиль моторы қолданыс уақытының кейбір тұстарында атмосферадан ажыратылатын болады. Газды рециркуляциялау және оны басқару жүйелерінің жалпы сұлбасы белгілі, бірақ оны жаңаша мақсатта қолдану үшін біршама өзгеріс қажет етеді. Бұл әдісті NO және СН компоненттерінің сыртқа шығуын азайту үшін екі мақсатта қолдануға болатынын да ескерген жөн.

Кілтті сөздер: автомобильді мотормен тежеу, ырықсыз бос жүріс, көмірсутектілер шығарылымы, газды рециркуляциялау, газалмастырудың тұйық циклі.

Кіріспе

Көлік нөпірі қалың қала ішінде автомобиль жүрісі бірқалыпты қозғалыс, үдемелі қозғалыс, баяулау және ара-кідік аялдау (бағдаршам алдында) режимдерінің үздіксіз алмасуымен сипатталады. Автомобильді баяулату режимі әдетте қарқынды түрде тежегіш жүйенің көмегімен атқарылады. Алайда оның тағы бір түрі тежегіш жүйенің көмегінен, мотор мен трансмиссия ажыратылмаған жағдайда өтеді. Бұл автомобиль трансмиссиясында айналдырғыш момент бағытының кері өзгеруіне әкеп соғады да, мотордың иінді білігі ырықсыз айнала бастайды, демек мотор ырықсыз бос жүріс (ЫБЖ) режиміне көшеді. Мұндай режимді автомобиль жүрісін мотормен тежеу режимі деп те атайды.

Қолданыс жағдайында автомобиль моторының жұмыс уақытының едәуір бөлігі қалыпты бос жүріс (трансмиссия ажыратылған) және ЫБЖ (трансмиссия ажыратылмаған) режимдеріне тиесілі екеніне баса назар аудару қажет. Бұл жәйт қазіргі автокөлік құралдарының экологиялық көрсеткіштерін реттейтін стандарттарда көрініс тапқан. Мысалы, М1 және N1 категорияларындағы автомобильдердің зиянды газ шығарындыларын шектейтін Европалық жүйеде (Евростандарт – БҰҰ ЕЭК №15 және № 83 Ережелерінде) циклдік сынақ уақытының 50 % жуығы аталмыш режимдердің үлесінде [1,2].

Материалдар мен әдістер

Піспекті іштен жану моторының ЫБЖ режимінде дроссельдік қақпақша жабық, ал мотордың айналым жылдамдығы жоғарғы шамадан (автомобиль жылдамдығына байланысты) бірте-бірте төмендеу жағдайында өтеді. Бұл енгізу құбыры мен цилиндрде газ селдіреуіне (80–85 КПа дейін) әкеп соғады. Цилиндрге түсетін жанғыш қосынды мөлшері азайып, қалдық газ коэффициенті еселеп артады. Мұның әсерінен қосындының тұтанбай қалуы жиілеп, иінді біліктің бұрыштық жылдамдығы жоғары болғанда цилиндрдегі жану процесі мүлде өшеді [3]. Нәтижесінде химиялық құрамы көмірсутектілер СН болып табылатын жанып кетпеген отын тікелей осы күйінде сыртқа шығады. Аталмыш режимде отын беруді доғару цилиндр ішіне картер майының түрлі саңылаулар арқылы сорылуына әсер етпейді, демек оның біраз бөлігі газ құрамындағы СН түрінде атмосфераға тарайды.

Автомобильдің қала көшелеріндегі қозғалыс режимінің ерекшеліктерін зерделеу оның экологиялық қауіпсіздігін айналымнан шыққан газды (АШГ) рециркуляциялау әдісінің көмегімен жақсартуға болатынын көрсетеді. Мотордың күшсалмақ режимінде азот тотығының NO түзілу қарқынын төмендетуге арналған амал – АШГ аз бөлігін (10–20 %) цилиндрге қайтару, яғни рециркуляциялау, ертеден белгілі тәсіл. Ал бұл әдісті басқа жағдайда: сыртқы қарсылық күші жоқ, бос жүріс режимінде және газды толық көлемде рециркуляциялау – жаңаша көзқарас.

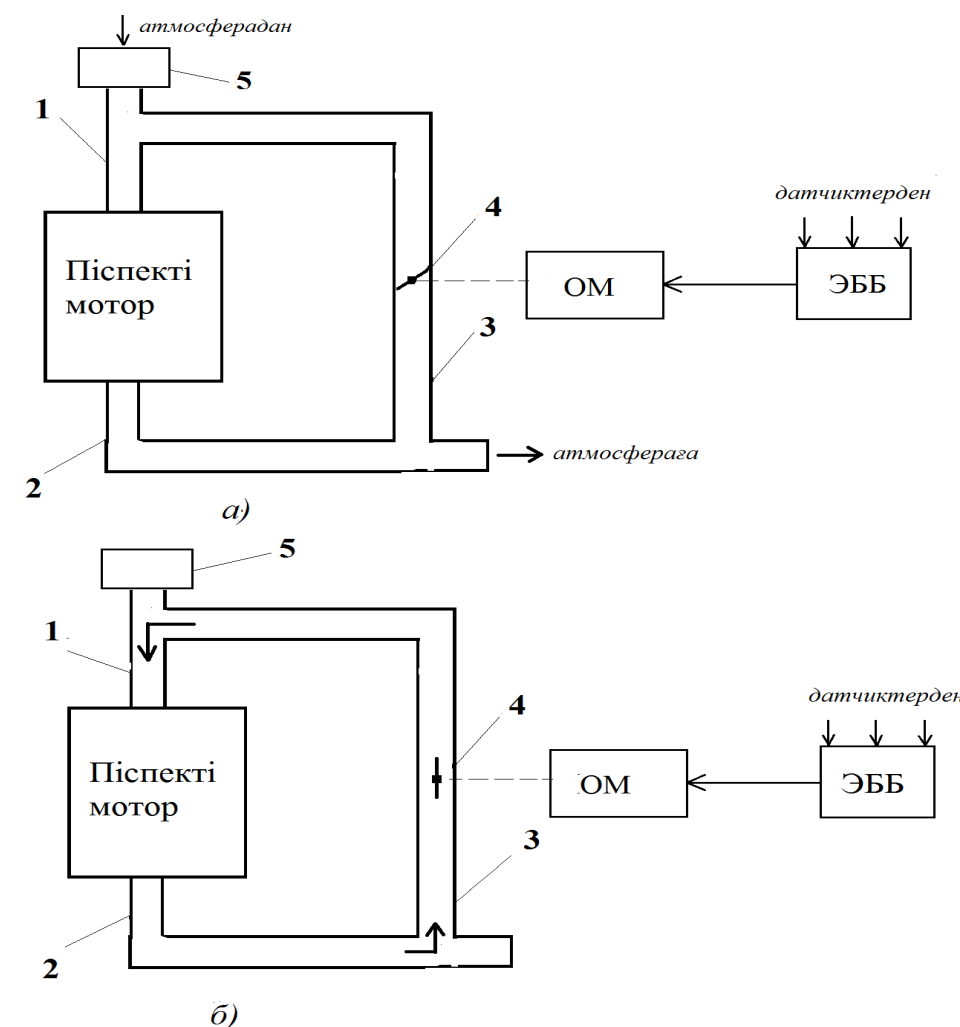
Нәтижелер мен талқылау

Автомобильді баяулату режимінде оның жетекші дөңгелектері мотор қуатын қажет етпейді. Егер осы режимде трансмиссиядағы кинематикалық байланыс үзілмесе, мотор тежегіш құралға айналып, автомобильдің кинетикалық энергиясы негізінен мотордың ішкі үйкеліс күшін еңсеруге жұмсалады. Мұндай жағдайда сыртқа шығатын газды толық рециркуляциялау арқылы моторда газ алмасу үдерісін тұйық цикл бойынша өткізуге болады [4]. Автомобиль моторын қоршаған ортадан октын-октын ажыратып, атмосфераға газ түсуін мүлдем тоқтатудың мәнісі осы.

Ұсынылған әдісті іске асыру үшін мотордың газ шығару құбырын 2 енгізу құбырымен 1 ішкі саңылауы сол құбырлармен барабар, арнайы қақпақшамен жаракталған рециркуляция құбыры арқылы жалғастыру қажет (1-сурет). Сынақ кезінде атмосферадан мотор ішіне ауа түсетінін, не түспейтінін (демек сыртқа газ шықпайтынын) газ есептегіштің 5 көмегімен қадағалауға болады.

Газды рециркуляциялау үдерісін басқару жүйесінің атқарар қызметі – ЫБЖ режимінің басталу сәтін айқындап, рециркуляция қақпақшасын 4 айқара ашу және режим аяқталған соң жабу.

Мотордың енгізу жүйесінде орналасқан дроссельдік қақпақша жабық кезде иінді біліктің айналым жылдамдығының белгілі бір шамадан жоғары болуы ЫБЖ режимінің белгісі болып табылады. Электрондық басқару блогы мен датчиктерден тұратын басқару жүйесі ЫБЖ экономайзерімен жаракталған карбюраторлық қосынды түзу жүйесінің құрамдас бөлігі және ол бұрыннан белгілі [5,6]. Моторда газ алмастырудың тұйық циклін іске асыруға қабілетті газ рециркуляциялау жүйесі өнертабыс ретінде СССР авторлық куәлігімен қорғалған [7].



Сурет 1 – Мотордың негізгі жұмыс режимінде (а) және автомобиль жүрісін мотормен тежеу режимінде (б) өтетін газ алмасу сұлбалары.
 ЭББ – электрондық басқару блогы; ОМ – орындаушы механизм;
 1 – енгізу құбыры; 2 – шығару құбыры; 3 – рециркуляция құбыры;
 4 – рециркуляция қақпақшасы

Қорытынды

Автомобильді мотормен тежеу режимінде моторды тұйық газ алмастыру цикліне көшіру оның тежегіштік әсерін әлсіретуі мүмкін. Бірақ сенімді штаттық тежегіш жүйесі бар қазіргі автомобильдер үшін бұл айтарлықтай кемістік емес. Тағы бір назар аударарлық жәйт – ұсынылған толық рециркуляция жүйесін бастапқы мақсатта, яғни NO тотығының түзілуін азайту үшін күшсалмақ режимінде қолдануға болатыны. Бұл үшін оның басқару жүйесі мен орындаушы механизмінің құрылымы мен жұмыс бағдарламасын біршама өзгерту қажет.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Правила Европейской экономической комиссии ООН № 15 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств с двигателями с принудительным зажиганием или с двигателями с воспламенением от сжатия в отношении выделения двигателем загрязняющих газообразных веществ».

2 Правила Европейской экономической комиссии ООН № 83 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении выброса загрязняющих веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателя».

3 **Архангельский, В. М., Злотин, Г. Н.** Работа карбюраторных двигателей на неустановившихся режимах. М. : Машиностроение, 1979. – 152 с.

4 **Ордабаев, Е. К.** К проблемам принудительного холостого хода карбюраторного двигателя // Автомобильная промышленность. – 1986. – № 1. – С 8

5 **Дмитриевский, А. В., Шатров, Е. В.** Топливная экономичность бензиновых двигателей. – М. : Машиностроение, 1985. – 208 с.

6 **Тихомиров, А. Н.** Карбюраторы Озон и Вебер. – М. : Колесо, 2002. – 64 с.

7 Авторское свидетельство СССР № 1502872. Бюлл. изобр. № 31 от 23.08.1989 г.

8 **Жегалин, О. И., Пугачев, П. Д.** Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М. : Транспорт, 1985. – 120 с.

9 **Кульчицкий, А. Р.** Токсичность автомобильных и тракторных двигателей : учебное пособие для высшей школы. – М. : Академический Проект, 2004. – 400 с.

10 Правила Европейской экономической комиссии ООН № 49 «Единообразные предписания, касающиеся подлежащих принятию мер по ограничению выбросов загрязняющих газообразных веществ и твердых частиц из двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей, предназначенных для использования на транспортных средствах».

REFERENCES

1 Pravila Evropejskoj ekonomicheskoj komissii OON № 15 «Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya oficial'nogo utverzhdeniya transportnyh sredstv s dvigatelyami s prinuditel'nym zazhiganiem ili s dvigatelyami s vosplamneniem ot szhatiya v otnoshenii vydeleniya dvigatelem zagryaznyayushchih gazoobraznyh veshchestv».

2 Pravila Evropejskoj ekonomicheskoj komissii OON № 83 «Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya oficial'nogo utverzhdeniya transportnyh sredstv v otnoshenii vybrosa zagryaznyayushchih veshchestv v zavisimosti ot topliva, neobhodimogo dlya dvigatelya».

3 **Arhangel'skij, V. M., Zlotin, G. N.** Rabota karbyuratornyh dvigatelej na neustanovivshihsy rezhimah. – Moscow : Mashinostroenie, 1979. – 152 p.

4 **Ordabaev, E. K.** K problemam prinuditel'nogo holostogo hoda karbyuratornogo dvigatelya // Avtomobil'naya promyshlennost'. – 1986. – № 1. – P. 8.

5 **Dmitrievskij, A. V., SHatrov, E. V.** Toplivnaya ekonomichnost' benzinovyh dvigatelej. – Moscow : Mashinostroenie, 1985. – 208 p.

6 **Tihomirov, A. N.** Karbyuratory Ozon i Veber. – Moscow : Koleso, 2002. – 64 p.

7 Avtorskoe svidetel'stvo SSSR № 1502872. Byull. izobr. № 31 ot 23.08.1989 g.

8 **Zhegalin, O. I., Pugachev, P. D.** Snizhenie toksichnosti avtomobil'nyh dvigatelej. – Moscow : Transport, 1985. – 120 p.

9 **Kul'chickij, A. R.** Toksichnost' avtomobil'nyh i traktornyh dvigatelej : uchebnoe posobie dlya vysshej shkoly. – Moscow : Akademicheskij Proekt, 2004. – 400 p.

10 Pravila Evropejskoj ekonomicheskoj komissii OON № 49 «Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya podlezhashchih prinyatiyu mer po ogranicheniyu vybrosov zagryaznyayushchih gazoobraznyh veshchestv i tverdyyh chastic iz dvigatelej s vosplamneniem ot szhatiya i dvigatelej, prednaznachennyh dlya ispol'zovaniya na transportnyh sredstvah».

Материал 06.06.22 баспаға түсті..

***Е. К. Ордабаев¹, Н. С. Сембаев², С. И. Ахметов³,
А. Д. Сулейменов⁴, А. М. Жакупов⁵**

^{1,2,3,4,5}Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ОТ АТМОСФЕРЫ

Статья посвящена обоснованию возможности применения известного метода снижения токсичности отработавших газов поршневого двигателя внутреннего сгорания путем частичной их рециркуляции по новому назначению. Изначально данный метод используется при работе двигателя под нагрузкой с целью уменьшения образования оксида азота NO. В условиях плотного транспортного потока одним из часто используемых режимов движения автомобиля является замедление с разновидностями его исполнения. Авторами рассматривается т. н. режим торможения автомобиля двигателем, когда последний работает в условиях принудительного холостого хода в связи с принудительным вращением коленчатого вала в результате изменения направления крутящего момента в трансмиссии. Установлено, что из-за неблагоприятных условий протекания процесса сгорания резко возрастает

концентрация углеводородов в составе отработавших газов. При торможении автомобиля двигателем и сохранении кинематической связи в силовой передаче двигатель превращается в тормозное устройство ввиду наличия в нем внутренних потерь, на преодоление которых расходуется кинетическая энергия автомобиля. Следовательно, в данных условиях двигатель можно переводить на замкнутый цикл газообмена с полной рециркуляцией ОГ. В этом заключается периодическая изоляция двигателя от окружающей среды с полным прекращением выброса газов. Системы обнаружения моментов начала и окончания режима принудительного холостого хода и осуществления рециркуляции газов в целом известны и могут быть адаптированы для реализации новых задач. Причем система рециркуляции газов может комбинированной, т. е. способной работать как по традиционному, так и по новому назначению.

Ключевые слова: торможение автомобиля двигателем, принудительный холостой ход, выбросы углеводородов, рециркуляция отработавших газов, замкнутый цикл газообмена.

*E. K. Ordabaev¹, N. S. Sembaev², S. I. Ahmetov³, A. D. Suleimenov⁴, A. M. Zhakupov⁵
^{1,2,3,4,5}Toraighyrov University,
 Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
 Material received on 06.06.22.

JUSTIFICATION OF THE CONCEPT OF AUTOMOBILE ENGINE WITH PERIODICAL ISOLATION FROM THE ATMOSPHERE

The article is devoted to the possibility of substantiation usage with a known method for reducing the toxicity of exhaust gases from a piston internal combustion engine by partially recirculating them for a new purpose. Initially, this method is used when the engine is running under load in order to reduce the formation of nitrogen oxide NO. In conditions of dense traffic flow, one of the frequently used modes of vehicle movement is deceleration with varieties of its execution. The authors consider the braking mode of engine of the car, when the latter operates under conditions of forced idling due to the forced rotation of the crankshaft as a result of a change in the direction of torque in the transmission. It has been established that due to unfavorable conditions of the combustion process, the concentration of hydrocarbons in the composition of the exhaust gases increases sharply. When the car is braked by the engine and the kinematic connection in the power transmission is maintained, the engine turns into a braking device due to the presence of internal losses in it, to overcome which the kinetic energy of the car is spent. Therefore, under these conditions, the engine can be switched to a closed gas exchange cycle with complete exhaust gas recirculation. This is the periodic isolation of the engine from the environment with a complete cessation of gas emissions. Systems for detecting the start and end of the forced idling and the implementation of gas recirculation are generally known and can be adapted to new tasks. Moreover, the gas recirculation system can be combined, i.e., capable of operating both for traditional and new purposes.

Keywords: engine braking, forced idling, hydrocarbon emissions, exhaust gas recirculation, closed gas exchange cycle.

МРНТИ 73.31.85

<https://doi.org/10.48081/CSCJ5085>

Д. Рождественский¹, *П. Бухнер²

^{1,2}Чешский технический университет в Праге,
 Чешская Республика, г. Прага

ДИНАМИЧЕСКИЙ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ РУКОВОДСТВА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

В этой статье рассматривается человеко-машинный интерфейс электромобилей, начиная с истории ЧМИ по электромобилям, описываются используемые в настоящее время элементы системы и дается оценка их преимуществ и недостатков. Новая концепция динамического ЧМИ для электромобилей введена для повышения эффективности ЭМ с точки зрения энергопотребления и дальности действия и, следовательно, увеличения их популярности среди пользователей. Этот интерфейс способен приспосабливаться к потребностям пользователя или системы и динамически меняться в зависимости от состояния зарядки аккумулятора ЭМ или достижимости желаемого места назначения. Такая реализация ЧМИ устраняет одну из главных причин, почему пользователи все еще предпочитают обычные транспортные средства с двигателем внутреннего сгорания явлениям тревоги в диапазоне ЭМ.

Эта статья призвана стать руководством для разработки новой концепции ЧМИ для ЭМ, изучать требования пользователей и предлагать методологию разработки системы, включая определение концепции и методологию подтверждения приемлемости пользователя на симуляторе вождения транспортного средства.

Ключевые слова: ЧМИ, Электромобиль, Гибридный автомобиль, Расширенная навигация

Введение

Сегодня воздействие транспорта на окружающую среду является значительным, согласно данным Европейского транспортного агентства на долю транспортного сектора приходится 19,7 % ВПП (выбросы парниковых газов) в Европе, а на легковые автомобили приходится 12 % этой доли. В последние годы резко возросли выбросы CO₂ от транспорта: с 21 % от общего объема выбросов в 1990 году до 28 % в 2004 году [1]. По этой причине все больше и больше стран мира принимают руководящие принципы, опубликованные в Директиве ЕС СЕ/443, в которых основное внимание уделяется ограничению загрязнения, вызываемого дорожными транспортными средствами.

Тем не менее, сценарий «СИНЯЯ карта», опубликованный в 2011 году Международным энергетическим агентством, предусматривает снижение уровня выбросов CO₂ в транспортном секторе почти до уровня 2005 года за

счет увеличения продаж электромобилей (ЭМ) и гибридных электромобилей (ГЭМ) до уровня 100 миллионов единиц в год до 2050 года. К сожалению, до сегодняшнего дня продажи электромобилей по-прежнему намного меньше, чем 20 000 единиц на 12-миллионном рынке новых автомобилей [2]. Несколько факторов замедляют проникновение ЭМ на рынок. Согласно опросу [3] наиболее важными из них являются:

1 Дистанция с одной перезарядкой (боязнь ограничения дальности поездки) – 32 %.

2 Цена покупки автомобиля – 32 %.

3 Возможность зарядки дома без собственного гаража – 25 %.

4 Время перезарядки – 9 %.

5 Максимальная скорость – 2 %.

«Боязнь ограничения дальности поездки» – это страх перед потенциальным водителем, что он или она не сможет достичь пункта назначения без перезарядки. Правильно разработанный человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) для ЭМ может значительно минимизировать этот эффект.

Первая попытка представить другой дизайн ЧМИ для интерфейса ЭМ была в 1990-х годах, когда Honda EV Plus представила цифровую панель, заменяющую приборную панель, с 3-сегментным 7-сегментным дисплеем для скорости, интегрированной с аккумуляторной батареей S °C (Индикатор состояние заряда) и расстояния до пустых индикаторов. В 2000-х годах были разработаны жидкокристаллические и сенсорные дисплеи, цифровые приборные панели и навигационные системы открыли новый подход к дизайну ЧМИ. Некоторые новые функции, такие как отображение потока мощности были введены, однако, представление стандартной информации, полученной от транспортного средства (статус ЭБУ), не сильно изменилось. Индикатор состояния заряда, информация о диапазоне, режим зарядки концептуально не изменились, за исключением того, что они выглядят более привлекательно. Недавно проведенные исследования [4] свидетельствуют о необходимости разработки новых концепций взаимодействия с ЭМ, которые помогут повысить эффективность современных ЭМ, сделать их более удобными для пользователя и одновременно повысить признание технологии ЭМ обществом.

Материалы и методы

Предположим, что связь между транспортным средством и водителем (и наоборот) может быть подразделена на системы отображения (информационные табло и датчики), систему запуска, педалирование и систему зарядки. Помимо интуитивно понятного дизайна, интерфейс должен предоставлять полезную и актуальную информацию, достаточную для уверенности водителя в функциональности автомобиля.

Существует два подхода к проектированию индикаторов ЭМ. Первый подход пытается сделать внешний вид системы максимально похожим на обычные транспортные средства с ДВС (двигатель внутреннего сгорания). Аналоговые датчики с указателями используются для отображения дополнительной

информации, связанной с работой систем ЭМ. Smart for Two или Tata Vista являются хорошими примерами такой конструкции, где датчики входа / выхода питания и состояние заряда аккумулятора представлены аналогично датчикам емкости топливного бака ДВС (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример панели аналоговых датчиков с индикатором заряда и входа / питания

Знакомый внешний вид делает взаимодействие интуитивно понятным для пользователя, знакомого с транспортными средствами с ДВС, и делает переход от ДВС к ЭМ более удобным. Расположение датчиков и способ получения информации осуществляется исходя из общих знаний и стандартов. Согласно ANSI (Американский национальный институт стандартов) [5] стандартизация индикаторов не является специфической для электромобиля, это означает, что здесь применяются общие правила для отображения на транспортном средстве. Таким образом, вместо уровня топлива в баке имеется индикатор состояния заряда, потребление энергии и состояние потока энергии обычно связаны со счетчиком оборотов. Датчики обычно расположены аналогично транспортному средству с ДВС (Mitsubishi iMiev, Nissan Leaf), но могут быть некоторые изменения, например, в Tata Vista EV, где основной спидометр расположен в месте расположения навигационной панели, или в Smart for Two Electric Drive, где используются индикаторы энергопотребления и состояния заряда, расположенные над навигационной панелью. Кроме того, представление информации может быть разным, например, индикатор состояния заряда может показывать уровень заряда батареи в процентах, в км или в шкале деления.

Второй подход является довольно инновационным. Он отличается не только расположением компонентов интерфейса, но также использует внешние и портативные устройства, такие как дисплей в автомобиле (BMW i3). Тем не менее, оба подхода нуждаются в дополнительных функциях, таких как расширенные функции навигации.

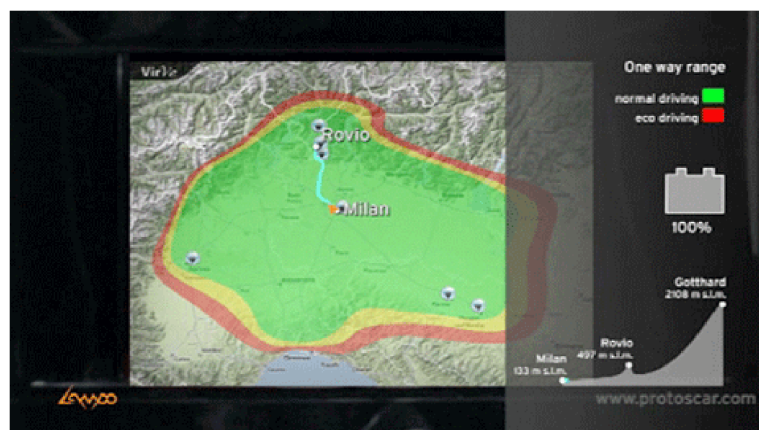


Рисунок 2 – Расширенные навигационные функции BMW ActiveEsysteme в ProtosCar ЧМИ

Информация о ближайшей доступной зарядной станции имеет решающее значение в случае ограниченного расстояния пробега ЭМ. Эти системы обычно используют внешние источники информации, чтобы найти зарядную станцию в непосредственной близости и оценить дальность действия электромобиля. Хорошим примером такой системы является ProtosCar, где профиль высоты дороги используется для более точной оценки дальности езды. (Рисунок 2), или система BMW ActiveE, когда все зарядные станции, положение которых известно системе, отображаются на экране навигации (Рисунок 3). Для правильного функционирования таких систем необходим надежный, непрерывный и, в идеальном случае, централизованно распределенный источник информации, где информация обо всех доступных зарядных станциях и их занятости (в случае BMW - только часть станций, с которыми у BMW есть соглашение, отображаются) хранятся и распределяются по транспортным средствам. Информация об условиях движения, профиле высоты дороги и прогнозе погоды может дополнительно улучшить точность расчета потребления до 3 % для различных погодных условий и до 30 % в случае другого профиля высоты [6].

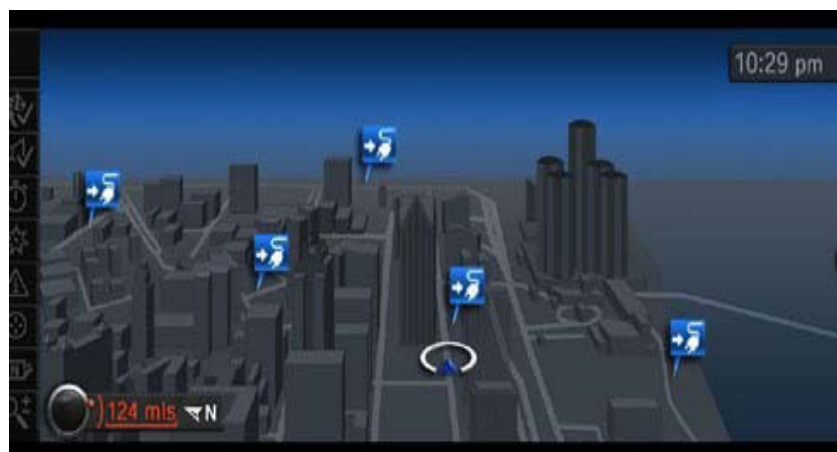


Рисунок 3 – Особенности навигационной системы BMW ActiveE

Как уже упоминалось ранее, система педалирования и запуска ЭМ является частью интерфейса ЧМИ, и они заслуживают дополнительного внимания. Одна важная проблема возникает из-за того, что ЭМ не нужен стартер (электродвигатель, который используется для запуска транспортного средства с ДВС), и пользователи не используют обратную связь, следовательно, они не могут определить, находится ли транспортное средство в режиме «Готово к езде» или «Отключено». Производители автомобилей решают эту проблему по-разному, некоторые из них используют сообщение ГОТОВ на приборной панели или используют указатель спидометра, чтобы указать положение готовности (скорость 0 км / ч), или используют обратную связь Audi (рисунок 4).



Рисунок 4 – Индикатор состояния готовности на: Audi A8 hybrid, Mercedes S400, Chrysler Aspen Hybrid

В случае педалей из-за рекуперативного торможения обратная связь от нажатия педалей в ЭМ отличается от автомобилей с ДВС. Рекуперативное торможение - это преобразование кинетической энергии транспортного средства в химическую энергию, запасенную в аккумуляторе, где она может быть использована позднее для управления транспортным средством. Из-за этого ЭМ замедляется с большей скоростью, когда педаль ускорения отпускается по сравнению с автомобилями с ДВС, и можно остановить ЭМ, используя только педаль ускорения, таким образом, она позволяет двигаться только с одной педалью. Дисплеи Power Flow различных типов были представлены как часть ЧМИ ЭМ, чтобы обучить пользователей концепции рекуперативного торможения и побудить их максимально использовать его. Интерфейсы Ecofeedback или EcoGuide®, используемые в новом Ford Focus Electric, являются хорошим примером такой системы (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Ford Focus Electric Smart Gauge®

Эта система уже предлагает множество возможностей настройки для пользователя, например, информация, отображаемая слева и справа от спидометра, может быть выбрана пользователем. Индикатор «Производительность листьев» учит пользователя более эффективно управлять автомобилем, отображая зеленое дерево с листьями, количество листьев зависит от того, насколько эффективно водитель управляет своим автомобилем.

Большинство пользователей сообщают, что полезность представленной информации, отображаемой Power Flow, уменьшается, чем дольше они владеют автомобилем [8].

В связи с тем, что зарядка электромобилей резко отличается от автомобилей с ДВС, перезарядка электромобилей может занять несколько часов и должна выполняться на специально оборудованных (CS) зарядных станциях. Вот почему развитие инфраструктуры и коммуникаций V2I является важной проблемой для развития ЭМ. ЧМИ может помочь пользователю в переходе с ДВС на ЭМ с точки зрения «дозаправки / перезарядки» быстрее и удобнее.

На рынке уже существует множество готовых к использованию решений, предлагаемых специальными компаниями (General Electric, Eaton, Siemens и т.д.), а также производителями электромобилей (Tesla Motors и т.д.). Эти станции зарядки могут быть доступны на рынке как публичные станции, корпоративные станции для компаний, поддерживающих развитие зеленых технологий, или для частного использования дома. Примеры станций зарядки представлены на рисунке 6.

Специально разработанное мобильное приложение или веб-приложение предоставляет пользователю возможность отслеживать занятость и местоположение станций, к сожалению, централизованного центра обработки данных по-прежнему нет, и пользователю приходится посещать / открывать более одного источника для того, чтобы найти ближайшую доступную станцию.



Рисунок 6 – Примеры станций зарядки электромобилей: корпоративная станция на транспортном факультете, СТУ в Праге (слева), общественная зарядная станция Tesla с источником солнечной энергии (вверху справа), домашняя зарядная станция Easycharge (внизу справа)

Результаты и обсуждение

Как видно из всего вышеупомянутого, существует множество открытых вопросов, связанных с проектированием ЧМИ для ЭМ, таких как:

- какие изменения могут быть внесены в ЧМИ для уменьшения тревожности по поводу дальности поездки;
- какова оптимальная конструкция ЧМИ для обратной связи по зарядке автомобиля;
- как сообщить водителю о расположении зарядных точек в ближайшем окружении;
- как побудить водителей безопасно адаптировать свой стиль вождения или выбирать маршруты, чтобы повысить эффективность.

Отвечая на эти вопросы и устраняя недостатки уже существующих систем ЧМИ и используя новые доступные технологии, можно повысить эффективность ЭМ и, следовательно, повысить признание технологии ЭМ среди пользователей. Мы предлагаем использовать жизненный цикл проектирования аппаратуры, представленный на рисунке 7, для нового интерфейса ЧМИ.

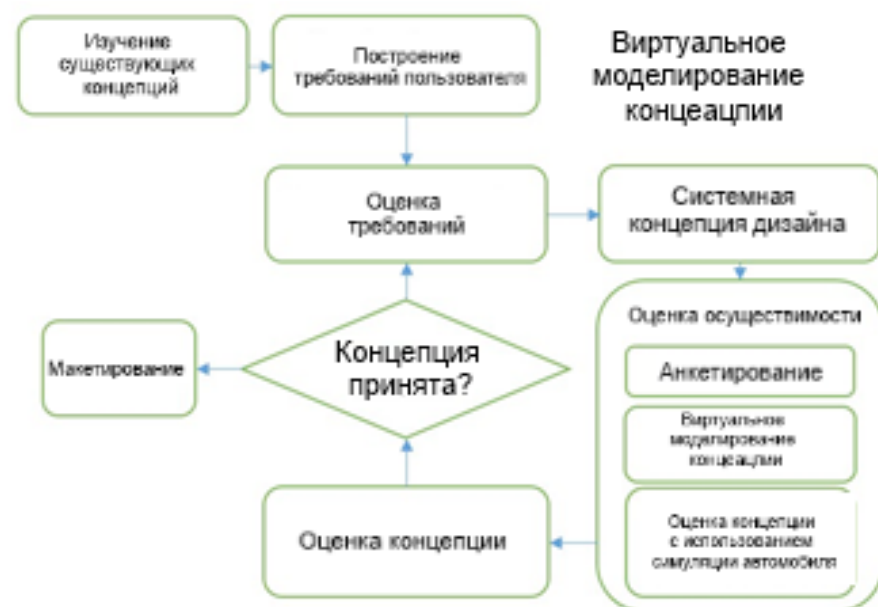


Рисунок 7 – Концепция жизненного цикла проектирования аппаратуры ЧМИ

В первой части статьи были описаны уже существующие решения. Есть некоторые исследования, связанные с требованиями пользователей к новой конструкции ЧМИ электрических транспортных средств [7]. Эти требования обычно связаны с ЧМИ для ЭМ:

- система не должна быть ограничена в функциональности по сравнению с транспортными средствами с ДВС;
- система должна улучшить безопасность и комфорт пользователя.
- система должна помочь справиться с нехваткой энергии.
- система должна быть привлекательной и интуитивно понятной.
- система не должна ограничивать пользователя в стиле вождения.
- система должна обеспечивать функциональность для повышения потребления энергии транспортным средством;
- дизайн ЧМИ должен отражать самовосприятие ранних последователей как современных и экологических людей с привязанностью к новым технологиям.

Существуют некоторые противоречивые требования, которые не могут быть решены с помощью традиционных подходов ЧМИ. Пользователь не хочет быть ограниченным в выборе стиля вождения и в то же время хочет, чтобы система помогала ему управлять автомобилем более эффективно с точки зрения энергопотребления. Мы предлагаем использовать динамическую приборную панель для удовлетворения потребностей пользователей. Это интерфейс, который можно настроить в зависимости от запроса пользователя или особого состояния автомобиля. Динамический спидометр [9] является примером такой системы, уже известной и внедренной производителями транспортных средств. В случае ЭМ мы можем говорить о динамических приборных панелях как о целой системе,

где можно изменить не только состояние и внешний вид приборной панели или дополнительного дисплея для разных профилей, но также и поведение транспортного средства. Под поведением мы подразумеваем различное состояние в системах транспортных средств, такое как климат-контроль, освещение и эксплуатационные характеристики автомобиля). Педальи Haptic или педальи AFFP (Active Force Feedback Acceleration [10]) в сочетании с различными звуковыми и визуальными сигналами обратной связи помогают регулировать динамику автомобиля, и ЧМИ должен предоставить пользователю информацию, связанную с этими изменениями.

Аналогичные понятия, описаны в [11], где было предложено более шести различных макетов ЧМИ для разных типов профилей. Мы можем выделить пять основных понятий, таких как:

1 Энергосберегающий режим, когда внутренняя система ЭМ регулируют свое состояние потребления, чтобы максимизировать диапазон ЭМ, ограничивая функциональность системы комфорта, и приборная панель изменяется, чтобы предоставить водителю инструкцию о желаемой скорости ускорения / замедления и скорости на участке дороги, чтобы минимизировать энергию потребления. Система AFFP регулирует режим ускорения / замедления для экономии энергии.

2 Система городского режима регулирует поведение на основе текущей информации о трафике, периодически отслеживает и пересчитывает маршрут до пункта назначения на основе обновленной информации. Драйвер информируется о состоянии аккумулятора и достижимости пункта назначения по текущему заряду. Кроме того, система регулирует производительность транспортного средства самостоятельно в зависимости от типа пункта назначения, если пунктом назначения является Дом или Офис, где пользователь не ограничен в возможностях зарядки или если это двусторонняя поездка, где зарядка невозможна или ограничена.

3 Потребление в сельских условиях на сельских дорогах можно свести к минимуму, если ехать с правильной скоростью в пределах скорости и применять концепцию вождения без тормозов. Система обеспечивает водителя подходящим ЧМИ приборной панели для минимизации потребления энергии у электромобилей.

4 В режиме достижения пункта назначения система непрерывно отслеживает оставшийся диапазон пробега и сравнивает его с расстоянием до пункта назначения. В случае несовпадения система предлагает решение, например, переключение в режим энергосбережения или маршрутизацию к доступным точкам зарядки.

5 Свободный режим – это режим, в котором производительность ЭМ не ограничивается системой, а интерфейс приборной панели настраивается пользователем

Точкой отсчета для такой системы является надежная и точная модель энергопотребления электромобиля. Обычная модель потребления сопротивления качению, сопротивлению ускорению и ускорению должна быть расширена с помощью адаптивной модели водителя (где система узнает об особенностях вождения водителей, таких как уровни замедления ускорения, максимальная скорость и т.д.) И так называемой «текущей модели движения», где система способна предвидеть условия движения на основе внешней информации). Влияние

погоды и расположение зарядной станции также должны быть приняты во внимание. Такая модель была описана в [6]. Кроме того, с развитием связи V2V и V2I была введена безубыточная концепция вождения, где водитель получает инструктаж с помощью ЧМИ (визуального / аудио или тактического), когда лучше отпустить педаль ускорения, приблизиться к следующей области скорости без применения механических разрывов.

Такие системы должны быть не только частью транспортного средства, но должны быть интегрированы с мобильными устройствами или мобильными приложениями, чтобы обеспечить доступ к данным транспортного средства и планированию дороги перед конкретной поездкой. Эта интеграция должна рассматриваться как часть самого ЧМИ, что означает, что она должна учитываться на всех этапах проектирования, перечисленных выше.

Как уже упоминалось, прежде чем перейти к этапу создания прототипа, необходимо оценить концепцию. Очевидно, что для оценки системы ЧМИ для транспортного средства пользователь должен попробовать эту систему во время вождения. В случае определения концепции целесообразно создать «виртуальный» прототип системы, в котором функциональность системы моделируется с помощью компьютерной графики и выполняется несколько экспериментов на симуляторе вождения, чтобы дать пользователю возможность протестировать функциональность системы.



Рисунок 8 – Симулятор вождения Octavia II, разработанный FD CTU в Праге [12]

Современные симуляторы обычно состоят из частей реальных транспортных средств (рисунок 8), с которыми водитель взаимодействует посредством реальных компонентов управления транспортным средством, таких как педали рулевого колеса и ЧМИ другого транспортного средства, и сложной системы виртуальной реальности, создаваемой компьютером. Виртуальная реальность должна охватывать как можно более широкий диапазон входных сигналов от оператора, чтобы создать ощущение реалистичной обстановки. Современные тренажеры предоставляют исследователям возможность отслеживать производительность водителя в различных заранее заданных ситуациях. Эти ситуации составлены

в сценарии, которые должны быть спроектированы таким образом, чтобы представлять различные реальные ситуации вождения, когда взаимодействие водителя с ЧМИ транспортного средства.

Результаты, полученные с помощью симулятора вождения в сочетании со специально разработанными вопросниками, должны предоставить достаточно данных для оценки концепции проекта, прежде чем переходить к следующему этапу разработки.

Выводы

Новый динамический ЧМИ для электромобилей может потенциально увеличить популярность технологии ЭМ. Тем не менее, требуется надлежащая проверка концепции, чтобы новый ЧМИ соответствовал требованиям пользователей и не оказывал негативного влияния на основную задачу вождения. В статье предложена методология разработки и оценки концепции.

Эта методология состоит из 5 основных шагов:

- 1 Создание требования пользователя для новой системы;
- 2 Создание концепции системы;
- 3 Оценивание целесообразности предлагаемой системы;
- 4 Проведение экспериментов на симуляторе транспортного средства, чтобы получить обратную связь с пользователем;
- 5 Оценивание концепции системы и при необходимости повторение цикла.

Эксперименты, выполненные на имитаторе транспортного средства, должны предоставить исследователям данные для оценки предлагаемого ЧМИ и сделать вывод о проекте.

REFERENCES

- 1 Technology Roadmap Electric and plug-in hybrid electric vehicles, International Energy Agency, France 2011 [Electronic resource]. – https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EV_PHEV_Roadmap.pdf.
- 2 **Masson, J.** Very poor EV sales in Europe last year, with France an artificial lead, 2013 [Electronic resource]. – <http://www.motornature.com/2013/01/very-poor-ev-sales-in-europe-last-year-with-france-an-artificial-leader>.
- 3 **Thiel, C., Alemanno, A., Scarcella, G., Zubaryeva, A., Pasaoglu, G.** Attitude of European car drivers towards electrical vehicle: a survey, 2012.
- 4 **Helena Strömberg, et al.** Driver Interfaces for Electric Vehicles, AUI2011, Proceedings, 2011.
- 5 Electric Vehicle Standards Panel, Standardization Roadmap for electric vehicles, Version 2.0, American National Standardization Institute, 2013.
- 6 **Rozhdestvenskiy, D.** Electro Vehicle carsharing system – simulation for cities, Master thesis Faculty of Transportation Science, CTU in Prague Czech Republic, 2014.
- 7 **Schinieders, H., Hang, F., Niemeyer, A., Weisschuh, J., Hiller, F.** D 02.1 Requirements and specifications derived from user needs and sota analysis, ID4EV Intelligent Dynamics for fully electric vehicles.

8 **Wellings, T., Binnersley, J., Robertson, D., Khan, T.** Human Machine Interfaces in Low Carbon Vehicles Market Trends and User Issues, Low Carbon Vehicle Technology Project : Work stream April, 2011.

9 **Manu Kumar, Taemie Kim.** Dynamic Speedometer. Dashboard Redesign to Discourage Drivers from Speeding, 2015.

10 **Muller, B. and Meyer, G.** Electric Vehicles Systems Architecture and Standardization Needs, reports of the PPP European Green Vehicles Initiative, 2015.

11 **Schinieders, H., Hang, F., Niemeyer, A., Weisschuh, J., Hiller, F.** D5.1 System specification summary document ID4EV, Intelligent Dynamics for fully electric vehicles, 2012.

12 **Bouchner, P.** Driving Simulators for HMI Research, Ph.D. Thesis, Institute of control and Telematics, CTU in Prague Czech Republic, 2007.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

*Д. Рождественский¹, *П. Бухнер²*

^{1,2}Прагадағы Чех техникалық университеті,
Чехия Республикасы, Прага қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

ЭЛЕКТРОМОБИЛЬДЕРДІ ЖОБАЛАУ БОЙЫНША НҰСҚАУЛЫҚҚА АРНАЛҒАН ДИНАМИКАЛЫҚ АДАМ-МАШИНА ИНТЕРФЕЙСІ

Бұл мақалада электромобильдердің адам-машина интерфейсі (АМИ) қарастырылған, электромобильдердің (ЭМ) АМИ тарихынан бастап, қазіргі уақытта қолданылатын жүйенің элементтері сипатталған және олардың артықшылықтары мен кемшіліктеріне баға берілген. Электромобильдерге арналған динамикалық АМИ жаңа тұжырымдамасы энергияны тұтыну және диапазон тұрғысынан ЭМ тиімділігін арттыру, сондықтан олардың пайдаланушылар арасында танымалдылығын арттыру үшін енгізілген. Бұл интерфейс пайдаланушының немесе жүйенің қажеттіліктеріне бейімделе алады және ЭМ батареясының зарядтау күйіне немесе қалаған жерге қол жеткізуге байланысты динамикалық түрде өзгереді. АМИ-нің мұндай іске асырылуы пайдаланушылардың әлі де ЭМ диапазонындағы дабыл құбылыстарына ішкі жану қозғалтқышы бар қарапайым көлік құралдарын таңдауының басты себептерінің бірін жояды.

Бұл мақала ЭМ үшін жаңа АМИ тұжырымдамасын жасауға, пайдаланушылардың талаптарын зерделеуге және көлік құралын басқару тренажерінде пайдаланушының жарамдылығын растау тұжырымдамасы мен әдіснамасын қоса алғанда, жүйені дамыту әдістемесін ұсынуға арналған.

Кілтті сөздер: АМИ, электромобиль, гибридті автомобиль, кеңейтілген навигация.

*D. Rozhdestvenskiy¹, *P. Bouchner²*

^{1,2}Czech Technical University in Prague,

Czech Republic, Prague.

Material received on 06.06.22.

DYNAMIC HUMAN-MACHINE INTERFACE FOR ELECTRICAL VEHICLE DESIGN GUIDELINES

This article deals with a Human Machine Interface of Electric vehicles starting from the history of Electric Vehicles HMI, describes currently used system elements and provide evaluation of their advantages and disadvantages. A new concept of Dynamic HMI for Electric Vehicles is introduced to improve EV efficiency in terms of energy consumption and range distance, and consequently increase their popularity among users. This interface is capable to adapt itself to user or system needs and changes dynamically based on EV battery State of Charge or reachability of desired destination. Such implementation of HMI address one of the main reason why users still prefer conventional vehicles with internal combustion engine to EV – range anxiety phenomena. This article aims to be a guideline for a design of new concept of HMI for EV, studies user requirements and propose a methodology of system development including concept definition and user acceptance validation methodology on vehicle driving simulator.

Keywords: HMI, Electric Vehicle, Hybrid Car, Extended navigation.

***S. B. Kokin**Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar**TRACTION BATTERIES OF MODERN ELECTRIC VEHICLES**

The purposeful policy of developed countries to transform the global economy and form a new world order, an important feature of which will be an alternative fuel and energy balance, requires the reaction of all states, including Kazakhstan. Despite the rich reserves of hydrocarbon raw materials, Kazakhstan cannot ignore the fact that the main energy consumer – transport – has begun to actively gain momentum in the movement to reduce the consumption of fossil fuels. And the most important trigger of changes in this process was the increase in the production of electric vehicles, growing on high expectations of unsatisfied demand. The transformation will affect not only the transport industry, but also related segments of related industries. The adoption of carbon neutrality standards, as well as the integration of fundamentally new infrastructure and new modes of transport into everyday life will require the development of related technologies, deep modernization of existing and creation of new industries at all stages of the life cycle: extraction of raw materials for batteries, development and production of electric vehicles and components, charging stations and energy infrastructure, information infrastructure and cybersecurity, recycling and others.

Keywords: electric vehicle, traction battery, wiring diagrams, characteristics of traction batteries.

Introduction

Batteries are suitable energy storage systems in various types of cars, they play a key role in the case of electric vehicles. The technologies responsible for their operation are constantly evolving, and different types of batteries differ from each other in application and technical characteristics.

This article is devoted to the analysis of the characteristics of traction batteries used in the design of modern electric vehicles. Connection diagrams, advantages and disadvantages of various types of batteries are given and prospects for their further development are formulated.

The relevance of the work is due to the fact that one of the main problems of modern electric vehicles is the high cost and low performance of traction batteries. This problem is the main deterrent to the widespread adoption of electric vehicles [1–4].

Materials and methods

Comparative analysis of characteristics of traction batteries for modern electric vehicles

Electric vehicles have a number of advantages over cars with internal combustion engines (ICE). The advantages of electric vehicles include the following:

- absence of harmful exhaust emissions, which are one of the main sources of environmental pollution;
- significantly lower noise level;
- reliability and durability of the engine during its long-term operation;
- high efficiency of the electric motor (about 95 %).

Disadvantages of electric vehicles are:

- high cost of traction battery;
- significant influence of environmental conditions (temperature) on battery capacity;
- large mass of the vehicle;
- a relatively small power reserve on a single charge of the traction battery.

Two types of batteries are used in electric vehicles. The starter motor is used as an auxiliary energy source for starting the engine, lighting, heating and other purposes. Traction is the main source of electricity needed to power the electric motor. There are several main types of traction batteries:

- lead-acid;
- nickel-cadmium;
- nickel-metal hydride;
- lithium-ion [5–10].

The purpose of this article is a comparative analysis of the characteristics of the traction batteries used and the prospects for their development. Lead-acid batteries have become widespread due to their affordable cost and sufficient specific power. The principle of operation of these batteries is based on the chemical reaction of Pb (lead) and PbO₂ (lead dioxide) in an aqueous solution of H₂SO₄ (sulfuric acid).

The operating temperature of the battery has a fairly wide range: from -40 to +40 °C. When the ambient temperature decreases, their parameters deteriorate: the batteries do not ensure the reliability of starting the engine and are not able to take charge from the generator. The main condition of operation is not to allow the battery to be discharged below 50% of its capacity, as this significantly reduces its service life. One of the main disadvantages of these batteries is that they occupy 25... 50 % of the total mass of the vehicle. Nickel-cadmium batteries have a significant advantage over lead-acid batteries – a longer service life (with proper operation, 100–900 charge-discharge cycles, which is about 20–25 years). The chemical current source is Ni(OH)₂ (hydrate of nickel oxide) with graphite powder (5...8 %). The principle of operation is based on a reversible chemical reaction.

The operating temperature has a larger range than that of lead-acid batteries from -50 to +40 °C. The main advantage of these batteries is that they can be stored in a discharged state, unlike nickel-salt and nickel-metal hydride batteries, for which it is necessary to maintain a charged state. As well as lead-acid, they have a low cost. One of the disadvantages is the so-called «memory effect». This process manifests itself when the battery is charged before it has had time to discharge. In this case, an «extra» electrical layer appears in the electrochemical system of the battery, which reduces the voltage by 0.1 V. Currently, the use of the batteries in question is limited, as they have a negative impact on the environment (the toxicity of the materials used significantly

exceeds the norms). The nickel-metal hydride battery was designed to replace the nickel-cadmium one. It has a larger capacity (by about 20%), but a shorter service life (300–500 charge-discharge cycles). The advantage of the considered batteries is a much smaller «memory effect». This means that it is possible to charge an incompletely discharged battery, while the formation of «extra» layers is excluded. The chemical current source is a reversible reaction of nickel-lanthanum or nickel-lithium hydride. The charge occurs in a direct reaction from right to left, the discharge occurs in the opposite direction: $Ni(OH)_2 + M \leftrightarrow NiOOH + MH$.

Nickel-metal hydride batteries are the most environmentally friendly, as they do not have toxic components. They have good performance at low temperatures. Operating temperature range from -40°C to +55 °C. At a negative temperature, the power loss is no more than 1-2%, while other batteries have 20–30 %. The disadvantages include poor tolerance of high temperatures (20–30 °C), high cost compared to nickel-cadmium batteries, the amount of self-discharge, which is 1.5 times higher than that of other batteries [11, 12].

Lithium-ion batteries are widely used in laptops, phones and other devices. Recently, these batteries have been gaining popularity in the modern electric vehicle industry. Such batteries have a high specific energy (from 200 Wh / kg) and charge efficiency. The service life of lithium-ion batteries is higher than that of the rest – at least 1000 charge-discharge cycles (or at least 10 years). The advantages of this type of battery are considered to be minimal self-discharge (no more than 3 %), no need for additional maintenance and low weight compared to other batteries. The disadvantages of this type of battery do not allow you to take a leading position in the market. This is the operating temperature from -20°C to +50°C and high sensitivity to changes in ambient temperature. When the temperature drops, the battery’s ability to release energy sharply decreases, in this they are inferior to lead-acid batteries. It is not recommended to charge them at temperatures below 0 °C. At temperatures above 60°C, overheating occurs, which can lead to an explosion and fire. Every year, the popularity of electric vehicles is gaining momentum, so the issue of improving batteries is becoming more relevant. The choice of the type of traction battery for electric transport depends on its technical characteristics: voltage, capacity, mass, strength of charging and discharge currents and efficiency. The table shows the comparative characteristics of various types of traction batteries for electric vehicles.

Table 1 – Comparative characteristics of traction batteries

Characteristic	Lead-acid	Lead-acid	Nickel-metal hydride	Lithium-ion
Internal resistance	Very low	Very low	Low	Low
Number of charge/discharge cycles	300-500	100-900	300-500	800-1500
Self-discharge per month	5 %	20 %	30 %	до 5 %
Permissible ambient temperature during charging	From -20 °C to 50 °C	From 0 °C to 45 °C	From 0°C to 45 °C	

Operating temperature	-20 ... 50 °C	-50 ... 40 °C	-40 ... 55 °C	-20 ... 50 °C
Toxicity	Very high	Very high	Low	-
Service	+	+	-	-
Memory Effect	-	+	-	-
Cost	Low	Moderate	High	High

The batteries used on electric vehicles consist of a number of connected elements (cans) that have a voltage multiple of two. Taking into account the variety of designs of modern electric vehicles, it is necessary to have different combinations of characteristics of the batteries used. This is achieved by serial and parallel connection of batteries. Serial connection is applicable in cases where it is necessary to obtain a higher voltage with a constant battery capacity. Individual elements (banks) are connected alternately (the positive terminal of one battery with the negative terminal of the other). The total voltage can be calculated by the formula: $U_c = U_{el}n$, where U_{el} is the voltage at the element clamp; n is the number of elements.

Parallel connection is applicable in cases where it is necessary to obtain a large battery capacity at constant voltage. In this case, all the positive terminals are connected together, forming a positive charge, the negative terminals are connected in the same way.

Results and discussion

The largest manufacturers of batteries for electric vehicles

According to SNE Research analysts, in 2021, the share of South Korean companies in the global market of batteries for electric vehicles was 30.4 %, which is 4.3 percentage points less than in 2020. The study was published in February 2022.

Since 2017, CATL has become the world’s largest manufacturer of batteries for electric vehicles in 2021, according to SNE Research, a market research firm. With an installed capacity of 96.7 GWh, CATL gained a 32.6 % share of the global lithium-ion car battery market in 2021. LG Energy Solution is the second leader in the production of batteries for electric vehicles with a market share of 20.3 % and a total capacity of 60.2 GWh, according to an estimate, Panasonic ranks third with an installed capacity of 36.1 GWh and a market share of 12.2 %.

Among the largest manufacturers of batteries for electric vehicles: CATL, LG Energy Solution, Panasonic

However, this also means that the top three already have a combined market share of 65.1 % with 193 GWh of installed capacity. According to SNE Research, the total market volume at the end of the year was 296.8 GWh, which is twice as much as in 2020. In particular, the growth was 102.3 %.

The following is a list of companies producing batteries for electric vehicles and their share in global production:

- CATL 96.7 GWh 32.6 %
- LG Energy Solution 60.2 GWh 20.3 %
- Panasonic 36.1 GWh 12.2 %
- BYD 26.3 GWh 8.8 %
- SK On 16.7 GWh 5.6 %
- Samsung SDI GWh 13.2 4.5 %

- CALB 7.9 GWh 2.7 %
- Gotion High-Tech 6.4 GWh 2.1 %
- AESC 4.2 GWh 1.4 %
- SVOLT 3.1 GWh 1.0 %

The fastest growth was recorded in SVOLT, whose turnover increased more than fivefold in 2021. However, the largest increase in capacity can be attributed to CATL and BYD, which in 2021 increased the installed production capacity by 2.5 times. CALB and Gotion still have a factor of 2.

Among Korean manufacturers, LGES was able to increase by 70 %, according to the Pulse News portal, also thanks to the active sales of the Tesla Model Y and VW ID.4. However, as the market grew faster, LGES lost market share. SK On was able to double its capacity and took fifth place in the ranking with a market share of 5.6 %. Samsung SDI was able to increase its capacity by only 50 % to 13.2 GWh and took sixth place with a market share of 4.5 %.

Another Japanese manufacturer, AESC, entered the top ten in ninth place with a market share of 4.2 GWh or 1.4 %. Compared to 2020, AESC was able to increase its production capacity by 0.3 GWh. However, major projects have been announced in England and France, which should increase the company's capacity from 2022 to 2024.

Conclusions

Based on the comparative analysis of traction batteries, the following conclusions can be drawn:

- lead-acid batteries have the lowest cost, have large overall dimensions and require maintenance every 3 to 6 months;
- nickel-cadmium batteries have a large number of charge/discharge cycles, are resistant to low temperatures, but have a negative «memory effect»;
- nickel-metal hydride batteries have a greater self-discharge value than nickel-cadmium batteries and do not tolerate low temperatures; lithium-ion batteries are the most promising of the considered batteries, since they have a high energy consumption, a large number of charge/discharge cycles and are the most environmentally friendly.

REFERENCES

- 1 **Gorelov V. P., Danilov G. A.** Power supply of transport facilities. – Moscow : Transport, 2016. – 379 p.
- 2 **Ashley Vance.** Elon Musk, Tesla, SpaceX and the road to the future. – Moscow : Business and Management, 2021. – 440 p.
- 3 **Drobov A. V., Galushko V. N.** Electric machines: textbook. – Moscow : Transport, 2015. – 292 p.
- 4 **Timatkov V. V.** Electric transport as a part of the electric world. Facts and forecasts. – Moscow : ID Energia , 2015. – 48 p.
- 5 **Kashkarov A. P.** Modern electric vehicles. Device, differences. – Moscow : Transport, 2017. – 92 p.

6 **Zaripov R. Yu., Ivashko V. S., Sembayev N. S. [et al.]** On the issue of introduction of electric buses in the transport system of the city // Science and Technology of Kazakhstan. – 2019. – № 4. – P. 50-63.

7 LLP «Research INSTITUTE OF TC». Methodology of passenger traffic survey in the public urban passenger transport system. – Moscow : Transport, 2014. – 37 p.

8 **Karamyan O. Yu., Chebanov K. A., Solovieva Zh. A.** Electric vehicle and prospects for its development // Fundamental Research, 2015. No. 15. – 696 p.

9 **Balgabekov T. K., Aidarbek A. O., Kongkybayeva A. N., et al.** The problems of urban transport in major cities // Science and Technology of Kazakhstan. – 2021. – No 1. – P. 75–85. – DOI 10.48081/AEWB5483.

10 **Ivanov S. A., Asadov D. G.** Market analysis and development trends of lithium-ion batteries and electric vehicles // International Technical and Economic Journal. 2011. – No. 1. – P. 119–122.

11 **Ospanbekov B. K.** Optimization of resource-determining operational modes of traction batteries of electric vehicles. – Moscow, 2017. – 170 p.

12 **Nusupbek Zh. T., Zharkenov N. B., Kongkybayeva A. N. [et al.]** Ensuring the safety of vehicles // Science and Technology of Kazakhstan. – 2022. – No 1. – P. 178-186. – DOI 10.48081/UQZS8247.

Material received on 06.06.22.

***С. Б. Кокун**

Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

ҚАЗІРГІ ЗАМАН КӨЛІКТЕРІНЕ АРНАЛҒАН ТАРТҚЫШ АККУМУЛЯТОРЛАР

Дамыған елдердің жаһандық экономиканы түрлендіру және жаңа әлемдік тәртіпті қалыптастыру жөніндегі мақсатқа барлық мемлекеттердің, соның ішінде Қазақстанның да ден қоюын талап етеді. Оның маңызды белгісі - баламалы отын-энергетикалық теңгерім болмақ, Көмірсутектердің бай қорына қарамастан, Қазақстан энергияның негізгі тұтынушысы – көліктің қазба отын тұтынуын азайту қозғалысының белсенді қарқын ала бастағанын назардан тыс қалдыра алмайды. Бұл процестегі өзгерістердің ең маңызды қозғаушы күші сұраныстың жоғарылауына байланысты өскен электр көліктерінің өндірісінің артуы болды. Трансформация тек көлік саласына ғана емес, сонымен қатар аралас салалардың сабақтас салаларына да әсер етеді. Көміртегі бейтараптығы стандарттарын қабылдау, сондай-ақ күнделікті өмірге түбегейлі жаңа инфрақұрылым мен көліктің жаңа түрлерін біріктіру байланысты технологияларды дамытуды, қолданыстағыларды терең жаңғыртуды және жаңа өндірістерді құруды . өмірлік цикл үдірісінде талап етеді: аккумуляторларға арналған шикізатты өндіру, электрлі көліктер мен бөлшектерді әзірлеу және өндіру, қуаттандыру станциялары

мен энергетикалық инфрақұрылым, ақпараттық инфрақұрылым және киберқауіпсіздік, қайта өңдеу және т.б.

Кілтті сөздер: электроқолік, тартқыш аккумулятор, қосу сұлбалары, тартқыш аккумуляторлардың сипаттамалары.

***С. Б. Кокин**

Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

ТЯГОВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Целенаправленная политика развитых стран по трансформации глобальной экономики и формированию нового мироустройства, важной особенностью которого станет альтернативный топливно-энергетический баланс, требует реакции всех государств, включая Казахстан. Несмотря на богатые запасы углеводородного сырья, Казахстан не может игнорировать тот факт, что основной потребитель энергии – транспорт – начал активно набирать обороты в движении по сокращению потребления ископаемого топлива. И важнейшим триггером изменений в этом процессе стало увеличение производства электромобилей, растущего на больших ожиданиях неудовлетворенного спроса. Трансформация затронет не только отрасль транспорта, но и связанные с ней сегменты смежных отраслей. Принятие стандартов углеродной нейтральности, а также интеграция принципиально новой инфраструктуры и новых видов транспорта в повседневную жизнь потребуют развития сопутствующих технологий, глубокой модернизации существующих и создания новых производств на всех стадиях жизненного цикла: добыча сырья для батарей, разработка и производство электротранспорта и компонентов, зарядные станции и энергетическая инфраструктура, информационная инфраструктура и кибербезопасность, утилизация и др.

Ключевые слова: электромобиль, тяговая аккумуляторная батарея, схемы подключения, характеристики тяговых аккумуляторов.

ХИМИЧЕСКАЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

МРНТИ 87.19.15

<https://doi.org/10.48081/RJER4149>

***К. К. Самсенова¹, К. Х. Жапаргазинова²**

Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СБРОСАХ ТОО «ПНХЗ»

В данной статье рассмотрены источники загрязнения сточных вод на нефтеперерабатывающих предприятиях. Описаны сточные воды, образующиеся на территории ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» и приведена система канализации предприятия. На данном заводе в процессах водоочистки используется две канализационные системы – первая и вторая линии канализации. Очистные сооружения предприятия предусматривают механическую и физико-химическую, а также биологическую очистку стоков. Очищенные сточные воды первой системы отправляются на блок оборотного водоснабжения, а очищенные воды второй системы подаются по трубопроводу в пруд накопитель – испаритель озеро Сарымсак. В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых в накопитель Сарымсак. Контролируемыми показателями качества являются: азот аммонийный (аммоний солевой по азоту), биохимическое потребление кислорода (БПКполн), взвешенные вещества (механические примеси), нефтепродукты, нитраты, нитриты, поверхностно-активные вещества (ПАВ), сульфаты, фенолы летучие и хлориды. Графически показаны диаграммы, отображающие динамику контролируемых показателей за 2021 год, таких как нитраты, поверхностно-активные вещества, хлориды, которые в своих значениях близки к нормативным данным.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающий завод, ТОО «ПНХЗ», сточные воды, накопитель Сарымсак, загрязняющие вещества, контролируемые показатели, эмиссии.

Введение

Основными направлениями нового Экологического Кодекса Республики Казахстан (от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК), который вступил в силу с 1 июля 2021 года, являются:

- а) переход на наилучшие доступные технологии (НДТ);
- б) новые подходы оценки воздействия на окружающую среду;
- в) ужесточение ответственности за нарушение экологического законодательства [1].

Для реализации положений Экологического Кодекса предусмотрен поэтапный переход на НДТ для действующих промышленных предприятий Республики Казахстан. При этом, на первом этапе планируется переход на НДТ 50 крупнейших предприятий из нефтегазовой, горно-металлургической, химической и электроэнергетической отраслей, на которые приходится около 80% загрязнения. Три казахстанских НПЗ (ПНХЗ, АНПЗ, ПКОП) вошли в топ-50 предприятий нефтегазовой отрасли РК, которые уже в 2020 году прошли комплексный технологический аудит (КТА), являющийся первым шагом по готовности промышленности к переходу на НДТ. Суть КТА заключалась в установлении соответствия используемых отечественных технологий переработки нефти каталогам Евросоюза и Российской Федерации. Наряду с этим, обязателен переход предприятий с разрешений на эмиссии на комплексные экологические разрешения (КЭР), и с 2022 года будет осуществляться онлайн (автоматический) мониторинг выбросов (АСМ). Таким образом, ужесточение ответственности за нарушение экологического законодательства, штрафные санкции, переход промышленных предприятий к НДТ позволяют надеяться на кардинальные изменения в системе контроля качества атмосферного воздуха, почвы и водных ресурсов.

Предприятие ТОО «ПНХЗ» расположено в Северной промышленной зоне г. Павлодара. Вблизи предприятия расположены ТЭЦ-3, АО «ПКРЗ», АО «Казэнергокабель» и АО «Каустик» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема расположения ТОО «ПНХЗ» и предприятий Северной промышленной зоны

Водозаборы поверхностных и подземных вод в районе расположения предприятия отсутствуют, расстояние до реки Иртыш составляет 2-4 км. В результате деятельности ТОО «ПНХЗ» образующиеся сточные воды частично возвращаются в водооборот для вторичного использования, остальная часть после прохождения механической и биологической очистки сбрасывается в накопитель Сарымсак. С позиции зелёной химии очень важно знать состав сточных вод, сбрасываемых в накопитель, т. к. это оказывает воздействие на окружающую среду. Поступая в водоём загрязнённые сточные воды, также поступают и в почву, нарушая ход естественных биохимических процессов, вызывая гибель флоры и фауны озера, снижение плодородия почвы.

Загрязненность сточных вод нефтеперерабатывающих заводов зависит от состава перерабатываемой нефти, профиля завода, состояния технологического оборудования, правильности подключения установок к системам канализации [2]. Сточные воды нефтепереработки высоко токсичны и представляют собой серьезную экологическую опасность. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов, это сложный процесс, требующий правильной поэтапной очистки, поскольку побочные продукты могут быть летучими, токсичными и даже взрывоопасными.

Целью работы является исследование данных результатов анализов очищенных сточных вод, сбрасываемых в накопитель Сарымсак.

Материалы и методы

Нефтеперерабатывающие заводы имеют высочайший уровень водопотребления. Расход воды для производственных целей зависит от технологической схемы предприятия, глубины переработки нефти и объема производства [3].

Вода на нефтехимическом производстве используется на установках охлаждения и конденсации различных продуктов перегонки, приготовления различных растворов для проведения химических реакций, в теплосиловых установках для получения пара необходимых характеристик и т. д [4].

Источниками загрязнений сточных вод на НПЗ являются:

- переработка сернистой нефти и очистка нефтепродуктов щелочами (на некоторых установках это дает сернисто-щелочные сточные воды высокой концентрации), отводимый от оборудования паро-водяной конденсат при переработке сернистой нефти загрязняется сульфидами и фенолами;
- комплексная переработка нефти и газа для получения синтетических продуктов (это порождает сточные воды от химических цехов, в составе которых имеются органические кислоты и спирты, фенолы и т. п.);
- сильно загрязненные сточные воды, образующиеся в процессах обессоливания и обезвоживания (если на электрообессоливающих установках используются водорастворимые деэмульгаторы, сульфонафты);
- сточные воды от установок ЭЛОУ отличаются характерным запахом керосина. Для этих вод характерны высокие показатели ХПК и БПК. Производство присадок и автомасел порождает еще более загрязненные стоки [5].

На территории ТОО «ПНХЗ» образуются следующие виды сточных вод:

- хозяйственно-бытовые сточные воды;
- производственные сточные воды;
- ливневые сточные воды;
- дренажные воды.

На предприятии существует две системы канализации I-ая и II-ая.

По I-й системе канализации собираются, отводятся и очищаются менее загрязненные стоки (ливневый сток с территории предприятия, от установки переработки нефти шлама (УПШ), паровой конденсат, дренажная вода с иловых площадок, подтоварная вода). После очистки на отдельной линии сооружений механической и биологической очистки, основной объем стоков возвращается в

систему оборотного водоснабжения для восполнения потерь, и частично во II-ую систему канализации для доочистки на очистных сооружениях этой системы.

По II-ой системе канализации собираются, отводятся и очищаются более загрязненные стоки (от ЭЛОУ, серно-щелочные стоки, подтоварная вода из резервуаров, отстоянная вода из шламонакопителей, хоз-бытовые сточные воды от площадки завода и субабонентов, дренаж подземных вод площадки), которые после очистки сбрасываются в накопитель «Сарымсак» [6].

Накопитель Сарымсак – конечный приемник биологически очищенных сточных вод ТОО «ПНХЗ», функционирует с 1979 г. Площадь земельного участка под накопитель составляет 606,1 га. Согласно проектным и фактическим данным основным фактором разгрузки накопителя Сарымсак является испарение.

Контроль за работой соблюдением нормативов предельно-допустимых сбросов в накопитель осуществляется по десяти контролируемым показателям путем отбора проб из трубопровода откачки очищенных стоков на Сарымсак во время сброса. Отбор проб, а также испытания по контролируемым показателям выполняются согласно нормативной документации. Испытания контролируемых показателей проведены согласно следующим методикам выполнения измерений:

- азот аммонийный – «РД 52.24.486-2009. Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера»;

- биохимическое потребление кислорода – «РД 52.24.420-2006. Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом»;

- взвешенные вещества – «СТ РК 2015-2010. Определение взвешенных веществ в поверхностных и сточных водах»;

- нефтепродукт – «СТ РК 2328-2013. Определение содержания нефтепродуктов флуориметрическим методом»;

- нитраты, нитриты – «ГОСТ 33045-2014. Методы определения азотсодержащих веществ»;

- поверхностно-активные вещества – «СТ РК 1983-2010. Определение содержания ПАВ в природных, сточных водах»;

- сульфаты – «ГОСТ 26449.1-85. Методы химического анализа соленых вод»;

- фенолы летучие – «СТ РК 2359-2013. Определение содержания фенолов флуориметрическим методом»;

- хлориды – «СТ РК ИСО 9297-2008. Титрование нитратом серебра с хроматным индикатором (метод Мора)».

Эксперименты контролируемых показателей выполнены согласно графика лабораторного контроля санитарной лабораторией, входящей в состав Центральной заводской лаборатории Павлодарского НПЗ.

Результаты и обсуждение

Расчет предельно-допустимой концентрации загрязняющих веществ выполнен на основании «Методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду, утвержденная приказом Министра ООС РК от 11.12.2013 г. №379-Ө». Нормативы

сбросов загрязняющих веществ и результаты анализов сточных вод, сбрасываемых в накопитель Сарымсак ТОО ПНХЗ за 2020 и 2021 годы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные анализов очищенных сточных вод, сбрасываемых в накопитель Сарымсак ТОО ПНХЗ за 2020 и 2021 годы

Место отбора проб	Наименование контролируемых показателей	Норма	2020 г.	2021 г.
Из трубопровода откачки очищенных стоков на «Сарымсак» во время сброса	азот аммонийный (аммоний солевой по азоту), мг/дм ³	не более 55,2	0,61	2,39
	биохимическое потребление кислорода (БПКполн), мгО ₂ /дм ³	не более 15,79	5,35	3,64
	взвешенные вещества (механические примеси), мг/дм ³	не более 20,542	8,2	8,8
	нефтепродукт, мг/дм ³	не более 3,12	0,63	0,69
	нитраты, мг/дм ³	не более 26,883	18,7	19,7
	нитриты, мг/дм ³	не более 2,4	0,071	0,049
	поверхностно-активные вещества, мг/дм ³	не более 0,52	0,31	0,37
	сульфаты, мг/дм ³	не более 642,5	161,2	158,4
	фенолы (летучие), мг/дм ³	не более 0,09	0,009	0,007
	хлориды, мг/дм ³	не более 167	131	140

Исходя из данных анализов очищенных сточных вод, сбрасываемых в накопитель, можно сделать вывод, что превышений по контролируемым показателям не наблюдается.

Следует отметить, что на протяжении анализируемого периода на предприятии наблюдается положительная динамика следующих показателей «Биохимическое потребление кислорода», «Нитриты», «Сульфаты», «Фенолы» – фактическая концентрация данных показателей в 2021 году меньше, чем в 2020 году. Увеличение фактической концентрации в сточной воде показателя «Азот аммонийный» почти в 4 раза и незначительное увеличение концентраций «Взвешенные вещества», «Нефтепродукт», «Нитраты», «Поверхностно-активные вещества», «Хлориды» отмечается в 2021 году, в сравнении с 2020 годом.

Более детально проанализирован ряд показателей, значения которых близки к норме («Нитраты», «ПАВ», «Хлориды»). Ниже представлены три диаграммы, построенные на основе лабораторных испытаний за 2021 год, где представлены динамика результатов данных показателей в течении года (Рисунок 1, Рисунок 2, Рисунок 3).

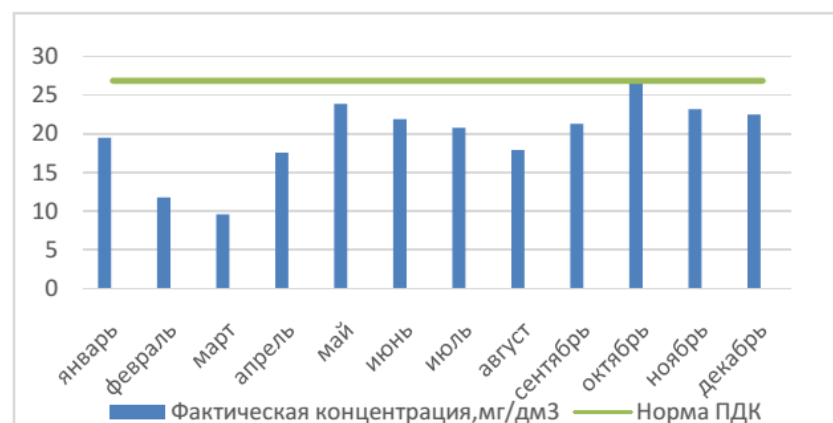


Рисунок 2 – Динамика показателя «Нитраты» при контроле очищенных сточных вод, сбрасываемых в накопитель Сарымсак

Из Рисунка 2 видно, что фактическая концентрация нитратов в октябре месяце достигла критического значения 26,6 мг/дм³ приблизившись к норме 26,883 мг/дм³. Минимальные значения наблюдались в феврале и марте, составив 11,8 и 9,6 мг/дм³ соответственно. В остальные месяцы значения фактических концентраций нитратов варьировались от 17,6 и до 23,9 мг/дм³.

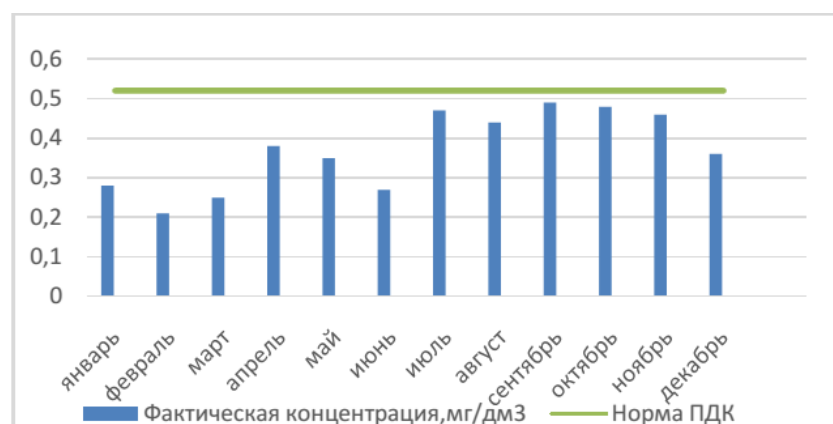


Рисунок 3 – Динамика показателя «Поверхностно-активные вещества» при контроле очищенных сточных вод, сбрасываемых в накопитель Сарымсак

Рисунок выше демонстрирует, что максимальные значения фактической концентрации показателя «Поверхностно-активные вещества» наблюдаются в июле, сентябре, октябре и ноябре месяцах, варьируясь в пределах от 0,46 до 0,49 мг/дм³, при предельно допустимой концентрации 0,52 мг/дм³. Наименьшего значения концентрация показателя достигла в феврале месяце составив 0,21 мг/дм³. В оставшиеся месяцы значения разнятся от 0,25 до 0,44 мг/дм³.

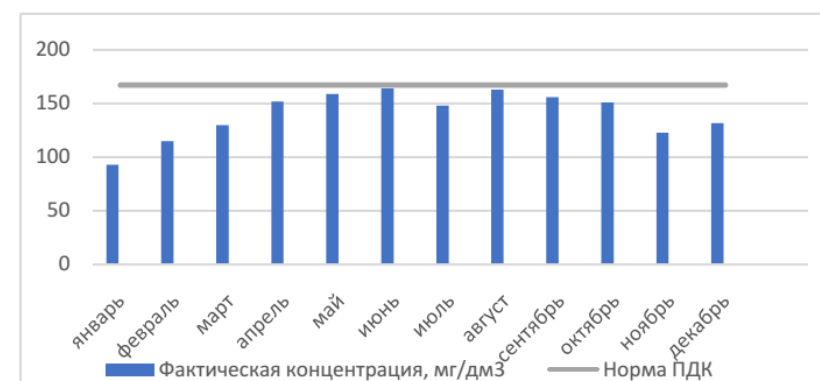


Рисунок 4 – Динамика показателя «Хлориды» при контроле очищенных сточных вод, сбрасываемых в накопитель Сарымсак

Рисунок 4 показывает, что концентрация показателя «Хлориды» в июне и августе месяцах достигли значения, максимально приблизившись к норме 167 мг/дм³ составив 164 и 163 мг/дм³ соответственно. Минимальное значение содержания хлоридов отслеживается в январе и составляет 93 мг/дм³. В остальные месяцы фактическая концентрация варьируется в пределах от 115 до 159 мг/дм³.

Эмиссии загрязняющих веществ, отправляющихся в водные объекты, по 10 загрязняющим веществам за 2020 год представлены в Таблице 2 [7]. Методы определения фактических сбросов выполнены на основании инструментальных замеров.

Таблица 2 – Информация по объёму фактических эмиссий загрязняющих веществ в водные объекты

Наименование загрязняющего вещества	Установленный норматив (тонн в год)	Фактический сброс (тонн в год)
аммоний солевой по азоту	165,600	1,51
БПКполн	47,370	10,27
взвешенные вещества	61,626	16,54
нефтепродукты	9,360	1,4
нитраты	80,649	33,6
нитриты	7,200	0,094
ПАВ	1,560	0,58
сульфаты	1927,5	288,82
фенолы летучие	0,270	0,016
хлориды	501,000	253,18

Как видно из Таблицы 2, превышений по эмиссиям загрязняющих веществ в водные объекты не наблюдается. Наибольшие эмиссии отмечаются по нитратам, ПАВ и хлоридам.

Выводы

На основании анализа экспериментальных данных установлено что, содержание загрязняющих веществ в сточных водах ТОО ПНХЗ, по десяти контролируемым показателям находятся в пределах разрешенных норм. Но если говорить о трех

проанализированных показателей (нитраты, ПАВ, хлориды), то содержания данных веществ в стоках в некоторых месяцах находятся на пределе нормы.

Превышение значений ПДК указанных загрязняющих веществ имеет отрицательное воздействие на окружающую среду и экологическую обстановку производства в целом. Известно, что вода с повышенным содержанием сульфатов и хлоридов имеет повышенную коррозионную активность, что будет отрицательно сказываться на технологии переработки нефти, избыток азота в водоемах приводит к усиленному росту растений. и, как правило, они больше подвержены болезням и атакам насекомых и более чувствительны к изменениям окружающей среды, содержание ПАВ в водоемах приводит к интенсивному пенообразованию и нарушению кислородного режима, что создает неблагоприятные условия для естественного самоочищения водных систем и приводит к болезням обитателей водоемов. В связи с вышеизложенным необходимо контролировать концентрацию загрязняющих веществ и не превышать значений, превышающих норму.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года.
- 2 **Василенко, Л. В.** Методы очистки промышленных сточных вод : учебное пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. университет, 2009. – 174 с.
- 3 **Десятов, А. В., Кручинина, Н. Е., Тихонова, И. О.** Современные методы очистки сточных вод промышленных предприятий : учебное пособие для студентов вузов. – М. : ООО НИЦ «Инженер», 2012. – 132 с.
- 4 **Райзер, Ю. С., Назаров, М. В., Зенцов, В. Н.** Очистка нефтесодержащих сточных вод с применением электрофлотации : Башкирский химический журнал. – 2010. – № 2. – Т. 17.
- 5 **Воронов, Ю. В.** Водоотведение и очистка сточных вод. – М. : Ассоциация строительных вузов, 2006. – 702 с.
- 6 Технологический регламент ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», Комплекс сооружений биологической очистки промышленных стоков, 2013. – 57 с.
- 7 Единый экологический интернет-ресурс Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://prtr.ecogofond.kz/2021/10/15/pnhz/>
- 8 **Алексеев, Е. В.** Физико-химическая очистка сточных вод : учебное пособие. – М. : Издательство Ассоциация строительных вузов, 2007. – 248 с.
- 9 **Юрченко, В. А.** Контроль содержания соединений азота при очистке сточных вод. – М. : Водоснабжение и санитарная техника, 2008. – № 7. – 480 с.
- 10 **Гетманцев, С. В., Нечаев, И. А., Гандурина Л. В.** Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами: научное издание. – М. : Издательство АСВ 2008. – 272 с.

REFERENCES

- 1 Ecologicheskii kodeks Respubliki Kazakhstan ot 2 yanvarya 2021 goda [Environmental Code of the Republic of Kazakhstan dated January 2, 2021].

2 **Vasilenko, L.V.** Metody ochistki promyshlennyh stochnyh vod [Methods of industrial wastewater treatment] – Yekaterinburg : Ural gos. universitet, 2009. – 174 p.

3 **Desyatov, A. V., Kruchinina, N. E., Tihonova, I. O.** Sovremennye metody ochistki stochnyh vod promyshlennyh predpriyatii [Modern methods of industrial wastewater treatment]. – Moscow : ООО NIC «Inzhener», 2012. – 132 p.

4 **Raizer, Yu. S., Nazarov, M. V., Zencov, V. N.** Ochistka neftesoderzhashih stochnyh vod s primeneniem elektroflotacii [Purification of oily wastewater using electroflotation]. : Bashkirskii khimicheskii zhurnal. – 2010. – № 2. – Vol. 17.

5 **Voronov, Yu. V.** Vodootvedenie i ochistka stochnyh vod [Wastewater disposal and treatment]. – Moscow : Associaciya stroitel'nyh vuzov, 2006. – 702 p.

6 Tekhnologicheskii reglament ТОО «Pavlodarskii neftechimicheskii zavod», Kompleks sooruzhenii biologicheskoi ochistki promyshlennyh stokov [Technological regulations of Pavlodar Oil Chemistry LLP, a Complex of facilities for biological treatment of industrial wastewater], 2013. – 57 p.

7 Edinnyi ekologicheskii internet-resurs Ministerstva ekologii, geologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazakhstan [Unified ecological Internet resource of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan] [Electronic resource]. – <http://prtr.ecogofond.kz/2021/10/15/pnhz/>

8 **Alexeev, E. V.** Neft i nefteprodukty v okruzhayushei srede [Oil and petroleum products in the environment]. – Moscow : RUDN, 2004. – 163 p.

9 **Yurchenko, V. A.** Kontrol soderzhaniya sordineniya azota pri ochistke stochnyh vod [Monitoring of nitrogen compounds in wastewater treatment]. – Moscow : Vodospabzhenie I sanitarnaya tehnika, 2008. – № 7. – 480 p.

10 **Getmancev, S. V., Nechaev, I. A., Gandurina L. V.** Ochistka proizvodstvennyh stochnyh vod koagulyantami i flokulyantami [Treatment of industrial wastewater with coagulants and flocculants]. – Moscow : Izdatelstvo ACB, 2008. – 272 p.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

***К. К. Самсенова¹, К. Х. Жапаргазинова²**

^{1,2}Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 06.06.22 баспаға түсті.

«ПМХЗ» ЖШС ӨНЕРКӘСІПТІК ТӨГІНДІЛЕРІНІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЗИЯНДЫ ЗАТТАРДЫ ТАЛДАУ

Бұл мақалада мұнай өңдеу кәсіпорындағы ағынды суларды ластау көздері қарастырылған. «Павлодар мұнай-химия зауыты» ЖШС аумағында пайда болған сарқынды сулар сипатталған және кәсіпорынның кәріз жүйесі келтірілген. Бұл зауытта суды тазарту процесінде екі кәріз жүйесі қолданылады – бірінші және екінші кәріз желілері. Кәсіпорынның тазарту құрылыстары ағынды суларды механикалық және физикалық-химиялық, сондай-ақ биологиялық тазартуды қарастырады. Бірінші

жүйенің тазартылған сарқынды сулары айналымдағы сумен жабдықтау блогына жіберіледі, ал екінші жүйенің тазартылған сулары құбыр арқылы сарымсақ көлінің жинақтауыш-буландырғыш тоғанына беріледі. Мақалада сарымсақ жинағышына тасталатын ақаба сулардағы ластауыш заттарды анықтау бойынша эксперименттік зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Бақыланатын сапа көрсеткіштері: аммоний азоты (азот бойынша тұзды аммоний), оттегіні биохимиялық тұтыну (Бикполь), қалқыма заттар (механикалық қоспалар), мұнай өнімдері, нитраттар, нитриттер, беттік – белсенді заттар (ББЗ), сульфаттар, ұшпа фенолдар және хлоридтер болып табылады. Нормативтік мәліметтерге жақын нитраттар, беттік белсенді заттар, хлоридтер сияқты 2021 жылға арналған бақыланатын көрсеткіштердің динамикасын көрсететін диаграммалар графикалық түрде көрсетілген.

Кілтті сөздер: мұнай өңдеу зауыты, ЖШС «ПМХЗ», сарқынды сулар, Сарымсақ жинағышы, ластауыш заттар, бақыланатын көрсеткіштер, эмиссиялар.

***К. К. Samsenova¹, К. Kh. Zhapargazinova²**

^{1,2}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 06.06.22.

ANALYSIS OF HARMFUL SUBSTANCES IN INDUSTRIAL DISCHARGES OF POCHR LLP

This article discusses the sources of wastewater pollution at oil refineries. Wastewater generated on the territory of Pavlodar Petrochemical Plant LLP is described and the sewage system of the enterprise is given. At this plant, two sewage systems are used in water treatment processes – the first and second sewer lines. The company's treatment facilities provide for mechanical and physico-chemical, as well as biological wastewater treatment. The purified wastewater of the first system is sent to the circulating water supply unit, and the purified water of the second system is piped to the storage – evaporator pond Lake Sarymsak. The article presents the results of experimental studies on the determination of pollutants in wastewater discharged into the Sarymsak storage tank. Controlled quality indicators are: ammonium nitrogen (ammonium salt by nitrogen), biochemical oxygen consumption (BPCF), suspended solids (mechanical impurities), petroleum products, nitrates, nitrites, surfactants, sulfates, volatile phenols and chlorides. Graphically, diagrams are shown showing the dynamics of controlled indicators for 2021, such as nitrates, surfactants, chlorides, which in their values are close to the normative data.

Keywords: oil refinery, POCHR LLP, wastewater, Sarymsak storage tank, pollutants, controlled indicators, emissions.

МРНТИ 70.25.09

<https://doi.org/10.48081/ALVN7630>

С. Р. Масакбаева¹, Р. М. Несмеянова², *Ж. А. Оскембаева³

^{1,2,3}Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОАГУЛЯНТОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ НА ПАВЛОДАРСКОМ НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ

В данной статье представлен сравнительный анализ использования неорганических и органических коагулянтов при очистке сточных вод от продуктов нефтепереработки, взвешенных веществ на ТОО «Павлодарский нефтехимический завод». Сбор и анализ информации был произведен в рамках магистерской диссертации «Повышение эффективности процесса очистки промышленных сточных вод». Приведена информация о системах: механической очистки сточных вод, двух систем биологической очистки и общей системы очистки нефтешлама. Представлены описания промышленным сточным водам и системам канализации (I, II) на Павлодарском нефтехимическом заводе, стадии флотации для очищения сточных вод с применением неорганического коагулянта сульфат алюминия, некоторых негативных последствий его введения, а также реакции гидролиза при дозировании сульфата алюминия в сточную воду.

В разделе материалы и методы приведена информация о проведенных лабораторных испытаниях по замене сульфата алюминия на очиститель органического происхождения. Описана цель проведения опытно-промышленных испытаний и метод проведения лабораторных экспериментов.

В разделе результаты и обсуждения представлен вывод по показателям расходов флокулянта и коагулянта, а также достоинства очистителя органического происхождения.

Ключевые слова: сточные воды, органические коагулянты, неорганические коагулянты, очистные сооружения, механическая очистка, физико-химическая очистка.

Введение

Сточные воды ПНХЗ – воды с технологических установок, загрязненные нефтепродуктами и механическими примесями, а также ливневые сточные воды с территории завода.

Очистка сточных вод на Павлодарском нефтехимическом заводе производится в два этапа:

1) механическая очистка сточных вод предназначена для выделения нерастворенных минеральных и органических примесей методом отстаивания сточных вод. При этом загрязнение сточных вод, поступающих с завода,

уменьшается до величины, при которой можно производить физико-химическую очистку;

2) физико-химическая очистка предназначена для удаления из сточной воды, прошедшей механическую очистку, мелкодисперсных и коллоидных частиц нефтепродуктов и механических примесей. Она сочетает в себе два метода:

- укрепление агрегатов частиц коллоидной системы при помощи введения в сточные воды коагулянта алюминия сернокислого;

- флотация сточной воды после коагулирования, при которой происходит вынос агрегатов частиц загрязнений, прилипших к разделу фаз пузырьков воздуха и сточной воды.

Сточные воды ПНХЗ по характеру загрязнений подразделяются на промливневые сточные воды и стоки электрообессоливающей установки. Соответственно на сооружениях механической очистки предусмотрено разделение сточной воды на две, несвязанные между собой системы [1].

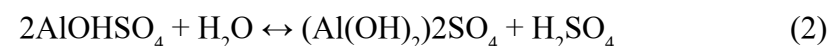
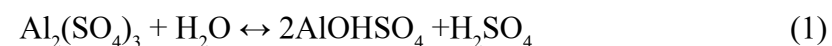
Производительность I системы – 470 м³/час; II системы – 230 м³/час.

I система канализации – нейтральные стоки, загрязненные нефтепродуктами и механическими примесями от установки ЛК-6У, комплекса КТ-1, установки производства водорода, установки производства серы, установки производства битумов, промывно-пропарочной станции, товарно-сырьевых парков, ливневые воды с территории завода.

II система канализации – сточная вода от блока подготовки нефти установки ЛК-6У, сернисто-щелочные стоки с блоков защелачивания комплекса КТ-1, дренажные стоки с площадок ПНХЗ, сточная вода после смыва с эстакад налива, сточная вода после промывно-пропарочной станции, технологический конденсат [1].

В настоящее время на стадии флотации для очищения сточных вод ТОО «ПНХЗ» применяется неорганический коагулянт сульфат алюминия. Использование сульфата алюминия влечёт за собой некоторые негативные последствия:

1) при дозировании сульфата алюминия в сточную воду, он (сульфат алюминия) гидролизует по следующим реакциям [2]:



При гидролизе сульфата алюминия в воду поступает значительное количество сульфатов, которое, при высокой степени повторного использования воды в качестве подпитки для блока оборотного водоснабжения приводит к значительному повышению солесодержания как подпитываемой, так и оборотной воды, что препятствует более эффективному её использованию. При гидролизе сульфата алюминия наблюдается значительное снижение рН воды, приводящее к увеличению коррозионной активности воды после флотаторов, и как следствие,

подпитываемой и оборотной воды, что снижает срок службы трубопроводов и оборудования;

2) остаточная гидроокись алюминия попадает на следующую стадию очистки – биологическую. Гидроокись алюминия биологически не разлагаема и накапливается в активном иле. Рост концентрации гидроокиси алюминия в активном иле негативно сказывается на ферментативной активности микроорганизмов, что снижает эффективность очистки на данной стадии [2];

3) флотпена, образуемая от применяемого ныне сульфата алюминия не подвергается разделению на установке переработки нефтешлама «Flottweg», что приводит к её накоплению в аварийных амбарах.

Очищенная физико-химическим методом сточная вода подается для доочистки на биологические очистные сооружения.

Стадия механической очистки необходима для удаления примесей из сточной воды, в том числе, тяжёлых нефтепродуктов, которые не могут быть удалены на следующей стадии биологической очистки из-за сложности разложения тяжёлых нефтепродуктов микроорганизмами и относительно небольшого времени нахождения воды на стадии биологической очистки [3].

В настоящее время наиболее перспективным направлением по устранению вышеперечисленных минусов является замена сульфата алюминия на коагулянт органического происхождения. В данной статье представлено сравнение и обоснование предложения замены сульфата алюминия на более прогрессивный органический коагулянт.

Материалы и методы

Целью проведения опытно-промышленных испытаний являлось:

- 1) определение возможности изменения типа реагента;
- 2) изучение влияния реагента на очистку сточной воды;
- 3) подтверждение правильности выбранного реагента и определение его эффективности на промышленных флотационных установках;
- 4) определение влияния реагента на активный ил биологической ступени очистных сооружений.

При проведении лабораторных экспериментов, был подобран органический коагулянт, способный удалить взвешенные вещества и нерастворённые нефтепродукты из очищаемой воды. Органические коагулянты не изменяют рН и солесодержание очищаемой воды и их эффективность мало зависит от температуры.

Предлагаемый к исследованию продукт – жидкий, полностью органический катионный коагулянт Налко 71307; рекомендуемая дозировка – 3,3 г/м³; обеспечивает оптимальное отделение взвешенных веществ, твердых и эмульгированных нефтепродуктов из сточной воды [4].

Подбор проводился методом гравитационного отстаивания. Основными характеристиками определения эффективности работы коагулянта при подборе являлись: скорость образования хлопка (флотошлама), его крупность, устойчивость к механической нагрузке, скорость осаждения.

Проведены лабораторные испытания по методу осветления жидкой фазы с помощью композиционного коагулянта отстаиванием в стаканах (Jar Test) в соответствии со стандартными методиками и процедурами.

В качестве исходной сточной воды использовали стоки, поступающие на флотаторы II-ой системы механической очистки стоков. Отстаивание в стаканах проводили на лабораторной установке «JLT4 Leaching test/ Jar test» фирмы «VELP Scientifica» с четырьмя лопастными мешалками и регулируемой скоростью вращения (рисунок 1) [5].



Рисунок 1 – Лабораторная установка «JLT4 Leaching test/ Jar test» фирмы «VELP Scientifica»

Расход коагулянта Налко 71307 по системам канализации представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели расходов флокулянта Налко 71307 и коагулянта сульфат алюминия

Система канализации	Рекомендуемая дозировка, г/м ³		Расход коагулянта, кг/сутки		Расход коагулянта, кг/год	
	Налко 71307	Al ₂ (SO ₄) ₃	Налко 71307	Al ₂ (SO ₄) ₃	Налко 71307	Al ₂ (SO ₄) ₃
Первая канализационная система	3,3	50	47,52	960	17 344,8	350 400
Вторая канализационная система	3,3	10	19,8	96	7 227	35 040

Результаты и обсуждение

Данные из таблицы 1 показывают, что расход коагулянта Налко 71307 значительно ниже (годовое потребление: первая канализационная система – на 20 раз; вторая канализационная система – на 4,8 раз) по сравнению с расходом коагулянта сульфат алюминия.

Лабораторное испытание провели при нормальной температуре окружающей среды. Предлагаемый реагент не требует предварительного приготовления раствора, достаточно использовать воду разведения для подачи продукта в поток перед флотационными машинами. При проведении лабораторных испытаний для приготовления рабочего раствора реагента использовалась очищенная вода

после флотаторов; ухудшения эффективности работы реагента не наблюдалось. Рекомендуемая концентрация реагента 0,1–0,2 ‰; не рекомендуется подавать флокулянт перед насосами подачи стока на флотационные машины. Перед принятием решения об использовании коагулянта на постоянной основе необходимо проведение промышленных испытаний, в ходе которых будет определена эффективная дозировка продукта. При лабораторном подборе невозможно смоделировать все нагрузки, которым подвергается сток в реальных условиях [6].

Флокулянты не изменяют pH и солесодержание очищаемой воды, и их эффективность мало зависит от температуры.

На ТОО «ПНХЗ» в качестве коагулянта используется сульфат алюминия (глинозем) Al₂(SO₄)₃, растворимость в воде, которого при средней температуре ведения очистки 20 °С–362 г / л [1]. Легко растворим в воде коагулянт сульфат алюминия при температуре от 35 до 40 °С и при температуре исходной воды ниже 4 °С в результате возрастания гидратации гидроксида алюминия процессы коагулирования ее примесей и декантации хлопьев замедляются, быстро засоряются фильтры, осадок гидроксида алюминия отлагается в трубах, остаточный алюминий попадает в фильтрат, а хлопья гидроксида. Также процесс коагуляции солями алюминия зависит от уровня кислотности и рекомендуется проводить при значении pH = 6,5–8,5. При более низких значения pH образуются частично растворимые основные соли, при более высоких – алюминаты. образуются в воде уже после подачи для потребления [7].

Не смотря на доступную, невысокую цену коагулянта сульфат алюминия, отмечаем значительно высокий расход по сравнению с органическим катионным флокулянтом Налко 71307.

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод о благотворном влиянии на очистку сточных вод замены сульфата алюминия на очиститель органического происхождения Налко 71307.

Можем утверждать, что стадия биологической очистки работает лучше, так как при одинаковом количестве нефтепродуктов, выходящем со стадии флотации, доля тяжёлых нефтепродуктов, при очистке флокулянтом ниже, а растворённых – выше, то есть количество питательных веществ в таком стоке выше, а также отсутствует эффект отравления ила остаточным сульфатом алюминия. На это указывает форма и состояние индикаторных микроорганизмов (инфузорий), а также увеличение видового состава. Флокулянт Налко 71307 биоразлагаем, в отличие от гидроксида алюминия, которая накапливается в иле и приводит к снижению ферментативной активности. В отличие от сульфата алюминия, продукт Налко 71307 не является шламообразующим, то есть количество образующегося шлама меньше.

Эффективная доза Налко 71307, составила всего 3 грамма на тонну сточной воды; количество годового потребления флокулянта Налко 71307 предположительно будет в 20 раз меньше, чем сульфата алюминия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Технологический регламент «Комплекс сооружений механической очистки промышленных стоков», ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», 2020. – 66 с.
- 2 Технологический регламент «Комплекс сооружений биологической очистки промышленных стоков», ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», 2020. – 59 с.
- 3 Механические способы очистки промышленных сточных вод и возможности их усовершенствования в современных условиях. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46560279> (Дата обращения: 26.04.2022).
- 4 The NALCO Water Handbook / Nalco Company, Daniel J. Flynn Editor. 3rd Edition. – McGraw-Hill, 2009. – 1280 p.
- 5 Флокуляторы FC4S. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ecoinstrument.ru/catalog/peremeshivanie/flokulyatory/fc4s/> (Дата обращения: 26.04.2022).
- 6 **Настенко, А. О., Зосуль, О. И.** Современные коагулянты и флокулянты в очистке природных и сточных вод. – М. : Химия, 2015. – 257 с.
- 7 Коагулянты для очистки сточных вод. [Электронный ресурс]. – URL: <http://vseokraskah.net/ochistka/koagulyanty-dlya-ochistki-stochnyx-vod.html> (Дата обращения: 26.04.2022).
- 8 ГОСТ 12966-85 Алюминий сульфат технический очищенный – М. : Стандартинформ, 2008. – 27 с.
- 9 Водопотребление и водоотведение. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.pnhz.kz/ecology_and_safety/environmental_protection/vodopotreblenie-i-vodootvedenie/ (Дата обращения: 26.04.2022).
- 10 **Гетманцев, С. В.** Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 272 с.

REFERENCES

- 1 Tekhnologicheskii reglament «Kompleks sooruzhenii mekhanicheskoi ochistki promyshlennykh stokov», ТОО «Pavlodarskii neftekhimicheskii zavod» [Technological regulations for the complex of facilities for mechanical treatment of industrial wastewater of Pavlodar Petrochemical Plant LLP]. – 2020. – 66 p.
- 2 Tekhnologicheskii reglament «Kompleks sooruzhenii biologicheskoi ochistki promyshlennykh stokov», ТОО «Pavlodarskii neftekhimicheskii zavod» [Technological regulations for the complex of facilities for the biological treatment of industrial wastewater of Pavlodar Petrochemical Plant LLP]. – 2020. – 59 p.
- 3 Mekhanicheskie sposoby ochistki promyshlennykh stochnykh vod i vozmozhnosti ikh usovershenstvovaniya v sovremennykh usloviyakh [Mechanical methods of industrial wastewater treatment and the possibility of their improvement in modern conditions]. [Electronic resource]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46560279> (Date of application: 26.04.2022).
- 4 The NALCO Water Handbook / Nalco Company, Daniel J. Flynn Editor. 3rd Edition. – McGraw-Hill, 2009. – 1280 p.

- 5 Flokulyatory FC4S [FC4S flocculators]. [Electronic resource]. – URL: <https://www.ecoinstrument.ru/catalog/peremeshivanie/flokulyatory/fc4s/> (Date of application: 26.04.2022).
- 6 **Nastenko, A. O., Zosul, O. I.** Sovremennye koagulyanty i flokulyanty v ochistke prirodnnykh i stochnykh vod. – Moscow : Himiya, 2015. – 257 p.
- 7 Koagulyanty dlya ochistki stochnykh vod. [Electronic resource]. – URL: <http://vseokraskah.net/ochistka/koagulyanty-dlya-ochistki-stochnyx-vod.html> (Date of application: 26.04.2022).
- 8 GOST 12966-85 Alyuminii sulfat tekhnicheskii ochishhennyi [GOST 12966-85 Purified technical aluminum sulfate]. – Moscow : Standartinform, 2008. – 27 p.
- 9 Vodopotreblenie i vodootvedenie. [Electronic resource]. – URL: https://www.pnhz.kz/ecology_and_safety/environmental_protection/vodopotreblenie-i-vodootvedenie/ (Date of application: 26.04.2022).
- 10 **Getmantsev, S. V.** Ochistka promyshlennykh stochnykh vod koagulyantami i flokulyantami. [Purification of industrial wastewater with coagulants and flocculants]. – Moscow : Publishing House of the Association of Construction Universities, 2008. – 272 p.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

С. Р. Масакбаева¹, Р. М. Несмеянова², *Ж. А. Оскембаева³

^{1,2,3}Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 06.06.22 баспаға түсті.

ПАВЛОДАР МҰНАЙ-ХИМИЯ ЗАУЫТЫНДА МҰНАЙ ӨНІМДЕРІНЕН АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУДА ӘР ТҮРЛІ КОАГУЛЯНТТАРДЫ ҚОЛДАНУ

Бұл мақалада «Павлодар мұнай-химия зауыты» ЖШС мұнай өнімдерінің қалқымалы заттардың ағынды суларын тазартуда бейорганикалық және органикалық коагулянттарды қолданудың салыстырмалы талдауы берілген. Ақпаратты жинау және талдау «Өндірістік ағынды суларды тазарту процесінің тиімділігін арттыру» магистрлік диссертациясының аясында жүзеге асырылды. Жүйелер туралы ақпарат берілген: ағынды суларды механикалық тазарту, екі биологиялық тазарту жүйесі және мұнай иламын жалпы тазарту жүйесі. Павлодар мұнай-химия зауытындағы өнеркәсіптік ағынды сулар мен кәріз жүйелерінің (I, II) сипаттамасы, бейорганикалық алюминий сульфаты коагулянтының көмегімен сарқынды суларды тазартудың флоатациялық сатысы, сондай-ақ оны енгізудің кейбір жағымсыз салдары, сондай-ақ гидролиз реакциясы ағынды суларға алюминий сульфатын мөлшерлеу ұсынылған.

Материалдар мен әдістер бөлімінде алюминий сульфатын органикалық тазартқышпен алмастыру үшін орындалған зертханалық сынақтар туралы ақпарат берілген. Тәжірибелік сынақтарды жүргізудің мақсаты және зертханалық тәжірибелерді жүргізу әдісі сипатталған.

Нәтижелер мен талқылау бөлімінде флокулянт пен коагулянтты тұтыну көрсеткіштері, сондай-ақ органикалық тазартқыштың артықшылықтары туралы қорытынды берілген.

Кілтті сөздер: ағынды сулар, органикалық коагулянттар, бейорганикалық коагулянттар, тазарту құрылыстары, механикалық тазарту, физикалық және химиялық тазарту.

S. R. Massakbayeva¹, R. M. Nesmeyanova², *Zh. A. Oskembayeva³

^{1,2,3}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 06.06.22.

USE OF DIFFERENT TYPES OF COAGULANTS IN WASTEWATER TREATMENT FROM PETROLEUM PRODUCTS AT THE PAVLODAR PETROCHEMICAL PLANT

This article presents a comparative analysis of the use of inorganic and organic coagulants in the treatment of wastewater from oil products, suspended solids at Pavlodar Petrochemical Plant LLP. The collection and analysis of information was carried out within the framework of the master's thesis «Improving the efficiency of the industrial wastewater treatment process.» Information is provided on the systems: mechanical wastewater treatment, two biological treatment systems and a general oil sludge treatment system. Descriptions of industrial wastewater and sewage systems (I, II) at the Pavlodar petrochemical plant, the flotation stage for wastewater treatment using an inorganic aluminum sulfate coagulant, as well as some of the negative consequences of its introduction, as well as the hydrolysis reaction when dosing aluminum sulfate into wastewater are presented.

The Materials and Methods section provides information on laboratory tests performed to replace aluminum sulphate with an organic cleaner. The purpose of conducting pilot tests and the method of conducting laboratory experiments are described.

In the results and discussion section, a conclusion is presented on the indicators of flocculant and coagulant consumption, as well as the merits of the organic purifier.

Keywords: wastewater, organic coagulants, inorganic coagulants, treatment facilities, mechanical treatment, physical and chemical treatment.

FTAMP 39.21.02

<https://doi.org/10.48081/IDMO3076>

***Д. Қыпшақ¹, И. Б. Сарсенова², К. Т. Саканов³**

^{1,2}Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

³Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

КӨК-ЖОН ФОСФОРИТ КЕН ОРНЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІ

Қазақстан Республикасы халқына Жолдауында Президент жер қойнауын пайдалану саласына, әсіресе геологиялық барлау және жер қойнауын кешенді зерттеу ісіне тың серпін қажеттігін атап өткен болатын. Әкімшілік бөлініс бойынша Көк-Жон кен орнының Аралтөбе және Кесіктөбе учаскелері Қазақстан Республикасы Жамбыл облысының Сарысу ауданында, ал Кесіктөбе учаскесінің Баладегерес блогы ішінара Түркістан облысында орналасқан.

Көк-Жон фосфорит кен орнының Кесіктөбе учаскесінің Баладегерес блогы бұрын өндірілмеген. Облыс пен кен орнының рельефі солтүстік-батыс бағытта созылған аласа жоталар мен бойлық аңғарлардың кезектесуі болып табылады. Бұл міндетті орындаудағы маңызды қадам – еліміздің кен орындары аймақтарының даму мүмкіндігін зерттеу, жаңа барланған аймақтардың болашағын зерделеу, экономикалық пайдасын есептеу, экологиялық залалын бағалау. Бұл ғылыми мақала қоршаған ортаға әсерді кешенді бағалау нәтижелері бойынша «Көк-жон» кен орнының Аралтөбе және Кесіктөбе учаскелерінің (Баладегерес блогы) тау-кен жұмыстары жобаны іске асыру аймағындағы қоршаған ортаның ағымдағы жай-күйін, оның құрамдас бөліктерінің ықтимал әсерлерге тұрақтылығын кешенді талдау, ықтимал техногендік факторларды зерттеу негізінде жасалды.

Мақаланың нәтижесінде егістік объектілері орналасқан аумақтардың экологиялық жағдайы жалпы қанағаттанарлық деп бағаланады.

Кілтті сөздер: қоршаған орта, экологиялық бағалау, дисперсия, рекультивация, санитарлық қорғау аймағы, беттік дисперсия, Көк-жон фосфорит кен орны.

Кіріспе

Бұл мақаланың негізгі мақсаты Көк-жон кен орнының Аралтөбе және Кесіктөбе блоктары (Баладегерес блогы) бойынша тау-кен жұмыстары жоспарын әзірлеудің қоршаған ортаға әсерін бағалау болып табылады. Табиғи ортаның құрамдас бөліктерінің өзгерістерінің негізгі бағыттарын және олардың тудыратын зардаптарын анықтау. Жобаны іске асыру процесінде қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға бағытталған іс-шаралардың құрамы бойынша ұсыныстар әзірлеу. Жерді рекультивациялау бойынша егжей-тегжейлі шешімдер жеке мелиоративтік жоба мен жою жоспары шеңберінде қабылданады. Мелиоративтік жұмыстардың

құрамдас бөлігі құрылыстың барлық аумағынан топырақ-құнарлы қабат пен әлеуетті құнарлы қабатты алып тастау және сақтау болып табылады.

Мақаланың міндеттері: Көк-Джон фосфорит кен орнының қоршаған ортаға әсерін талдау. Кен орынның экологиялық жағдайына баға беру. Химиялық ластану көздері мен олардың көлемін есептеу. Санитариялық-қорғау аймағының (СҚА) қабылданған мөлшерінің негіздемесінде анализ жасау. Беттік дисперсияны есептеу арқылы атмосфераның ластану деңгейін анықтау.

Мақаладағы қолданылған зерттеу әдістері мен мәліметтері. Бақылау әдісі, библиографиялық зерттеу, қолданбалы кешенді физикалық, географиялық зерттеулер, индикациялық бағалау, іріктеме әдіс, Қазгидромет мәліметтері.

Материалдар мен әдістер

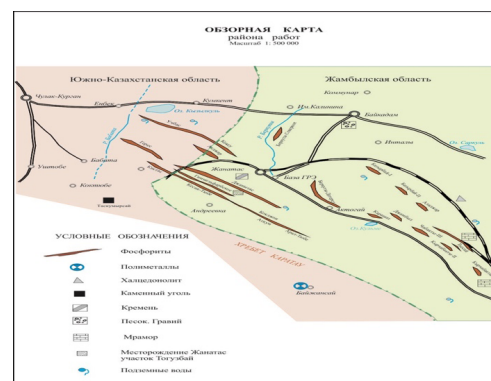
Көк-жон кен орны – Жаңатас қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 15 км жерде, Майлы Қаратау жотасының фосфориттік бассейнінің солтүстік-батыс бөлігінде орналасқан.

Көкжон фосфорит кен орны 1955-1965 жж. және Жаңатас қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 15 км жерде, Майлы Қаратау жотасының фосфориттік бассейнінің солтүстік-батыс бөлігінде орналасқан.

Кен орны солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа қарай 41 км-ге жуық созылып жатыр және шартты түрде Қис-Тас, Кесіктөбе, Атқұм және Аралтөбе төрт учаскесіне бөлінген. Әрбір учаскенің ұзындығы: Қис-Тас – 11,2 км; Кесіктөбе – 12,5 км; Атқұм – 7,8 км; Аралтөбе – 9,5 км.

Көк-Жон фосфорит кен орнының Кесіктөбе учаскесінің Баладегерес блогы бұрын өндірілмеген. Облыс пен кен орнының рельефі солтүстік-батыс бағытта созылған аласа жоталар мен бойлық аңғарлардың кезектесуі болып табылады. Теңіз деңгейінен жоғары жоталардың абсолютті белгілері 600-ден 1000 м-ге дейін, ал аңғарлардың 500-ден 850 м-ге дейін.

Жұмыс аймағының шолу картасы 2.1 суретте көрсетілген.



1-сурет – Жобалау аймағының шолу картасы

Метеорологиялық жағдайы бойынша берілген аймақтың жағдайы төмендегі кестеде көрсетіледі.

1-кесте – Метеорологиялық мәліметтер (Жанатас, 2017 ж.)

Атаулары	Көлемі
Атмосфераның стратификациясына байланысты коэффициент, А	200
Қаладағы жер бедерінің коэффициенті	1
Ең ыстық айдың (шілде) орташа максималды ауа температурасы, С	+35,2
Ең суық ауаның орташа ең төменгі температурасы ай (қаңтар), °С	-4,1
Жел жылдамдығы, асатын жиілігі жылына 5%, м/с (2010-2017 ж.)	8,4
Жылдағы атмосфералық құбылыстың (жаңбырдың) күндер саны	46
Жылдағы қар жамылғысы бар күндер саны	75

2-кесте – Жел бағыттары мен тыныштықтарының жиілігі, 2017 жылға, %

С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ	Штиль
13	2	16	23	7	4	8	27	100

Нәтижелер мен талқылау

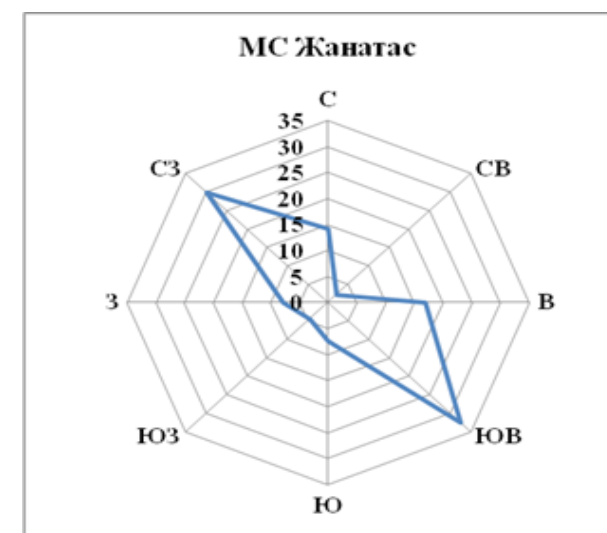
Есептелген химиялық ластану көздері мен көлемі

Атмосфералық бассейнге әсері тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде ауаға лаस्ताушы заттардың күтілетін шығарындыларында болжанады.

Жарылыс жұмыстары кезінде орындалатын жұмыстардың сипаттамаларын ескере отырып, воллейс шығарындылары қарастырылады.

Жұмыс технологиясын бұзудан болатын кездейсоқ шығарындылар болжанбайды [5].

Фосфорит кендерін өнеркәсіптік өндіру бойынша жұмыстарды бастамас бұрын карьерлерді, үйінділерді, кен қоймаларын, сазды қоймаларды және жолдарды орналастыру үшін жобалық аумақтардан топырақ пен өсімдік қабатын алып тастау сөзсіз. ОРС-ны жою дамудың 1-ші жылында болжанады. ОРС-ны жою САТ D9R бульдозерінің көмегімен жүзеге асырылады. ОРС бұзылған жерлерді рекультивациялауда одан әрі пайдалану үшін уақытша қоймаларда сақталады.



2-сурет – Жел розасы

ОРС-ны алып тастау және сақтау кезінде атмосфераға кремний мөлшері 20-70 % бейорганикалық шаң шығады [7].

Тау жыныстарын қазуға дайындауды бұрғылау-жару жұмыстарының көмегімен жүзеге асыру жоспарлануда. Кенді қопсыту үшін тік және көлбеу ұңғымаларды бұрғылау ROC L8 (30) машиналарымен (Atlas Copco) орындау жоспарлануда. Жару жұмыстары кезінде құрамында кремний мөлшері 20–70 % болатын азот оксидтері, көміртегі және бейорганикалық шаң шығарылады. Бұрғылау жұмыстары кезінде атмосфераға азот диоксиді, көміртегі, күкірт диоксиді, көміртегі оксиді, бенз/а/пирен, кремний мөлшері 20–70 % бейорганикалық шаң шығарылады [7].

Ашық карьерлерді игеру кезінде жобада целлюлоза рудасын тікелей өндеу кешеніне тасымалдау қарастырылған. Өнеркәсіптік қажеттілік кезінде руданың уақытша қорын сақтау үшін, сондай-ақ мүмкін болатын карьер маңындағы шихтаны дайындау үшін 3 жылдан бастап карьерден батысқа қарай 70 м жерде әрқайсысының сыйымдылығы 5 мың тонна болатын 2 кен қоймасы бар [16].

Санитариялық-қорғау аймағының (СҚА) қабылданған мөлшерінің негіздемесі

Ауаның тазалығы және табиғи жүйелерді атмосфераның ластануының әсерінен қорғау үшін күрестің шешуші шарасы санитарлық-қорғау аймақтарын (СҚА) құру болып табылады.

Функционалдық мақсаты бойынша СҚА объектінің қалыпты жұмысы кезінде қоғамдық қауіпсіздік деңгейін қамтамасыз ететін қорғаныс бөгет болып табылады [8].

Санитарлық-қорғау аймағының мөлшері қолданыстағы «Өндірістік объектілердің санитарлық-қорғау аймағын белгілеуге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитарлық ережелерімен реттеледі (Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің 20.03.2015 ж. № 237 бұйрығы).

Қолданыстағы «Өндіріс объектілерінің санитариялық-қорғау аймағын белгілеуге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» (бұдан әрі – Санитариялық қағидалар) санитарлық ережелеріне (1-қосымша, 3-бөлім, 12-тармақ, 4-тармақ) сәйкес, фосфатты жынысты, апатитті, пиритті (химиялық өңдеусіз), темір рудасын өндіруге арналған СҚА кемінде 500 м (қауіптілік класы 2) [5].

Беттік дисперсияны есептеу

Атмосферадағы ластаушы заттардың дисперсиясын математикалық модельдеу және беттік концентрациялардың мәндерін есептеу «Logos-Plus» (Новосибирск) компаниясы әзірлеген 2.0 нұсқасы «Эра» ПК атмосфераның ластануын есептеудің бірыңғай бағдарламасы арқылы орындалды [6].

«Эра» ӨК «Кәсіпорындардың шығарындыларындағы зиянды заттардың концентрациясын есептеу әдістемесі» РНД 211.2.01.01-97 (ОНД-86) енгізді.

Шашырауды модельдеу кезінде келесі деректермен есептелген тіктөртбұрыш қабылданды:

- өлшемдері 3200 x 2200 м;
- тор аралығы 200 x 200 м;
- тіктөртбұрыш центрінің координаттары: x = 8800 м, y = 4200 м;
- OX координат осі мен солтүстік бағыт арасындағы бұрыш 90 °.

СҚА шекарасында жылдың жазғы кезеңінде ластаушы заттардың дисперсиясының нашарлау жағдайлары үшін олардың бірлесіп қатысуымен жиынтық зиянды әсер ететін барлық ластаушы заттар мен заттардың топтары бойынша есептеулер жүргізілді [6].

Жамбыл облысының объектілеріне жататын шығарындылар көздерінің ең көп үлесі 2024 жылға келеді және нәтижелерді талдау нормативтік СҚА шекарасында рұқсат етілген ШРК (ШРК) асуы байқалмайтынын көрсетеді.

Түркістан облысының объектілеріне қатысты шығарындылар көздерінің ең көп үлесі 2020 жылға келді және нәтижелерді талдау нормативтік СҚА шекарасында ШРК (ШРК) асып кету байқалмағанын көрсетеді [5].

Атмосфераның ластануының мониторингі.

СҚА шекарасында ластаушы заттардың концентрациясын анықтауды қамтамасыз етеді. Зиянды қоспалардың концентрациясын анықтау ҚР СТ 2036-2010 «Табиғатты қорғау. Шығарындылар. Атмосфераның ластануын бақылау бойынша нұсқаулықтар» және ГОСТ 17.2.4.02-81 «Табиғатты қорғау. Атмосфера. Елді мекендердің ауасын ластаушы заттарды анықтау әдістеріне қойылатын жалпы талаптар» жүргізіледі.

Өнеркәсіптік учаскенің өндірістік объектілерінің қоршаған ортаға әсерін бағалау үшін өндірістік мониторинг шеңберінде санитарлық-қорғау аймағының шекарасындағы кәсіпорынның әсер ету аймағындағы атмосфералық ауаның ластануын зерттеу бойынша жұмыс жүргізілуі керек.

Атмосфералық ауаның ластануын салыстырмалы талдау үшін объектінің зиянды әсерінің әсері жоққа шығарылатын тиісті фондық нүктелерде өлшеулер жүргізу қажет.

3-кесте

Өндірістік цех, участок	Ластаушы заттардың шығарындылары стандарттары		
	Әзірлеудің 2-ші жылына		Шығарылу шегі
	г/с	т/жыл	т/жыл
Барлығы		2821.326288	1435.5499981
Қатты		627.945865	661.5471967
Сұйық және газ		2193.380423	774.0028014

Барлық алынған үлгілер метеорологиялық қамтамасыз етілуі керек (температура, атмосфералық қысым, желдің бағыты мен жылдамдығы, ылғалдылық).

Бақылауларды токсанына бір рет өткізу жоспарлануда. Негізгі ластаушы заттар бақылауға ұсынылады – бейорганикалық шаң ($SiO_2 < 20\%$), SO_2 , NO_2 .

Алынған өлшеу нәтижелерінің мәндері ең жоғары бір реттік максималды рұқсат етілген концентрациялармен (МРКм.р.) салыстырылады. Бақылауды өнеркәсіптік немесе тәуелсіз аккредиттелген зертханалар қоршаған ауадағы ластаушы заттардың концентрациясын тікелей өлшеу арқылы жүзеге асырады [12].

Атмосфералық ауадағы ластаушы заттардың концентрациясын өлшеу жиілігі – СҚА шекарасындағы 4 бақылау пунктінде тоқсанына бір рет.

Бақыланатын параметрлер ауа температурасы, желдің бағыты мен жылдамдығы, ауадағы шаң, азот диоксиді, көміртегі тотығы, күкірт диоксиді мөлшері болады. Бақылау пункттері мен СҚА орналасуы ластаушы заттардың нақты әсер ету аймақтары туралы ақпараттың түсуіне және жинақталуына қарай реттелуі керек [17].

Зерттеу нәтижелері: Көк-жон фосфорит кен орнының қоршаған ортаға әсері талданды. Кен орынның экологиялық жағдайына баға берілді. Химиялық ластану көздері мен олардың көлемі есептелді. Санитариялық-қорғау аймағының (СҚА) қабылданған мөлшерінің негіздемесінде анализ жасалды. Беттік дисперсияны есептеу арқылы атмосфераның ластануы.

Қорытынды

Жасалған жұмыс бойынша төмендегідей қорытынды анықталды және сипатталды:

- фосфорит кендері кен орындарының объектілері орналасқан ауданның қолданыстағы табиғи-климаттық сипаттамалары;
- күтілетін әсерлердің негізгі түрлері және әсер ету көздері;
- кен өндіру процесінде карьерлер мен үйінділердің ауаға, аумаққа (топырақ, жер асты сулары, өсімдіктер) және жануарлар дүниесіне күтілетін әсерінің сипаты мен қарқындылығы.

Егістік объектілері орналасқан аумақтардың экологиялық жағдайы жалпы қанағаттанарлық деп бағаланады.

Объектілер мен құрылыстардың орналасуы, техникалық және технологиялық шешімдері, жалпы ұйымдық және қоршаған ортаны қорғау шараларының кешені жеткілікті экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етеді, өндірістің қоршаған ортаға және әлеуметтік салаға әсерін барынша азайтады.

Ықтимал төтенше жағдайлардың салдары шектеулі және жергілікті сипатта болады және табиғи ортада апатты және қайтымсыз өзгерістерге әкелмейді.

Жобалық шешімдер қолданыстағы нормативтік талаптарға және табиғатты қорғау заңнамасына сәйкес қажетті технологиялық шешімдерді және қоршаған табиғи ортаға теріс әсерді барынша азайтуға, өңірдің табиғи ресурстарын ұтымды пайдалануға мүмкіндік беретін ұйымдастырушылық шаралар кешенін қарастырады.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексі. 2007.01.09 № 212-III қабылданған.

2 Қазақстан Республикасының Жер кодексі. 2003 жылғы 20 маусымда № 442-II қабылданды.

3 Қазақстан Республикасының Су кодексі, 2003 жылғы 9 шілдедегі № 481-II.

4 Қазақстан Республикасы Қоршаған ортаны қорғау министрінің 2007 жылғы 28 маусымдағы № 204-ө бұйрығымен бекітілген Қоршаған ортаға әсерді бағалауды жүргізу жөніндегі нұсқаулық.

5 «Өндірістік объектілердің санитарлық-қорғау аймағын құруға қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» бекітілді. Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрінің 2015 жылғы 20 наурыздағы № 237 бұйрығымен.

6 Құрылыс материалдарын өндіретін кәсіпорындардың шығарындыларын есептеу әдістемесі (Қазақстан Республикасы Қоршаған ортаны қорғау министрлігінің № 100-ө бұйрығына 11-қосымша);

7 Әртүрлі өндірістердің атмосфераға зиянды заттардың шығарындыларын есептеу әдістерінің жинағы. Алматы: ҚазЭКОЭКСП, 1996 ж.

8 Қоршаған ортаға эмиссиялардың нормативтерін есептеу әдістемесі. Астана. Қоршаған ортаны қорғау министрлігінің 11.02.13 ж. № 379-ө бұйрығына қосымша.

9 Өндіріс және тұтыну қалдықтарын барынша кәдеге жарату стандарттарының жобаларын әзірлеу әдістемесі. Қазақстан Республикасы Қоршаған ортаны қорғау министрінің 2008 жылғы 18 сәуірдегі № 100-ө бұйрығына № 16 қосымша.

10 «Кәсіпорындардың шығарындылары құрамындағы атмосфералық ауадағы зиянды заттардың концентрациясын есептеу әдістемесі», РНД 211.2.01.01-97 (ОНД-86).

11 «Қалалық және ауылдық елді мекендердегі атмосфералық ауаның гигиеналық нормативтерін бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрінің 2015 жылғы 28 ақпандағы № 168 бұйрығы.

12 «Адамға әсер ететін физикалық факторлардың гигиеналық нормативтерін бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрінің 2015 жылғы 28 ақпандағы № 169 бұйрығымен бекітілді.

13 Стационарлық дизель қондырғыларынан атмосфераға ластаушы заттардың шығарындыларын есептеу әдістемесі «РНД 211.2.02.04-2004, ҚР ҚОҚМ. – Астана, 2005.

14 Қазақстан Республикасы Қоршаған ортаны қорғау министрінің 2009.04.08 № 68-ө бұйрығымен бекітілген Қоршаған ортаға эмиссиялар үшін төлемақыларды есептеу әдістемесі.

15 «Қалдықтардың жіктеуішін бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Қоршаған ортаны қорғау министрінің 2007 жылғы 31 мамырдағы № 17.9-ө бұйрығы (07.08.2008 ж. өзгертулер мен толықтырулармен).

16 Қалдықтарды басқару бағдарламасын әзірлеу ережелері. Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің 2014 жылғы 25 қарашадағы № 146 бұйрығымен бекітілген.

17 «Өндіріс және тұтыну қалдықтарын жинауға, пайдалануға, қолдануға, залалсыздандыруға, тасымалдауға, сақтауға және көмуге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» БК Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің 2015 жылғы 28 ақпандағы № 10 бұйрығымен бекітілген. 176.

- 1 Environmental Code of the Republic of Kazakhstan. January 9, 2007 № 212-III Adopted.
- 2 Land Code of the Republic of Kazakhstan. Adopted June 20, 2003 N 442-II.
- 3 Water Code of the Republic of Kazakhstan from July 9, 2003 № 481-II.
- 4 Instructions on the assessment of the impact on the environment, approved by the order of the Minister of Environment of the Republic of Kazakhstan from June 28, 2007 № 204-r.
- 5 Approved «Sanitary and epidemiological requirements for the installation of sanitary protection zones of industrial facilities.» By order of the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan dated March 20, 2015 № 237.
- 6 Methodology for calculating the emissions of enterprises for the production of construction materials (Appendix 11 to the order of the Ministry of Environment of the Republic of Kazakhstan № 100-r);
- 7 Complex method of calculating emissions of harmful substances into the atmosphere from various productions. Almaty: KazEKOEXP, 1996.
- 8 Methodology for calculating emissions standards in the surrounding environment. Astana. Ministry of Nature 11.02.13 № In addition to the order 379-p.
- 9 Methods of development of projects of standards of maximum utilization of production and consumption expenditures. Appendix N 16 to the order of the Minister of Environment of the Republic of Kazakhstan from April 18, 2008 N 100-r.
- 10 «Methodology for calculating the concentration of harmful substances in the air in the emissions of enterprises», RND 211.2.01.01-97 (OND-86).
- 11 Order of the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan dated February 28, 2015 № 168 «On approval of hygienic standards of atmospheric air in urban and rural areas.»
- 12 «On the approval of hygienic standards of physical factors of human impact.» By order of the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan dated February 28, 2015 № 169.
- 13 Methodology for calculating emissions of pollutants into the atmosphere from stationary diesel installations «RND 211.2.02.04-2004, МЕР РК, Astana 2005.
- 14 Methodology of calculation of fees for emissions in the surrounding environment, approved by the order of the Minister of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan from 08.04.2009 N 68-p.
- 15 Order of the Minister of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan dated May 31, 2007 N 17.9-r «On approval of the waste classifier» (with changes and additions from 07.08.2008).
- 16 Rules for the development of programs for dealing with waste. Approved by the Order of the Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan dated November 25, 2014 № 146.
- 17 JV «Sanitary and epidemiological requirements to the collection, use, use, decontamination, transportation, storage and storage of production and consumption

wastes» approved by the Order of the Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan dated February 10, 2015. 176.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

***Д. Қыпшақ¹, И. Б. Сарсенова², К. Т. Саканов³**

^{1,2}Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы;

³Торайгыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ КОК-ЖОН

В Послании народу Республики Казахстан Президент отметил необходимость прорыва в сфере недропользования, особенно в сфере геологоразведки и комплексного изучения недр. Участки Аралтобе и Кесиктобе Кок-Жонского месторождения по административному делению принадлежат Казахстану.

Блок Баладегерес участка Кесиктобе Кок-Жонского месторождения фосфоритов ранее не был спелен. Важным этапом в выполнении этой задачи является изучение развития горнодобывающих регионов Казахстана, изучение новых перспектив существующих регионов, расчет экономической выгоды, оценка воздействия на окружающую среду. Данная комплексная научная разработка основана на всестороннем анализе нового состояния окружающей среды, влияния расположения ее компонентов, изучении техногенных факторов при реализации проекта отработки Аралтобинского и Кесиктобинского участков Кокского месторождения. – Жонская руда (блок Баладегерес).

В результате статьи экологическое состояние территорий, на которых расположены объекты-близнецы, оценено в целом как удовлетворительное.

Ключевые слова: Окружающая среда, экологическая оценка, рассеивание, рекультивация, санитарно-защитная зона, поверхностное рассеяние, Кок-Жонское месторождение фосфоритов.

***D. Qypshak¹, I. B. Sarsenova², K. T. Sakanov³**

^{1,2}Al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty;

³Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 06.06.22.

**ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE KOK-ZHOHN
PHOSPHORITE DEPOSIT IN THE ZHAMBYL REGION**

In his Address to the people of the Republic of Kazakhstan, the President noted the need for a breakthrough in the field of subsoil use, especially in the field of geological exploration and comprehensive study of the subsoil. The areas of Araltobe and Kesiktobe of the Kok-Jonskoye field, according to the administrative division, belong to Kazakhstan.

The Baladegeres block of the Kesiktobe section of the Kok-Jon phosphorite deposit has not been spelunked before. An important stage in the fulfillment of this task is the study of the development of the mining regions of Kazakhstan, the study of new prospects for existing regions, the calculation of economic benefits, and environmental impact assessment. This complex scientific development is based on a comprehensive analysis of the new state of the environment, the influence of the location of its components, the study of man-made factors in the implementation of the project for the development of the Araltobinsky and Kesiktobinsky sections of the Kokskoye field. – Zhonskaya ore (Baladegeres block).

As a result of the article, the ecological state of the territories where the twin objects are located is generally assessed as satisfactory.

Keywords: Environment, environmental assessment, scattering, recultivation, sanitary protection zone, surface scattering, Kok-Jon phosphorite field.

СВЕДЕНИЯ О АВТОРАХ

Абсолямова Динара Ризахметқызы, магистр, аға оқытушы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: absoljamova.d@mail.ru

Абсолямова Динара Ризахметовна, магистр, ст. преподаватель, Факультет инженерии, Торайгыров Университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: absoljamova.d@mail.ru

Absolyamova Dinara Rizakhmetovna, Master, senior teacher, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: absoljamova.d@mail.ru

Акимбекова Самал Тойайқызы, техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушысы, «Сәулет және дизайн» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: sammi_ok@mail.ru

Акимбекова Самал Тойайқызы, магистр технических наук, ст. преподаватель, кафедра «Архитектура и дизайн», Факультет инженерии, Торайгыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: sammi_ok@mail.ru

Akimbekova Samal Totaykizi, Master of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Architecture and Design, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: sammi_ok@mail.ru

Аликулов Зерекбай Аликулович, биология ғылымдарының кандидаты, профессор, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010008, Қазақстан Республикасы, e-mail: zer-kaz@mail.ru

Аликулов Зерекбай Аликулович, кандидат биологических наук, профессор, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, 010008, Республика Казахстан, e-mail: zer-kaz@mail.ru

Alikulov Zerekbai Alikulovich, Candidate of Biological Sciences, Professor, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, 010008, Republic of Kazakhstan, e-mail: zer-kaz@mail.ru

Аманжолов Серикбай Кайруллинвич, техника ғылымдарының магистрі, оқытушы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: amanzholov1961@mail.ru

Аманжолов Серикбай Кайруллинвич, магистр технических наук, ст. преподаватель, Факультет инженерии, Торайгыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: amanzholov1961@mail.ru

Amanzholov Serikbay Kairullinovich, Master of Technical Sciences, lecturer, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: amanzholov1961@mail.ru

Арынгазин Капар Шакимович, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: kapar47@mail.ru

Арынгазин Капар Шакимович, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайгыров университет, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: kapar47@mail.ru

Aryngazin Kapar Shakimovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: kapar47@mail.ru

Ахметов Серік Иманғалиевич, докторанты, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: serik_ac@mail.ru

Ахметов Серік Иманғалиевич, докторант, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: serik_ac@mail.ru

Ahmetov Serik Imangalievich, doctoral student, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: serik_ac@mail.ru

Барзов Александр Александрович, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, жетекші ғылыми қызметкері, М. В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Мәскеу қ., 119991, Ресей Федерациясы, e-mail: a.a.barzov@gmail.com

Барзов Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Московский государственный имени М. В. Ломоносова, г. Москва, 119991, Российская Федерация, e-mail: a.a.barzov@gmail.com

Barzov Aleksandr Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head Scientist Researcher, Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991, Russian Federation, e-mail: a.a.barzov@gmail.com

Бегимкулова Эльмира Алимбековна, ассистент оқытушы, «Автокөлік құралдары және өміртіршілік қауіпсіздігі» кафедрасы, Логистика және көлік академиясы, Алматы қ., 050026, Қазақстан Республикасы, e-mail: eb_199292@mail.ru

Бегимкулова Эльмира Алимбековна, ассистент преподаватель, Академия логистики и транспорта, кафедра «Автотранспортные средства и безопасность жизнедеятельности», г. Алматы, 050026, Республика Казахстан, e-mail: eb_199292@mail.ru

Begimkulova Elmira, assistant teacher, Department of Motor vehicles and life safety, Academy of logistics and transport, Almaty, 050026, Republic of Kazakhstan, e-mail: eb_199292@mail.ru

Богомолов Алексей Витальевич, техникалық ғылымдар кандидаты, профессор, «Металлургия» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: bogomolov71@mail.ru

Богомолов Алексей Витальевич, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Металлургия», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: bogomolov71@mail.ru

Bogomolov Alexey V., Cand. of Eng., Professor, Department of Metallurgy, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: bogomolov71@mail.ru

Бочкарев Петр Юрьевич, техника ғылымдарының докторы, профессор, Н. И. Вавилов атындағы Саратов мемлекеттік аграрлық университеті, Саратов қ., 410012, Ресей Федерациясы, e-mail: bpy@mail.ru

Бочкарёв Петр Юрьевич, доктор технических наук, профессор, Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, г. Саратов, 410012, Российская Федерация, e-mail: bpy@mail.ru

Bochkarev Peter Yurievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov, 410012, Russian Federation, e-mail: bpy@mail.ru

Бухнер Петр, PhD, «Көлік техникасы» кафедрасы, Прагадағы Чех техникалық университеті, Прага қ., 11000, Чехия Республикасы, e-mail: bouchner@lss.fd.cvut.cz

Бухнер Петр, PhD, Кафедра «Транспортных средств», Чешский технический университет в Праге, г. Прага, 11000, Чешская Республика, e-mail: bouchner@lss.fd.cvut.cz

Bouchner Petr, PhD, Professor, Department of Vehicles, Czech Technical University in Prague, Prague, 11000, Czech Republic, e-mail: bouchner@lss.fd.cvut.cz

Быков Петр Олегович, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: Bykov_petr@mail.ru

Быков Петр Олегович, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: Bykov_petr@mail.ru

Bykov Petr Olegovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: Bykov_petr@mail.ru

Габдуллин Серик Токенович, техника ғылымдарының кандидаты, Химиялық талдау зертханасының меңгерушісі, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургиялық институты, Қарағанды қ., 100009, Қазақстан Республикасы, e-mail: s.gabdullin.63@mail.ru

Габдуллин Серик Токенович, кандидат технических наук, заведующий Лабораторией химического анализа, Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева, г. Караганда, 100009, Республика Казахстан, e-mail: s.gabdullin.63@mail.ru

Gabdullin Serik Tokenovich, PhD, Leading Leader of Chemical Analysis Laboratories, Chemical-Metallurgy Institute after Zh. Abishev, Karaganda, 100009, Republic of Kazakhstan, e-mail: s.gabdullin.63@mail.ru

Гаврилова Наталья Борисовна, техника ғылымдарының докторы, профессор, ФГБОУ ВО Омбы мемлекеттік аграрлық университеті, Омбы қ., 644008, Ресей Федерациясы, e-mail: gavrilo.49@mail.ru

Гаврилова Наталья Борисовна, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, 644008, Российская Федерация, e-mail: gavrilo.49@mail.ru

Gavrilova Natalia Borisovna, Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO Omsk State Agrarian University, Omsk, 644008, Russian Federation, e-mail: gavrilo.49@mail.ru

Гумаров Фали Сағынғалиұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, Махамбет Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал қ., 090000, Қазақстан Республикасы, e-mail: ggs65@yandex.ru

Гумаров Гали Сагинғалиевич, доктор технических наук, профессор, Западно-Казахстанский университет имени Махамбета Утемисова, г. Уральск, 090000, Республика Казахстан, e-mail: ggs65@yandex.ru

Gumarov Gali Sagingalievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Makhambet Utemisov West Kazakhstan State University, Uralsk, 090000, Republic of Kazakhstan, e-mail: ggs65@yandex.ru

Дейграф Ирина Эдуардовна, магистр, аға оқытушы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: irina_shtil@mail.ru

Дейграф Ирина Эдуардовна, магистр, ст. преподаватель, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: irina_shtil@mail.ru

Deygraf Irina Eduardovna, Master, senior teacher, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: irina_shtil@mail.ru

Денчик Александр Иванович, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: pavlodarec99@mail.ru

Денчик Александр Иванович, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: pavlodarec99@mail.ru

Denchik Aleksandr Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: pavlodarec99@mail.ru

Жакунов Адилбек Мухамедхасанович, докторант, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: adilbek171188@gmail.com

Жакунов Адилбек Мухамедхасанович, докторант, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: adilbek171188@gmail.com

Zhakurov Adilbek Muhamedhasanovich, doctoral student, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: adilbek171188@gmail.com

Жакунов Алибек Ныгматуллович, PhD, қауымд. профессор, «Металлургия» кафедрасы, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: alibek_j85@mail.ru

Жакунов Алибек Ныгматуллович, PhD, ассоц. профессор, кафедра «Металлургия», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: alibek_j85@mail.ru

Zhakurov Alibek, PhD, associate professor, Department of Metallurgy, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: alibek_j85@mail.ru

Жакупова Арай Толепбергеневна, магистр, аға оқытушы, «Машина жасау және стандарттау» кафедрасы, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: aray_zhakupova86@mail.ru

Жакупова Арай Толепбергеневна, магистр, ст. преподаватель, кафедра «Машиностроение и стандартизация», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: aray_zhakupova86@mail.ru

Zhakupova Aray, Master, senior lecturer, Department of Mechanical Engineering and Standardization, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: aray_zhakupova86@mail.ru

Жания Камила, магистр, оқытушы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: kamila-12.02.88@inbox.ru

Жания Камила, магистр, преподаватель, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: kamila-12.02.88@inbox.ru

Zhaniya Kamila, Master, teacher, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: kamila-12.02.88@inbox.ru

Жапаргазинова Күлшат Хайруллақызы, химия ғылымының кандидаты, профессор, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: gul_0859@mail.ru

Жапаргазинова Күлшат Хайруллаевна, кандидат химических наук, профессор, Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: gul_0859@mail.ru

Zhapargazinova Kulshat Khairullayevna, Candidate of Chemical Sciences, Professor, Faculty of Natural Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: gul_0859@mail.ru

Жұмабек Самат Бүкетайұлы, магистрант, «Құрылыс материалдарын, бұйымдарын және құрастырылымдарын өндіру» мамандығы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: samat_zh_b@bk.ru

Жұмабек Самат Бүкетайұлы, магистрант, специальность «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: samat_zh_b@bk.ru

Zhumabek Samat Buketayevich, undergraduate student in «Production of building materials, products and structures», Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: samat_zh_b@bk.ru

Итыбаева Галия Тулеубаевна, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, «Машина жасау және стандарттау» кафедрасының меңгерушісі, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: galia-itibaeva@mail.ru

Итыбаева Галия Тулеубаевна, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машиностроение и стандартизация», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: galia-itibaeva@mail.ru

Itybayeva Galiya Tuleubaeva, Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Mechanical Engineering and Standardization, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: galia-itibaeva@mail.ru

Камзанов Нурбол Садыканович, сениор лектор, «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасы, Satbayev University, Алматы қ., 050060, Қазақстан Республикасы, e-mail: n.kamzanov@mail.ru

Камзанов Нурбол Садыканович, сениор лектор, кафедра «Технологические машины и транспорт», Satbayev University, г. Алматы, 050060, Республика Казахстан, e-mail: n.kamzanov@mail.ru

Kamzanov Nurbol, senior lecturer, Department of Technological machines and transport, Satbayev University, Almaty, 050060, Republic of Kazakhstan, e-mail: n.kamzanov@mail.ru

Касенов Асылбек Жумабекович, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asylbek_kasenov@mail.ru

Каукаров Алтынбек Кубаишевич, оқытушы, «Көлік техникасы, тасымалдауды ұйымдастыру және құрылыс» кафедрасы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., 030000, Қазақстан Республикасы, e-mail: altynbek-79@mail.ru

Козбагаров Рустем Ашимович, қауымд. профессор, «Автокөлік құралдары және өміртіршілік қауіпсіздігі» кафедрасы, Логистика және көлік академиясы, Алматы қ., 050026, Қазақстан Республикасы, e-mail: rystem_1968@mail.ru

Кусаинов Ернур Галымович, «Құрылыс материалдарын, бұйымдарын және құрастырылымдарын өндіру» мамандығы бойынша магистрант, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: er_nur7@mail.ru

Касенов Асылбек Жумабекович, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: asylbek_kasenov@mail.ru

Каукаров Алтынбек Кубаишевич, преподаватель, кафедра «Транспортная техника, организация перевозок и строительство», Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Актөбе, 030000, Республика Казахстан, e-mail: altynbek-79@mail.ru

Козбагаров Рустем Ашимович, ассоц. профессор, кафедра «Автотранспортные средства и безопасность жизнедеятельности», Академия логистики и транспорта, г. Алматы, 050026, Республика Казахстан, e-mail: rystem_1968@mail.ru

Кусаинов Ернур Галымович, магистрант, специальность «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: er_nur7@mail.ru

Kassenov Assylbek Zhumabekovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: asylbek_kasenov@mail.ru

Kaukarov Altynbek, teacher, Department of Transport Equipment, Transportation Organization and Construction, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, 030000, Republic of Kazakhstan, e-mail: altynbek-79@mail.ru

Kozbagarov Rustem, associate professor, Department of Motor Vehicles and Life Safety», Academy of Logistics and Transport, Almaty, 050026, Republic of Kazakhstan, e-mail: rystem_1968@mail.ru

Kusainov Ernur Galymovich, undergraduate student in «Production of building materials, products and structures», Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: er_nur7@mail.ru

Кусаинов Руслан Бексултанович, Құбыр илемдеу өндірісінің технологиялық жабдықтары мен құралдарын дайындау учаскесінің аға шебері, «KSP Steel» ЖШС, Павлодар қ., 140027, Қазақстан Республикасы, e-mail: kussainovrb@mail.ru

Қыпшақ Диана, магистрант, 2 курс, «География, жерге орналастыру және кадастр» кафедрасы, География және табиғатты пайдалану факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: diana_578@bk.ru

Ларичкин Владимир Викторович, техника ғылымдарының докторы, профессор, «Экологияның инженерлік мәселелері» кафедрасы, Новосибирск мемлекеттік техникалық университеті, Новосибирск қ., 630073, Ресей Федерациясы, e-mail: larichkin@craft.nstu.ru

Масакбаева Софья Руслановна, химия ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор (доцент), Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: sofochka184@mail.ru

Кусаинов Руслан Бексултанович, старший мастер участка подготовки технологической оснастки и инструмента трубопрокатного производства, ТОО «KSP Steel», г. Павлодар, 140027, Республика Казахстан, e-mail: kussainovrb@mail.ru

Қыпшақ Диана, магистрант, 2-курс, кафедра «Географии, землеустройства и кадастра», Факультет географии и природопользования, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: diana_578@bk.ru

Ларичкин Владимир Викторович, доктор технических наук, профессор, кафедра «Инженерные проблемы экологии», Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, 630073, Российская Федерация, e-mail: larichkin@craft.nstu.ru

Масакбаева Софья Руслановна, кандидат химических наук, ассоц. профессор (доцент), Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: sofochka184@mail.ru

Kussainov Ruslan Beksultanovich, senior foreman of the site for the preparation of technological equipment and tools pipe rolling production, KSP Steel LLP, Pavlodar, 140027, Republic of Kazakhstan, e-mail: kussainovrb@mail.ru

Kypshak Diana, undergraduate student, 2 year, Department of Geography, Land Management and Cadastre, Faculty of Geography and Nature Management, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: diana_578@bk.ru

Larichkin Vladimir Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Engineering Problems of Ecology, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, e-mail: larichkin@craft.nstu.ru

Massakbayeva Sofya Ruslanovna, Candidate of Chemical Sciences, associate professor, Faculty of Natural Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: sofochka184@mail.ru

Митин Сергей Геннадьевич, техника ғылымдарының докторы, доцент, Ю. А. Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университеті, Саратов қ., 410033, Ресей Федерациясы, e-mail: ser_gen@inbox.ru

Митин Сергей Геннадьевич, доктор технических наук, доцент, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., г. Саратов, 410033, Российская Федерация e-mail: ser_gen@inbox.ru

Mitin Sergei Gennadyevich, Doctor of Sciences (Engineering), associate professor, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, 410033, Russian Federation e-mail: ser_gen@inbox.ru

Мусина Жанара Керейовна, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: mussina_zhanara@mail.ru

Мусина Жанара Керейовна, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: mussina_zhanara@mail.ru

Mussina Zhanara Kereyovna, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: mussina_zhanara@mail.ru

Мухамеджанова Акмарал Сагындыковна, магистр, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: akmaral1411@gmail.com

Мухамеджанова Акмарал Сагындыковна, магистр, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казакстан, e-mail: akmaral1411@gmail.com

Mukhamedzhanova Akmaral Sagyndykovna, undergraduate student, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: akmaral1411@gmail.com

Мұздыбаев Досаман Рашидұлы, техника ғылымдарының магистрі, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургиялық институты, Қарағанды қ., 100009, Қазақстан Республикасы

Мұздыбаев Досаман Рашидұлы, магистр технических наук, Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева, г. Караганда, 100009, Республика Казахстан

Muzdybaev Dosaman Rashiduly, Master of Engineering Science, Chemical-Metallurgy Institute after Zh. Abishev, Karaganda, 100009, Republic of Kazakhstan

Назарьев Александр Викторович, техника ғылымдарының кандидаты, «Академик Н. А. Пилогин атындағы Автоматика және аспап жасау ғылыми-өндірістік орталығы» Федералдық мемлекеттік унитарлық кәсіпорнының филиалы – «Корпус» өндірістік бірлестігі, Саратов қ., 410019, Ресей Федерациясы, e-mail: alex121989@mail.ru

Назарьев Александр Викторович, кандидат технических наук, филиал ФГУП «Научно-производственный центр автоматки и приборостроения имени академика Н. А. Пилогина» – «Производственное объединение «Корпус», г. Саратов, 410019, Российская Федерация, e-mail: alex121989@mail.ru

Nazaryev Aleksandr Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Branch of the FSUE «Academician Pilyugin Scientific-Production Center of Automatics and Instrument-Making» – «Industrial Association «Korpus», Saratov, 410019, Russian Federation, e-mail: alex121989@mail.ru

Несмеянова Римма Михайловна, химия ғылымдарының кандидаты, профессор, қауымд. профессор (доцент), Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: nesm_r@mail.ru

Несмеянова Римма Михайловна, кандидат химических наук, профессор, ассоц. профессор (доцент), Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: nesm_r@mail.ru

Nesmeyanova Rimma Mikhailovna, Candidate of Chemical Science, Professor, associate professor, Faculty of Natural Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: nesm_r@mail.ru

Оразова Динара Казбековна, PhD, қауымд. профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: dinarzhan_84@mail.ru

Оразова Динара Казбековна, PhD, ассоц. профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: dinarzhan_84@mail.ru

Orazova Dinara Kazbekovna, PhD, associate professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: dinarzhan_84@mail.ru

Ордабаев Ерсен Капсамадович, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: tair2010@mail.ru

Ордабаев Ерсен Капсамадович, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: tair2010@mail.ru

Ordabaev Ersen Kapsamadovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: e_tair2010@mail.ru

Оскембаева Жұлдыз Азаматовна, магистрант «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: tyulemissova14@gmail.com

Оскембаева Жұлдыз Азаматовна, магистрант, специальность «Химическая технология неорганических веществ», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: tyulemissova14@gmail.com

Oskembayeva Zhuldyz Azamatovna, undergraduate student in «Chemical Technology of Inorganic Substances», Faculty of Natural Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: tyulemissova14@gmail.com

Оспанова Жұлдуз Дәсүмағалиевна, Computer Science факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhulduz-ospan@mail.ru

Оспанова Жұлдуз Дәсүмағалиевна, Факультет Computer Science, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: zhulduz-ospan@mail.ru

Ospanova Zhulduz Dzhumagalyeva, Faculty of «Computer Science», Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: zhulduz-ospan@mail.ru

Рождественский Дмитрий, PhD, «Көлік техникасы» кафедрасы, Прагадағы Чех техникалық университеті, Прага қ., 11000, Чехия Республикасы, e-mail: rozhddmi@fd.cvut.cz

Сақанов Қуандық Темірұлы, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, ӨАЖКҚ кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: kuan_altei@mail.ru

Самсенова Қарлығаш Қабдылашимқызы, магистрант, «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: karla-kabdulova@mail.ru

Сарсенова Индира Бақытжанқызы, PhD, аға оқытушы, «География, жерге орналастыру және кадастр» кафедрасы, География және табиғатты пайдалану факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: Indira.sarsenova@gmail.com

Рождественский Дмитрий, PhD, кафедра «Транспортных средств», Чешский технический университет в Праге, г. Прага, 11000, Чешская Республика, e-mail: rozhddmi@fd.cvut.cz

Сақанов Қуандық Тимирович, кандидат технических наук, профессор, кафедра ПГТС, Факультет инженерии, Торайғыров университет, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: kuan_altei@mail.ru

Самсенова Карлығаш Қабдылашимовна, магистрант, специальность «Химическая технология органических веществ», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: karla-kabdulova@mail.ru

Сарсенова Индира Бақытжановна, PhD, ст. преподаватель, кафедра «Географии, землеустройства и кадастра», Факультет географии и природопользования, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: Indira.sarsenova@gmail.com

Rozhdestvenskiy Dmitry, PhD, Department of Vehicles, Czech Technical University in Prague, Prague, 11000, Czech Republic, e-mail: rozhddmi@fd.cvut.cz

Sakanov Kuandyk, Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Industrial, Civil and Transport Construction, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: kuan_altei@mail.ru

Samsenova Karlygash Kabdylashimovna, undergraduate student in «Chemical Technology of Organic Substances» Faculty of Natural Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: karla-kabdulova@mail.ru

Sarsenova Indira Bakytzhanovna, PhD, Lecturer, Department of Geography, Land Management and Cadastre, Faculty of Geography and Nature Management, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: Indira.sarsenova@gmail.com

Сембаев Нурболат Сакенович, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Торайғыров университеті, Инженерия факультеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: n.sembaev@mail.ru

Сәлімгерей Нурболат Арманұлы, техника ғылымдарының магистрі, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургиялық институты, Қарағанды қ., 100009, Қазақстан Республикасы, e-mail: nurbolat.salimgerey@mail.ru

Станевич Виктор Тадеушевич, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: svt_18@mail.ru

Сүлейменов Ансаган Дюсембаевич, техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: Ansar_muslim_91@mail.ru

Ткачук Андрей Александрович, техника ғылымдарының магистры, аға оқытушы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: tkachukandrey1985@mail.ru

Сембаев Нурболат Сакенович, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: n.sembaev@mail.ru

Сәлімгерей Нурболат Арманұлы, магистр технических наук, Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева, г. Караганда, 100009, Республика Казахстан, e-mail: nurbolat.salimgerey@mail.ru

Станевич Виктор Тадеушевич, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: svt_18@mail.ru

Сүлейменов Ансаган Дюсембаевич, магистр технических наук, ст. преподаватель, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: Ansar_muslim_91@mail.ru

Ткачук Андрей Александрович, магистр технических наук, ст. преподаватель, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: tkachukandrey1985@mail.ru

Sembaev Nurbolat Sakenovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Toraighyrov University, Faculty of Engineering, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: n.sembaev@mail.ru

Salimgerey Nurbolat Armanuly, Master of Engineering Science, Chemical-Metallurgy Institute after Zh. Abishev, Karaganda, 100009, Republic of Kazakhstan, e-mail: nurbolat.salimgerey@mail.ru

Stanevich Victor Tadeushevich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: svt_18@mail.ru

Suleimenov Ansagan Dyusembaevich, Master of Technical Sciences, senior lecturer, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: Ansar_muslim_91@mail.ru

Tkachuk Andrey Aleksandrovich, Master of Technical Science, senior lecturer, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: tkachukandrey1985@mail.ru

Толеуқадыр Руслан Толеужанұлы, техника ғылымдарының магистры, Феррокорытпалар және тотықсыздану процестері зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургиялық институты, Қарағанды қ., 100009, Қазақстан Республикасы, e-mail: Ruslan-94kz@mail.ru

Тусунбекова Марал Жанболатқызы, магистр, аға оқытушы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: make.t.08@mail.ru

Шабанов Ербол Жақсылықұлы, PhD, қауымд. профессор, Феррокорытпалар және тотықсыздану процестері зертханасының меңгерушісі, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургиялық институты, Қарағанды қ., 100009, Қазақстан Республикасы, e-mail: ye.shabanov@gmail.com

Якубовская Галина Ивановна, техника және технология магистрі, аға оқытушы, «Сәулет және дизайн» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: Galina_pvl7676@mail.ru

Толеуқадыр Руслан Толеужанұлы, магистр техникалық наук, м.н.с лаборатория ферросплавов и процессов восстановления, Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева, г. Караганда, 100009, Республика Казахстан, e-mail: Ruslan-94kz@mail.ru

Тусунбекова Марал Жанбулатовна, магистр, ст. преподаватель, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: make.t.08@mail.ru

Шабанов Ербол Жақсылықұлы, PhD, ассоц. профессор, заведующий лабораторией ферросплавов и процессов восстановления, Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева, г. Караганда, 100009, Республика Казахстан, e-mail: ye.shabanov@gmail.com

Якубовская Галина Ивановна, магистр техники и технологий, ст. преподаватель кафедры «Архитектура и дизайн», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: Galina_pvl7676@mail.ru

Toleukadyr Ruslan Toleuzhanuly, Master of Engineering Science, Junior researcher from the Laboratory of Ferroalloys and Reduction Processes, Chemical-Metallurgy Institute after Zh. Abishev, Karaganda, 100009, Republic of Kazakhstan, e-mail: Ruslan-94kz@mail.ru

Tussupbekova Maral Zhanbolatovna, Master, senior teacher, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: make.t.08@mail.ru

Shabanov Yerbol Zhaksylykuly, PhD, associate professor, director of the Laboratories for Ferroalloys and Reduction Processes, Chemical-Metallurgy Institute after Zh. Abishev, Karaganda, 100009, Republic of Kazakhstan, e-mail: ye.shabanov@gmail.com

Yakubovskaya Galina Ivanovna, Master of Engineering and Technology, senior lecturer, Department of Architecture and Design, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: Galina_pvl7676@mail.ru

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА
«НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»**

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статьи для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

* В номер допускается не более одной рукописи от одного автора либо того же автора в составе коллектива соавторов.

* Количество соавторов одной статьи не более 5.

* Степень оригинальности статьи должна составлять не менее 60 % (согласно решению редакционной коллегии).

* Направляемые статьи не должны быть ранее опубликованы, не допускается последующее опубликование в других журналах, в том числе переводы на другие языки.

* Решение о принятии рукописи к опубликованию принимается после проведения процедуры рецензирования.

* Двойное рецензирование (слепое) проводится конфиденциально, автору не сообщается имя рецензента, а рецензенту – имя автора статьи.

* Квитанция об оплате предоставляется после принятия статей к публикации. Стоимость публикации в журнале за страницу 1000 (одна тысяча) тенге.

* докторантам НАО «Торайғыров университет» и иностранным авторам (без казахстанских соавторов) публикация в журнале бесплатно.

* Если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом статья возвращается автору на доработку. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирования 1 раз. Ответственность за содержание статьи несет автор.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления. Журнал формируется исходя из количества не более 30 статей в одном номере.

Периодичность издания журналов – 4 раза в год (ежеквартально).

Сроки подачи статьи:

- первый квартал до 10 февраля;

- второй квартал до 10 мая;

- третий квартал до 10 августа;

- четвертый квартал до 10 ноября.

Научный журнал «Вестник Торайгыров университета», «Наука и техника Казахстана» выпускается с периодичностью 4 раза в год в сетевом (электронном) формате в следующие установленные сроки выхода номеров журнала:

- первый номер выпускается до 30 марта текущего года;
- второй номер – до 30 июня;
- третий номер – до 30 сентября;
- четвертый номер – до 30 декабря.

Статью (электронную версию и квитанции об оплате) следует направлять на сайтах:

- <https://vestnik.tou.edu.kz/>
- <http://stk.tou.edu.kz/>

Для подачи статьи на публикацию необходимо пройти регистрацию на сайте.

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами ^{1,2}.

Для осуществления процедуры двойного рецензирования (слепого), авторам необходимо отправлять два варианта статьи: первый – с указанием личных данных, второй – без указания личных данных. При нарушении принципа слепого рецензирования статья не рассматривается.

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям, в электронном варианте со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для Windows» (в форматах .doc, .docx, .rtf).

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы должен составлять **не менее 7 и не более 12 страниц печатного текста**. Поля страниц – 30 мм со всех сторон листа; Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).

Структура научной статьи включает название, аннотация, ключевые слова, основные положения, введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы, информацию о финансировании (при наличии), список использованных источников (литературы) к каждой статье, включая романизированный (транслитерированный латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Статья должна содержать:

1. **МРНТИ** (Межгосударственный рубрикатор научной технической информации);

2. **DOI** – после МРНТИ в верхнем правом углу (присваивается и заполняется редакцией журнала);

3. **Инициалы** (имя, отчество) **Фамилия** автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (жирным шрифтом, по центру);

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами ^{1,2}.

4. **Аффилиация** (организация (место работы (учебы)), страна, город) – на казахском, русском и английском языках. Полные данные об аффилиации авторов представляются в конце журнала;

5. **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (не более 12 слов, прописными буквами, жирным шрифтом, по центру, на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий);

6. **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском либо немецком языках (рекомендуемый объем аннотации на языке публикации – не менее 150, не более 300 слов, курсив, нежирным шрифтом, кегль – 12 пунктов, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец);

7. **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (оформляются на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий; кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 1 см.). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (см. образец);

8. **Основной текст статьи** излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

- **Введение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

- **Материалы и методы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

- **Результаты и обсуждение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе

исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

- **Информацию о финансировании** (при наличии) (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

- **Выводы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

Выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

- **Список использованных источников** (жирными буквами, кегль – 14 пунктов, в центре) включает в себя:

Статья и список использованных источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами читателям для ознакомления, как смежные работы, проводимые параллельно. *Объем не менее 10, не более чем 20 наименований* (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки), преимущественно за последние 10–15 лет.

В случае наличия в списке использованных источников работ на кириллице (на казахском и русском языках), необходимо представить список литературы в двух вариантах: 1) в оригинале (указываются источники на русском, казахском и английском либо немецком языках); 2) романизированный вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках), то есть транслитерация латинским алфавитом. *см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.*

Онлайн сервис Транслитерация по ГОСТу – <https://transliteration-online.ru/>

Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом

Романизированный список литературы должен выглядеть следующим образом: автор(-ы) (транслитерация либо англоязычный вариант при его наличии) → название статьи в транслитерированном варианте → [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках] → название казахоязычного либо русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название при его наличии) → выходные данные с обозначениями на английском языке.

• **Иллюстрации, перечень рисунков** и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

• **Математические формулы** должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В электронном варианте приводятся **полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail** (номера телефонов для связи редакции с авторами, не публикуются);

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Фамилия Имя Отчество (полностью)		
Должность, ученая степень, звание		
Организация		
Город		
Индекс		
Страна		
E-mail		
Телефон		

140008, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64,
 НАО «Торайгыров университет»,
Издательство «Toraighyrov University», каб. 137,
 Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147).
 E-mail: kereku@tou.edu.kz

Наши реквизиты:

НАО «Торайгыров университет» РНН 451800030073 БИН 990140004654	НАО «Торайгыров университет» РНН 451800030073 БИН 990140004654	Приложение kasp.kz Платежи – Образование – Оплата за ВУЗы – Заполняете все графы (в графе Факультет укажите «За публикацию в научном журнале, название журнала и серии»)
АО «Jysan Bank» ИИК KZ57998FTB00 00003310 БИК TSESKZK A Кбе 16 Код 16 КНП 861	АО «Народный Банк Казахстана» ИИК KZ156010241000003308 БИК HSBKZKX Кбе 16 Код 16 КНП 861	

МРНТИ 04.51.59

DOI xxxxxxxxxxxxxxx

С. К. Антикеева*, С. К. Ксембаева

Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ
КОМПЕТЕНЦИЙ СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ
ЧЕРЕЗ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

В данной статье представлена теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, которая разработана в рамках докторской диссертации «Формирование личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации». В статье приводятся педагогические аспекты самого процесса моделирования, перечислены этапы педагогического моделирования. Представлены методологический, процессуальный (технологический) и инструментальный уровни модели, ее цель, мониторинг сформированности искомым компетенций, а также результат. В модели показаны компетентностный, личностно-ориентированный и практико-ориентированный педагогические подходы, закономерности, принципы, условия формирования выбранных компетенций; описаны этапы реализации процесса формирования, уровни сформированности личностных и профессиональных компетенций. В разделе практической подготовки предлагается интерактивная работа в системе слушатель-преподаватель-группа, подразумевающая личное участие каждого специалиста, а также открытие первого в нашей стране Республиканского общественного объединения «Национальный альянс профессиональных социальных работников». Данная модель подразумевает под собой дальнейшее совершенствование и самостоятельное развитие личностных и профессиональных компетенций социальных работников. Это позволяет увидеть в модели эффективность реализации курсов повышения квалификации, формы, методы и средства работы.

Ключевые слова: теоретическая модель, компетенции, повышение квалификации, социальные работники.

Введение

Социальная работа – относительно новая для нашей страны профессия. Поэтому обучение социальных работников на современной стадии не характеризуется наличием достаточно разработанных образовательных стандартов, которые

находили бы выражение в формулировке педагогических целей, в содержании, технологиях учебного процесса.

Продолжение текста публикуемого материала

Материалы и методы

Теоретический анализ научной психолого-педагогической и специальной литературы по проблеме исследования; анализ законодательных и нормативных документов по открытию общественных объединений; анализ содержания программ курсов повышения квалификации социальных работников; моделирование; анализ и обобщение педагогического опыта; опросные методы (беседа, анкетирование, интервьюирование); наблюдение; анализ продуктов деятельности специалистов; эксперимент, методы математической статистики по обработке экспериментальных данных.

Продолжение текста публикуемого материала

Результаты и обсуждение

Чтобы понять объективные закономерности, лежащие в основе процесса формирования и развития личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, необходимо четко представлять себе их модель.

Продолжение текста публикуемого материала

Выводы

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации содержит три уровня ее реализации.

Продолжение текста публикуемого материала

Список использованных источников

- 1 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : сущность, эффективность и неопределенность [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 22.
- 2 **Кузнецова, А. Г.** Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике : монография [Текст]. – Хабаровск : Изд-во ХКИППК ПК, 2001. – 152 с.
- 3 **Каропа, Г. Н.** Системный подход к экологическому образованию и воспитанию (На материале сельских школ) [Текст]. – Минск, 1994. – 212 с.
- 4 **Штофф, В. А.** Роль моделей в познании [Текст] – Л. : ЛГУ, 1963. – 128 с.
- 5 **Таубаева, Ш.** Методология и методика дидактического исследования : учебное пособие [Текст]. – Алматы : Казак университеті, 2015. – 246 с.
- 6 **Дахин, А. Н.** Моделирование компетентности участников открытого образования [Текст]. – М. : НИИ школьных технологий 2009. – 290 с.
- 7 **Дахин, А. Н.** Моделирование в педагогике [Текст] // Идеи и идеалы. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – С. 11–20.
- 8 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование: монография [Текст]. – Новосибирск : Изд-во НИПКиПРО, 2005. – 230 с.

9 **Аубакирова, С. Д.** Формирование деонтологической готовности будущих педагогов к работе в условиях инклюзивного образования : дисс.на соиск.степ. д-ра филос. (PhD) по 6D010300 –Педагогика и психология [Текст] – Павлодар, 2017. – 162 с.

10 **Арын, Е. М., Пфейфер, Н. Э., Бурдина, Е. И.** Теоретические аспекты профессиональной подготовки педагога XXI века : учеб. пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова; СПб. : ГАФКиСим. П. Ф. Лесгафта, 2005. – 270 с.

References

1 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie: suschnost, effektivnost i neopredelennost [Pedagogical modeling : essence, effectiveness, and uncertainty] [Text]. In Pedagogy. – 2003. – № 4. – P. 22.

2 **Kuznetsova, A. G.** Razvitie metodologii sistemnogo podhoda v otechestvennoi pedagogike [Development of the system approach methodology in Russian pedagogy : monograph] [Text]. – Khabarovsk : Izd-vo KhK IPPK PK, 2001. – 152 p.

3 **Karopa, G. N.** Sistemnyi podhod k ekologicheskomu obrazovaniyu i vospitaniyu (Na materiale selskih shkol) [The systematic approach to environmental education and upbringing (Based on the material of rural schools)] [Text] – Minsk, 1994. – 212 p.

4 **Shtoff, V. A.** Rol modelei v poznanii [The role of models in cognition] [Text] – L. : LGU, 1963. – 128 p.

5 **Taubayeva, Sh.** Metodologiya i metodika didakticheskogo issledovaniya : uchebnoe posobie [Methodology and methods of educational research : a tutorial] [Text] – Almaty : Kazak University, 2015. – 246 p.

6 **Dahin, A. N.** Modelirovanie kompetentnosti uchastnikov otkrytogo obrazovaniya [Modeling the competence of open education participants] [Text] – Moscow : NII shkolnyh tehnologii, 2009. – 290 p.

7 **Dahin, A. N.** Modelirovanie v pedagogike [Modeling in pedagogy] [Text]. In Idei i idealy. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – P. 11–20.

8 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : monographia [Pedagogical modeling : monograph] [Text]. – Novosibirsk : Izd-vo NIPKiPRO, 2005. – 230 p.

9 **Aubakirova, S. D.** Formirovaniye deontologicheskoi gotovnosti buduschih pedagogov k rabote v usloviyah inklusivnogo obrazovaniya : dissertaciya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D010300 – Pedagogika i psihologiya. [Formation of deontological readiness of future teachers to work in inclusive education : dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D010300- Pedagogy and psychology] [Text] – Pavlodar, 2017. – 162 p.

10 **Aryn, E. M., Pfeifer, N. E., Burdina, E. I.** Teoreticheskie aspekty professionalnoi podgotovki pedagoga XXI veka : ucheb. posobie [Theoretical aspects of professional training of a teacher of the XXI century : textbook] [Text] – Pavlodar : PGU im. S. Toraigyrov PSU; St.Petersburg. : GAFKiS im. P. F. Lesgafta, 2005. – 270 p.

*С. К. Антикеева, С. К. Ксембаева

Торайгыров университет,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

БІЛІКТІЛІКТІ АРТТЫРУ КУРСТАРЫ АРҚЫЛЫ ӘЛЕУМЕТТІК ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ ҚҰЗІРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

Бұл мақалада «Әлеуметтік қызметкерлердің біліктілігін арттыру курстары арқылы тұлғалық және кәсіби құзіреттіліктерін қалыптастыру» докторлық диссертация шеңберінде әзірленген біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің тұлғалық және кәсіби құзыреттілігін қалыптастырудың теориялық моделі ұсынылған. Мақалада модельдеу процесінің педагогикалық аспектілері, педагогикалық модельдеудің кезеңдері келтірілген. Модельдің әдіснамалық, процессуалдық (технологиялық) және аспаптық деңгейлері, оның мақсаты, қажетті құзыреттердің қалыптасу мониторингі, сондай-ақ нәтижесі ұсынылған. Модельде құзыреттілікке, тұлғаға бағытталған және практикаға бағытталған педагогикалық тәсілдер, таңдалған құзыреттерді қалыптастыру заңдылықтары, қағидаттары, шарттары көрсетілген; қалыптасу процесін іске асыру кезеңдері, жеке және кәсіби құзыреттердің қалыптасу деңгейлері сипатталған. Практикалық дайындық бөлімінде тыңдаушы-оқытушы-топ жүйесінде интерактивті жұмыс ұсынылады, ол әр маманның жеке қатысуын, сондай-ақ елімізде алғашқы «кәсіби әлеуметтік қызметкерлердің ұлттық альянсы» республикалық қоғамдық бірлестігінің ашылуын білдіреді. Бұл модель әлеуметтік қызметкерлердің жеке және кәсіби құзыреттерін одан әрі жетілдіруді және тәуелсіз дамытуды білдіреді. Бұл модельде біліктілікті арттыру курстарын іске асырудың тиімділігін, жұмыс нысандары, әдістері мен құралдарын көруге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

*S. K. Antikayeva, S. K. Ksembaeva

Toraigyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar

THEORETICAL MODEL OF FORMATION COMPETENCIES OF SOCIAL WORKERS THROUGH PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSES

This article presents a theoretical model for the formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses, which was developed in the framework of the doctoral dissertation «Formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses». The article presents the pedagogical aspects of the modeling process itself, and lists the stages of pedagogical modeling. The methodological, procedural (technological) and instrumental levels of the model, its purpose, monitoring the formation of the required competencies, as well as the result are presented. The model shows competence-based, personality-oriented and practice-oriented pedagogical approaches, patterns, principles, conditions for the formation of selected competencies; describes the stages of the formation process, the levels of formation of personal and professional competencies. The practical training section offers interactive work in the listener-teacher-group system, which implies the personal participation of each specialist, as well as the opening of the first Republican public Association in our country, the national Alliance of professional social workers. This model implies further improvement and independent development of personal and professional competencies of social workers. This allows you to see in the model the effectiveness of the implementation of advanced training courses, forms, methods and means of work.

Keywords: theoretical model, competencies, professional development, social workers.

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Антикеева Самал Канатовна «Педагогика және психология» мамандығы бойынша докторант Торайғыров университеті, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар факультеті, Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Антикеева Самал Канатовна докторант по специальности «Педагогика и психология», Торайғыров университет, Факультет гуманитарных и социальных наук, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Samal Kanatovna Antikeyeva doctoral student in «Pedagogy and psychology», Toraihyrov University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00

**ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА
В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА
«НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»**

Редакционная коллегия научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» в своей профессиональной деятельности придерживаются принципов и норм Публикационной этики научных журналов НАО «Торайғыров университет». Публикационная этика разработана в соответствии с международной публикационной этической нормой Комитета по публикационной этике (COPE), этическими принципами публикации журналов Scopus (Elsevier), Кодекса академической честности НАО «Торайғыров университет».

Публикационная этика определяет нормы, принципы и стандарты этического поведения редакторов, рецензентов и авторов, меры по выявлению конфликтов интересов, неэтичного поведения, инструкции по изъятию (ретракции), исправлению и опровержению статьи.

Все участники процесса публикации, соблюдают принципы, нормы и стандарты публикационной этики.

Качество научного журнала обеспечивается исполнением принципов участников процесса публикации: равенства всех авторов, принцип конфиденциальности, однократные публикации, авторства рукописи, принцип оригинальности, принцип подтверждения источников, принцип объективности и своевременности рецензирования.

Права и обязанности членов редакционных коллегий научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» определены СО СМК 8.12.3-20 Управление научно-издательской деятельностью.

Права и обязанности рецензентов

Рецензенты научных журналов «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана», научно-популярного журнала «Краеведение», обязаны руководствоваться принципом объективности.

Персональная критика в адрес автора(-ов) рукописи недопустима. Рецензент должен аргументировать свои замечания и обосновывать свое решение о принятии рукописи или о ее отклонении.

Национальность, религиозная принадлежность, политические или иные взгляды автора(-ов) не должны приниматься во внимание и учитываться в процессе рецензирования рукописи рецензентом(-ами).

Экспертная оценка, составленная рецензентом должна способствовать принятию решения редакцией о публикации и помогать автору улучшить рукопись.

Решение о принятии рукописи к публикации, возвращение работы автору на изменение или доработку, либо решение об отклонении от публикации принимается редколлегией опираясь на результаты рецензирования.

Принцип своевременности рецензирования. Рецензент обязан предоставить рецензию в срок, определенный редакцией, но не позднее 2-4 недель с момента получения рукописи на рецензирование. Если рассмотрение статьи и подготовка рецензии в назначенные сроки невозможны, то рецензент должен незамедлительно уведомить об этом научного редактора.

Рецензент, который считает, что его квалификация не соответствует либо недостаточна для принятия решения при рецензировании предоставленной рукописи должен незамедлительно сообщить об этом научному редактору и отказаться от рецензирования рукописи.

Принцип конфиденциальности со стороны рецензента. Рукопись, предоставленная рецензенту на рецензирование должна рассматриваться как конфиденциальный материал. Рецензент имеет право демонстрировать ее и/или обсуждать с другими лицами только после получения письменного разрешения со стороны научного редактора журнала и/или автора (-ов).

Информация и идеи научной работы, полученные в ходе рецензирования и обеспечения публикационного процесса, не должны быть использованы рецензентом(-ами) для получения личной выгоды.

Принцип подтверждения источников. Рецензент должен указать научные работы, которые оказали бы влияние на исследовательские результаты рассматриваемой рукописи, но не были приведены автором (-ами). Также рецензент обязан обратить внимание научного редактора на значительное сходство или совпадение между рассматриваемой рукописью и ранее опубликованной работой, о котором ему известно.

Если у рецензента имеются достаточные основания полагать, что в рукописи содержится плагиат, некорректные заимствования, ложные и сфабрикованные материалы или результаты исследования, то он не должен допустить рукопись к публикации и проинформировать научного редактора журнала о выявленных нарушениях принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Права и обязанности авторов

Публикационная этика базируется на соблюдении принципов:

Однократность публикации. Автор(-ы) гарантируют что представленная в редакцию рукопись статьи не была представлена для рассмотрения в другие издания. Представление рукописи одновременно в нескольких журналах/изданиях неприемлемо и является грубым нарушением принципов, стандартов и норм публикационной этики.

Авторство рукописи. Лицо, которое внесло наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и указывается первым в списке авторов.

Для каждой статьи должен быть назначен автор для корреспонденции, который отвечает за подготовку финальной версии статьи, коммуникацию с редколлегией, должен обеспечить включение всех участников исследования (при количестве авторов более одного), внесших в него достаточный вклад, в список авторов, а также получить одобрение окончательной версии рукописи от всех авторов для представления в редакцию для публикации. Все авторы, указанные в рукописи/статье, несут ответственность за содержание работы.

Принцип оригинальности. Автор(-ы) гарантирует, что результаты исследования, изложенные в рукописи, представляют собой оригинальную самостоятельную работу, и не содержат некорректных заимствований и плагиата, которые могут быть выявлены в процессе.

Авторы несут ответственность за публикацию статей с признаками неэтичного поведения, плагиата, самоплагиата, самоцитирования, фальсификации, фабрикаций, искажения данных, ложного авторства, дублирования, конфликта интересов и обмана.

Принцип подтверждения источников. Автор(ы) обязуется правильно указывать научные и иные источники, которые он(и) использовал(и) в ходе исследования. В случае использования каких-либо частей чужих работ и/или заимствования утверждений другого автора(-ов) в рукописи должны быть указаны библиографические ссылки с указанием автора(-ов) первоисточника. Информация, полученная из сомнительных источников не должна использоваться при оформлении рукописи.

В случае, если у рецензентов, научного редактора, члена(-ов) редколлегии журнала возникают сомнения подлинности и достоверности результатов исследования, автор(-ы) должны предоставить дополнительные материалы для подтверждения результатов или фактов, приводимых в рукописи.

Исправление ошибок в процессе публикации. В случае выявления ошибок и неточностей в работе на любой стадии публикационного процесса авторы обязуются в срочном порядке сообщить об этом научному редактору и оказать помощь в устранении или исправлении ошибки для публикации на сайте журнала соответствующей коррекции (Erratum или Corrigendum) с комментариями. В случае обнаружения грубых ошибок, которые невозможно исправить, автор(-ы) должен(-ны) отозвать рукопись/статью.

Принцип соблюдения публикационной этики. Авторы обязаны соблюдать этические нормы, связанные с критикой или замечаниями в отношении исследований, а также в отношении взаимодействия с редакцией по поводу рецензирования и публикации. Несоблюдение этических принципов авторами расценивается как грубое нарушение этики публикаций и дает основание для снятия рукописи с рецензирования и/или публикации.

Конфликт интересов

Конфликт интересов, по определению Комитета по публикационной этике (COPE), это конфликтные ситуации, в которых авторы, рецензенты или члены редколлегии имеют неявные интересы, способные повлиять на их суждения

касательно публикуемого материала. Конфликт интересов появляется, когда имеются финансовые, личные или профессиональные условия, которые могут повлиять на научное суждение рецензента и членов редколлегии, и, как результат, на решение редколлегии относительно публикации рукописи.

Главный редактор, член редколлегии и рецензенты должны оповестить о потенциальном конфликте интересов, который может как-то повлиять на решение редакционной коллегии. Члены редколлегии должны отказаться от рассмотрения рукописи, если они состоят в каких-либо конкурентных отношениях, связанных с результатами исследования автора(-ов) рукописи, либо если существует иной конфликт интересов.

При подаче рукописи на рассмотрение в журнал, автор(-ы) заявляет о том, что в содержании рукописи указаны все источники финансирования исследования; также указывают, какие имеются коммерческие, финансовые, личные или профессиональные факторы, которые могли бы создать конфликт интересов в отношении поданной на рассмотрение рукописи. Автор(ы), в письме при наличии конфликта интересов, могут указать ученых, которые, по их мнению, не смогут объективно оценить их рукопись.

Рецензент не должен рассматривать рукописи, которые могут послужить причинами конфликта интересов, проистекающего из конкуренции, сотрудничества или других отношений с кем-либо из авторов, имеющих отношение к рукописи.

В случае наличия конфликта интересов с содержанием рукописи, ответственный секретарь должен известить об этом главного редактора, после чего рукопись передается другому рецензенту.

Существование конфликта интересов между участниками в процессе рассмотрения и рецензирования не значит, что рукопись будет отклонена.

Всем заинтересованным лицам необходимо, по мере возможности избегать возникновения конфликта интересов в любых вариациях на всех этапах публикации. В случае возникновения какого-либо конфликта интересов тот, кто обнаружил этот конфликт, должен незамедлительно оповестить об этом редакцию. То же самое касается любых других нарушений принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Неэтичное поведение

Неэтичным поведением считаются действия авторов, редакторов или издателя, в случае самостоятельного предоставления рецензии на собственные статьи, в случае договорного и ложного рецензирования, в условиях обращения к агентским услугам для публикации результатов научного исследования, лжеавторства, фальсификации и фабрикация результатов исследования, публикация недостоверных псевдо-научных текстов, передачи рукописи статей в другие издания без разрешения авторов, передачи материалов авторов третьим лицам, условия когда нарушены авторские права и принципы конфиденциальности редакционных процессов, в случае манипуляции с цитированием, плагиатом.

Теруге 06.06.22 ж. жіберілді. Басуға 30.06.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

8,9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 12,4. Таралымы 300 дана.

Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. С. Искакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3964

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

<https://vestnik.tou.edu.kz/>

<http://stk.tou.edu.kz/>