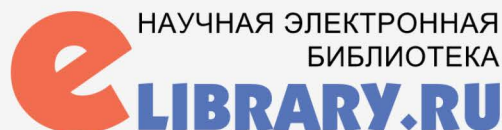


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF SCIENCE AND OF HIGHER EDUCATION THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

М. ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҒТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ  
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АУЭЗОВА  
M. AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN UNIVERSITY



ISSN 2616-6429  
KAZPOST 76085



**AUEZOV**  
UNIVERSITY  
1943

ОҒТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ  
ВЕСТНИК НАУКИ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА  
SOUTH KAZAKHSTAN SCIENCE HERALD

№ 2 (30) 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF SCIENCE AND OF HIGHER EDUCATION THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

М. ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ  
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АУЭЗОВА  
M. AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN UNIVERSITY

**ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ  
ВЕСТНИК НАУКИ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА  
SOUTH KAZAKHSTAN SCIENCE HERALD**



**№2 (30)**

**ШЫМКЕНТ 2025**

ISSN 2616-6429

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ

ВЕСТНИК НАУКИ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

SOUTH KAZAKHSTAN SCIENCE HERALD

№2 (30) 2025

---

**Меншік иесі:** М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті

**РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:**

**Бас редактор:** Ахмед-Заки Д.Ж. - М. Әуезов атындағы ОҚУ Басқарма төрағасы-ректор, т.ғ.д., профессор.

**Редакциялық алқа мүшелері:** Сүлейменов Ұ.С. – ҒЖ және И жөніндегі проректор, т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Изабелла Новак – х.ғ.д., профессор, Познань қ. Адам Мицкевич университеті, Польша; Аврамов К.В. – т.ғ.д., профессор, «Харьков политехникалық институты» ұлттық техникалық университеті, Украина; Соловьев А.А. – ф.-м.ғ.д., профессор, М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей; Емелин А.В. – ф.-м.ғ.д., профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік университеті, Ресей; Богуслава Леска - х.ғ.д., профессор, Познань қ. Адам Мицкевич университеті, Польша; Полина Прокопович – PhD, Кардифф университеті, Ұлыбритания; Меор Мохаммед Фаред – қауымдастырылған профессор, Путра Малайзия университеті, Малайзия; Ивахненко А.П.- PhD докторы, профессор, Мұнай зерттеу орталығы, Хериот-Ватт университеті, Ұлыбритания; Сучкова Е.П. – т.ғ.к., доцент, "Үшінші мыңжылдық биотехнологиясы" халықаралық ғылыми орталығы, Ресей; Елизавета Фаслер-Кан - PhD докторы, профессор, Базель университеті, Австрия; Радюк С.Н. - PhD докторы, ассоциациялық профессор, Оңтүстік методистік университеті, АҚШ; Жонго Ок - PhD докторы, профессор, Сеул ұлттық техникалық университеті, Корея; Евлаш В.В. – т.ғ.д., профессор, Харьков мемлекеттік азық-түлік технологиясы және сауда университеті, Украина; Потапов В.А. – т.ғ.д., профессор, мемлекеттік биотехнологиялық университеті, Украина; Марфенин Н.Н. - б.ғ.д., профессор, М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей; Сайдамаев Ә.М. – ф.-м.ғ.к., доцент, М.В. Ломоносов атындағы ММУ Ташкент филиалы, Өзбекстан; Каримов Э.Ә. – б.ғ.к., бас ғылыми қызметкер, Өзбекстан Республикасы Ғылымдар Академиясы өсімдіктердің генетикасы және тәжірибелік биологиясы институты, Өзбекстан; Адилов Б.Ш. - б.ғ.к., бас ғылыми қызметкер, Өзбекстан Республикасы Ғылымдар Академиясы өсімдіктердің генетикасы және тәжірибелік биологиясы институты, Өзбекстан; Мирзаев Ш.Ш. – з.ғ.к., доцент, М.В. Ломоносов атындағы ММУ Ташкент филиалы, Өзбекстан; Муродова С. -б.ғ.д., профессор, Мирзо Ұлықбек атындағы Өзбекстан Ұлттық университетінің Жизақ филиалы; Жұрынов М.Ж. - х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан; Чоманов У.Ч. – т.ғ.д., профессор, ҚР ҰЖҒА академигі, Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан; Рскелдиев Б.А. – т.ғ.д., профессор, ҚР Ұлттық Жаратылыстану ғылымдары академиясының корреспондент-мүшесі, Алматы технологиялық университеті, Қазақстан; Таева А.М. - т.ғ.д., доцент (қауымдастырылған профессор), Алматы технологиялық университеті, Қазақстан; Тултабаева Т.Ч. - т.ғ.д., доцент, ҚР АШҒА академигі; Касенов А.Л. - т.ғ.д., профессор, Шәкәрім университеті; Амирханов К.Ж. - т.ғ.д., профессор, Шәкәрім университеті; Тимурбекова А.К. – т.ғ.к., профессор, ҚазҰАЗУ, Қазақстан; Тултабаев М.Ч. - т.ғ.д., профессор, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Қазақстан; Айменов Ж.Т. – т.ғ.д., профессор, ҚР ҰЖҒА академигі, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Исмаилов Б.Р.– т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Жантасов К.Т.– т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Надиров К.С. – х.ғ.д., профессор; М.Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Жекеев М.К. - т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Назарбекова С.П. – х.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Протопопов А.В. -т.ғ.д. профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Таймасов Б.Т. - т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Волненко А.А. - т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Голубев В.Г.–т.ғ.д., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Сәрсенбі Ә.М. – ф.-м.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Туленов А.Т. - т.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан.

**ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ  
TECHNICAL SCIENCES**

ӘОЖ 661.257

**М.М. Айгубеков<sup>1\*</sup>, Г.С. Кенжибаева<sup>1</sup>, Р.Р. Якубова<sup>1</sup>, Б. Леска<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>2</sup>ғылым докторы, профессор, Познаньдағы Адам Мицкевич Университеті, Познань, Польша

\*Корреспондент авторы: [meyir\\_8\\_8@mail.ru](mailto:meyir_8_8@mail.ru)

**КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫ ӨНДІРІСІНДЕГІ КОНТАКТІЛІ АППАРАТТА КҮКІРТ  
ДИОКСИДІНІҢ ТОТЫҒУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ**

**Түйін**

Химиялық өндіріс күрделі химиялық технологиялық жүйе болып табылады, оның күрделілігі көптеген байланыстар саны, элементтер мен жүйелер, сонымен қатар шешілетін мәселелердің әртүрлілігіне негіделген. Химиялық өндірістің негізгі мақсаты берілген қасиеті бар химиялық өнімді шикізаттың және қаражаттың аз мөлшерінде алу болып табылады. Химиялық технологиялық жүйенің анализі мен оптимизациялау мүмкіндігі үшін, біріншіден элементтер арасындағы байланыс пен олардың бір-біріне әсерін көрсететін процесс моделін жасау керек. Күкірт қышқылын өндірудің негізгі сатыларының бірі-SO<sub>2</sub> -ні SO<sub>3</sub> тотығу ванадий катализаторы қабатындағы контактілі аппаратта өту. Бұл кезең барлық өндірісті шектейді және SO<sub>2</sub> тотығу жылдамдығына жүйенің жалпы өнімділігі байланысты. Сондықтан мақалада күкірт қышқылы өндірісіндегі аралық немесе ішкі жылу алмасу контактілі аппараттарға талдау ұсынылған. Күкірт диоксидін тотықтыруды жүргізу үшін шығарылатын жылу алмастырғыштармен байланыс бес қабаттан тұратын аппараты көрсетілді. Бұл температуралық режимді реттеуге және жылуалмастырғыштарда реакция жылуын пайдалану мүмкіндіктері көрсетілген.

**Кілттік сөздер:** күкірт қышқылы, күкірт диоксиді, байланыс аппараты, контактілеу, жылу алмастырғыш, қос түйісу сұлбасы.

**Кіріспе**

Күкірт қышқылы химия өнеркәсібінің маңызды өнімдерінің бірі болып табылады және оны өндіру үлкен халықтық шаруашылық мәнге ие. Өнеркәсіптік қолданудың ауқымы мен әртүрлілігі бойынша күкірт қышқылы басқа химиялық өнімдер арасында бірінші орындардың бірін алады. Бұл химиялық өнім ретінде оның үлкен белсенділігімен түсіндіріледі. Күкірт қышқылы минералды тыңайтқыштар, әртүрлі минералды тұздар мен қышқылдар, түрлі заттар өндірісінде кеңінен қолданылады. Ол мұнай, металлургия, металл өңдеу, тоқыма, былғары және басқа да өнеркәсіп салаларында әртүрлі қолдануды табады, металдарды бейтараптандыру, өңдеу және басқа да көптеген мақсаттар үшін пайдаланылады.

Күкірт қышқылының шығарылуын арттыру күкірт қышқылы өнеркәсібіне жаңа және жоғары талаптар қояды. Күкірт қышқылының жақсартылған сорттарын шығаруды ұлғайту, зиянды шығарындыларды барынша азайту, шикізаттың барлық түрлерін, сондай-ақ пайдаланылған қышқыл, темір купорос, әлсіз газдар түріндегі қалдықтарды барынша толық пайдалану қажет.

Күкірт қышқылы өнеркәсібінің маңызды міндеті ғылым мен техниканың жаңа жетістіктерін пайдалану, жұмыстың жаңа тәсілдері мен әдістерін енгізу жолымен өндірісті үздіксіз жетілдіру болып табылады.

Процесті қарқындату, сондай-ақ күкірттің тотығу деңгейін арттыру мақсатында күкіртті жағу процесін жетілдіру өзекті міндет болып табылады.

Күкірт қышқылын алу үшін бастапқы реагенттер элементті күкірт және күкіртті немесе күкірт диоксиді алуға болатын күкіртті бар қосылыстар. Осындай қосылыстар темір сульфидтері, түсті металдар сульфидтері (мыс, мырыш және т. б.), күкіртті сутегі және басқа да күкіртті қосылыстар қатары болып табылады., Дәстүрлі негізгі шикізат көздері күкірт және темір (сұр) колчедан болып табылады. Күкірт қышқылының жартысына жуығы күкірттен алынады, үштен бірі-колчедандан.

### Материалдар мен әдістер

Контактілі элементарлы күкірттен күкірт қышқылын өндірудің технологиялық процесі колчеданның өндіріс процессінен бірнеше ерекшеліктерден ерекшеленеді. Оларға жатады:

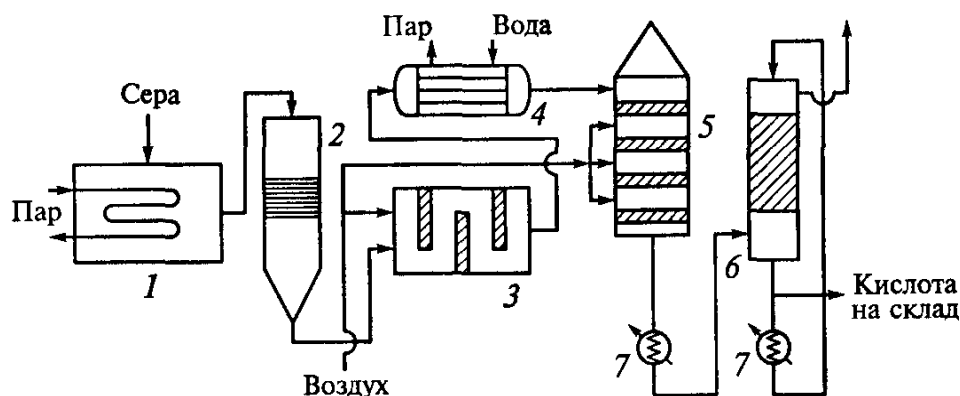
- пеш газын алуға арналған пештердің ерекше құрылымы;
- пеш газындағы күкірт оксидінің (IV) жоғары мөлшері;
- пеш газын алдын ала тазарту сатысының болмауы.

Қазақстан Республикасы жалғыз ел ТМД-дағы күкірттің қоймалық қоры бар болып табылады. Күкірттің негізгі өндірушісі - "Теңізшевройл" ЖШС. Сондай-ақ, Қашаған кен орны күкірт көздеріне жатады. 2016 жылы Қазақстанда күкірт өндірісі 3,6 млн. тоннаға жетті. "Қазатомпром" республикадағы күкірт қышқылының негізгі тұтынушысы болып табылады. Сарапшылардың бағалауы бойынша, оның қажеттіліктеріне Қазақстанда күкірт қышқылын жалпы тұтынудың 70% - ға жуығы пайдаланылады. Өнімнің қалған бөлігі фосфор тыңайтқыштарын өндіру кезінде пайдаланылады.

Күкірттен күкірт қышқылын өндірудің принциптік схемасы (1 сур.) балқытылған және сүзілген күкірт алдын ала кептірілген ауа ағынында жағылады. Алынған күкірт диоксидінің газын салқындатады. Бұл жағдайда берілетін жылу бу алу үшін пайдаланылады. Содан кейін күкірт диоксиді алынатын күкірт триоксидінің абсорбциясымен қосарлы байланыс әдісі бойынша тотығады [1].

### Зерттеу нәтижелері

Күкіртті жағу кезінде пеш газы күкірт диоксидінің жоғары болуымен ерекшеленеді және шаңның көп мөлшерін қамтымайды. Күкіртті өртеу кезінде онда каталикалық улы болып табылатын мышьяк пен селен қосылыстары жоқ. Бұл схема қарапайымдылығымен ерекшеленеді және 1 суретте көрсетілген [1].



1-күкіртке арналған балқыту камерасы; 2-сұйық күкірт сүзгісі; 3 – күкіртті жағуға арналған пеш; 4-қазан; 5 – контактілі аппарат; 6– күкірт диоксидін абсорбциялау жүйесі; 7-күкірт қышқылының тоңазытқыштары

1-сурет. Күкірттен күкірт қышқылын өндіру

Күкіртті жағу кезінде пеш газы күкірт диоксидінің жоғары болуымен ерекшеленеді және шаңның көп мөлшерін қамтымайды. Күкіртті өртеу кезінде онда каталитикалық улы болып табылатын мышьяк пен селен қосылыстары жоқ [1].

Өнеркәсіпте күкіртті жағу келесідей жүргізіледі. Күкіртті алдын ала балқытады (ол үшін күкірттің негізгі жану реакциясының жылуын кәдеге жарату кезінде алынған су буын пайдалануға болады). Күкірттің балқу температурасы салыстырмалы түрде төмен болғандықтан, Тұндыру және кейіннен күкірттен сүзу жолымен сұйық фазаға көшпеген механикалық қоспаларды оңай бөліп, бастапқы шикізатты жеткілікті дәрежеде тазалықты алу қажет [1].

Күкіртті жағу үшін форсункалы және циклонды типті пештер қолданылады. Форсункалы пештерде балқытылған күкірт сығылған ауамен жану камерасында бүріккіштер арқылы шашырайды, олар күкірт буының ауамен толық араластырылуын және жанудың қажетті жылдамдығын қамтамасыз ете алмайды. Форсункалы пеш-отқа төзімді кірпішпен футерленген Болат көлденең цилиндр. Күкірт балқымасы күкірттің жануына қажетті негізгі ауа көлемімен бірге форсункалар арқылы беріледі. Қосымша ауа мөлшерін пеш қабырғасындағы тесіктер арқылы енгізеді. Күкірт буының жануы пештің барлық көлемінде болады.

Орталық тепкіш шаң ұстағыштар (циклондар) принципі бойынша жұмыс істейтін циклонды пештерде компоненттерді ең жақсы араластыруға қол жеткізіледі және форсункалы пештерге қарағанда күкірттің жануының жоғары қарқындылығы қамтамасыз етіледі [1]. Пештен күйдіру газ қазандық-утилизаторға және одан әрі келесі аппараттарға түседі.

Күйдіру газындағы күкірт диоксидінің концентрациясы жағуға берілетін күкірт пен ауаның арақатынасына байланысты. Егер ауа стехиометриялық мөлшерде, яғни күкірттің әрбір мольна 1 моль оттегі алса, онда күкірттің толық жануы кезінде концентрация ауасындағы оттегінің көлемдік үлесіне тең болады  $C_{SO_2 \max} = 21\%$ . Алайда, әдетте ауа артық алынады, себебі пеште температура тым жоғары болады [1].

Күкіртті адиабатикалық жағу кезінде стехиометриялық құрамның реакциялық қоспасы үшін күйдіру температурасы  $\sim 1500^{\circ}C$  құрайды. Әдетте күкіртті жағу кезінде құрамында 13 – 14%  $SO_2$  бар күйдіру газын алады [1].

Сұйық күкіртті жағу үшін циклонды пештер қолданылады. Мұндай пештерде өртелуге ұшырайтын материалды циклондағыдай аэродинамикалық ағын жасай отырып, пешке тангенциалды береді. Циклонды типті пеш сұйық күкірт пен ауаны тангенциалды жеткізумен қуыс камераны білдіреді. Циклонды камерада ауамен күкірт буының жылу және массалық алмасуы үшін жақсы жағдайлар жасалады, өйткені газ ағыны пешке 100-120 м/с жылдамдықпен жіберіледі.

Күкіртті жағу  $1200-1300^{\circ}C$  температурада жүргізіледі, артық ауамен  $\alpha = 1,15-1,2$ . Бұл құрамында 16 – 18%  $SO_2$  бар пештен шығатын күкірт диоксиді алуға мүмкіндік береді. Алаулы форсункамен салыстырғанда циклонды типті пештің артықшылығы мұндай пештің көлемі 30-40 есе аз. Сондай-ақ алынатын газдағы күкірт диоксидінің тұрақты концентрациясы, күкірттің жану процесін қарапайым реттеу және оны автоматтандыру байқалады, пешті қыздыруға уақыт пен жанғыш материал аз жұмсалады.

Жоғары температурадағы күкірт диоксиді пештен қазандық-кәдеге жаратушыға және одан әрі күкірт қышқылын алудың технологиялық схемасы бойынша жіберіледі.

Циклонды үлгідегі пештермен жабдықталған күкірттен күкірт қышқылын өндіру жөніндегі қолданыстағы қондырғыларда тәулігіне 100 т және одан да көп күкірт өнімділігі бар. Өнімділігі 500 т/тәу дейін жаңа құрылымдар әзірленуде [1].

1 т моногидратқа жұмсалатын шығын: күкірт 0,34 т, су  $70 \text{ м}^3$ , электр энергиясы 85 кВт·сағ.

Күкірт қышқылын өндірудің негізгі сатыларының бірі-SO<sub>2</sub> -ні SO<sub>3</sub> тотығу ванадий катализаторы қабатындағы контактілі аппаратта өту. Бұл кезең барлық өндірісті шектейді және SO<sub>2</sub> тотығу жылдамдығына жүйенің жалпы өнімділігі байланысты. Бұл ерекшелігі сатылар аралық салқындату арқылы SO<sub>2</sub> тотығу жылуын бұру қажеттілігі болып табылады. Ол үшін кірістірілген немесе шығарылған бұл жылу суық SO<sub>2</sub> қыздыру үшін пайдаланылатын жылу алмастырғыштар аппараты [1, 2]. Соңғы айналу деңгейін арттыру үшін SO<sub>2</sub> қос контактіні қолданады (КК). Бұл процесс SO<sub>2</sub> тотығу (байланыс) екі сатыда жүргізіледі. Бірінші сатыда 90% айналу дәрежесі қамтамасыз етіледі. Содан кейін реакциялық қоспадан бөлінеді SO<sub>3</sub>, содан кейін екінші байланыс сатысын өткізеді 95% SO<sub>3</sub> бөлінеді, жалпы айналу деңгейі 99,5% құрайды.

### Талқылау

Қос контактілі қондырғылар катализатор қабаттарының жалпы санымен, оларды сатылар және газ ағындары арасындағы жылу алмасу схемалары бойынша бөлумен ерекшеленеді. Екі түйістіру жүйелерінің контактілі аппараттарындағы катализатор қабаттарының саны 4-5 тең деп қабылданады, қабаттарды сатылар бойынша бөлу, мысалы, 2 + 2, немесе 3 + 1 және т.б. болуы мүмкін. 3 + 1 және 3 + 2 схемалар үшін жылу алмастырғыштардың жиынтық беті шамамен бірдей, бірақ 3 + 2 схемада жүктелетін катализатордың массасы шамамен 15 % - ға аз. Сонымен қатар, екінші сатыда катализатордың екі қабаты пайдалану шарттарының өзгеруіне аз сезімталдығын қамтамасыз етеді.

Сондықтан қазіргі уақытта күкірт қышқылы бес қабатты қондырғыларында қолданылады 3 + 2 схема бойынша байланыс аппараттары. Бұл сұлбаны V қабаттың алдында салқындату жылу алмастырғышта емес, аралық жылу алмастырғыштан келіп түсетін суық газдың бөлігін үрлеу арқылы жүргізуге болады, бұл пайдаланылған газдардағы SO<sub>2</sub> құрамын шамалы өзгертеді. КК қолданылатын схема, өз кезегінде, келесі артықшылықтарға ие:

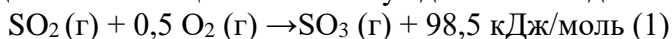
- КК әдісі күкірт оксидінің (IV) бірдей аз мөлшеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді химиялық тазартудан кейінгі күкірт қышқылы өндірісінің пайдаланылған газдары, - неғұрлым концентрацияланған газдарды өңдеуге болады, бұл айтарлықтай экономикалық әсері,

- әдіс 0,995% -0,999% тең конверсия дәрежесін алуға мүмкіндік береді. Қалдық күкірт оксидінің мөлшері (IV) бұл ретте 0,02% -0,05% құрайды.

Сонымен қатар контактілі аппараттардың осы түрін қолдану:

- басқалармен салыстырғанда олардың конструкциясының қарапайымдылығы;
- процесті бөлу арқылы қол жеткізілетін жоғары өнімділігі күкірт оксидінің тотығуы (IV) күкірт оксидіне (VI) және жылу беру процесіне;
- әр қабаттан кейін газды жақсы араластыру.

Каталитическое тотығу диоксиді күкірт үшөксиді пайдалана отырып жүргізіледі реакция бойынша қос контактілеу әдісімен ванадий катализаторы:



Күкіртті жағу пештерінен кейін 970 – 1090<sup>0</sup>С температурадағы күйдіру газ қазандыққа түседі – салқындатуға арналған утилизатор. Жылуды кәдеге жарату нәтижесінде қазандық–утилизаторда пайда болады қызған су буы. Күкірт диоксидінің мөлшері бар газ 11,0–12,0 %. және 390-444<sup>0</sup>С температурамен байланыс аппаратының I қабатына түседі.

Контактілі аппараттағы катализатордың бірінші қабатында әдетте SO<sub>2</sub> 65%-тен артық емес тотықтырады, нәтижесінде температура шығу қабатының көтерілуі мүмкін одан жоғары 600<sup>0</sup>С. Бірінші қабаттан кейін газды жылу алмастырғышта 450-470<sup>0</sup>С дейін салқын газбен салқындатады, бірінші сору мұнарасынан түсушілерге екінші қабатқа жібереді. Екінші қабатта бірінші қабатқа кіретін 25% SO<sub>2</sub> тотығады. Газ температурасы кейінгі екінші қабат 510-550<sup>0</sup>С дейін көтеріледі, екінші қабаттан кейін газды салқындату сондай-ақ бірінші абсорбциялық мұнарадан келіп түсетін жылу алмастырғыштарда суық газдан көп. Екінші

қабаттан кейін 430-450<sup>0</sup>С температураға дейін салқындатылған газ үшінші қабатқа түседі. Байланыс массасының үшінші қабатында әдетте 8% SO<sub>2</sub> оның санынан жауап береді, бірінші қабатқа түсетін. Газ температурасы 450-460<sup>0</sup>С дейін өседі. Кейін үшінші қабат газ жылу алмастырғыштарда 210 ± 15<sup>0</sup>С температураға дейін біртіндеп салқындатылады және бірінші абсорбциялық мұнараға түседі. Күкірт ангидридінің абсорбциясы процесінен кейін 55-75<sup>0</sup>С температурадағы бірінші абсорбциялық мұнараға жүйелі түрде құбыраралық келіп түседі, газды салқындатуға арналған жылу алмастырғыштар кеңістігі 140-150<sup>0</sup>С, 245-255<sup>0</sup>С және 420 ± 20<sup>0</sup>С температураға дейін біртіндеп қызады, содан кейін түйісудің екінші сатысына, түйіспелі массаның IV қабатына түседі. IV қабатта газдағы күкірт диоксидінің көп бөлігіне немесе 4% - ға жуық I қабатқа түсетін SO<sub>2</sub>. Газ температурасы 440 ± 20<sup>0</sup>С дейін көтеріледі. Алдында газды салқындату V қабатқа кіру құрғақ ауамен кептіру мұнарасынан жүзеге асырылады. V қабатқа газ түседі температурасы 420 ± 10<sup>0</sup>С. V қабатқа контактіге түсетін SO<sub>2</sub> санының 0,4 % - ға жуығы жауап береді.

### Қорытынды

Ұсынылған мәтін негізінде жасалған ғылыми мақаланың қорытындысы:

Жүргізілген талдау нәтижесінде күкірт қышқылы өндірісінің тиімділігі тікелей **контактілі аппараттағы** технологиялық режимдер мен жылу алмасу процестеріне байланысты екені анықталды. Күкіртті циклонды пештерде жағу әдісі алаулы форсункалармен салыстырғанда газдың жоғары концентрациясын (16–18% SO<sub>2</sub>) алуға және аппарат көлемін 30–40 есе азайтуға мүмкіндік беретін ең тиімді шешім ретінде айқындалды.

Мақалада қарастырылған **қос контактілеу (3+2 сұлбасы)** жүйесінің негізгі артықшылықтары келесідей тұжырымдалады:

- **Жоғары конверсия деңгейі:** Бес қабатты катализаторды және сатылы тотықтыруды қолдану SO<sub>2</sub>-нің SO<sub>3</sub>-ке айналу дәрежесін **99,5% – 99,9%**-ға дейін жеткізуге мүмкіндік береді.
- **Экологиялық қауіпсіздік:** Конверсия деңгейінің артуы атмосфераға шығарылатын зиянды қалдық газдардың мөлшерін 0,02–0,05%-ға дейін төмендетіп, өндірістің экологиялық сипаттамаларын жақсартады.
- **Энергетикалық тиімділік:** Аралық жылу алмастырғыштарды қолдану реакция кезінде бөлінетін экзотермиялық жылуды тиімді пайдалануға (бу алу, салқын газдарды қыздыру) және катализатор қабаттарындағы оңтайлы температуралық режимді (420–600<sup>0</sup>С) тұрақты ұстап тұруға мүмкіндік береді.

Түйіндей келгенде, ванадий катализаторы бар бес қабатты контактілі аппараттар мен қос абсорбциялау технологиясын енгізу – Қазақстанның химия өнеркәсібіндегі күкірт қышқылы өндірісінің өнімділігін арттырудың және шикізатты (Теңіз, Қашаған күкірті) толықтай кәдеге жаратудың ең тиімді жолы болып табылады.

### Әдебиеттер тізімі

1. Бесков В.С.Общая химическая технология. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005, 452 с.
2. Временный технологический регламент цеха контактной серной кислоты. Тараз: ТОО «Казфосфат» «Минеральные удобрения», 2013, 167 с.
3. Собчинский А.И., Папина Е.Н., Тягличая И.Н. Общая химическая Технология, Лекционный курс, Ростов –на-Дону, 2017, 56с.
4. Боресков Г. К. «Гетерогенный катализ» (2003) или его ранние работы по катализу в производстве серной кислоты.
5. P. J. van den Heever, et al., "Modelling and Multi-Objective Optimization of the Sulphur Dioxide Oxidation Process" (Журнал Processes, MDPI) (2021), P.22
6. G. T. P. Mabaso, et al.). "High-throughput technology for novel SO<sub>2</sub> oxidation catalysts".2020, P.10 DOI:[10.3390/pr9061072](https://doi.org/10.3390/pr9061072)

7. Misbahudin Alhanif, Gelbert Jethro Sanyoto, Widayat Widayat, PROCESS INTEGRATION OF SULFURIC ACID PLANT BASED ON CONTACT PROCESS, 2020, 15(17):6, DOI:10.5098/hmt.15.17

8.

### References

1. Beskov V.S. Obshhaja himicheskaja tehnologija. M.: IKC «Akademkniga», 2005, 452 s.
2. Vremennij tehnologicheskij reglament ceha kontaktnoj sernoj kisloty. Taraz: TOO «Kazfosfat» «Mineral'nye udobrenija», 2013, 167 s.
3. Sobchinskij A.I., Papina E.N., Tjaglivaja I.N. Obshhaja himicheskaja Tehnologija, Lekcionnyj kurs, Rostov –na-Donu, 2017, 56s.
4. Boreskov G. K. «Geterogennyj kataliz» (2003) ili ego rannie raboty po katalizu v proizvodstve sernoj kisloty.
5. P. J. van den Heever, et al., "Modelling and Multi-Objective Optimization of the Sulphur Dioxide Oxidation Process" (Zhurnal Processes, MDPI) (2021), R.22
6. G. T. P. Mabaso, et al.). "High-throughput technology for novel SO<sub>2</sub> oxidation catalysts". 2020, R.10 DOI:10.3390/pr9061072
9. Misbahudin Alhanif, Gelbert Jethro Sanyoto, Widayat Widayat, PROCESS INTEGRATION OF SULFURIC ACID PLANT BASED ON CONTACT PROCESS, 2020, 15(17):6, DOI:10.5098/hmt.15.17

**М. М. Айгубеков<sup>1\*</sup>, Г. С. Кенжибаева<sup>1</sup>, Р. Р. Якубова<sup>1</sup>, Б. Леска<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистрант, им.М. Ауэзова. Южно-Казахстанский университет, Шымкент, Казахстан

<sup>1</sup>к. т. н., доцент, им.М. Ауэзова. Южно-Казахстанский университет, Шымкент, Казахстан

<sup>1</sup>к. т. н., доцент, им.М. Ауэзова. Южно-Казахстанский университет, Шымкент, Казахстан

<sup>2</sup>доктор наук, профессор, Университет Адама Мицкевича в Познани, Познань, Польша

\*Автор для корреспонденции; [meyir\\_8\\_8@mail.ru](mailto:meyir_8_8@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОКИСЛЕНИЯ ДИОКСИДА СЕРЫ В КОНТАКТНОМ АППАРАТЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

### Аннотация

Химическое производство представляет собой сложную химическую технологическую систему, сложность которой обусловлена множеством связей, элементами и системами, а также разнообразием решаемых проблем. Основной целью химического производства является получение химической продукции с заданными свойствами в небольшом количестве сырья и средств. Для того, чтобы обеспечить возможность оптимизации и анализа химической технологической системы, необходимо, во-первых, создать модель процесса, отражающую связь между элементами и их влияние друг на друга. Одна из ключевых стадий производства серной кислоты – это окисление SO<sub>2</sub> в SO<sub>3</sub> в контактном аппарате на слоях ванадиевого катализатора. Эта стадия лимитирует все производства и от скорости окисления SO<sub>2</sub> зависит общая производительность системы. Особенностью этой стадии является необходимость отвода тепла окисления SO<sub>2</sub> путем промежуточного охлаждения газа после каждого слоя катализатора. Для этого применяется встроенные или выносные теплообменники, в которых это тепло используется для нагрева холодного SO<sub>2</sub>, поступающего в аппарат. Поэтому в статье представлен анализ контактных аппаратов в производстве серной кислоты с промежуточным или внутренним теплообменом. Для проведения окисления диоксида серы показан контактный аппарат с выносными теплообменниками, состоящий из пяти слоев. Это дает возможность регулирования температурного режима и возможности использования теплоты реакции в теплообменниках.

**Ключевые слова:** серная кислота, диоксид серы, аппарат связи, контактирование, теплообменник, схема двойного контакта.

**M.M. Aigubekov<sup>1\*</sup>, G.S. Kenzhibayeva<sup>1</sup>, R.R. Yakubova<sup>1</sup>, B. Leska<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>master's student, M. Auezov. South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>2</sup>Dr. Sci., Professor, Adam Mickiewicz University in Poznan, Poznan, Poland

\*Corresponding author's email: meyr\_8\_8@mail.ru

## **STUDY OF THE PROCESS OF OXIDATION OF SULFUR DIOXIDE IN A CONTACT APPARATUS IN THE PRODUCTION OF SULFURIC ACID**

### **Abstract**

Chemical production is a complex chemical technological system, the complexity of which is due to a variety of connections, elements and systems, as well as a variety of problems to be solved. The main purpose of chemical production is to obtain chemical products with desired properties in a small amount of raw materials and means. In order to provide the possibility of optimization and analysis of the chemical technological system, it is necessary, first, to create a process model that reflects the relationship between the elements and their impact on each other. One of the key steps in the manufacture of sulfuric acid is the oxidation of SO<sub>2</sub> to SO<sub>3</sub> in the contact apparatus on the layers of the vanadium catalyst. This stage limits all production and the overall performance of the system depends on the oxidation rate of SO<sub>2</sub>. A special feature of this stage is the need to remove the heat of SO<sub>2</sub> oxidation by intermediate cooling of the gas after each catalyst bed. Therefore, the article presents the analysis of contact devices in the production of sulfuric acid with intermediate or internal heat exchange. For the oxidation of sulfur dioxide shows a contact device with external heat exchangers, consisting of five layers. This makes it possible to regulate the temperature regime and the possibility of using the reaction heat in heat exchangers.

**Key words:** sulfuric acid, sulfur dioxide, contact apparatus, contact, heat exchanger, double contact scheme.

UDC 661.162.63

**T.K. Akilov<sup>1</sup>, Kh. R. Toktibaeva<sup>1</sup>, F. N. Nazymbekova<sup>1\*</sup>, A. Minakovsky<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Candidate of chemical science, Senior Lecturer, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>Master student, M. Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>Master student, M. Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>2</sup>Candidate of technical sciences, associate professor, Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

\*Corresponding author's e-mail: [bilerovaa@mail.ru](mailto:bilerovaa@mail.ru)

## DEVELOPMENT OF A NEW TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MAGNESIUM CHLORATE DEFOLIANT

### Abstract

This abstract describes a research paper devoted to optimizing the process of defoliation (artificial leaf shedding) of cotton, which is critically important for machine harvesting. The focus is on magnesium chlorate ( $Mg(ClO_3)_2$ ), which is a classic mild defoliant. Unlike harsh drugs, it does not cause instant drying of the plant, but stimulates the natural processes of aging and leaf fall. The work highlights the relevance of the production of such drugs directly in the Republic of Kazakhstan, which reduces the dependence of the agricultural sector on imports. The novelty does not just describe the existing production, but also suggests a technology for producing complex-action defoliants. Complexity usually implies the addition of physiologically active substances (for example, nitrogen fertilizers or growth regulators) to the composition. This allows you to reduce the consumption rate of magnesium chlorate and at the same time prepare the plant for the ripening of the pods. The work includes biological control — checking the defoliating ability on live cotton plants.

**Keywords:** defoliant, magnesium chlorate, system, concentration, production, temperature, solubility, conversion, reaction kinetics

### Introduction

The main purpose of defoliants and desiccants is to prepare agricultural crops for mechanized harvesting, reducing labor costs and resources for their cultivation [1,2]. The key difference between these two groups of chemical agents is that defoliants cause leaf drop without damaging other parts of the plant, while desiccants dry not only the leaves but also stems and fruits. Defoliants are effective only on deciduous plant species, while the activity of desiccants does not depend on whether the plants exhibit deciduous characteristics or not [3]. Many chemicals act as both defoliants and desiccants simultaneously, with their specific effects depending on the dosage and the target object.

Defoliants were first used in cotton farming in the early 1940s, which made mechanized cotton harvesting possible [4]. Currently, defoliants are used on about two-thirds of global cotton crops annually [5,6]. In addition, they are applied to remove leaves from grapevines, seedlings, and saplings of fruit trees and shrubs [7]. Desiccants are used on crops such as sunflower, castor, soybeans, potatoes, hemp, flax, rapeseed, cereals, seed crops of sugar beet, vegetables, lupine, alfalfa, clover, and forage beans [1,8,9]. Among plant growth regulators, defoliants and desiccants occupy a leading position in terms of practical significance. The existing range of these agents has been formulated by selecting compounds from various classes of inorganic and organic chemical substances [7,10-13].

Defoliants are widely used in viticulture as well. They are applied to bearing vineyards to prepare for mechanized harvest, in nurseries to remove leaves from seedlings before digging them out of the nursery, and on rootstocks to facilitate the collection of cuttings during the winter period. Leafless grapevines are easier to dig up, store, and, during the storage process, the risk of fungal diseases is reduced.

The most studied defoliants include calcium cyanamide, magnesium chlorate, and calcium chlorate chloride. The global market also includes products such as Pholex ( $C_4H_9S$ )<sub>3</sub>P, butifos ( $C_{12}H_{27}OP S_3$ ), 2-chloroethylphosphonic acid (ethephon)  $C_2H_6ClO_3P$ , sodium chlorate and borates, cacodylic acid  $(CH_3)_2As(O)OH$ ,  $CaCN_2$ , dimetipin (Harvey, II), paraquat dichloride, and Endotal.

Magnesium Chlorate [ $Mg(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ] is a hygroscopic powder, highly soluble in water, or a colorless crystalline substance containing 58-62% active ingredient – magnesium chlorate hexahydrate. It is non-explosive

and safe in terms of fire hazards; it is moderately toxic to warm-blooded animals, with an LD<sub>50</sub> value of 620 mg/kg for mice.

### Materials and Methods

The high defoliating activity of magnesium chlorate is attributed to its strong redox properties. Under the influence of this defoliant, the water balance in leaves is disrupted, photosynthesis is inhibited, plastid pigments are destroyed, and carbohydrate and protein metabolism is impaired. Hydrolytic processes in the leaves begin to dominate over synthetic ones. The leaves then wilt, a separation layer forms at the base of their petioles, and they eventually fall off. These processes occur in the leaves when magnesium chlorate is applied in relatively small doses, approximately 10–15 kg/ha. However, higher doses of the substance cause severe plant burns, and cells in the separation layer die without forming the separation layer, resulting in the leaves not falling off.

Magnesium chlorate is used in the form of aqueous solutions. The defoliating activity of this substance is observed at relatively low temperatures, around 9–10°C. A significant advantage of magnesium chlorate over calcium cyanamide is its ability to be effectively used as a defoliant in the complete absence of dew and under low air humidity. Magnesium chlorate is not a systemic defoliant and only affects the leaves to which it is applied. The full penetration of the substance occurs within one hour. Under the influence of magnesium chlorate, leaves fall off much faster than with calcium cyanamide.

Magnesium chlorate is used for cotton defoliation by spraying the plants 6–12 days before harvest, with application rates of 10–12 kg/ha. This substance has also proven effective as a defoliant on castor bean (*Ricinus communis*) crops. The best time to apply magnesium chlorate to castor bean is during the period when the capsules on the central raceme begin to turn brown, signaling that the processes of dry matter and oil accumulation in the seeds are complete. The optimal application rate for defoliation is 15 kg/ha. Harvesting of defoliated castor beans begins 10–15 days after treatment. When applied at the optimal time, defoliation does not reduce seed yield, and the sowing and market qualities of the seeds remain unaffected.

Magnesium and sodium chlorates belong to defoliants-desiccants in terms of their action. Their defoliating effect is observed on deciduous plant species, with cotton being the main crop treated. Leaf drop in plants treated with chlorates occurs when they are moderately desiccated, affecting the leaf blade while the cells in the abscission zone remain undamaged. However, in cases of strong dehydration, the leaf cells and the abscission zone die, preventing the formation of the separation layer, resulting in dry leaves being firmly retained on the plant. This is referred to as the desiccation effect.

The difference in doses between chlorate formulations that cause defoliation and desiccation is minimal. Therefore, pure defoliation is rarely observed, and typically, defoliation is accompanied by desiccation of a portion of the leaves. The defoliating activity of chlorates, like other chemical leaf-abscission stimulants, depends on various factors: plant variety and species, cultivation conditions, developmental phase, air temperature, and humidity.

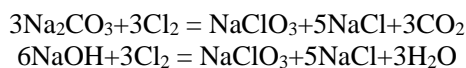
Long-term trials on cotton have shown that effective doses of sodium chlorate for medium-fiber varieties *Gossypium hirsutum* are 5-10 kg/ha, magnesium chlorate 8-13 kg/ha, and calcium chlorate 12-22 kg/ha [7,13]. For fine-fiber varieties *Gossypium barbadense*, these doses increase by 15-20% [13]. Chlorates cause 75-85% leaf drop, and the total effect (sum of dried and fallen leaves) can exceed 90% [7,15]. Compared to other defoliants, chlorates act consistently. The optimal daily air temperature for these chemicals is 17-18°C, although they are also effective at 14-15°C, albeit less intensely.

In cotton cultivation, chlorates also act as desiccants. To achieve the desiccation effect, higher doses of chlorates are required compared to those needed for defoliation. The recommended dosage for magnesium chlorate for cotton desiccation is 25-35 kg/ha, and for calcium chlorate 40-50 kg/ha. Chlorates are effective agents for pre-harvest drying of various crops. They are successfully used as desiccants for sunflower, soybean, castor bean, hemp, lupine, fodder beans, potatoes, rice, wheat, beetroot, radishes, and carrots [14].

#### Experimental methods

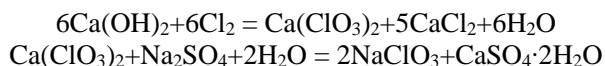
Currently, defoliants are used annually on approximately two-thirds of the cotton crops worldwide. Additionally, defoliants are applied for leaf removal in vineyards, as well as on seedlings of fruit-bearing trees and shrubs.

There are various methods for the production of defoliants. Under laboratory conditions, sodium chlorate is easily obtained by chlorinating solutions of soda and caustic soda.

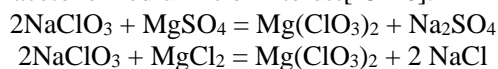


In industry, sodium chlorate was previously produced by chlorinating lime milk, followed by partial removal of excess calcium chloride through cooling and treatment of the calcium chlorate solution with sodium

sulfate.

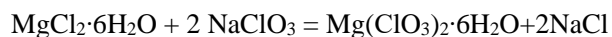


The industrial production of sodium chlorate by the described method was first implemented in France. Currently, sodium chlorate is predominantly obtained through the electrochemical oxidation of sodium chloride. Various methods are known for producing the target product in both crystalline form and aqueous solution. For obtaining small quantities of magnesium chlorate, the exchange reaction of sodium chlorate with magnesium sulfates and chlorides in an aqueous or acetone medium is of interest [15-16].



In industry, magnesium chlorate is produced by reacting sodium chlorate with bishofite ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) in a molten state. The commercial product, known as magnesium chlorate defoliant, contains  $60 \pm 2\%$  of hexahydrated magnesium chlorate. The essence of the technological process lies in obtaining the molten magnesium chlorate defoliant by melting bishofite with sodium chlorate in a 1:2 molar ratio, followed by crystallization of the target product.

Bishofite is melted by introducing dry steam into special furnaces equipped with mechanical stirrers and a steam jacket, where the calculated amount of sodium chlorate is also fed in. The temperature of the reaction mixture is maintained within the range of 110–120°C. As a result of the exchange reaction, magnesium chlorate is obtained.



After the excess moisture is blown off from the molten defoliant, the product is crystallized on a rotating drum crystallizer in the form of a film, which is then cut by a knife. The cut plates or flakes of magnesium chlorate defoliant are packed into bituminized paper bags with polyethylene liners.

A major drawback of the technology for producing crystalline magnesium chlorate defoliant is that it does not involve the separation of sodium chloride from the main reaction product — magnesium chlorate. As a result, the obtained product contains up to 40% of ballast, physiologically inactive sodium and magnesium chlorides, which leads to high consumption rates of the defoliant and increased costs for its transportation, storage, and application.

The goal of the proposed utility model is to develop a method for obtaining a complex defoliant based on sodium chlorate, magnesium chloride, magnesium sulfate, trichloroacetic acid, triethanolamine, phosphocholine, and water.

In the process of obtaining the defoliant, sodium chlorate is dissolved in an aqueous solution of magnesium chloride and magnesium sulfate with the addition of trichloroacetic acid, triethanolamine, and phosphocholine at a temperature of 25–50°C. The components are used in the following mass ratios:

- Sodium chlorate: 21.51–23.90%
- Magnesium chloride: 18.0–20.0%
- Magnesium sulfate: 18.0–20.0%
- Trichloroacetic acid: 3.21–3.7%
- Triethanolamine: 3.21–3.7%
- Phosphocholine: 0.9–1.0%
- Water: 24.80–27.97%

To provide practical recommendations for the production of magnesium chlorate defoliant, the conversion process of magnesium chloride with sodium chlorate was investigated depending on temperature and time duration. The study was conducted at temperatures of 50°C, 75°C, and 100°C, and with experimental durations of 15, 30, 45, 60, 90, and 120 minutes.

### Results and Discussion

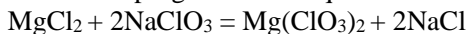
In a 250 mL round-bottom flask, equipped with a stirrer, 100 g of a 37.14% aqueous solution of magnesium chloride was loaded, along with the equivalent amount of sodium chlorate. The flask was placed in a thermostat set to the desired temperature and mixed vigorously. After the specified time intervals, the liquid phase was separated from the precipitate, and a corresponding chemical analysis was performed.

Based on the obtained data, the conversion degree of magnesium chloride with sodium chlorate and the consumption of initial components during the conversion process were determined (see Figures 2 and 3).

From Figure 2, it is clear that the degree of conversion is significantly influenced by temperature and increases as the temperature rises. After 45 minutes, the degree of conversion at temperatures 323, 348, and 373 K is 40.1%, 49.9%, and 62.9%, respectively. After 60 minutes, the degree of conversion reaches 48.7%, 60.8%, and 71.98% at 323, 348, and 373 K, respectively. Subsequent increases in conversion time do not significantly

improve the conversion degree of magnesium chloride with sodium chlorate.

At 373 K and a reaction time of 120 minutes, the conversion degree was 72.3%. Extending the reaction time from 60 to 120 minutes resulted in only a slight increase of 0.32% in the conversion degree. This is likely because, during the first 60 minutes of the reaction, a sufficient amount of sodium chloride is produced through reaction (2), which negatively affects the reaction's progress in the aqueous medium thereafter.



Analysis of the kinetic curves for the consumption of magnesium chloride and sodium chlorate in 100 g of 37.14% aqueous magnesium chloride solution during conversion at temperatures from 323 to 373 K (Figure 3) shows that the amount of consumed reactants increases during the first 60 minutes, and then remains almost unchanged after 60 minutes.

Increasing the temperature from 323 to 373 K results in a higher consumption of magnesium chloride and sodium chlorate during the conversion process. This suggests that higher temperatures accelerate the reaction and increase the rate at which the reactants are used up.

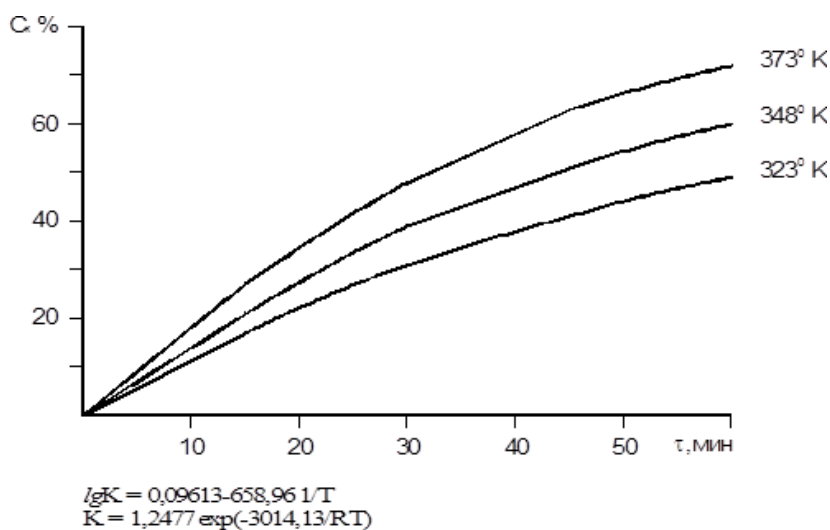


Fig. 1. Dependence of the conversion degree of magnesium chloride with sodium chlorate on temperature and time duration

The order of the reaction of the conversion process was determined using the first-order kinetic equation, similar to the work of the authors [1].

$$K = 2,303/\tau \cdot \lg C_0 / (C_0 - C_\tau) \quad (3)$$

Where  $C_0$  and  $C_\tau$  are the concentrations of magnesium chloride (or sodium) at the initial stage of the conversion and after the elapsed time  $\tau$ , respectively,  $K$  is the rate constant of the conversion reaction.

According to the obtained data, the order of the conversion process of magnesium chloride with sodium chlorate is one. This is confirmed by the fact that the rate constant of conversion, calculated from equation (2) based on experimental data, remains almost constant for each temperature.

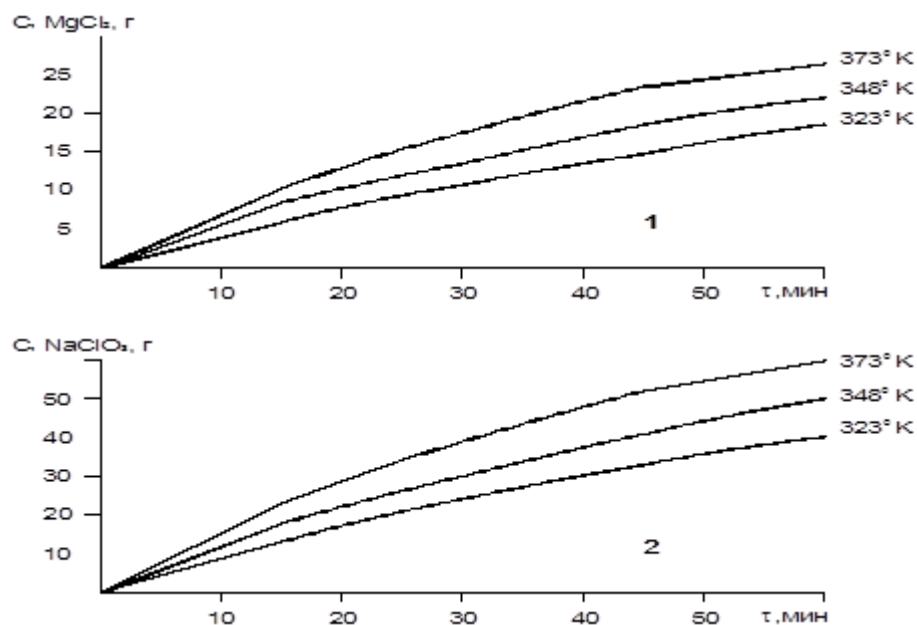


Fig. 2. Kinetic curves of magnesium chloride (1) and sodium chlorate (2) consumption for 100 g of 37.14% magnesium chloride solution

### Conclusion

In the method of obtaining the defoliant, sodium chlorate is dissolved in an aqueous solution of magnesium chloride and magnesium sulfate with the addition of trichloroacetic acid, triethanolamine, and phosphatidylcholine at temperatures ranging from 25 to 50°C, with the following mass ratios of components:

Sodium chlorate: 21.51–23.90

Magnesium chloride: 18.0–20.0

Magnesium sulfate: 18.0–20.0

Trichloroacetic acid: 3.21–3.7

Triethanolamine: 3.21–3.7

Phosphatidylcholine: 0.9–1.0

Water: 24.80–27.97

During the study, the optimal technological parameters for producing magnesium chlorate defoliant were identified.

The study was conducted at temperatures of 50, 75, and 100°C with experimental durations of 15, 30, 45, 60, 90, and 120 minutes. In a 250 mL round-bottom flask equipped with a stirrer, 100 g of a 37.14% aqueous magnesium chloride solution and an equivalent amount of sodium chlorate were loaded. The flask was placed in a thermostat with the set temperature and stirred intensively. After the necessary period of time, the liquid phase was separated from the precipitate, and a corresponding chemical analysis was performed.

Due to the presence of physiologically active compounds in the defoliant—magnesium chloride, magnesium sulfate, trichloroacetic acid, triethanolamine, and phosphatidylcholine—the defoliating activity of the preparation is enhanced, and its application rate per unit area is reduced.

### REFERENCES

1. Akbarov K.S. "Defoliation of Cotton." // Plant Protection. 2007. No. 8. P. 51-52.
2. GOST 10483-77. Magnesium Chlorate. Technical Specifications. – Moscow: Standards Publishing House. 2001. – 5 p.
3. Liquid Magnesium Chlorate Defoliant. Technical Specifications. Tsh.88.16-29-2001. – 13 p.
4. Tukhtaev S., Shammassov R.E., Kucharov K. The Solubility Curve of the Magnesium Chlorate – Water System. // Reports of the Academy of Sciences of the Uzbek SSR. 2005. No. 1. P. 31-32.
5. Chlorate-Calcium Chloride. Technical Specifications. TU.6-01-20-66-89. – 22 p.
6. Markina L.G. Regulation of Leaf Fall in Cotton Using 2-Chloroethanephosphonic Acid: Author's Abstract. Candidate of Biological Sciences Dissertation. – Moscow: TSHA. 2001. – 16 p.

7. Markina L.T., Zubkova N.F. Plant Growth and Development Regulators. – Kiev: Scientific Thought. 2002. P. 254.
8. Rakitin Yu.V., Rakitin V.Yu. The Nature of Action of 2-Chloroethanephosphonic Acid and Other Ethylene-Releasing Growth and Development Regulators. // Agrochemistry. 2005. No. 5. P. 126-149.
9. Rakitin Yu.V. Chemical Regulators of Plant Life Processes. – Moscow: Nauka. 2002. – 260 p.
10. Cooke A.R., Randall D.J. 2-Haloethane Phosphonic Acids as Ethylene-Releasing Agents for the Induction of Maturation in Pineapples // Nature. 2002. Vol. 218, No. 5145. P. 974-975.
11. Morgan P.W. Stimulation of Flowering and Abscission in Cotton by 2-Chloroethane Phosphonic Acid // Plant Physiology. 2001. Vol. 44. P. 337-341.
12. Warner H.L., Leopold A.C. Plant Growth Regulation Stimulation of Ethylene Production // Bioscience. 2001. Vol. 17, No. 10. P. 189-192.
13. Handbook of Chemical Plant Protection Agents (Pesticides) / N.N. Melnikov, K.V. Novozhilov, T.N. Pylova. – Moscow: Chemistry Publishing. 2010. – 288 p.
14. Warner H.L., Leopold A.C. Ethylene Evolution from 2-Chloroethylene Phosphonic Acid // Plant Physiology. 2001. Vol. 44. P. 156-158.
15. Stonov L.D. Defoliant and Desiccants. Chemical Agents for Pre-Harvest Leaf Removal and Drying of Agricultural Plants. – Moscow: State Scientific and Technical Publishing House of Chemical Literature. 2002.
16. Bokarev K.S. Defoliant and Desiccants for Plants. – Moscow: Nauka. 2001. – 48 p.

**Т.К. Акилов<sup>1</sup>, Х.Р. Тоқтыбаева<sup>1</sup>, Ф. Н. Назымбекова<sup>1\*</sup>, А. Минаковский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Химия ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>Магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>Магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>2</sup>Техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск, Беларусь

\*Корреспондент авторы: [bilerovaa@mail.ru](mailto:bilerovaa@mail.ru)

## **МАГНИЙ ХЛОРАТЫНЫҢ ДЕФОЛИАНТЫН ӨНДІРУДІҢ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ**

### **Түйін**

Мақтаны дефолиациялау (жасанды жапырақты төгу) процесін оңтайландыруға арналған зерттеу жұмысы сипатталған, бұл машинамен жинау үшін өте маңызды. Магний хлоратына (Mg Mg (ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) назар аударылады, ол классикалық жұмсақ дефолиант болып табылады. Қатты препараттардан айырмашылығы, бұл өсімдіктің тез кебуіне әкелмейді, бірақ қартаю мен жапырақтардың түсуінің табиғи процестерін ынталандырады. Жұмыста мұндай дәрі-дәрмектерді Тікелей Қазақстан Республикасында өндірудің өзектілігі көрсетілген, бұл агроөнеркәсіптік кешеннің импортқа тәуелділігін төмендетеді. Жаңалық қолданыстағы өндірісті сипаттап қана қоймайды, сонымен қатар күрделі әсер ететін дефолианттарды өндіру технологиясын ұсынады. Күрделілік әдетте композицияға физиологиялық белсенді заттардың (мысалы, азот тыңайтқыштары немесе өсу реттегіштері) қосылуын білдіреді. Бұл магний хлоратының тұтыну мөлшерін азайтуға және сонымен бірге өсімдікті бүршіктердің пісуіне дайындауға мүмкіндік береді. Жұмыс биологиялық бақылауды қамтиды-тірі мақта өсімдіктеріндегі дефолиация қабілетін тексеру.

**Кілттік сөздер:** дефолиант, магний хлораты, жүйе, концентрация, өндіріс, температура, ерігіштік, конверсия, реакция кинетикасы

**Т. К. Акилов<sup>1</sup>, Х. Р. Токтибаева<sup>1</sup>, Ф. Н. Назымбекова<sup>1\*</sup>, А. Минаковский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат химических наук, старший преподаватель, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>1</sup>Магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>1</sup>Магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>2</sup>Кандидат технических наук, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

\*Автор для корреспонденции: bilerovaa@mail.ru

## **РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕФОЛИАНТА НА ОСНОВЕ ХЛОРАТА МАГНИЯ**

### **Аннотация**

В этом реферате описывается исследовательская работа, посвященная оптимизации процесса дефолиации (искусственного опадания листьев) хлопчатника, который критически важен для машинной уборки урожая. Основное внимание уделяется хлорату магния ( $Mg(ClO_3)_2$ ), который является классическим мягким дефолиантом. В отличие от сильнодействующих препаратов, он не вызывает мгновенного высыхания растения, а стимулирует естественные процессы старения и опадения листьев. В работе подчеркивается актуальность производства таких препаратов непосредственно в Республике Казахстан, что снижает зависимость аграрного сектора от импорта. Новинка не просто описывает существующее производство, но и предлагает технологию получения дефолиантов комплексного действия. Комплексность обычно подразумевает добавление в состав физиологически активных веществ (например, азотных удобрений или регуляторов роста). Это позволяет снизить норму расхода хлората магния и в то же время подготовить растение к созреванию стручков. Работа включает в себя биологический контроль — проверку способности живых растений хлопчатника к дефолиации.

**Ключевые слова:** дефолиант, хлорат магния, система, концентрация, получение, температура, растворимость, конверсия, кинетика реакции.

ӘОЖ 664.322

**Д.Д. Асылбекова<sup>1\*</sup>, А.А. Мейрбекова<sup>1</sup>, К.Б. Адиходжаева<sup>1</sup>, С. Шарипова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>х.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>фармац.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>2</sup>PhD, доцент, Ташкент фармацевтикалық институты, Ташкент, Өзбекстан

\*Корреспондент авторы: Asylbekova.dina@mail.ru

## **СИРЕК ЖЕР МЕТАЛДАР ИОНДАРЫМЕН ПОЛИМЕРЛІК КҰРЫЛЫМДАРҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ӨЗАРА ҮЙЛЕСТІРІЛУІ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУДІҢ НЕГІЗДЕМЕСІ**

### **Түйін**

Көптеген зауыттар қысқарды, ал кейбір кәсіпорындар бұл металдарды өндіруді тіпті тоқтатты. Сонымен қатар, әлемде ғылым мен текниканың дамуының заманауи және перспективалық талаптарын ескере отырып, Сирек жер өнімдеріне сұраныс күн сайын артып, таза РЭЖ және олардың қосылыстарын өндіру өте тиімді. Текникалық таза металдарды тазартудың жоғары текнологиялары бар дамыған елдер олардан ғарышта, авиацияда, аспап жасау текникасында қолданылатын электроника, радиотекника, электротекника және ғылымды қажет ететін басқа да салаларға арналған өнімдер алады. бұл Қазақстан Республикасы үшін басым бағыттардың бірі ретінде ғылым мен текниканың жартылай өткізгіш, электронды, прибор жасау және басқа да алдыңғы қатарлы салаларын одаң әрі дамыта отырып, таза Сирек металдарына (СМ) және Сирек жер металдарына (СЖМ) және олардың қосылыстарын алу, таңдау, өндіру деп атауға болатынын білдіреді. Оның үстіне Қазақстандағы минералды кендердің игерілген немесе барланған қорларының барлығында дерлік сирек жер металдарына (СЖМ) бар.

Зерттеудің инновациялық сипаты әлемдік тәжірибеде бірінші рет Сирек жер элементтерінің және ілеспе металдардың иондарын селективті/тізбекті бөлу және сорбциялау үшін осы иондарға қатысты айтарлықтай жоғары сорбциялық қасиеттері (қолданыстағы аналогтармен салыстырғанда) және селективтілігі бар интергель жүйелерін құру болжануда.

**Кілттік сөздер:** белсенді әсер етуші заттар, жоғары құрылымды, гидрогельдер, биоматериалдар, дәрі-дәрмек жеткізу, нитрофурал (НФ) және фуразолидон (ФЗ).

### **Кіріспе**

Соңғы жылдары Сирек жер металдарына (СЖМ) сұраныс дүние жүзінде айтарлықтай өсті. бұл, ең алдымен, олардың кез келген мемлекеттің экономикалық және қорғаныс қауіпсіздігі тәуелді жетекші салалардағы рөлінің үнемі артуына байланысты. Атап айтқанда, шетелдік тәжірибе көрсеткендей, жоғары сапалы төменлегіріленген ниобий және Сирек жер болаттарын пайдалану қөлік машина жасауда, газ және мұнай өндіруші салаларда және олармен байланысты құбырлар жүйесінде, ірі инженерлік құрылыстарды, атом энергетикалық объектілерді және басқа да негізгі салаларды салуда ең үлкен нәтиже береді. Қөлік текникасы мен құрылыс өнімдері үшін төменкөміртекті болаттарға енгізілген әрбір тонна ниобий 200-300 тонна болатты үнемдейді және конструкцияның салмағын 30-40% төмендетеді. бұл ретте сәйкес өнімдердің қызмет ету мерзімі 1,5-2 есе артады.

**Материалдар мен әдістер.** Сирек жер өнімдерінің негізгі тұтынуы оларды қорғаныс, аэроғарыш және атом өнеркәсібінде пайдаланумен байланысты. Қазақстан Республикасы Сирек жер металдарының минералдық-шикізаттық базасын кенейту үшін айтарлықтай қорлары мен ықтимал перспективалары бар әлемдегі ең ірі аймақтардың бірі болып табылады. Республикада Сирек жер металдарына (СЖМ) өндірісі мамандандырылған кәсіпорындарда жүзеге асырылады, ал Сирек жер металдарына (СЖМ) сонымен қатар тусті

металлургия кәсіпорындарында жанама өнім ретінде өндіріледі. Алайда, бүгінгі таңда Қазақстандағы ЖЭҚ және олардың қосындыларын өндіру бойынша жағдай оның әлеуетіне сәйкес келмейтін тұрақсыз деп сипатталады.

Көптеген зауыттар қысқарды, ал кейбір кәсіпорындар бұл металдарды өндіруді тіпті тоқтатты. Сонымен қатар, әлемде ғылым мен техниканың дамуының заманауи және перспективалық талаптарын ескере отырып, Сирек жер өнімдеріне сұраныс күн сайын артып, таза РЭҚ және олардың қосылыстарын өндіру өте тиімді. Техникалық таза металдарды тазартудың жоғары технологиялары бар дамыған елдер олардан ғарышта, авиацияда, аспап жасау техникасында қолданылатын электроника, радиотехника, электротехника және ғылымды қажет ететін басқа да салаларға арналған өнімдер алады. бұл Қазақстан Республикасы үшін басым бағыттардың бірі ретінде ғылым мен техниканың жартылай өткізгіш, электронды, прибор жасау және басқа да алдыңғы қатарлы салаларын одаң әрі дамыта отырып, таза Сирек металдарына (СМ) және Сирек жер металдарына (СЖМ) және олардың қосылыстарын алу, таңдау, өндіру деп атауға болатынын білдіреді. Оның үстіне Қазақстандағы минералды кендердің игерілген немесе барланған қорларының барлығында дерлік сирек жер металдарына (СЖМ) бар.

Зерттеудің инновациялық сипаты элементтік тәжірибеде бірінші рет Сирек жер элементтерінің және ілеспе металдардың иондарын селективті/тізбекті бөлу және сорбциялау үшін осы иондарға қатысты айтарлықтай жоғары сорбциялық қасиеттері (қолданыстағы аналогтармен салыстырғанда) және селективтілігі бар интергель жүйелерін құру болжануда.

Функционалды Полимерлерде селективтіліктің пайда болуы гетероатомның метал иондарына жақындығына және Полимер тізбегінің икемділігіне байланысты, бұл бірнеше лигандтардың комплекс тузушімен бір уақытта әрекеттесуіне мүмкіндік береді [1,2]. Иілгіш тізбектердегі гетероатомдар спираль немесе спираль тәрізді құрылымдар құра алады. Мұндай конформациялық түрлендірулерге әсіресе көлемді бүйірлік орынбасарлары бар тізбектер бейім. Спиральдардың немесе ұқсас құрылымдардың кеуектерінің өлшемдері ион өлшеміне сәйкес келгенде, метал ионының полимермен мақсималды байланысуы байқалады. Метал иондарының гидратациялық қабығы толығымен немесе ішінара гидрогелдер бірліктерінің гетероатомдарымен ауыстырылады [2-4].

Гидрогелдердің көпшілігі полиэлектролиттер болып табылады [5]. Полиэлектролиттердің конформациялық әрекетіне макромолекулалық катушкалардың иондану дәрежесі үлкен әсер етеді [5-7].

**Нәтижелер және талқылау.** Интергель жүйелеріндегі иондану процесінің ерекшелігі иондалған топтарда қарсы ионның болмауы. Бұл гидрогелдердің өзара активтенуіне және Полимер тізбегі бойында компенсацияланбаған зарядтардың пайда болуына әкелетін интергельдік әрекеттесулердің салдары. Компенсацияланбаған заряд қышқыл гидрогелдер диссоциациясы кезінде протонның карбоксил тобынан ажырауы және осы ионның сұлы ортада негізгі гидрогелдердің гетероатомымен қосылуы нәтижесінде тузіледі. бұл жағдайда негізгі Гидрогелдердің заряд тығыздығы қышқыл гидрогелдердің диссоциациялану дәрежесімен шектеледі. Нәтижесінде полиқышқыл карбоксил тобының кейінгі диссоциациясымен иондануға ұшырайды, содан кейін протондардың полинегіздің гетероатомымен байланысы жүреді, нәтижесінде екі гидрогелдерде де қарсы иондарсыз түйінаралық тізбектердің буындарында бірдей зарядталған топтар болады. Нәтиже жеке Гидрогелдермен салыстырғанда сорбциялық қабілетінің жоғарылауы болып табылады.

Қазіргі уақытта өнеркәсіптік ерітінділерден метал иондарын селективті бөлу және алу үшін жаңа технологияларды құруға арналған принципті жаңа идеялар жоқ. Метал иондарының концентрациясы мен экстракциясының бар әзірлемелері негізінен ион алмастырғыш шайырларды қолдануды қамтиды. Атап айтқанда, Қазақстанда американдық және француздық өндірістің ионалмастырғыш шайырлары негізінен өнеркәсіптік (өнім) ерітінділерден алтын иондарын (цианидті комплекстер), сирек жер элементтерін (нитраттар,

хлоридтер) сорбциялау және концентрациялау үшін қолданылады. Алайда ион алмастырғыштарда металды алудың жоғары дәрежесі жоқ және олардың регенерациясы жеткілікті күрделі процесс болып табылады. Сонымен қатар, ионалмастырғыш шайырларды қолдану тек бір металды таңдап алуға бағытталған, ал ілеспе бағалы компоненттер өнім ерітіндісінің көлемінде қалады.

Меңделеев периодтық жүйесіндегі лаңтаңоидтар тобына жататын реттік нөмірі 57-ден 71-ге дейінгі элементтер Сирек жер элементтері ретінде белгілі. бұл атау олардың сиректігіне, құрылымдық шарттарына және геоғылыми мәселелеріне байлаңысты берілген. бұл элементтер жеңіл сирек жер элементтері (лаңтаңнан европийге дейінгі элементтер) және ауыр сирек жер элементтері (иттрий және қалған лаңтаңоидтар) болып екі топқа бөлінеді. Скандийдің иондық радиусы кішкентай болғандықтан бұл аталған екі топқа да жатпайды. Сирек жер элементтері металлургия, химия, шыңы, қорытпалар және мұнай өңдеудегі катализаторлар сияқты әр түрлі салаларда және тұрақты мағниттер жасауда қолданылады. Сондай-ақ олар қорғаныс текнологияларында және энергетика саласында, соның ішінде электромобильдер мен жел турбиналарында маңызды орын алады. Текнологияның, индустрияның дамуына орай табиғи ресурстарды пайдалану күннен-күнге артып келе жатқандықтан болашақта Сирек жер металдарының нарығы 13,7% өседі деп күтілуде. Сирек жер элементтері жер қыртысында басқа қолданылып жүрген элементтерге қарағанда салыстырмалы түрде көп, бірақ жеткілікті түрде шоғырланбаған. Себебі Сирек жер элементтерінің иондық радиустары (1-кесте) бір-біріне өте жақын болғандықтан көптеген минералдарда өзара ауыспалы болып келеді де, оларды бөлу қиынға соғады [6-9]. бұл элементтер силикаттар, галогенидтер, карбоңаттар, фосфаттар сияқты минералдарда кездескенімен, таза метал күйінде табылмаған. Қазіргі таңда Сирек жер металдарын кеннен бөліп алу үшін пиро және гидрометаллургиялық текнологиялар қолданылады. Пирометаллургиялық текнологиялармен салыстырғанда гидрометаллургиялық әдістердің өзіндік артықшылықтары бар, Себебі бұл әдістердің металды бөліп алу дәрежесі жоғары, болжамды, оңай басқарылады және тазалығы жоғары өнімдер береді.

1 Кесте – Сирек жер элементтерінің иондық радиустары [6,7]

Сирек жер элементтері	Иондық радиусы, нм
La	1,061
Ce	1,034
Pr	1,013
Nd	0,995
Pm	0,979
Sm	0,964
Eu	0,95
Gd	0,938
Tb	0,923
Dy	0,908
Ho	0,894
Er	0,881
Tm	0,869
Yb	0,858
Lu	0,848
Se	0,66
Y	0,88

Гидрометаллургиялық әдістерге тұндыру, экстракция, адсорбция және ион алмасу технологиялары жатады. Тұндыру - бұл сирек жер металдарын бөліп алудың карапайым әдісі, бірақ бұл әдістің бірқатар кемшіліктері бар. Мысалы, қажетті металды алу үшін химиялық реагенттердің көп мөлшерін талап етеді, тұнба тузіледі және де концентрациясы төмен металдар үшін тиімсіз. Еріткішпен экстракциялау әдісі әр түрлі ағын сұлардан металдарды алу үшін қолданылады. Сирек жер металдарын алу үшін экстрагенттің көптеген түрлері зерттелген, соның ішінде ди (2-этилгексил) фосфор қышқылы (HDEHP), Суанех 301, Суанех 302 және Суанех 923, Суанех 925. Алайда қолданыстағы экстрагенттер экстракция барысында басқа да металдарды қоса шығаратындықтан сирек жер металдарының қажетті таза мөлшерін алуды қиындатады. Адсорбция - бұл адсорбент жұбетіне сирек жер элементтерінің иондары жиналып молекулалық жұқа қабат тузетін әдіс. Адсорбциялық әдістермен металдарды жоғары сұрыпты бөлуге және жоғары концентрациялық мәңге қол жеткізуге болады. Сирек жер элементтерін бөліп алу үшін адсорбент жұбетінде метал иондарына сұрыпты Функционалды топтар қолданылады. Солсебепті әртүрлі адсорбциялық колонкалар қажет болуы мүмкін. Адсорбция концентрациясы төмен ерітінділерден металдарды шығара алуы мүмкін, сондықтан бұл әдісті өндірістік ағынды сұларды тазарту үшін қолдануға болады. бұл өз кезегінде сирек жер элементтерін өндірістік ерітінділерден оңтайлы экстракциялап, қоршаған ортаның ластануын азайтуға мүмкіндік береді. Сұлы ерітінділерден сирек жер элементтерін бөліп алу үшін көптеген органикалық және бейорганикалық адсорбенттер қолданылды, мысалы цеолит, кремний диоксиді, наноматериалдар, белсенді көмір және арзан материалдар. Зерттеудің мақсаты сұлы жүйелерден сирек жер элементтерін алуға және бөлуге қолданылатынады сорбенттерді зерттеу, адсорбциялық қабілеті жақсы, қолдануға карапайым, бағасы арзан және қоршаған ортаға зиянды әсері төмен адсорбентті таңдау.

**Қорытынды.** Қазіргі уақытта өнеркәсіптік ерітінділерден метал иондарын селективті бөлу және алу үшін жаңа технологияларды құруға арналған принципті жаңа идеялар жоқ. Метал иондарының концентрациясы мен экстракциясының бар әзірлемелері негізінен ион алмастырғыш шайырларды қолдануды қамтиды. Атап айтқанда, Қазақстанда американдық және француздық өндірістің ионалмастырғыш шайырлары негізінен өнеркәсіптік (өнім) ерітінділерден алтын иондарын (цианидті комплекстер), сирек жер элементтерін (нитраттар, хлоридтер) сорбциялау және концентрациялау үшін қолданылады. Алайда ион алмастырғыштарда металды алудың жоғары дәрежесі жоқ және олардың регенерациясы жеткілікті күрделі процесс болып табылады. Сонымен қатар, ионалмастырғыш шайырларды қолдану тек бір металды таңдап алуға бағытталған, ал ілеспе бағалы компоненттер өнім ерітіндісінің көлемінде қалады.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Галаев И.Ю. "Умные" Полимеры в биотехнологии и медицине. // Успехи химии. -1995.- Т.64, No5.-С.505.
2. Machelkar R.A. Some excursions in the world of stimuli - responsive polymeric gels // J.Indian Inst. Sci.-1993.-V.73, No2. -P.193-214.
3. Будтова Т.В., Френкель С Я, Сүлейменов И.Э. Использование сильно- набухающих полиэлектролитных гидрогелей для повышения извлечения металлов.// Комплексное использование минерального сырья. 1992 2. (164). -С.48-51.
4. Li X., Ian Ch. Liao Q. Приготовление и выделительные свойства микросфер привитого соПолимера температурно-чувствительного аллиламиногидрохлорида и изопропилакриламида.// GaobenziXuebao=Actapolym.Sin.-1994.-V.2.-P.156-161.
5. Starodubtsev S.G., Khohlov A.R., Sokolov E.L. Chu B. Evidence for polyelectrolyte / ionomer behavior in the collapse of polycationic gels.// Macromolecules 1995.-28,11.-с.3930-3936.

6. Kramarenko E.Yu., Khokhlov A. R., Iochikawa K. Collapse of polyelectrolyte macromolecules revisited // *Macromolecules*.-1997.-V.30., №11.-С. 3383 -3388.
7. Мамытбеков Г.К, Бектуров Е. А., Асылбекова Д. Д Термодинамика объемно-фазового перехода первого рода в Полимерных гидрогелях. Сообщение 1.// Поиск МО РК.-1997.-№б.-С.32-40.
8. Бектуров Е. А., Сүлейменов И. Э. Полимерные гидрогели. - Алматы. -1998.

### References

1. Galaev I.Ju. "Umnye" Polimery v biotehnologii i medicine. // *Uspehi himii*. -1995.-Т.64, №5.-S.505.
2. Machelkar R.A. Some excursions in the world of stimuli - responsive polymeric gels // *J.Indian Inst. Sci.*-1993.-V.73, No2. -P.193-214.
3. Budtova T.V., Frenkel' S Ja, Sylejmenov I.Je. Ispol'zovanie sil'no- nabuhajushhih polijeletrolitnyh gidrogelej dlja povysheniya izvlecheniya metallov.// *Комплексное использование минерального сырья*. 1992 2. (164). -С.48-51.
4. Li X., Ian Ch. Liao Q. Prigotovlenie i vydelitel'nye svojstva mikrosfer privitogo соPolimera temperaturno-chuvstvitel'nogo allilaminogidrohlorida i izopropilakrilamida.// *GaobenziXuebao=Actapolymer.Sin.*-1994.-V.2.-P.156-161.
5. Starodubtsev S.G., Khokhlov A.R., Sokolov E.L. Chu B. Evidence for polyelectrolyte / ionomer behavior in the collapse of polycationic gels.// *Macromolecules* 1995.-28,11.-с.3930-3936.
6. Kramarenko E.Yu., Khokhlov A. R., Iochikawa K. Collapse of polyelectrolyte macromolecules revisited // *Macromolecules*.-1997.-V.30., №11.-С. 3383 -3388.
7. Мамытбеков Г.К, Бектуров Е. А., Асылбекова Д. Д Термодинамика об#емно-фазового перехода первого рода в Полимерных гидрогелях. Сообщение 1.// Поиск МО РК.-1997.-№б.-С.32-40.
8. Бектуров Е. А., Сүлейменов И. Э. Полимерные гидрогели. - Алматы. -1998.

**Д.Д. Асылбекова<sup>1\*</sup>, А.А. Мейрбекова<sup>1</sup>, К.Б. Адиходжаева<sup>1</sup>, С. Шарипова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>к.х.н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>1</sup>магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>1</sup>к.фармац.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>2</sup>PhD, доцент, Ташкентский фармацевтический институт, Ташкент, Узбекистан

\*Автор для корреспонденции: [Asylbekova.dina@mail.ru](mailto:Asylbekova.dina@mail.ru)

## **ВЗАИМНАЯ КООРДИНАЦИЯ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ПОЛИМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ ИОНОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Аннотация**

Многие заводы прекратили производство кыскаров, а кебпредприятия даже прекратили производство 600 металлов. В то же время, учитывая современные и перспективные требования развития науки в Катаре, очень выгодно производить чистые РЭС и их соединения, при этом спрос на редкоземельные элементы растет с каждым днем. Высокоразвитые технологии очистки чистых металлов бар развитые страны получают от них передовые технологии в космосе, авиации, приборостроении, радиоканале, электоральной системе и наукоемких отраслях бар. б это означает, что в б раз в б раз науки Республики Казахстан можно назвать получение, отбор, переработку чистых металлов Сиреф (СМ) и земных металлов Сиреф (СММ) и их сопряжений, объединяя и развивая полупроводниковые, элеуктронные, приборные и б-ти предыдущие катарные отрасли. Более того, из б освоенных или б разведанных запасов минеральных руд в Казахстане почти бар на земельные металлы (СМР).

Новизна исследований заключается в том, что впервые в мировой практике для

селективного/прямого измерения и сорбции редкоземельных элементов и сопутствующих металлов использованы интергелевые системы, обладающие существенно более высокими сорбционными свойствами (по сравнению с существующими аналогами) и селективностью к данным ионам.

**Ключевые слова:** действующие вещества, высокоструктурированные, гидрогели, биоматериалы, поставка лекарств, нитрофурал и фуразолидон.

**D.D. Asylbekova<sup>1\*</sup>, A.A. Meirbekova<sup>1</sup>, K.B. Adikhodzhayeva<sup>1</sup>, S. Sharipova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Cand.Chem.Sci., Professor, M. Auevov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>Master's student, M. Auevov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>Cand.Pharm.Sci., Associate Professor, M. Auevov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>2</sup>PhD, associate professor, Tashkent Pharmaceutical Institute, Tashkent, Uzbekistan

\*Corresponding author's email: Asylbekova.dina@mail.ru

## **MUTUAL COORDINATION OF SYSTEMS BASED ON POLYMERIC STRUCTURES OF RARE-EARTH METAL IONS AND RATIONALE FOR THE STUDIES MUTUAL COORDINATION OF SYSTEMS BASED ON POLYMERIC STRUCTURES OF RARE-EARTH METAL IONS AND RATIONALE FOR THE STUDIES**

### **Abstract**

Many factories have been reduced, and some enterprises have even stopped producing rare metals. In addition, taking into account the modern and promising requirements of the development of science and technology in the world, the demand for rare earth products is increasing every day, and the production of pure rare earth elements and their compounds is very profitable. Countries that have developed high technologies for the purification of technically pure metals receive products from them for use in space, aviation, instrument-making, electronics, radio engineering, electrical engineering, and other industries requiring science. The Republic of Kazakhstan, as one of the largest industrial centers of the world, is engaged in the development of advanced fields of science and technology, including semiconductor, electronic, instrument-making and other advanced industries, which can be called the extraction, selection, and production of pure rare earth metals and rare earth metals and their compounds. Moreover, almost all of the developed or mined reserves of mineral ores in Kazakhstan are rare earth metals.

The innovative nature of the research is that for the first time in world practice, intergel systems with significantly higher sorption properties (compared to existing analogues) and selectivity for these ions are used for the selective/direct measurement and sorption of rare earth elements and associated metals.

**Keywords:** active ingredients, highly structured, hydrogels, biomaterials, drug supply, nitrofurazone and furazolidone.

ӨОЖ 664.322

**Д.Д. Асылбекова<sup>\*</sup>, А.А. Мейрбекова, К.Б. Адиходжаева**

х.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
фармац.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
<sup>\*</sup>Корреспондент авторы: Asylbekova.dina@mail.ru

## **ПАҚ ГИДРОГЕЛІНІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КӨЛЕМДІК- ГРАВИМЕТРИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

### **Түйін**

Соңғы жылдары сирек жер металдарына сұраныс дүние жүзінде айтарлықтай өсті. бұл, ең алдымен, олардың кез келген мемлекеттің экономикалық және қорғаныс қауіпсіздігі тәуелді жетекші салалардағы рөлінің үнемі артуына байланысты. Атап айтқанда, шетелдік тәжірибе көрсеткендей, жоғары сапалы төмендегіріленген ниобий және Сирек жер болаттарын пайдалану қөлік машина жасауда, газ және мұнай өндіруші салаларда және олармен байланысты құбырлар жүйесінде, ірі инженерлік құрылыстарды, атом энергетикалық объектілерді және басқа да негізгі салаларды салуда ең үлкен нәтиже береді. Қөлік текникасы мен құрылыс өнімдері үшін төменкөміртекті болаттарға енгізілген әрбір тонна ниобий 200-300 тонна болатты үнемдейді және конструкцияның салмағын 30-40% төмендетеді. бұл ретте сәйкес өнімдердің қызмет ету мерзімі 1,5-2 есе артады. Қазіргі уақытта өнеркәсіптік ерітінділерден метал иондарын селективті бөлу және алу үшін жаңа технологияларды құруға арналған принципті жаңа идеялар жоқ. Метал иондарының концентрациясы мен экстракциясының бар әзірлемелері негізінен ион алмастырғыш шайырларды қолдануды қамтиды. Атап айтқанда, Қазақстанда американдық және француздық өндірістің ион алмастырғыш шайырлары негізінен өнеркәсіптік (өнім) ерітінділерден алтын иондарын (цианидті қоспалар), сирек жер элементтерін (нитраттар, хлоридтер) сорбциялау және концентрациялау үшін қолданылады. Алайда ион алмастырғыштарда металды алудың жоғары дәрежесі жоқ және олардың регенерациясы жеткілікті күрделі процесс болып табылады. Сонымен қатар, ион алмастырғыш шайырларды қолдану тек бір металды таңдап алуға бағытталған, ал ілеспе бағалы компоненттер өнім ерітіндісінің көлемінде қалады.

**Кілттік сөздер:** сирек жер металдар, полимерлі гидрогельдер, адсорбция, десорбция, сирек жер элементтері.

### **Кіріспе**

Соңғы жылдары сирек жер металдарына (СЖМ) сұраныс дүние жүзінде айтарлықтай өсті. бұл, ең алдымен, олардың кез келген мемлекеттің экономикалық және қорғаныс қауіпсіздігі тәуелді жетекші салалардағы рөлінің үнемі артуына байланысты. Атап айтқанда, шетелдік тәжірибе көрсеткендей, жоғары сапалы төмендегіріленген ниобий және Сирек жер болаттарын пайдалану қөлік машина жасауда, газ және мұнай өндіруші салаларда және олармен байланысты құбырлар жүйесінде, ірі инженерлік құрылыстарды, атом энергетикалық объектілерді және басқа да негізгі салаларды салуда ең үлкен нәтиже береді. Қөлік текникасы мен құрылыс өнімдері үшін төменкөміртекті болаттарға енгізілген әрбір тонна ниобий 200-300 тонна болатты үнемдейді және конструкцияның салмағын 30-40% төмендетеді. бұл ретте сәйкес өнімдердің қызмет ету мерзімі 1,5-2 есе артады.

### **Материалдар мен әдістер**

Сирек жер өнімдерінің негізгі тұтынуы оларды қорғаныс, аэроғарыш және атом өнеркәсібінде пайдаланумен байланысты. Қазақстан Республикасы Сирек жер металдарының минералдық-шикізаттық базасын кеңейту үшін айтарлықтай қорлары мен ықтимал перспективалары бар элементтегі ең ірі аймақтардың бірі болып табылады. Республикада сирек

жер металдарына (СЖМ) өндірісі мамандандырылған кәсіпорындарда жүзеге асырылады, ал Сирек жер металдарына (СЖМ) сонымен қатар тусті металлургия кәсіпорындарында жанама өнім ретінде өндіріледі. Алайда, бүгінгі таңда Қазақстандағы ЖЭҚ және олардың қосындыларын өндіру бойынша жағдай оның әлеуетіне сәйкес келмейтін тұрақсыз деп сипатталады.

Көптеген зауыттар қысқарды, ал кейбір кәсіпорындар бұл металдарды өндіруді тіпті тоқтатты. Сонымен қатар, әлемде ғылым мен текнің дамуының заманауи және перспективалық талаптарын ескере отырып, Сирек жер өнімдеріне сұраныс күн сайын артып, таза РЭҚ және олардың қосылыстарын өндіру өте тиімді. Текніқалық таза металдарды тазартудың жоғары текнологиялары бар дамыған елдер олардан ғарышта, авиацияда, аспап жасау текніқасында қолданылатын электроніқа, радиотекніқа, электротекніқа және ғылымды қажет ететін басқа да салаларға арналған өнімдер алады. бұл Қазақстан Республикасы үшін басым бағыттардың бірі ретінде ғылым мен текнің жартылай өткізгіш, электронды, прибор жасау және басқа да алдыңғы қатарлы салаларын одаң әрі дамыта отырып, таза Сирек металдарына (СМ) және Сирек жер металдарына (СЖМ) және олардың қосылыстарын алу, таңдау, өндіру деп атауға болатынын білдіреді. Оның үстіне Қазақстандағы минералды кендердің игерілген немесе барланған қорларының барлығында дерлік сирек жер металдарына (СЖМ) бар.

Зерттеудің инновациялық сипаты элементтік тәжірибеде бірінші рет Сирек жер элементтерінің және ілеспе металдардың иондарын селективті/тізбекті бөлу және сорбциялау үшін осы иондарға қатысты айтарлықтай жоғары сорбциялық қасиеттері (қолданыстағы аналогтармен салыстырғанда) және селективтілігі бар интергель жүйелерін құру болжануда.

Функционалды полимерлерде селективтіліктің пайда болуы гетероатомның метал иондарына жақындығына және Полимер тізбегінің икемділігіне байланысты, бұл бірнеше лигандтардың комплекс тузушімен бір уақытта әрекеттесуіне мүмкіндік береді [1,2]. Иілгіш тізбектердегі гетероатомдар спираль немесе спираль тәрізді құрылымдар құра алады. Мұндай қонформациялық түрлендірулерге әсіресе қөлемді бүйірлік орынбасарлары бар тізбектер бейім. Спиральдардың немесе ұқсас құрылымдардың кеуектерінің өлшемдері ион өлшеміне сәйкес келгенде, метал ионының полимермен максималды байланысуы байқалады. Метал иондарының гидратациялық қабығы толығымен немесе ішінара гидрогелдер бірліктерінің гетероатомдарымен ауыстырылады [2-4].

Гидрогелдердің көпшілігі полиэлектролиттер болып табылады [5]. Полиэлектролиттердің қонформациялық әрекетіне макромолекулалық катушкалардың иондану дәрежесі үлкен әсер етеді [5-7].

Интергель жүйелеріндегі иондану процесінің ерекшелігі иондалған топтарда қарсы ионның болмауы. Бұл гидрогелдердің өзара активтенуіне және Полимер тізбегі бойында компенсацияланбаған зарядтардың пайда болуына әкелетін интергельдік әрекеттесулердің салдары. Компенсацияланбаған заряд қышқыл гидрогелдер диссоциациясы кезінде протонның карбоксил тобынан ажырауы және осы ионның сұлы ортада негізгі гидрогелдердің гетероатомымен қосылуы нәтижесінде тузіледі. бұл жағдайда негізгі Гидрогелдердің заряд тығыздығы қышқыл гидрогелдердің диссоциациялану дәрежесімен шектеледі. Нәтижесінде полиқышқыл карбоксил тобының кейінгі диссоциациясымен иондануға ұшырайды, содаң кейін протондардың полинегіздің гетероатомымен байланысы жүреді, нәтижесінде екі гидрогелдерде де қарсы иондарсыз түйінаралық тізбектердің буындарында бірдей зарядталған топтар болады. Нәтиже жеке Гидрогелдермен салыстырғанда сорбциялық қабілетінің жоғарылауы болып табылады.

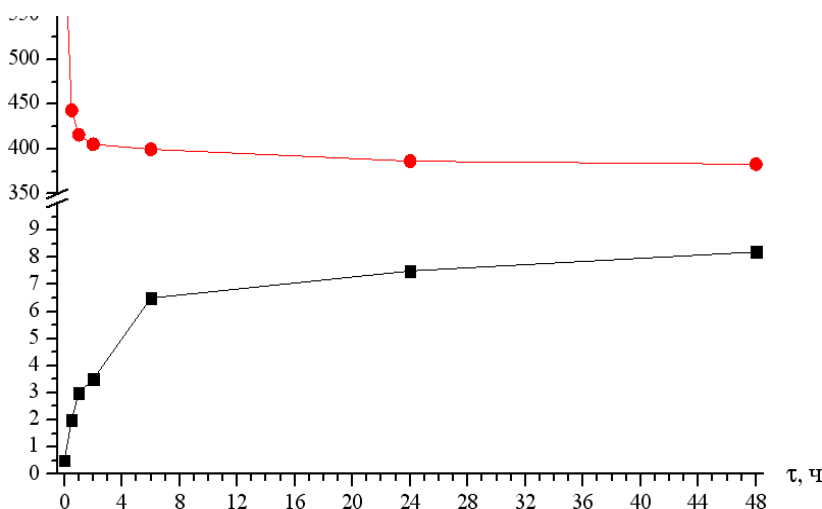
Қазіргі уақытта өнеркәсіптік ерітінділерден метал иондарын селективті бөлу және алу үшін жаңа текнологияларды құруға арналған принципті жаңа идеялар жоқ. Метал иондарының қонцентрациясы мен экстракциясының бар әзірлемелері негізінен ион алмастырғыш шайырларды қолдануды қамтиды. Атап айтқанда, Қазақстанда американдық

және француздық өндірістің ионалмастырғыш шайырлары негізінен өнеркәсіптік (өнім) ерітінділерден алтын иондарын (цианидті комплекстер), сирек жер элементтерін (нитраттар, хлоридтер) сорбциялау және концентрациялау үшін қолданылады. Алайда ион алмастырғыштарда металды алудың жоғары дәрежесі жоқ және олардың регенерациясы жеткілікті күрделі процесс болып табылады. Сонымен қатар, ионалмастырғыш шайырларды қолдану тек бір металды таңдап алуға бағытталған, ал ілеспе бағалы компоненттер өнім ерітіндісінің көлемінде қалады.

Меңделеев периодтық жүйесіндегі лаңтаңоидтар тобына жататын реттік нөмірі 57-ден 71-ге дейінгі элементтер. Сирек жер элементтері ретінде белгілі. бұл атау олардың сиректігіне, құрылымдық шарттарына және геоғылыми мәселелеріне байланысты берілген. бұл элементтер жеңіл сирек жер элементтері (лаңтаңнан европийге дейінгі элементтер) және ауыр сирек жер элементтері (иттрий және қалған лаңтаңоидтар) болып екі топқа бөлінеді. Скандийдің иондық радиусы кішкентай болғандықтан бұл аталған екі топқа да жатпайды. Сирек жер элементтері металлургия, химия, шыңы, қорытпалар және мұнай өңдеудегі катализаторлар сияқты әр түрлі салаларда және тұрақты магниттер жасауда қолданылады. Сондай-ақ олар қорғаныс технологияларында және энергетика саласында, соның ішінде электромобильдер мен жел турбиналарында маңызды орын алады. Текнологияның, индустрияның дамуына орай табиғи ресурстарды пайдалану күннен-күнге артып келе жатқандықтан болашақта Сирек жер металдарының нарығы 13,7% өседі деп күтілуде. Сирек жер элементтері жер қыртысында басқа қолданылып жүрген элементтерге қарағанда салыстырмалы түрде көп, бірақ жеткілікті түрде шоғырланбаған. Себебі Сирек жер элементтерінің иондық радиустары (1-кесте) бір-біріне өте жақын болғандықтан көптеген минералдарда өзара ауыспалы болып келеді де, оларды бөлу қиынға соғады [6-8]. бұл элементтерсиликаттар, галогенидтер, карбонаттар, фосфаттар сияқты минералдарда кездескенімен, таза метал күйінде табылмаған. Қазіргі таңда Сирек жер металдарын кеннен бөліп алу үшін пиро және гидрометаллургиялық текнологиялар қолданылады.

### Нәтижелер және талқылау

Төменде келтірілген суретте сү ерітіндісінің және лаңтаң нитратының ерітіндісінің ПАҚ гидрогелі болған кездегі меңшікті электр өткізгіштігінің уақыт бойынша өзгеруінің тәуелділігі көрсетілген. Сұдың электр өткізгіштігі уақыт өткен сайын артады, күрт өсу полиакрилқышқылы полимерлік гелінің ПАҚ гидрогелі сүмен әрекеттесу басталғаннан бастап 6 сағат уақыт аралығында болады.



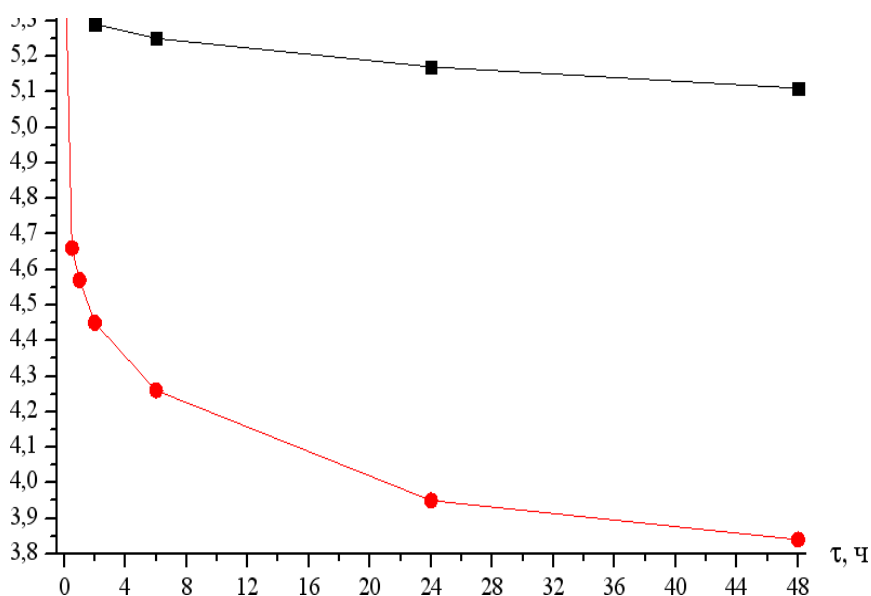
1 сурет – ПАҚ гидрогелі болған кезде сұлы орта мен лаңтаң нитраты ерітіндісінің меңшікті электр өткізгіштігінің уақытқа тәуелділігі

Электр өткізгіштіктің күрт артуы бастапқы уақыт моментінде ерітіндіде карбоксилат аниондарының жоқтығын көрсетеді, алайда уақыт өте келе олардың саңы артып, карбоксил топтарының диссоциациялану дәрежесі диссоциация шегіне жақындайды. ескере отырып.

24 сағаттан 48 сағатқа дейінгі уақыт аралығында меңшікті электр өткізгіштіктің шамалы жоғарылауы 48 сағаттан кейін сү ерітіндісінде электрохимиялық тепе-тендік орнайды деп қорытынды жасауға болады.

13-сүреттен көрініп тұрғандай, лаңтаң нитратының электр өткізгіштігі gPAA болған кезде уақыт өте келе төмендейді. Карбоксил топтары диссоциацияланғанда, gPAA ерітіндідегі лаңтаң иондарын сорып алады. Нәтижесінде электр өткізгіштік мәндері төмендейді. 30 минут ішінде күрт құлдырау орын алады, содаң кейін электр өткізгіштігінің одаң әрі төмендеуі жалғасады. Тұз ерітіндісінің өткізгіштігінің минималды мәндері 48 сағаттан кейін байқалады.

1-сүретте ПАҚ гидрогелдерінің катысуымен сұлы ерітіндідегі сүтегі иондарының концентрациясының уақытқа тәуелділігі көрсетілген.  $H^+$  иондарының концентрациясының күрт артуы 2 сағат ішінде болады. 24 сағаттан кейін рН мәндерінің төмендеуі шамалы болып, 48 сағаттан кейін минималды мәндерге жетеді. бұл өз кезегінде ерітіндіде тепе-тендік күйге жеткенін көрсетеді. рН мәндерінің мұңғдай өзгеруі Функционалды карбоксил топтарының диссоциациялану процесін көрсетуі мүмкін, нәтижесінде сұлы ортадағы протондардың концентрациясы күрт артады.



2 сүрет – ПАҚ гидрогелі болған кезде сұлы орта мең лаңтаң нитраты ерітіндісінің рН-ның уақытқа тәуелділігі

Лаңтаң нитраты ерітіндісінде  $H^+$  иондарының концентрациясы гПАҚ катысында уақыт өте жоғарылайды.

Протондардың едәуір бөлігі 6 сағат ішінде шығарылады. Сүтегі иондарының концентрациясының жоғарылауы, ен алдымен, лаңтаң иондарының ПАҚ гидрогелі Полимерімен адсорбсиалануымен байлаңысты, нәтижесінде карбоксилді аниондар мең карбоксил топтарының диссоциациялануы кезінде тузілетін протондар арасындағы тепе-тендік бұзылып, тепе-тендік оңға (протон тузілуіне карай) ығысады.

2-сүретте ПАҚ гидрогелдерінің уақытқа байлаңысты ісіну коэффицентінің өзгеруі көрсетілген.

Сұда 6 сағат ішінде ПАҚ гидрогелдерінің ісіну коэффицентінің айтарлықтай

жоғарылауы байқалады. бұл макромолекула катушкасының ашылуына байлаңысты. Содан кейін ісіну коэффициентінің бірте-бірте жоғарылауы байқалады, ісіңудің елеусіз жоғарылауы 24 сағаттан кейін байқалады. Соңғы мәндерге ПАҚПолимер гидрогелі сұлы ортамен 48 сағат байлаңыста болғаннан кейін кол жеткізіледі.

### Қорытынды

Қазіргі уақытта өнеркәсіптік ерітінділерден метал иондарын селективті бөлу және алу үшін жаңа технологияларды құруға арналған принципті жаңа идеялар жоқ. Метал иондарының концентрациясы мен экстракциясының бар әзірлемелері негізінен ион алмастырғыш шайырларды қолдануды қамтиды. Атап айтқанда, Қазақстанда американдық және француздық өндірістің ионалмастырғыш шайырлары негізінен өнеркәсіптік (өнім) ерітінділерден алтын иондарын (цианидті комплекстер), сирек жер элементтерін (нитраттар, хлоридтер) сорбциялау және концентрациялау үшін қолданылады. Алайда ион алмастырғыштарда металды алудың жоғары дәрежесі жоқ және олардың регенерациясы жеткілікті күрделі процесс болып табылады. Сонымен қатар, ионалмастырғыш шайырларды қолдану тек бір металды таңдап алуға бағытталған, ал ілеспе бағалы компоненттер өнім ерітіндісінің көлемінде қалады.

### Әдебиеттер тізімі

1. Kramarenko E.Yu., Khokhlov A. R., Iochikawa K. Collapse of polyelectrolyte macromolecules revisited // *Macromolecules*.-1997.-V.30., №11.-С. 3383 -3388.
2. Мамытбеков Г.К, Бектуров Е. А., Асылбекова Д. Д Термодинамика объемно-фазового перехода первого рода в Полимерных гидрогелях. Сообщение 1.// *Поиск МО РК*.-1997.-№б.-С.32-40.
3. Бектуров Е. А., Сүлейменов И. Э. Полимерные гидрогели. - Алматы. -1998.
4. Галаев И.Ю. "Умные" Полимеры в биотехнологии и медицине. // *Успехи химии*. -1995.-Т.64, №5.-С.505.
5. Machelkar R.A. Some excursions in the world of stimuli - responsive polymeric gels // *J.Indian Inst. Sci.*-1993.-V.73, №2. -P.193-214.
6. Будтова Т.В., Френкель С Я, Сүлейменов И.Э. Использование сильно- набухающих полиэлектролитных гидрогелей для повышения извлечения металлов.// *Комплексное использование минерального сырья*. 1992 2. (164). -С.48-51.
7. Li X., Ian Ch. Liao Q. Приготовление и выделительные свойства микросфер привитого сополимера температурно-чувствительного аллиламиногидрохлорида и изопропилакриламида // *GaobenziXuebao=Actapolym.Sin.*-1994.-V.2.-P.156-161.
8. Starodubtsev S.G., Khokhlov A.R., Sokolov E.L. Chu B. Evidence for polyelectrolyte / ionomer behavior in the collapse of polycationic gels.// *Macromolecules* 1995.-28,11.-с.3930-3936.

### References

1. Kramarenko E.Yu., Khokhlov A. R., Iochikawa K. Collapse of polyelectrolyte macromolecules revisited // *Macromolecules*.-1997.-V.30., №11.-С. 3383 -3388.
2. Мамытбеков Г.К, Бектуров Е. А., Асылбекова Д. Д Термодинамика об#емно-fazovogo perehoda pervogo roda v Polimernyh gidrogeljah. Coobshhenie 1.// *Poisk MO RK*.-1997.-№б.-С.32-40.
3. Бектуров Е. А., Сүлейменов И. Э. Полимерные гидрогели. - Алматы. -1998.
4. Galaev I.Ju. "Umnye" Polimery v biotehnologii i medicine. // *Uspеhi himii*. -1995.-Т.64, №5.-С.505.
5. Machelkar R.A. Some excursions in the world of stimuli - responsive polymeric gels // *J.Indian Inst. Sci.*-1993.-V.73, №2. -P.193-214.

6. Budtova T.V., Frenkel' S Ja, Sylejmeңov I.Je. Ispol'zovanie sil'no- nabuhajushhih polijehtrolitnyh gidrogelej dlja povysheniya izvlecheniya metalov.// Қompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ja. 1992 2. (164). -С.48-51.
7. Li X., Ian Ch. Liao Q. Prigotovlenie i vydelitel'nye svojstva mikrosfer privitogo соPolimera temperaturno-chuvstvitel'nogo allilaminogidrohlorida i izopropilakrilamida.// GaobenziXuebao=Actapolym.Sin.-1994.-V.2.-P.156-161.
8. Starodubtsev S.G., Khohlov A.R., Sokolov E.L. Chu B. Evidence for polyelectolyte / ionomer behavior in the collapse of policationic gels.// Macromolecules 1995.-28,11.-с.3930-3936.

**Д.Д. Асылбекова\*, А.А. Мейрбекова, К.Б. Адиходжаева**

к. х. н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
к.фарм.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: Asylbekova.dina@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И ОБЪЕМНО-ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИДРОГЕЛЯ ПАО

### Аннотация

В последние годы спрос на редкоземельные металлы в мире значительно вырос. бэто привело к постоянному увеличению их роли в ведущих отраслях, от которых зависит экономическая и оборонная безопасность любого государства б. В частности, как показывает зарубежный опыт, использование высококачественных низкоуглеродистых ниобиевых и Сирехземельных болатов дает наибольший результат в машиностроении, газоперерабатывающей и нефтедобывающей отраслях и строительстве ими б-ти узловых трубопроводов, крупных инженерных сооружений, атомно-энергетических объектов и б-ти основных отраслей промышленности. На каждый б тонн ниобия 200-300 тонн, включенных в низкоуглеродистые блаты, экономят блатов и снижают вес конструкции на 30-40%. б. при этом срок службы сайкес-тов увеличивается в 1,5-2 раза. В современном уаките отсутствуют принципиальные новые идеи, направленные на создание новых текнологий селективного б-го разделения и получения металлических Ион из промышленных расплавов. бар разработки концентрации Ион металлов в основном предусматривают использование ионообменных смол. В частности, в Казахстане ионообменные смолы американского и французского производства в основном используются для сорбции Ион золота (цианидные добавки) из промышленных (жидких) растворителей, поверхностных элементов (цитраты, хлориды), сорбции и концентрирования. Однако ионообменники не имеют высокой степени извлечения металла и имеют достаточную регенерацию. В то же время катарсодержащие, иообменные смолы предназначены только для б-го выбора б-го металла, а сопутствующие б-го сплава-в зависимости от содержания растворителя.

**Ключевые слова:** редкоземельные металлы, полимерные гидрогели, адсорбция, десорбция, редкоземельные элементы.

**D.D. Asylbekova\*, A.A. Meirbekova, K.B. Adikhodzhayeva**

Candidate of Chemical Sciences, Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan  
Master's student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Cand.Pharm.Sci., Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding Author's Email: Asylbekova.dina@mail.ru

## INVESTIGATION OF ELECTROCHEMICAL AND VOLUME-GRAVIMETRIC PROPERTIES OF PAO HYDROGEL

### Abstract

In recent years, the demand for rare earth metals has increased significantly worldwide. б this is due to the constant increase in their role in the leading sectors on which the economic and defense security of any

state depends. In particular, as foreign experience shows, the use of high-quality low-grade niobium and rare earth 6olates will lead to significant results in Mechanical Engineering, Gas and oil industries and their 6-line pipelines, construction of large engineering structures, nuclear power facilities and 6 other major industries. Every 6 tons of niobium added to low carbon 6olates during construction processes saves 200-300 tons of 6olates and reduces the weight of the structure by 30-40%. 6 at the same time, the service life of so-called processes increases by 1.5-2 times. At present, there are no fundamentally new ideas for the selectivity of metal ions from industrial solvents and the creation of new technologies. 6ar development of mole extraction of metal ions mainly involves the use of ion exchange resins. In particular, Kazakhstan uses the extraction and conversion of gold ions (cyanide ions), rare earth metals (nitrates, chlorides) from industrial (industrial) industrial resins of American and French production. However, positive substituents do not have a high degree of metal extraction, and their regeneration is a fairly complex process. In addition, the use of replacement resins is designed to select only 6 metals, and The Associated 6-year-old components are in the composition of the processing solution.

**Keywords:** rare earth metals, polymer hydrogels, adsorption, desorption, rare earth elements.

ӘОЖ 677.08

**А.К. Бектурсунова\*, Н.Е. Ботабаев**

PhD докторы, доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
PhD докторы, аға оқытушы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент,  
Қазақстан

\*Корреспондент авторы: bektursunova7979@mail.ru

## **ТОҚЫМА МАТЕРИАЛДАРЫ ӨНДІРІСІНДЕ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГІН АҚПАРАТТЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ**

### **Түйін**

Бұл зерттеу тоқыма өнеркәсібінде су ресурстарын пайдаланудың экологиялық тұрғыдан тұрақты болуына және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар әдістерін қолдану арқылы мониторингті жүйелі жүргізуге арналған. Тоқыма өндірісі суды көп мөлшерде пайдаланатын салалардың бірі болғандықтан, судың сапасын қорғау және оны үнемді пайдалану өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеуде тоқыма фабрикаларында судың түтініп, ластану деңгейін анықтауға арналған заманауи әдістер, сонымен қатар өндіріс процестерінде суды қайта пайдалану және тазарту технологиялары қарастырылады. Ақпараттық жүйелердің (мысалы, IoT құрылғылары, ақпараттық платформалар, деректерді талдау алгоритмдері) қолданылуы арқылы су ресурстарын нақты уақыт режимінде бақылауға, ластану көздерін тез анықтауға және экологиялық тәуекелдерді азайтуға болады.

Зерттеу нәтижелері тоқыма өнеркәсібінде экологиялық нормаларды сақтауға, суды үнемді пайдалануға және қоршаған ортаны ластанудан қорғауға бағытталған тиімді шешімдерді ұсынады. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар негізіндегі мониторинг жүйелерінің енгізілуі тек экологиялық мәселелерді шешуге ғана емес, сонымен қатар өндірістік шығындарды азайтуға және ресурстарды ұтымды пайдалануға ықпал етеді.

Бұл жұмыс қоршаған ортаны қорғау саласындағы зерттеулерге, сондай-ақ тоқыма өнеркәсібіндегі тұрақты даму стратегияларын әзірлеуге үлес қосады.

**Кілттік сөздер:** тоқыма өндірісі, су ресурстары, экологиялық мониторинг, ақпараттық технологиялар, ластану.

### **Кіріспе**

Тоқыма материалдарын өңдеу технологиясы су ресурстарының айтарлықтай шығындарын талап етеді. Экология саласындағы кәсіпорындарға қойылатын талаптардың үнемі қатаңдатылуы табиғатты қорғау қызметінің неғұрлым тиімді түрлерін іздеуге мәжбүр етеді. Қазіргі уақытта бұл мәселенің шешімдерінің бірі экологиялық мониторинг посттарын енгізу болып табылады. Экологиялық мониторинг деректері бойынша қоршаған ортаның ластану көздері анықталады және әрбір нақты кәсіпорынның үлесі анықталады. Қоршаған ортаның жай-күйін бақылаудың кешенді жүйесінің көмегімен жүргізілетін табиғат қорғау іс-шараларының тиімділігі де бағаланады. Экологиялық бақылау посты дербес бақылау жүйелері және ақпаратты жинау мен өндеудің бірыңғай орталығы түрінде ұйымдастырылады. Бақыланыатын пара метрдің бірі-өзендегі су ағыны

Баяу ағатын өзендегі су ағынын анықтау үшін қалқымалы сенсорды пайдалану ұсынылады. Мұндай сенсор дәстүрлі «дөңгелектермен» салыстырғанда жоғары сезімталдыққа ие [1].

Қазіргі таңда тоқыма өнеркәсібі – экологиялық тұрғыдан ең көп ластануға себеп болатын өндіріс салаларының бірі. Бұл салада әсіресе су ресурстарына түсетін экологиялық жүктеме жоғары. Мата өңдеу, бояу, жуу, тазалау процестерінде пайдаланылатын судың көлемі мол және пайдаланылған судың құрамында зиянды химиялық заттар көп болады.

Осыған байланысты өндірістік процестегі су сапасын қадағалап отыру – маңызды экологиялық міндет [2].

### **Материалдар мен әдістер**

#### **Теориялық талдау**

Экологиялық мониторинг – қоршаған ортаның жағдайын бақылап, уақытылы шаралар қабылдауға мүмкіндік беретін ғылыми-тәжірибелік жүйе. Тоқыма өндірісінде экожүйеге түсетін су жүктемесін төмендету мақсатында мониторинг жүргізу қажет [3].

Ақпараттық технологиялар рөлі:

Датчиктер және сенсорлар жүйесі: зауыттарда ағын сулардың құрамын нақты уақыт режимінде бақылауға арналған автоматтандырылған сенсорлар орнату арқылы деректерді үздіксіз жинауға болады.

SCADA жүйелері: өндірістегі барлық экологиялық процестерді орталықтандырылған түрде бақылауға мүмкіндік береді.

Геоақпараттық жүйелер (ГАЗ): су ресурстарының ластану ошақтарын картографиялау үшін қолданылады.

Big Data және жасанды интеллект: жиналған деректерді талдау, болжау және алдын ала қауіп-қатерді анықтау үшін қолданылады.

Тоқыма өндірісі қоршаған ортаға айтарлықтай әсер ететін салалардың бірі болып табылады. Өндірістік процестер барысында көптеген химиялық реагенттер мен судың көлемі пайдаланылады. Бұл өз кезегінде су экожүйелерінің ластануына әкеледі. Сондықтан су ресурстарының жағдайын бақылау мен ақпараттық қамтамасыз ету жүйелерін жетілдіру – кезек күттірмейтін мәселе [4-5].

#### **Тоқыма өндірісіндегі су ресурстарының ластану түрлері**

Тоқыма өндірісі кезінде судың ластануы көбіне келесі химиялық заттардан туындайды:

Бояғыш заттар – азобояғыштар, фталаттар, ауыр металдар.

Тұрақтандырғыштар мен жуғыш заттар – аниондық, катиондық ПАВ.

Формальдегид пен хлор қосылыстары – мата беттерін өңдеуде қолданылады.

Микрофибра қалдықтары – синтетикалық маталардан бөлініп, су жүйесіне түсіп, биологиялық ортаға әсер етеді.

Ақпараттық қамтамасыз ету – экологиялық мониторингтің сапалы әрі нәтижелі жүргізілуінің негізі. Ол үшін келесі негізгі тетіктерді іске асыру қажет:

#### **1. Деректерді жинау құралдары:**

Лазерлік және оптикалық сенсорлар

Химиялық құрамы мен температураны өлшеу құрылғылары

#### **2. Ақпаратты өңдеу және сақтау:**

Өндіріс орнында алынған деректерді бұлтты серверлерге жіберу арқылы үздіксіз бақылау

Автоматтандырылған есеп беру жүйелері

#### **3. Талдау және болжам жасау:**

Экожүйедегі өзгерістерге болжау жасауға арналған математикалық модельдер

Машина оқыту алгоритмдері арқылы судың сапасын болжау

#### **4. Кері байланыс және әрекет ету:**

Ластану байқалған жағдайда автоматты ескерту жүйелері іске қосылып, өндіріс процесі реттеледі

Тоқыма өндірісіндегі су ресурстарының сапасын бақылау және оны ақпараттық жүйелер арқылы қолдау – экологиялық қауіпсіздік пен тұрақты даму стратегиясының ажырамас бөлігі. Бұл бағыттағы жұмыстарды жетілдіру өндіріс пен қоршаған орта арасындағы тепе-теңдікті сақтауға мүмкіндік береді.

#### **Тоқыма өндірісінің су ресурстарына әсерін азайту жолдары**

Технологиялық шешімдер:

Zero Liquid Discharge (ZLD) – өндірістен шыққан барлық суды қайта пайдалану технологиясы.

Қайта өңделген суды пайдалану – биологиялық және химиялық тазартудан кейінгі суды қайта өндіріске енгізу.

Жасыл химия – экологиялық таза бояғыштар мен реагенттер қолдану.

Басқару шаралары:

Экологиялық аудит және сертификаттау (ISO 14001).

ERP жүйелері арқылы табиғи ресурстарды басқару.

Мемлекеттік экологиялық стандарттарды енгізу және бақылау (мысалы, Қазақстанның "Жасыл экономика" тұжырымдамасы).

### 5. Қазақстандағы тәжірибелер мен болашағы

Қазақстанда экологиялық мониторингті цифрландыру үдерісі жүріп жатыр. Мысалы:

"EcoDam" жобасы – өнеркәсіптік кәсіпорындардың су қалдықтарын бақылауға арналған цифрлық платформа.

Алматы облысындағы жеңіл өнеркәсіп кластерлері – экологиялық паспорттар мен су ресурстары мониторингін ендіру бойынша пилоттық жобалар жүргізіп жатыр.

### Нәтижелер және талқылау

Кесте 1 - Экологиялық мониторингке қолданылатын заманауи ақпараттық технологиялар

Технология	Қолдану мақсаты	Артықшылықтары
IoT (Internet of Things)	Су сапасына арналған интеллектуалды сенсорлар	Нақты уақыттағы бақылау
AI және Machine Learning	Тазарту жүйелерінің тиімділігін болжау	Ластану деңгейін ертерек болжау
Блокчейн	Мониторинг деректерінің ашықтығы мен сенімділігі	Экологиялық есептілік жүйесінде сенімділік
Cloud Computing	Үлкен көлемдегі деректерді өңдеу және сақтау	Деректерді қашықтан басқару

Датчик-бұл жеңіл материалдан жасалған, берік жіппен немесе түбінде бекітілген нүктесі бар жұқа сызықпен байланысқан шар тәрізді қалқымалы. Бекіту нүктесінде жіптің тік күйден ауытқу бұрышын анықтайтын құрылғы орналасқан.

Су ағыны кезінде доп тік күйден ауытқиды, ауытқу бұрышы радиоарна арқылы Орталық компьютерге беріледі, онда су ағынының жылдамдығы есептеледі.

Өзеннің су ағынын анықтау үшін арнаның берілген бөлігінде бірнеше жылдамдық датчиктері орнатылады, олардың көрсеткіштері дәстүрлі түрде орташаланады. Бұл әдісті техникалық тұрғыдан жүзеге асыру қиын [6].

Бұл жұмыста келесі тәсіл қолданылады. Жылдамдық бір нүктеде өлшенеді. Рейнольдс теңдеулері және өзен арнасының белгілі көлденең қимасының конфигурациясындағы Спеллинг турбуленттілік моделі бір нүктеде жылдамдық бойынша бүкіл қимадағы жылдамдық профилін қалпына келтіруге және су ағынын есептеуге мүмкіндік береді [7].

Қимадағы жылдамдық өрісі үшін Рейнольдс теңдеулері стационарлық жағдайда форманы алады:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial U}{\partial y} \right) + P = 0$$

Мұнда x, y-арнаның көлденең қимасының координаттары; U-жылдамдық шамасы; D - кинематикалық турбулентті тұтқырлық; P- ауырлық күшінің әсерінен ағынның үдеуінің

құрамдас бөлігі.

Д осы нүктедегі өзеннің тереңдігіне байланысты екенін қабылдаймыз. Өзеннің түбінде жылдамдық нөлге, ал су бетінде тік координатадағы жылдамдықтың бірінші туындысы нөлге айналады деп болжанады.

Ағынның берілген нүктесіндегі есептелген жылдамдық сол нүктедегі ағынның жылдамдығын өлшейтін құрылғының көрсеткіштерімен сәйкес келетін R мәнін іздеу жүргізіледі. Бұл шарт орындалған кезде арнаның бүкіл қимасындағы жылдамдық өрісі қалпына келтіріледі:

$$Q = \int_{\Omega} U(x, y) dx dy$$

Мұнда Q-ағын;  $\Omega$  - өзен – бір жағынан өзен түбімен, екінші жағынан оның бетімен шектелген аймақ.

### Қорытындылар

Қорытындылар: Тоқыма өндірісіндегі су ресурстарының экологиялық мониторингі – ақпараттық технологияларды қолданусыз тиімсіз болар еді. Осы бағытта экологиялық қауіпсіздік деңгейін арттыру үшін цифрлық шешімдерді кеңінен ендіру – болашақтың қажеттілігі.

Тоқыма өнеркәсібінің экологиялық қауіпсіздігі – тек технологиялық емес, сонымен қатар стратегиялық мәселе. Су ресурстарының жағдайын бақылауда ақпараттық жүйелерді қолдану — өндірістің тұрақты дамуын қамтамасыз ететін басты құрал. Бұл саладағы табыс – мемлекет, ғылым, және өндіріс арасындағы үйлесімді әріптестікте жатыр.

Көрсетілген математикалық модель негізінде өзен арнасының бүкіл қимасы бойынша жылдамдық өрісін есептеуге мүмкіндік беретін бағдарламалық жасақтама жасалды. Осылайша, экологиялық мониторинг посты су ресурстарының жай-күйі туралы тұрақты ақпаратқа ие және барлық өзгерістерге жедел жауап береді.

### Әдебиеттер тізімі

1. А.А. Абдуова, В.М. Джанпаизова, Ж.У. Мырхалыков, М.И. Сатаев, Н.Е. Ботабаев, Анализ современного состояния вопроса исследования промышленного применения напорных гидроциклонов в области очистки сточных вод легкой промышленности, «Известия вузов., Технология текстильной промышленности.», №3(363), Текстильный институт Ивановского государственного политехнического университета, РФ, г. Иваново, 2016, С. 227-231
2. О.П. Байысбай, Г.М. Изтлеуов, Н.Е. Ботабаев, А.А. Абдуова, А.А. Батиркулова, Б.У. Байбатырова, Г.Ш. Аширбекова, Очистка сточных вод предприятий легкой промышленности от ионов хрома (vi), «Известия вузов., Технология текстильной промышленности.», №1(379), Текстильный институт Ивановского государственного политехнического университета, РФ, г. Иваново, 2019, С. 306-308
3. Б.Н. Мынбаева Экологиялық мониторинг. Оқу құралы. Алматы: Абай атындағы ҚазҰПУ, 2009, 88 б.
4. Байгометова Д.С. 1514000 « Экология және жер қойнауын пайдалану салаларындағы табиғи ресурстарды тиімді қолдану» мамандығына арналған «Қалалық агломерациялар мен өнеркәсіптік кешендерді геологиялық экологиялық зерттеу әдістемесі» пәнінен базалық тірек конспектісі. Семей, 2017, 120 б.
5. Су ресурстарын ұтымды пайдаланудың экономикалық мүмкіндіктері. Мына сілтемеде: <https://farabi.university/news/82205?lang=kz>

6. Су ресурстарының сапалы жағдайының мониторингі. Бақылауды ұйымдастыру, нәтижелерді талдау, бағалау және болжау. Су сапасының негізгі көрсеткіштері. Мына сілтемеде:

<https://www.ektu.kz/files/DistanceEducation/Resource/252673/%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%206.docx>

7. Қазақстан Республикасы су ресурстарының экологиялық жағдайы. Мына сілтемеде: <https://stud.baribar.kz/7686/qazaqstan-respublikasy-su-resurstarynyh-ekologiyalyq-zhaghdayy/?ysclid=mcbt67grxb343604762>

### References

1. A.A. Abduova, V.M. Dzhanpaizova, Zh.U. Myrhal'ykov, M.I. Sataev, N.E. Botabaev, Analiz sovremennogo sostojaniya voprosa issledovaniya promyshlennogo primeneniya napornyh gidrociklonov v oblasti ochistki stochnyh vod legkoj promyshlennosti, «Izvestija vuzov., Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.», №3(363), Tekstil'nyj institut Ivanovskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta, RF, g. Ivanovo, 2016, S. 227-231
2. O.P. Bajysbaj, G.M. Iztleuov, N.E. Botabaev, A.A. Abduova, A.A. Batirkulova, B.U. Bajbatyrova, G.Sh. Ashirbekova, Ochistka stochnyh vod predpriyatij legkoj promyshlennosti ot ionov hroma (vi), «Izvestija vuzov., Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.», №1(379), Tekstil'nyj institut Ivanovskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta, RF, g. Ivanovo, 2019, S. 306-308
3. B.N. Mynbaeva Jekologijalyk monitoring. Оқу құралы. Алматы: Abaj atyndaғы ҚазҰПУ, 2009, 88 б.
4. Bajgometova D.S. 1514000 «Jekologija zhәне zher қojnauyn pajdalanu salalaryndaғы tabiri resurstardy tiimdi қoldanu» mamandyғына арналған «Қалалық aglomeracijalar мен өнеркәсіптік keshenderdi geologijalyk jekologijalyk zertteu әdistemesi» рәнінен bazalyk tirek konspektisi. Semej, 2017, 120 б.
5. Su resurstaryn ұтымды pajdalanudың jekonomikalyk мүмkindikteri. Мына siltemede: <https://farabi.university/news/82205?lang=kz>
6. Su resurstarynың sapaly zhaғdajynың monitoringi. Bakyлаudy ұjymdastyру, nәtizhelerdi taldaу, бағалау zhәне болzhaу. Su sapasynың negizgi көсетkishteri. Мына siltemede: <https://www.ektu.kz/files/DistanceEducation/Resource/252673/%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%206.docx>
7. Қазақстан Respublikasy su resurstarynың jekologijalyk zhaғdajy. Мына siltemede: <https://stud.baribar.kz/7686/qazaqstan-respublikasy-su-resurstarynyh-ekologiyalyq-zhaghdayy/?ysclid=mcbt67grxb343604762>

**А.К. Бектурсунова\*, Н.Е. Ботабаев**

Доктор PhD, доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
Доктор PhD, старший преподаватель, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: [bektursunova7979@mail.ru](mailto:bektursunova7979@mail.ru)

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### Аннотация

Данное исследование направлено на экологическую устойчивость использования водных ресурсов в текстильной промышленности и систематическое проведение мониторинга с применением методов информационно-коммуникационных технологий. Поскольку текстильное производство является одной из отраслей, использующих большое количество воды, защита качества воды и ее экономное использование являются насущными проблемами.

В исследовании рассматриваются современные методы определения уровня задымления и загрязнения воды на текстильных фабриках, а также технологии повторного использования и очистки воды в производственных процессах. С помощью информационных систем (например, устройств IoT, информационных платформ, алгоритмов анализа данных) водные ресурсы можно отслеживать в режиме реального времени, быстро выявлять источники загрязнения и снижать экологические риски.

Результаты исследования предлагают эффективные решения в текстильной промышленности, направленные на соблюдение экологических норм, экономное использование воды и защиту окружающей среды от загрязнения. Внедрение систем мониторинга на основе информационно-коммуникационных технологий способствует не только решению экологических проблем, но и снижению производственных затрат и рациональному использованию ресурсов.

Эта работа способствует исследованиям в области окружающей среды, а также разработке стратегий устойчивого развития в текстильной промышленности.

**Ключевые слова:** текстильное производство, водные ресурсы, экологический мониторинг, информационные технологии, загрязнение.

**A.K. Bektursunova\*, N.E. Botabayev**

PhD, associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

PhD, Senior Lecturer, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding author: bektursunova7979@mail.ru

## **INFORMATION SUPPORT OF ENVIRONMENTAL MONITORING OF WATER RESOURCES IN THE PRODUCTION OF TEXTILE MATERIALS**

### **Abstract**

This study is devoted to the environmentally sustainable use of Water Resources in the textile industry and systematic monitoring using information and communication technology methods. Since textile production is one of the industries that uses a large amount of water, protecting water quality and using it sparingly is an urgent issue.

The study examines modern methods for determining the level of smoke and pollution of water in textile factories, as well as technologies for reuse and purification of water in production processes. Through the use of information systems (e.g. IoT devices, information platforms, data analysis algorithms), it is possible to monitor water resources in real time, quickly identify sources of pollution and reduce environmental risks.

The results of the study provide effective solutions in the textile industry aimed at compliance with environmental norms, economical use of water and protection of the environment from pollution. The introduction of monitoring systems based on information and communication technologies contributes not only to solving environmental problems, but also to reducing production costs and rational use of resources.

This work contributes to research in the field of Environmental Protection, as well as the development of Sustainable Development Strategies in the textile industry.

**Keywords:** textile production, Water Resources, Environmental Monitoring, Information Technology, pollution.

ӘОЖ 661.635.66:631.859.11

**Ж.Қ. Қалдарбекова\*, Ш.Т. Кошкарбаева, М.З. Ескендилов, А.А. Қадірбаева**  
магистрант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.д., профессор, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
\*Корреспондент авторы: [khaliya87@mail.ru](mailto:khaliya87@mail.ru)

## НАТРИЙ ПИРОФОСФАТЫ ӨНДІРІСІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖОБАСЫ

### Түйін

Мақалада натрий пирофосфатының негізгі физика химиялық қасиеттері, қолданылу аумағы және өндірістің материалды ағымының есебі келтірілген. Натрий пирофосфаты буферлік агент, эмульгатор, диспергатор, су жұмсартқыш, майды кетіру агенті, тот кетіргіш және басқа пирофосфатты өндіру үшін шикізат ретінде пайдаланылады. Натрий пирофосфатына сұраныс жоғары болуы себебінен, оны өндіру қажеттілігі негізделген, сонымен қатар технологияны жетілдіру әдістері және соңғы өнімнің сапасын жоғарылату зерттелген. Мақалада қақталған соданы қолдану арқылы натрий үшполифосфатын алудың материалды балансын есептеудің нәтижелері келтірілген. Бұл кезде қосымша өнімнің түзілу мүмкіндігі, олардың сандық көрсеткіштері және таңдалынып алынған әдістері бойынша қоспалардың түрлері негізделген. Натрий пирофосфатының тағам өндіру өндірістерінде қолданылуына байланысты, алынатын өнімнің қоспа компоненттерінен тазалау әдістері келтірілген.

**Кілттік сөздер:** натрий пирофосфаты, қақталған сода, бейорганикалық қосылыс, зерттеу жұмысы, жоба, өндіріс, буландыру.

### Кіріспе

Қазақстан Республикасының барлық дерлік облыстарында бейорганикалық заттар өндіретін үлкенді – кішілі зауыттар жеткілікті. Олардың барлығы да қазіргі кезде қайта құрылып, нарық жағдайына бейімделіп жұмыс істей бастады. Жоғары сапалы өнім шығару үшін жаңа технологиялар оларды негізінде өнім өндіру жоғары деңгейдегі басты мәселе. Сондықтан ғылыми тұрғыдан жаңа өндіріс жобаларын құру инженер мамандардың басты міндеттері.

Натрий пирофосфаты буферлік агент, эмульгатор, диспергатор, су жұмсартқыш, майды кетіру агенті, тот кетіргіш және басқа пирофосфатты өндіру үшін шикізат ретінде пайдаланылады.

Сонымен қатар ол қағаз, көкөніс талшықтарының, тіс пастасы ағартқыштарында, жуғыш және сусабындарда қолданылады. Гальваникалық процестерде оны қаптама ерітіндісін дайындау үшін қолдануға болады.

Натрий пирофосфатын алу жолдарын көптеген ғалымдар зерттеген. Натрий үшполифосфатын тазартқыш және жуғыш заттар компоненттерін алуда пайдаланатындықтан фосфор қышқылын содосульфатты қалдығымен  $\text{Na}_2\text{O} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1,66-1,70$  мольдік қатынасқа дейін бейтараптау арқылы алған [1].

Ғалымдардың [2] зерттеулері бойынша өнім тағам технологиясы мен жуғыш заттар технологиясында қолданылатындықтан олар мышьяк және қорғасын қоспаларының мөлшерін сүзгілеу үрдісінің тиімділігін арттыра отырып алу болып табылады. Әдісте фосфор қышқылымен соданы бейтараптайды, тұнбаны қалыптайды және сүзгіден өткен ерітіндіні бейтараптайды, дегидратациялайды, фосфаттарды қақтайды. Бейтараптау сатысын натрий тотығымен фосфор тотығының қатынасын (0,8-1,07):1 аралығында алады.

## Материалдар мен әдістер

Натрий пирофосфатын алуды зерттеу институтының ғалымдары [3] зерттеген. Олар фосфор қышқылын содамен рН 6,3-6,7 дейін бейтараптап, содан соң реакциялық массаға кальций карбонатын және күкіртқұрамдас компонент қосады. Суспензияны сүзеді, ерітіндіні термиялық өңдеуден өткізіп, дайын өнім алады. Бейтараптау сатысында рН = 6,3-6,7 дейін ерітіндіге кальций карбонаты мен сілтілік металдардың сульфидінің массалық қатынасы (0,002-0,):1 аралығындағы қоспасын қосады. Қоспа 25-30 мин аралығында ұсталынады. Ұсынылып отырған техникалық шешім микроқалдықтарды 3-15 есе азайтуға болатындығын көрсетеді. Сонымен бірге сүзу жылдамдығын 1,5-2 есе жоғарылатады.

Авторлар [4] натрий пирофосфатын экстракциялық фосфор қышқылы мен термиялық фосфор қышқылының қоспасын содамен бейтараптауды ұсынады. Бұл әдіс бойынша натрий үшполифосфатын алудың энергия шығындарын азайтуға болады. ЭФҚ және ТФҚ қатынасы 1: (0,85-0,95) массалық бөлікте алынады.

Натрий пирофосфатының тұтынушылығы 1985 жылдары 2,8 млн.тонн немесе 1,62 млн. тонн  $P_2O_5$  құраған [5]. Оны өндіретін елдер қатарына АҚШ, ТМД, Германия, Франция, Ұлыбритания, Испания, Италия жатады.

Еуропалық натрий пирофосфатын алатын концерн Hoechst компаниясы болып табылады. Ол Германия территориясында орналасқан ең қуатты өндіріс. Сонымен қатар тағыда бір Еуропалық ірі өндіріске Albright & Wilson компаниясы жатады.

Жуғыш заттар композициясында көбік түзілуге қарсы күресуге жемдік және тағамдық қоспа, және т.б. үшін қолданылатын натрий пирофосфатын алу әдісі [6] зерттелінген. Әдістің мәні: терең фторсыздандыру үрдісін рН 0,7-2,5 дейін содамен бейтараптайды, содан соң тұнбаны сүзеді, фильтратты барий қосылыстарымен сульфатсыздандырады. Бұл кезде молярлық қатынасты ВаО: СаО 0,2-0,4 етіп алады. Суспензияны содамен молярлық қатынасы 1,05-1,08 және 1,63-1,65 етіп, 80-85<sup>0</sup>С температурада, әрбір сатыда 2-2,5сағ аралығында бейтараптайды.

Натрий пирофосфатын алуда авторлар зерттеу [7] жұмысын жүргізген. Олар экстракциялық фосфор қышқылын екі сатылы бейтараптауға негізделген. Экстракциялық фосфор қышқылының құрамында сульфат-ионы артық мөлшерде кальций сульфаты түрінде түзілуі үшін (массалық қатынасы  $SO_3:P_2O_5$ -0,028-0,08) ортаның рН 4,5 және 6,6 дейін содамен бейтараптайды, әрбір сатыда қоспа тұнбасын бөліп алады. Әдісте натрий сульфаты бейтараптаудың бірінші сатысында сүзілу қабілетін жақсартады, ортофосфаттардың натрий пирофосфатына өту дәрежесін 99 пайызға дейін жоғарылатады.

Теориялық мәліметтерді қорыта келгенде натрий пирофосфаты тағам саласының көптеген өнімдерінде пайдаланылатыны анықталды. Сондықтан натрий пирофосфатының технологиясын жобалау басты міндет болып табылды.

Натрий пирофосфаты өндірісінде негізгі шикізат болып фосфор қышқылы, қақталған сода пайдаланылады. Он сулы натрий пирофосфатының өндірісінде, келесідей энергия ресурстары пайдаланылады: электр энергиясы, сығынды ауа, табиғи газ ( $Q=8666кДж$ ), айналмалы су.

Натрий пирофосфатын алудың негізгі жолы термиялық фосфор қышқылын қақталған содамен бейтараптандырып, түзілген динатрийфосфат ерітіндісін сусыздандырып, 390-510<sup>0</sup>С – та натрий пирофосфаты түзілгенше қақтау болып табылады.

Фосфор қышқылының бейтараптандырылуы келесі реакция арқылы жүреді:



Бейтараптау үшін 40-43 % фосфор қышқылы керек, процесс 60-80<sup>0</sup> температурада жүргізіледі, рН 7,5-9,0, ерітіндінің тығыздығы  $\rho=1,34-1,4г/см^3$ .

1-кестеде бастапқы шикізаттар, материалдар және жартылай фабрикаттар сипаттамасы берілген.

Дайын ерітінді  $\text{CO}_2$  газы ұшқанша қайнатылады. Механикалық қоспалар рамалы сүзгіде сүзілу арқылы тазаланады. Қоспалардан тазартылған ерітіндіні сусыздандырады, кептірілген динатрийфосфатты – дегидратациялайды. Динатрийфосфат ерітіндісі  $400\text{-}700^\circ\text{C}$  температуралы кептіргіштің жоғарғы бөлігіне келіп түсетін ыстық газдар ағынына қысыммен беріледі, одан ол  $100\text{-}200^\circ\text{C}$  температурамен шығарылады. Кептіргіштен өнім  $50\%$  ылғалдылықпен шығады.

1–кесте- Бастапқы шикізаттар, материалдар және жартылай фабрикаттар сипаттамасы

Шикізат, материалдар, жартылай фабрикаттар атауы	Стандарт, техникалық жағдай. Шикізатты дайындау бойынша регламент	Регламенттелген көрсеткіштер
1. Динатрийфосфаттар ерітіндісі	Динатрийфосфат өндірісінде дайындалады	Тығыздығы $1,38\text{-}1,4$ (г/см <sup>3</sup> )
2. Ортофосфор қышқылы (сұйытылған)	РФҚ цехының регламенті МЕСТ 5100-85	Тығыздығы $1,62\text{-}1,67$ (г/см <sup>3</sup> )
3. Қышқылға төзімді сүзгі ұнтақ	РСТ МЕСТ 1071-79	МЕСТ 1071-79 талапы бойынша келісілген
4. Дистилденген су	МЕСТ6709-72	Хлоридтердің массалық үлесі $0,02$ (мг/дм <sup>3</sup> ) артық емес

Құрғақ динатрийфосфат дегидратациясын айналмалы барабанды пештерде немесе материалдарды араластыруға арналған горизонталь қалақшалары бар жылжымайтын пештерде жүргізіледі. Динатрийфосфаттың кептіру мен дегидратациялау қос процесін – отқа төзімді кірпішпен қапталған цилиндр мұнаралы кептіру-қақтау пештерінде жүргізіледі. Пештің төменгі бөлігінде 4 қақтағыш және 2 салқындатқыш табақшалар орналасқан. Кептіргіш камераның жоғарғы бөлігіне берілетін ерітінді сусыздандырылып, ауырлық күшінің арқасында сусыз динатрийфосфат табақшалардың жоғарғы бөлігіне түседі де, жоғарыдан төмен қарай сырғып отырып пирофосфатқа айналғанша қақтау сатыларын өтеді. Төртінші қақтау табақшадан  $400^\circ\text{C}$  температуралы материал суық су өткізетін суытқыш табақшаларға келіп түседі. Мұнарадан шығар кезде өнім температурасы  $80^\circ\text{C}$  болады.

Динатрийфосфаттың дегидратациясы келесі реакция бойынша жүргізіледі:



Кептіргіш камерасындағы температура  $130\text{-}280^\circ\text{C}$  аралығында болады.

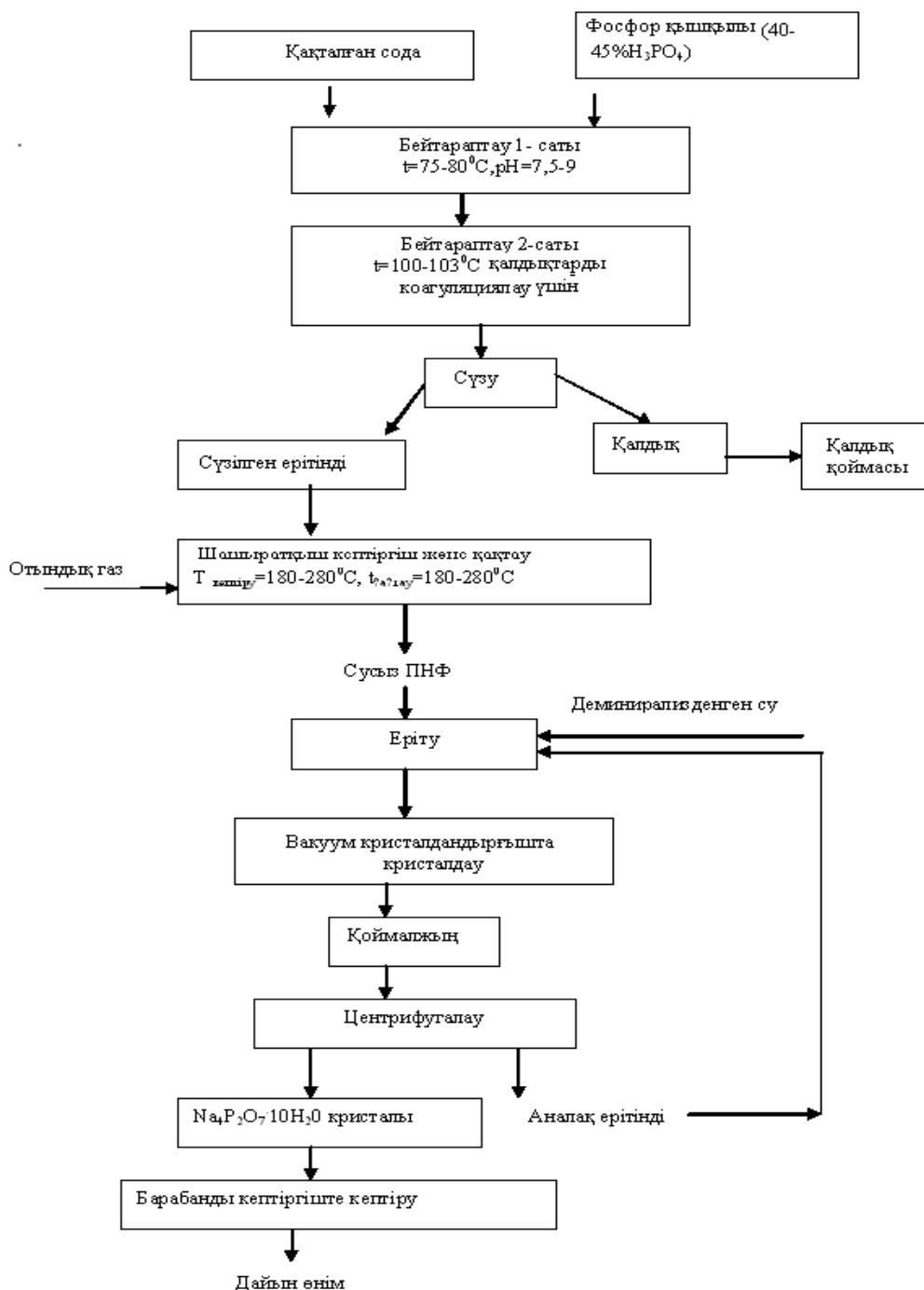
#### Зерттеу нәтижелері

Сусыздандыру процесінің нәтижесінде құрамында  $93\text{-}98\%$  негізгі заты бар сусыз пирофосфат түзіледі ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) –қа есептегендегі ортофосфаттың мөлшері  $2\%$ - дан аспауы керек. Онсулы тұз алу үшін алынған өнім температурасы  $80^\circ\text{C}$ , тығыздығы  $1,08\text{-}1,16$  кг/м<sup>3</sup> болатын аналық ерітіндіде немесе деминерализацияланған суда ерітіліп,  $20\text{-}40^\circ\text{C}$  температурада үздіксіз араластыра отырып кристалданады. Ерітінді тығыздығы  $1,30\text{-}1,35$  т/м<sup>3</sup> болуы қажет, ол  $22\%$   $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  – ға сәйкес келеді.

Онсулы тұздың түзілу реакциясы:  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 10\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  Тұз кристалдары ерітіндіден центрифуга арқылы ажыратылып, құрамында  $0,5\%$  ылғал қалғанша кептіріліп, қораптауға жіберіледі. 1-ші суретте онсулы пирофосфат алудың технологиялық схемасы көрсетілген.

Жобада фосфор қышқылын бейтараптандыру сатысындағы 1т. қақталған соданың материалдық есептемесі жүргізілді.

Есептемеде ең алдымен 1т. содамен бірге қанша негізгі зат пен қоспалар келетіні анықталды. Есеп соңында берілген мәліметтерге сүйеніп, 1000 кг. қақталған соданың құрамында 992 кг натрий корбанаты ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), хлоридтер ( $\text{Cl}^-$ ) 3,034 кг., сульфаттар ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 0,27 кг, темір ( $\text{Fe}^{3+}$ ) 0,021 кг, суда ерімейтін заттар 0,4, су ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 2,17 кг. болатындығы есептеліп анықталды. Осыдан кейін фосфор қышқылының массасы анықталды. Есептеу нәтижелерінен 1000кг қақталған соданы бейтараптандыру үшін кететін фосфор қышқылының жалпы массасы 917,10367 кг құрады.  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -тің шоғыры мен соңында шыққан фосфор қышқылындағы қоспаларды біле отырып, 1т. қақталған соданы бейтараптандыруға жұмсалатын массасы 1256.3063 кг тең болды.



Сурет 1. Он сулы натрий пирофосфатын алудың технологиялық схемасы

Жобаланған цехтың сағаттық өнімділігін есептеудің материалды балансы есептелді. Цехтың өнімділігі көбінесе тонна жылына беріледі. Есептеу және қондырғыларды таңдау, коммуникациялау және басқа да жоба жұмыстарын жүргізу үшін цехтың сағаттық өнімділігі алынады, яғни кг/сағ. Материалды балансты есептеуге қажетті қайта есептеу коэффициентін анықтамас бұрын цехтың жұмыс істеу режимін және жөндеу жұмыстар уақытын анықтау қажет. Бастапқы мәліметтер бойынша цехтың өнімділігі  $M_0$  т/жылына, жөндеу жұмысының уақыты  $t_0$  тәулік. Үздіксіз жұмыс ітейтін өндіріс үшін тәулігіне 24 сағат. Сонда жобаланып жатқан өндірістің өнімділігі есептеу нәтижесінде 1,2254902 т/сағ тең болды.

### Қорытынды

Дамыған елдердің экономикасының үздіксіз алға басуы инновациялық қызметті үнемі қолдап, қуаттайтын және ынталандыратын саясаттың арқасында мүмкін болып отыр. Бұл саясат ел экономикасының бұзып-жарып алға шығуын қамтамасыз ететін озық технологияны, басқарудың жаңа түрлерін, ғалымдар мен өнертапқыштардың ойлап шығарған жаңа дүниелерін тез өндіріске енгізіп отыруға бағытталған.

Натрий пирофосфатын өндірудің түрлі әдістеріне шолу жасалып, оның тиімді параметрлеріне қысқаша сипаттама берілді. Технологиялық бөлімде натрий карбонаты мен фосфор қышқылын бейтараптау арқылы натрий пирофосфатын алу, одан ары қарай кептіру, қақтау сатыларының технологиясын сипаттап, негізгі қондырғылар мен аппараттарға және материалдық есептеулер жүргізілді. Сонымен қатар өнімдер мен шикізаттарға сипаттама берілді.

### Әдебиеттер тізімі

1. Кармышев В.Ф., Соболев Б.П., Носков В.Н. Производство и применение кормовых фосфатов. М.: Химия, 1987, 364 с.
2. Зинюк Р.Ю. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 2008257 RU. 1994.
3. Аюпова С.Р. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 1761664 RU. 1992.
4. Кривонос Ю. С. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 2102314 RU. 1998.
5. Икрамов Р.Т. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 10554299 RU. 1982.
6. Соловьев А.С. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 256741 RU.1989.
7. Бугенов Е.С., Джусипбеков У.Ж. Физико-химические основы и технология производства неорганических соединений фосфора. Алматы: Кітап, 2006, 345с.

### References

1. Karmyshev V.F., Sobolev B.P., Noskov V.N. Proizvodstvo i primeneniye kormovyh fosfatov. M.: Himiya, 1987, 364 s.
2. Zinyuk R.YU. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 2008257 RU. 1994.
3. Ayupova S.R. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 1761664 RU. 1992.
4. Krivonosov YU. S. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 2102314 RU. 1998.
5. Ikramov R.T. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 10554299 RU. 1982.
6. Solov'ev A.S. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 256741 RU.1989.
7. Bugenov E.S., Dzhusipbekov U.ZH. Fiziko-himicheskie osnovy i tekhnologiya proizvodstva neorganicheskikh soedineniy fosfora. Almaty: Kitap, 2006, 345s.

**Ж. К. Калдарбекова\*, Ш. Т. Кошкарбаева, М. З. Ескендиров, А. А. Кадирбаева**

магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
к. т. н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
д. т. н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
к. т. н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: [khaliya87@mail.ru](mailto:khaliya87@mail.ru)

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА ПИРОФОСФАТА НАТРИЯ

#### Аннотация

В статье приведены основные физико-химические свойства пирофосфата натрия, область применения и расчеты материального потока производства. Отмечено, что пирофосфат натрия широко используется в качестве сырья для буферного агента, эмульгатора, диспергатора, умягчителя воды, агента для удаления масла, дезодоратора. В связи с высоким спросом на пирофосфат обоснована необходимость его производства, исследованы методы усовершенствования технологии и

повышения качества конечной продукции. В статье приведены результаты расчета материального баланса получения триполифосфата натрия с использованием кальцинированной соды. При этом отмечены возможности образования побочных продуктов, их количественные показатели и виды соединений по методам выбора анализа. Согласно области применения пирофосфата натрия пищевой промышленности приведены методы очистки продукта от примесных компонентов.

**Ключевые слова:** пирофосфат натрия, кальцинированная сода, неорганическое соединение, исследовательская работа, проект, производство, испарение.

**Zh.K. Kaldarbekova, Sh.T. Koshkarbayeva, M.Z. Yeskendirov, A.A. Kadirbayeva**

Master's student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Doctor of Technical Sciences, Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding author's email: [khaliya87@mail.ru](mailto:khaliya87@mail.ru)

## **TECHNOLOGICAL PROJECT FOR THE PRODUCTION OF SODIUM PYROPHOSPHATE**

### **Abstract**

The article presents the main physico-chemical properties of sodium pyrophosphate, application area and calculations of the material flow of production. It is noted that sodium pyrophosphate is widely used as a raw material for a buffering agent, emulsifier, dispersant, water softener, agent for removing oil, deodorizer. Due to the high demand for pyrophosphate, the necessity of its production, investigated methods of technology improvements and improve the quality of the final product. The article presents the results of calculating the material balance for obtaining sodium tripolyphosphate with using soda ash. At the same time, the possibility of formation of by-products is noted, their quantitative indicators and types of compounds according to the methods of choice of analysis. According to the scope of use of sodium pyrophosphate in the food industry, methods are given for cleaning the product from impurity components.

**Key words:** sodium pyrophosphate, smoked soda, inorganic compound, research work, project, production, evaporation.

УДК 666.94.01

**В.В. Мустафович, Б.Т. Таймасов\*, Н.В. Шестова**

магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
д.т.н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
магистр, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: [taimasovukgu@mail.ru](mailto:taimasovukgu@mail.ru)

## **ПРОЦЕССЫ ОБЖИГА СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ ТОО «КАСПИЙ ЦЕМЕНТ» С ДОБАВКАМИ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛИЗАТОРОВ**

### **Аннотация**

Высокотемпературные процессы обжига клинкера являются энергоемкими. На обжиг 1 т клинкера расходуется 110-130 кг условного топлива. Другой проблемой является загрязнение окружающей среды выбросами углекислоты. При обжиге 1 т клинкера в атмосферу выделяется до 700-800 кг CO<sub>2</sub>. Изучено влияние минерализаторов на процессы обжига сырьевых шихт ТОО «Каспийцемент». Установлено, что CaF<sub>2</sub> и комплексные минерализаторы «CaF<sub>2</sub> + фосфогипс» снижают температуру диссоциации, мела на 30 °С. Процессы клинкерообразования завершаются при температурах 1400 °С или на 50-100 °С ниже. Содержание CaO свободной составляет 1,2-2,0 %. Снижение температуры обжига клинкера и введение в состав сырьевой шихты фосфорных шлаков позволит уменьшить выбросы углекислоты в атмосферу, снизить загрязнение.

**Ключевые слова:** сырьевая шихта, обжиг, диссоциация карбоната, обжиг клинкера, минерализаторы, свободная CaO.

### **Введение**

Важнейшим процессом в технологии портландцемента является обжиг сырьевой смеси и получение цементного клинкера. В процессе обжига в сырьевой шихте происходит ряд физических и физико-химических превращений, в результате которых образуется клинкер, представляющий собой спекшиеся гранулы черного цвета диаметром 1...3 см. Минералогический состав клинкера коренным образом отличается от минералогического состава исходных сырьевых материалов, что обуславливает приобретение им совершенно новых, заданных нами свойств [1].

В процессе обжига сырьевой шихты происходит химическое взаимодействие основного оксида CaO с кислотными оксидами. Вначале реакции взаимодействия происходят в твердой фазе, затем при повышении температуры обжига появляется жидкая фаза и образование большей части клинкерных минералов происходит через жидкофазные реакции. Высокотемпературные процессы обжига клинкера являются энергоемкими. На обжиг 1 т клинкера по сухому способу расходуется 110-130 кг условного топлива. Другой проблемой является загрязнение окружающей среды выбросами углекислоты. При обжиге 1 т клинкера в атмосферу выделяется до 700-800 кг CO<sub>2</sub> [1,2].

### **Материалы и методы**

#### **Теоретические основы процессов обжига клинкера и влияние минерализаторов**

При обжиге клинкера после разложения исходных сырьевых материалов на отдельные оксиды происходят твердофазовые реакции в процессе которых образуются белит, трехкальциевый алюминат, четырехкальциевый алюмоферрит и около 10-15% алита. При повышении температуры до 1250°С появляется жидкая фаза в количестве 15...35% в результате расплавления образовавшихся ранее C<sub>3</sub>A и C<sub>4</sub>AF. Внешним признаком жидкофазного спекания является резкое уменьшение пористости и увеличение плотности клинкера. Интенсифицировать процесс жидкофазного спекания можно снижением вязкости

расплава и уменьшением размера твердых частиц, увеличением количества жидкой фазы и повышением коэффициента диффузии.

Фтористые соли вызывают значительное ускорение реакций диссоциации и способствуют понижению температуры ее начала на 30...120<sup>0</sup>С [1,2]. Соли Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaCl, а также триполифосфат натрия Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> интенсифицируют реакцию разложение карбоната кальция. По предположениям ионы Na<sup>+</sup> могут заменять Ca<sup>2+</sup> в кристаллической решетке кальцита, что искажает строение поверхностного слоя кристаллов, приводит к ослаблению связей между ионами. Ускоряется скорость перемещения ионов, из которых складывается процесс термического разложения CaCO<sub>3</sub>.

Фтористые и хромистые соли образуют с CaCO<sub>3</sub> промежуточные соединения, твердые растворы, а также низкотемпературные эвтектические расплавы, возникновение которых облегчает диссоциацию карбоната и сопровождается снижением температуры начало реакций. Сульфаты и фосфаты также катализируют разложение CaCO<sub>3</sub>, но их влияние незначительное. Также диссоциацию ускоряют CaCO<sub>3</sub> и MnO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeS, NaNO<sub>3</sub>. MgCO<sub>3</sub> и FeCO<sub>3</sub> образуют с CaCO<sub>3</sub> твердые растворы. Их разложение проходит при повышенных температурах [3,4].

Установлено, что свинцовые шлаки, клинкер вельцевания цинковых руд ачисайского металлургического завода оказывают минерализующее действие на процесс обжига сырьевых шихт для получения цементного клинкера. Температура обжига снижается на 50-100<sup>0</sup>С, улучшается структура клинкеров [5-7].

Целью исследования является разработка комплексных минерализаторов для снижения температуры спекания клинкера ТОО «Каспийцемент», уменьшения расхода топлива, повышения производительности печи и снижения выбросов углекислоты в атмосферу.

### Экспериментальная часть

На цементном заводе ТОО «Каспий Цемент» международной фирмы HeidelbergCement (Германия) для получения цементного клинкера используется мел месторождения «Шетпе Южное», глина месторождения керамзитовых глин «Аусарское» (таблица 1). В качестве корректирующих добавок используются: песок месторождения кварцевого песка «Шакырганское» и железосодержащий компонент – огарки, представляют собой влажный тонкий порошок, отход химического гидрометаллургического завода (ХГМЗ) г. Актау, с. Баянды [8]. Клинкер обжигают в печи сухого способа размерами Ø4 x 60 м.

В таблице 1 представлен химический состав сырьевых материалов.

Таблица 1 - Химический состав сырьевых материалов ТОО «Каспийцемент»

Сырьевой материал	Химический состав сырьевых материалов, масс. %									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Wet Cl	ППП
Мел	3,87	1,29	0,48	51,82	0,45	0,08	0,26	0,08	0,045	41,11
Глина	65,3	14,01	4,24	2,82	1,34	0,43	2,57	1,97	0,134	5,95
Песок	84,4	8,17	1,38	0,44	0,16	0,09	3,34	1,56	0,02	0,26
Огарки	9,59	0,2	83,16	2,06	0,83	1,66	0,14	0,1	0,143	1,81
Фосфорный шлак	42,68	0,74	0,17	41,18	4,55	0,4	-	-	-	-

Мел состоит в основном из карбоната кальция и небольших примесей кремнезема – 3,87% и глинистых минералов. Влажность мела небольшая – 2,34%. Глина содержат 65,3%

SiO<sub>2</sub>, 14% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и более 4% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Кварцевый песок состоит из 84,41% SiO<sub>2</sub> и более 8% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Огарки содержат достаточно много железа - 83,16% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Электротермофосфорный шлак Ново-Джамбульского фосфорного завода представляет собой гранулированный материал с размером зерен 0,5-2мм. Химический состав представлен в основном оксидами кремния 42,68% и CaO – 41,18%. По ГОСТ 3476-2018 [9] содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в шлаке не должно превышать 2,5%, так как оксид фосфора в повышенных количествах отрицательно влияет на процесс обжига клинкера и гидратацию цемента. Содержащийся в фосфорном шлаке фтор оказывает минерализующее действие на процесс обжига клинкера, понижает температуру спекания, способствует снижению расхода топлива и повышению производительности печи.

Сырьевые материалы были высушены до постоянной массы в сушильном шкафе при температуре 90-100°C. Затем в фарфоровой ступке материалы тщательно измельчили до прохождения через сито №008 и передали в лабораторию «ИРЛИП» для выполнения растрово-электронно-микроскопического (РЭМ), термографического (ДТА) и ИК-спектро스코пического анализов [10,11].

Дериватограммы сырьевых материалов приведены на рис. 1,2.

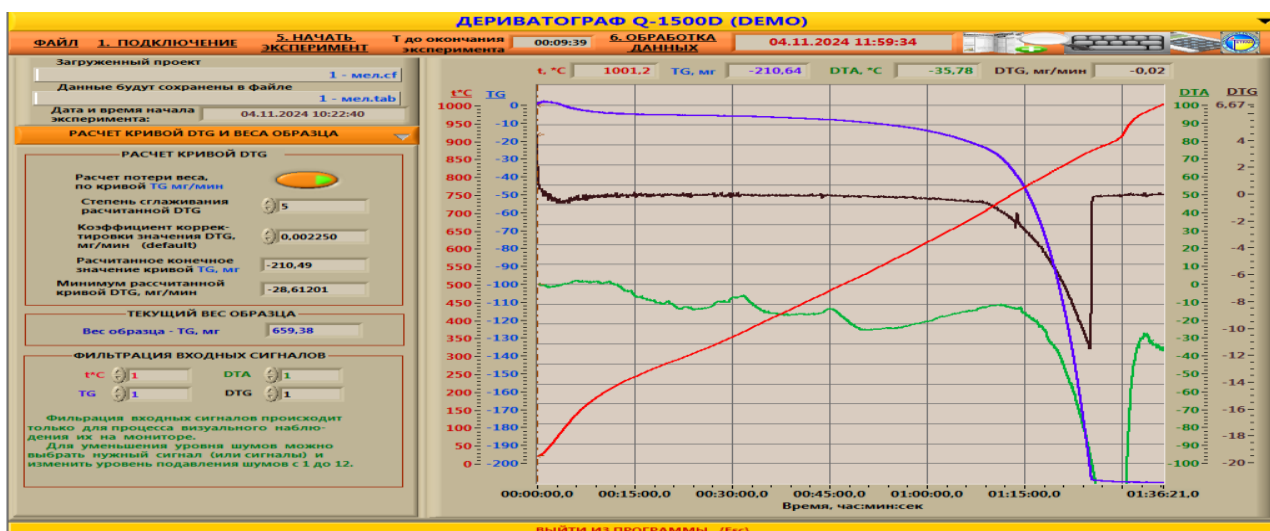


Рис. 1 - Дериватограмма мела месторождения «Шетпе Южное»

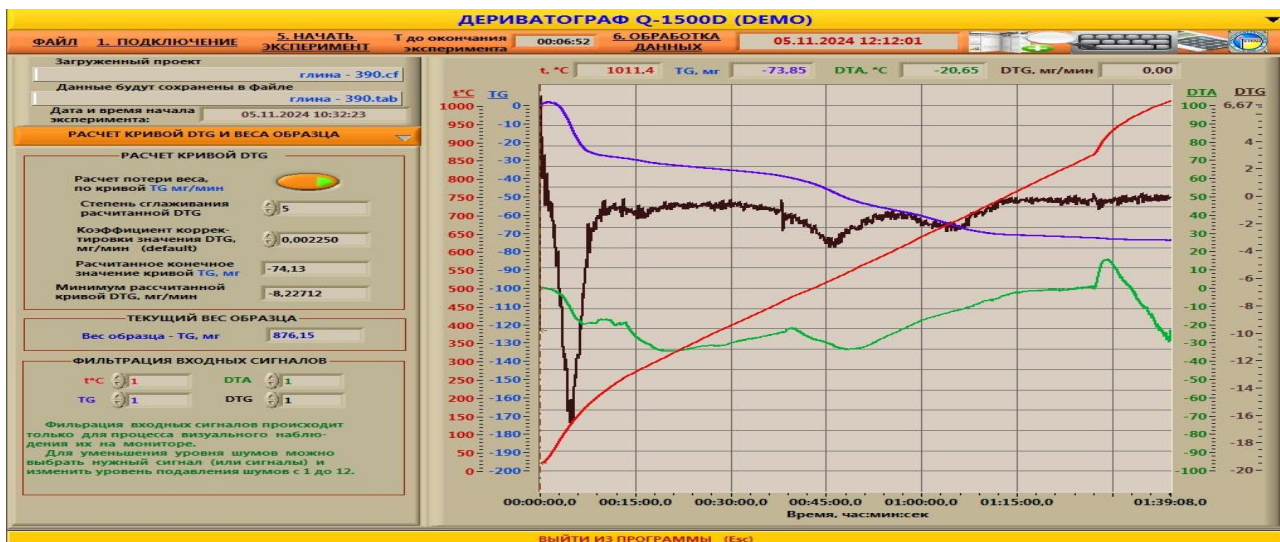


Рис. 2 - Дериватограмма глины месторождения «Аусарское»

На дериватограмме мела (рис. 1) имеется глубокий эндотермический эффект при 890°C обусловленный диссоциацией карбоната кальция. Первоначальная масса образца мела составила 659,38мг, потери массы при 900°C составили 210,49мг. Таким образом, потери при прокаливании мела месторождения «Шетпе Южное» по данным ДТА составили 31,92%, что несколько ниже, чем по данным химического анализа.

На дериватограмме глины (рис. 2) имеются несколько эндотермических эффектов связанных с дегидратацией глинистых минералов и один значительный экзотермический эффект при 900°C.

### Результаты и обсуждение

Расчеты сырьевых смесей выполнили с использованием программы РСС-МС. Программа рассчитывает состав сырьевых компонентов, удельный расход сырья на 1т клинкера, химический состав сырьевой муки и клинкера, минералогический состав клинкера. Кроме этого рассчитываются количество жидкой фазы, индекс обжигаемости, коэффициент спекаемости шихты, критерий прилипания к футеровке и др. [12].

Выполнены расчеты трехкомпонентных сырьевых шихт «Мел «Шетпе Южное» + глина Аусарское месторождение + огарки». Коэффициент насыщения (КН) принимали равным 0,9; 0,92 и 0,95. Силикатный модуль принимали равным 2,0, 2,2 и 2,5. При силикатном модуле равном  $n=2,0$  глиноземистый модуль был 0,9-0,91, при силикатном модуле  $n=2,5$  значение  $r$  увеличилось и составляло 1,48-1,5.

Удельный расход природного сырья составлял 1,519 – 1,535т/т клинкера. Согласно выполненным расчетам из сырьевых шихт № 1 – 6 можно получить алитовые низкоалюминатные цементы с содержанием 57-69% алита и 9-19% белита. Расчетное содержание СзА составляет от 3,84 до 7,88%. С повышением КН и силикатного модуля в клинкерах возрастает содержание алита и снижается доля белита (таблицы 2 и 3).

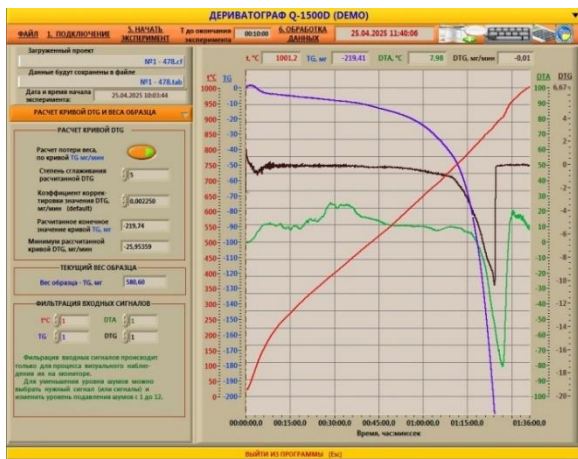
Сырьевые смеси №1 и №3 имеют оптимальный индекс обжигаемости и коэффициент спекаемости (таблица 4). Повышение величины КН и силикатного модуля ухудшает спекаемость сырьевой смеси. Количество жидкой фазы составляет от 27 до 31%, что является оптимальным.

В результате расчетов трехкомпонентных сырьевых шихт «мел + фосфорные шлаки + огарки» установлено, что ввиду недостатка  $Al_2O_3$  в фосфорном шлаке в клинкерах не образуется трехкальциевый алюминат. Программа показывает минусовое содержание СзА. Поэтому нами предлагается комплексная глинистая шихта «Глина+фосфорный шлак (1 : 1)». Содержание фосфорного шлака в сырьевой шихте составляет около 10%, т.е. фосфорный шлак наполовину замещает природную глину. Удельный расход сырья на 1т клинкера составляет от 1,436 до 1,454т/т клинкера, что на 80 – 100кг меньше, чем при использовании сырьевой шихты, составленной из природных материалов – мела и глины. Это позволит значительно снизить расход топлива на обжиг клинкера, так как 80 - 100кг снижается масса материала, который необходимо нагреть до температуры спекания клинкера 1450°C. Кроме этого фосфорный шлак вносит в сырьевую шихту некарбонатную известь. Это позволит снизить расход тепла и топлива на эндотермическую реакцию разложения карбоната кальция в процессе обжига клинкера. В сырьевых смесях, содержащих 1,5 – 1,66% СзА и 59 – 69% алита можно получить качественные сульфатостойкие цементы, отвечающие требованиям ГОСТа по минералогическому составу.

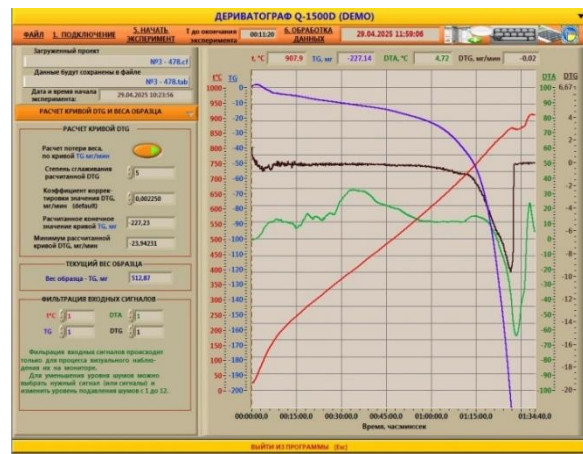
Согласно выполненным расчетам, наиболее оптимальными являются сырьевые шихты включающие мел месторождения «Шетпе Южное» + (глина «Аусарское» + фосфорные шлаки 1:1) + огарки. Оптимальным КН является 0,90 – 0,92, оптимальная величина силикатного модуля 2,5. Фосфорный шлак, вводимый в количестве около 10%, заменяет частично природные мел и глину, вносит в сырьевую шихту некарбонатную известь. Удельный расход сырья на 1т клинкера составляет от 1,436 до 1,454т/т клинкера, что на 80 –

100кг меньше, чем при использовании сырьевой шихты, составленной их природных материалов – мела и глины. Фосфорный шлак также будет оказывать минерализующее действие на процесс обжига клинкера, позволит понизить расход топлива, увеличить производительность печи и уменьшить выбросы вредных  $CO_2$  в атмосферу.

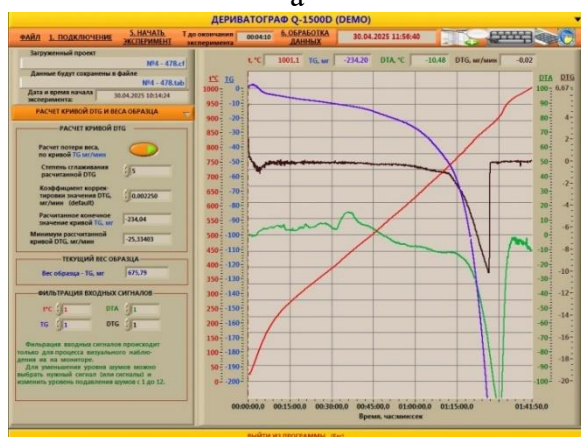
С помощью ДТА изучено влияние минерализаторов на процесс диссоциации карбоната кальция сырьевых шихт. Термограммы сырьевых шихт без добавки и с минерализаторами приведены на рис. 3. Как видно из термограммы бездобавочной сырьевой смеси с  $KN = 0,90$  (рис. 3а) максимум пика диссоциации  $CaCO_3$  происходит при  $900^\circ C$ . При введении в сырьевую смесь комплексной добавки 1%  $CaF_2$  и 0,5% фосфогипса максимум пика диссоциации карбоната кальция смещается влево до температуры  $870^\circ C$  (рис. 3б), то есть снижается на  $30^\circ C$ . В бездобавочной сырьевой смеси с  $KN = 0,92$  максимум процесса диссоциации  $CaCO_3$  происходит при  $910^\circ C$ . При введении в эту сырьевую смесь добавки 1%  $CaF_2$  и комплексной добавки 1%  $CaF_2$  и 0,5% фосфогипса максимум пика диссоциации карбоната кальция снижается до температуры  $880^\circ C$  (рис. 3в, 3г и 3д). Это свидетельствует о том, что как флюорит, так и комплексная добавка флюорита с фосфогипсом оказывают разрушающее действие на кристаллические решетки кальцита, снижают температуру его диссоциации на 20 – 30 градусов, что в дальнейшем приведет к ускорению обжига клинкера.



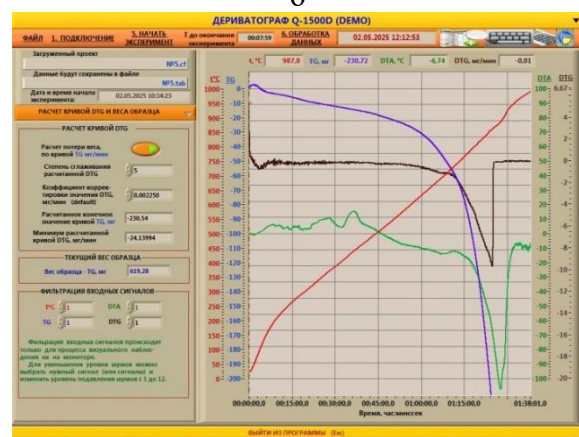
а



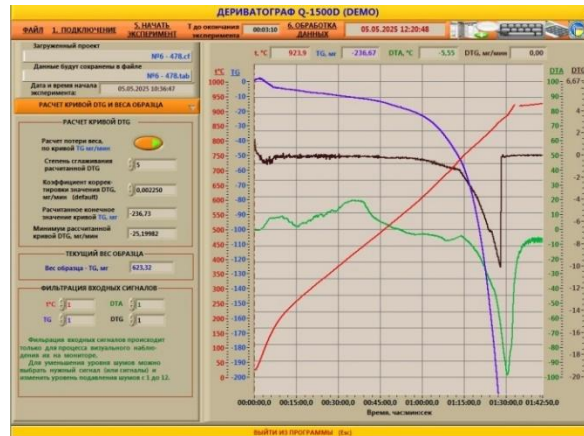
б



в



г



Д

Рис. 3. Термограмма сырьевых шихт

- а – сырьевая смесь без добавок минерализатора с  $KH = 0,90$ ;
- б - сырьевая смесь с  $KH = 0,90$  с добавкой комплексного минерализатора 1%  $CaF_2$  и 0,5% фосфогипса;
- в – сырьевая смесь без добавок минерализатора с  $KH = 0,92$ ;
- г - сырьевая смесь с  $KH = 0,92$  с добавкой 1%  $CaF_2$ ; д – сырьевая смесь с  $KH = 0,92$  с добавкой комплексного минерализатора 1%  $CaF_2$  и 0,5% фосфогипса

Исследованы процессы обжига 3-х компонентных смесей «мел «Шетпе Южное» + глина «Аусарское» + огарки) с добавками  $CaF_2$  и комплексной добавкой « $CaF_2$  + фосфогипс». По результатам расчетов были приготовлены сырьевые шихты, тщательно перемешаны с добавками минерализаторов. Минерализаторы вводили в шихты сверх 100%. Затем сырьевая смесь увлажнялась до  $W = 11\%$  и формовались таблетки диаметром 30мм и высотой 25-30мм под давлением 20МПа [10]. Обжиг таблеток проводили при температурах 1350 и 1400°C с выдержкой при максимальной температуре 30 минут. После резкого охлаждения на воздухе определяли содержание  $CaO$  свободный в клинкерах этилово-глицератным методом [11].

Как видно из данных таблицы 5, контрольные бездобавочные сырьевые смеси №1, 6 и 10 после обжига при температуре 1400°C имеют повышенное количество несвязанной  $CaO$  соответственно 3,2; 5,1 и 7,03%. При температуре обжига 1350°C содержание  $CaO$  свободной еще выше. Для получения качественного клинкера с содержанием свободной  $CaO$  не более 1,5 – 2,5% необходимо обжигать эти бездобавочные клинкера при температурах 1450 и более градусов.

Введение 1 и 2% фтористого кальция ускоряет процесс обжига. Содержание  $CaO$  свободной в пробах уменьшается, особенно в смесях с низким силикатным модулем, равным 2 (клинкер №3 – 1,68%  $CaO_{своб}$ ).

Введение комплексного минерализатора 1 – 2%  $CaF_2$  + 0,5 – 1% фосфогипса приводит к дальнейшему улучшению процесса обжига. Из сырьевых смесей №4 и 5, также сырьевой смеси №10 при температуре 1400°C можно получить качественные клинкера с достаточной степенью связывания  $CaO$  в клинкерные минералы. В этих клинкерах содержание  $CaO$  свободной не превышает 2,3%.

Существенное влияние на процесс усвоения  $CaO$  оказывает величина силикатного модуля. С повышением  $n$  до 2,2 и особенно до  $n = 2,5$  процесс усвоения  $CaO$  в клинкерные минералы затрудняется, количество  $CaO$  свободной возрастает. Фтористый кальций и фосфогипс, в котором содержится фтор, оказывают сильное минерализующее действие на обжиг клинкера. При 1400°C при невысоких силикатных модулях можно получить качественный клинкер. Температура обжига снижается на 50-100°C. Это обусловлено тем, что фтор оказывает разрушающее действие на кристаллические решетки сырьевых

компонентов, снижается температура диссоциации CaCO<sub>3</sub>, понижается температура появления жидкой фазы клинкера, количество жидкой фазы возрастает а ее качество улучшается, снижается ее вязкость, возрастает скорость диффузии ионов и катионов, вследствие этого ускоряется образование алита [10].

Таблица 2 - Результаты расчетов трехкомпонентных сырьевых шихт и удельный расход сырья (Мел «Шетпе Южное» + глина «Аусарское» + огарки)

Смесь	Состав шихты, %			Удельный расход сырья, т/т клинкера			КН	Модули		Химический состав шихты, %							
	мел	глина	огарки	мел	глина	огарки		п	р	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S O <sub>3</sub>	пп	прочие
1	80,5	16,31	3,16	1,223	0,248	0,048	0,9	2,0	0,9	14,07	3,33	3,71	42,25	0,61	0,19	34,13	1,71
2	81,54	17,0	1,45	1,246	0,26	0,022	0,95	2,1	1,48	14,4	3,44	2,32	42,77	0,61	0,16	34,56	1,75
3	80,91	15,99	3,10	1,231	0,243	0,047	0,92	2,0	0,9	13,87	3,29	3,65	42,44	0,60	0,18	34,27	1,69
4	81,92	16,66	1,42	1,254	0,255	0,022	0,92	2,1	1,49	14,19	3,39	2,28	42,95	0,60	0,16	34,69	1,73
5	81,45	15,53	3,02	1,243	0,237	0,046	0,95	2,0	0,91	13,58	3,23	3,56	42,71	0,60	0,18	34,46	1,67
6	82,45	16,18	1,37	1,266	0,248	0,021	0,95	2,1	1,55	13,89	3,33	2,22	43,21	0,60	0,16	34,88	1,71

Таблица 3 – Химико-минералогический состав клинкеров из трехкомпонентных сырьевых шихт (Мел «Шетпе Южное» + глина «Аусарское» + огарки)

Клинкеры	Химический состав клинкера, %							КН	Модули		Минералогический состав, %			
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	прочие		п	р	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> A F
1	21,36	5,06	5,63	64,15	0,92	0,28	2,60	0,90	2,0	0,9	56,83	18,37	3,84	17,10
2	22,0	5,25	3,55	63,35	0,93	0,25	2,67	0,90	2,5	1,48	58,52	18,92	7,88	10,79
3	21,10	5,01	5,55	64,57	0,92	0,28	2,58	0,92	2,0	0,9	60,95	14,52	3,84	16,86
4	21,73	5,20	3,49	65,76	0,92	0,25	2,65	0,92	2,5	1,49	62,74	14,95	7,84	10,62
5	20,73	4,93	5,43	65,17	0,92	0,28	2,55	0,95	2,0	0,91	66,94	8,91	3,84	16,51
6	21,32	5,12	3,41	66,36	0,92	0,24	2,62	0,95	2,5	1,5	68,88	9,17	7,76	10,37

Таблица 4 – Показатели индекса обжигаемости, коэффициента спекания, содержания жидкой фазы в трехкомпонентных сырьевых шихтах

Смеси	КН	Модули		Индекс обжигаемости (опт.2,5-3)	п*р	Коэф. спекаемости (опт. 0,5-0,6)	Гидравлический модуль (опт. 1,7-2,4)	Критерий прилипания к футеровке	Тепловой калометрический модуль	Количество жидкой фазы, L, %
		п	р							

									(опт.0,3-1,8)	
1	0,9 0	2, 0	0,9 3	2,71	1,8	0,51	2,0	4,22	1,71	31,19
2	0,9 0	2, 5	1,4 8	3,13	3,7	0,61	2,12	4,19	2,23	27,24
3	0,9 2	2, 0	0,9	2,94	1,8	0,55	2,04	4,21	2,06	30,84
4	0,9 2	2, 5	1,4 9	3,4	3,7 2	0,66	2,16	4,18	2,76	26,93
5	0,9 5	2, 0	0,9 1	3,3	1,8 2	0,62	2,1	4,20	2,78	30,33
6	0,9 5	2, 5	1,5	3,8	3,7 5	0,74	2,22	4,17	3,92	26,48

Таблица 5 - Влияние индивидуальных и комплексных минерализаторов на процесс усвоения СаО в сырьевых шихтах ТОО «Каспийцемент».

№ смеси	Состав шихты, %					КН	Модули		Количество СаО своб., %	
	мел	глина	огарки	CaF <sub>2</sub>	фосфогипс		п	р	1350	1400
1	80,91	15,99	3,1	-	-	0,92	2,0	0,9	6,21	3,2
2	80,91	15,99	3,1	1,0	-	0,92	2,0	0,9	4,73	2,8
3	80,91	15,99	3,1	2,0	-	0,92	2,0	0,9	-	1,68
4	80,91	15,99	3,1	1,0	0,5	0,92	2,0	0,9	3,51	2,3
5	80,91	15,99	3,1	2,0	1,0	0,92	2,0	0,9	-	1,21
6	81,36	16,29	2,35	-	-	0,92	2,2	1,1	7,5	5,1
7	81,36	16,29	2,35	1,0	-	0,92	2,2	1,1	5,94	3,96
8	81,36	16,29	2,35	2,0	-	0,92	2,2	1,1	-	2,54
9	81,36	16,29	2,35	1,0	0,5	0,92	2,2	1,1	5,04	3,05
10	81,36	16,29	2,35	2,0	1,0	0,92	2,2	1,1	-	2,04
11	81,92	16,66	1,42	-	-	0,92	2,5	1,49	8,78	7,03
12	81,92	16,66	1,42	1,0	-	0,92	2,5	1,49	7,16	5,13
13	81,92	16,66	1,42	2,0	-	0,92	2,5	1,49	-	3,4
14	81,92	16,66	1,42	1,0	0,5	0,92	2,5	1,49	6,48	3,8
15	81,92	16,66	1,42	2,0	1,0	0,92	2,5	1,49	-	2,97

### Выводы

1. Изучен химико-минералогический состав сырьевых материалов ТОО «Каспийцемент». Содержание вредных и нежелательных примесей серы, щелочей и хлора находится в допустимых пределах.

2. Рассчитаны составы трехкомпонентных сырьевых смесей для получения портландцементного клинкера с КН=0,9 и 0,92 при различных величинах силикатного модуля. Величины глиноземистого модуля находятся в приемлемых пределах. Установлены оптимальные составы сырьевых шихт для получения цементных клинкеров.

3. Введение 1 и 2% фтористого кальция ускоряет процесс обжига. Содержание СаО свободной в пробах уменьшается, особенно в смесях с низким силикатным модулем. Введение комплексного минерализатора 1–2% CaF<sub>2</sub> + 0,5–1% фосфогипса приводит к дальнейшему улучшению процесса обжига. Из сырьевых смесей №4 и 5, также сырьевой смеси №10 при температуре 1400°С можно получить качественные клинкера с достаточной степенью связывания СаО в клинкерные минералы.

4. Существенное влияние на процесс усвоения СаО оказывает величина силикатного

модуля. С повышением  $n$  до 2,2 и особенно до  $n=2,5$  процесс усвоения СаО в клинкерные минералы затрудняется, количество СаО свободной возрастает. Фтористый кальций и фосфогипс, в котором содержится фтор, оказывают сильное минерализующее действие на обжиг клинкера. При 1400°C при невысоких силикатных модулях можно получить качественный клинкер. Температура обжига снижается на 50-100°C.

### Список литературы

1. Таймасов Б.Т., Классен В.К. Химическая технология вяжущих материалов: учебник / - 2-е изд., доп. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 448с.
2. Классен, В.К. Обжиг цементного клинкера: монография / В.К. Классен.- Красноярск: Стройиздат, - 1994.–323 с.
3. Классен, В.К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекций: учеб. пособие / В.К.Классен. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.
4. Классен, В.К. Техногенные материалы в производстве цемента: монография / В.К. Классен, И.Н. Борисов, В.Е. Мануйлов; – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 126 с.
5. Kuandykova A.Ye., V.T. Taimassov, E.N. Potapova, V.K. Sarsenbayev, M.S. Dauletiyarov, N.N. Zhanikulov, V.B. Amiraliyev, A.A. Abdullin «Production of portland cement clinker based on industrial waste» // Journal of Composites Science 2024, 8, p. 257 <https://doi.org/10.3390/jcs8070257>
6. Куандықова А.Е., Таймасов Б.Т. Жаникулов Н.Н. Портландцемент клинкерін алуға Ащісай металлургиялық зауытының клинкерін реттеуші қоспа ретінде қолдануды зерттеу» - «ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ «ХАЛЫҚ» ЖҚ 2024, SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY, PUBLISHED SINCE JANUARY 1944. ISSN 22245227. 2023. -146 б.
7. Куандықова А.Е., Таймасов Б., Жаникулов Н.Н., Потапова Е.Н. Белитті клинкер синтездеу үшін Ащісай металлургиялық зауытының клинкерін қолдану. // Известия НАН РК, Серия Химии и технологии, ISSN 2224-5286, January-march 2024.1(458). – 83 б.
8. Технологический регламент производства цемента на ТОО «Каспий цемент». Шетпе. 2015.
9. ГОСТ 3476-2019. Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные. Технические условия.– Москва: изд-во Стандартиформ. 2019. – 7с. Дата введения 01.06.2020.
10. Таймасов, Б.Т. Планирование, постановка экспериментов в технологии вяжущих материалов: учебное пособие /- Москва; Вологда : Инфра- Инженерия 2024. - 136с.
11. Таймасов Б.Т., Т.М. Худякова, М.С. Даулетияров Физико - химические методы анализа вяжущих материалов: практическое пособие. – Москва; Вологда; Инфра-Инженерия, 2024. – 144 с.
12. Программа расчета состава сырьевой шихты для получения портландцементного клинкера РСС МС. Шымкент, 2020.

### References

1. Tajmasov B.T., Klassen V.K. Himicheskaja tehnologija vjzhushhh materialov: uchebnik / - 2-e izd., dop. - Belgorod: Izd-vo BGTU, 2017. – 448s.
2. Klassen, V.K. Obzhig cementnogo klinkera: monografija / V.K. Klassen.- Krasnojarsk: Strojizdat, - 1994.–323 s.
3. Klassen, V.K. Tehnologija i optimizacija proizvodstva cementa: kratkij kurs lekcij: ucheb. posobie / V.K.Klassen. – Belgorod: Izd-vo BGTU, 2012. – 308 s.
4. Klassen, V.K. Tehnogennye materialy v proizvodstve cementa: monografija / V.K. Klassen, I.N. Borisov, V.E. Manujlov; – Belgorod: Izd-vo BGTU, 2008. – 126 s.

5. Kuandykova A.Ye., B.T. Taimassov, E.N. Potapova, B.K. Sarsenbayev, M.S. Dauletiyarov, N.N. Zhanikulov, B.B. Amiraliyev, A.A. Abdullin «Production of portland cement clinker based on industrial waste» // Journal of Composites Science 2024, 8, p. 257 <https://doi.org/10.3390/jcs8070257>
6. Quandykova A.E., Taimasov B.T. Janikulov N.N. Portlandsement klinkerін алуға Ақсай металлургиялық зауытының кlinkerін реттеуі қоспа ретінде қолдануды зерттеу» -«QAZAQSTAN RESPUBLİKASY ÜLTTYQ ĞYLYM AKADEMİASY» RQB «HALYQ» JQ 2024, SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY, PUBLISHED SINCE JANUARY 1944. ISSN 22245227. 2023. -146 b.
7. Қуандықова А.Е., Таймасов В., Зханікулов Н.Н., Потاپова Е.Н. Белітті кlinker синтездеу үшін Ақсай металлургиялық зауытының кlinkerін қолдану. // Izvestija NAN RK, Serija Himii i tehnologii, ISSN 2224-5286, January-march 2024.1(458). – 83 b.
8. Tehnologicheskij reglament proizvodstva cementa na TOO «Kaspіj cement». Shetpe. 2015.
9. GOST 3476-2019. Shlaki domennye i jelektrotermofosfornye granulirovannye. Tehnicheskie uslovija.– Moskva: izd-vo Standartinform. 2019. – 7s. Data vvedeniya 01.06.2020.
10. Tajmasov, B.T. Planirovanie, postanovka jeksperimentov v tehnologii vjazhushhih materialov: uchebnoe posobie /- Moskva; Vologda : Infra- Inzhenerija 2024. - 136s.
11. Tajmasov B.T., T.M. Hudjakova, M.S. Dauletijarov Fiziko - himicheskie metody analiza vjazhushhih materialov: prakticheskoe posobie. – Moskva; Vologda; Infra-Inzhenerija, 2024. – 144 s.
12. Programma rascheta sostava syr'evoj shihty dlja poluchennija portlandcementnogo klinkera RSS MS. Shymkent, 2020.

**В.В. Мұстафович, Б.Т. Таймасов\*, Н.В. Шестова**

магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті., Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
магистр, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

\*Корреспондент авторы: taimasovukgu@mail.ru

**КЕШЕНДІ МИНЕРАЛИЗАТОРЛАР ҚОСПАЛАРЫМЕН "КАСПИЙ ЦЕМЕНТ" ЖШС  
ШИКІЗАТ ҚОСПАЛАРЫН КҮЙДІРУ ПРОЦЕСТЕРІ**

**Түйін**

Цемент кlinkerін күйдіру процестерінің жылу сыйымдылығы жоғары. Бір тонна кlinkер күйдіруге 110-130 кг шартты отын жұмсалады. Екінші проблема ол қоршаған ортаға тасталатын зиянды CO<sub>2</sub> газы. Бір тонна кlinkер күйдіргенде атмосфераға 700-800 кг CO<sub>2</sub> бөлінеді. Минерализаторлардың «Каспийцемент» ЖШС шикізат қоспаларының күйдіру процестеріне әсері зерттелді. CaF<sub>2</sub> және комплексты қоспалар «CaF<sub>2</sub> + фосфогипс» бордың диссоциялану процесінің температурасын 30°C – ға төмендетті. Шикізат қоспаларда кlinkерпайдаболу процестер 1400°C-та аяқталды, немесе 50-100°C – қа төмендеді. Байланыспаған бос CaO мөлшері 1,2-2,0% болды. Кlinkердің күйдіру процесінің температурасын төмендету және шикізат қоспаның құрамына түйіршектелген фосфорлы шлақты енгізу атмосфераға тасталатын көмір қышқылды төмендетуге мүмкіндік тұғызады, ластануды азайтады.

**Кілттік сөздер:** шикізат, күйдіру, карбонаттың диссоциациясы, кlinkерді күйдіру, минерализаторлар, Бос CaO.

**V.V. Mustafovich, B.T. Taymasov\*, N.V. Shestova**

Master's student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Doctor of Technical Sciences, Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Master's degree, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding author's email: taimasovukgu@mail.ru

## **FIRING PROCESSES OF RAW MATERIALS MIXTURES OF "KASPIY CEMENT" LLP WITH ADDITIVES OF COMPLEX MINERALIZERS**

### **Abstract**

High-temperature clinker firing processes are energy-intensive. The production of 1 ton of clinker requires 110–130 kg of conventional fuel. Another issue is environmental pollution due to carbon dioxide emissions. During the firing of 1 ton of clinker, up to 700–800 kg of CO<sub>2</sub> is released into the atmosphere.

The influence of mineralizers on the firing processes of raw mixes at LLP "CaspianCement" has been studied. It has been established that CaF<sub>2</sub> and complex mineralizers based on "CaF<sub>2</sub> + phosphogypsum" reduce the decomposition temperature of chalk by 30 °C. Clinker formation processes are completed at 1400 °C or at temperatures 50–100 °C lower. The free CaO content is 1.2–2.0%. Lowering the clinker firing temperature and introducing granulated phosphorus slags into the raw mix will reduce CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere and mitigate environmental pollution.

**Keywords:** raw charge, roasting, carbonate dissociation, clinker roasting, mineralizers, free CaO.

ӘОЖ 615.81

**Ж.С. Мырзабек\*, Р.С. Абжалов, М.С. Сатаев, Ш.Т. Қошқарбаева**

магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

\*Корреспондент авторы: [serikz-h@mail.ru](mailto:serikz-h@mail.ru)

## **ФОТОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ДИЭЛЕКТРЛІ МАТЕРИАЛДАРДА МЫС ЖӘНЕ КҮМІС ҚАПТАМАЛАРЫН АЛУДА ӘРТҮРЛІ ПАРАМЕТРЛЕР ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ**

### **Түйін**

Бұл мақалада мыс пен күмістің қаптамаларын алудың химиялық әдісіне арналған материалдарды ұсынады. Қазіргі уақытта металдар мен диэлектрлік беттерді антикоррозиялық, каталитикалық және бактерицидтік қасиеттерге кепілдік беру үшін күміспен қаптайды. Мұндай жабындар химиялық синтез, экология, медицина, тұтыну тауарлары өндірісінде қолданылады. Металл және металл емес өнімдер бетінде мыс галогенидтерінің фотохимиялық әдістерін шоғырландыру мүмкіндігі зерттелді. Мыс галогенидтерінің жоғары жарыққа сезімтал қасиеттері анықталды. Композициялық қаптамаларды алу тәсілі ұсынылады, онда металдан тыс фазаның қабаты бастапқыда жабу үшін бетінде құрылады. Ол үшін мыс хлориді ерітіндісімен ылғалдандырылады, содан кейін бұл қабатта металл емес фаза аскорбин қышқылының тотықсыздандырғыштық қасиеті арқылы металдық күйге өтеді. Аскорбин қышқылының күшті органикалық тотықсыздандырғыш екені белгілі. Сондықтан мыс пен күмісті тотықсыздандыру үшін аскорбин қышқылы қолданылды.

**Кілттік сөздер:** мыс, күміс, қаптамалар, диэлектрлі материалдар, тотықсыздандырғыш, мыс галогенидтері

### **Кіріспе**

Биомедицина үшін наноқұрылымды жұқа қабықшалардың дамуы мен синтезі жаңа мыңжылдықтың басым міндеттерінің бірі болып табылады. Ең перспективалы өнімдер: ең алдымен, бактериостатикалық имплантанттар (зондтар, катетерлер, дренажды түтікшелер), бактериостатикалық жабындары бар медициналық аспаптар, медициналық контактілі линзалар, жабындылары бар полимерлік дәрі-дәрмектер (тамақтану үшін зондтар, жасанды тыныс алу, диагностика және т.б.). Биоматериалдар жақсы физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерге ие болуы тиіс: субстратқа жоғары жабысу, жоғары механикалық сипаттамалар, серпімділік, химиялық төзімділік, бактерияға қарсы белсенділік, биоүйлесімділік және уыттылықтың жетіспеушілігі. Қаптауды қажет ететін сұраныс пен профильді металл өнімдерінің кеңеюіне байланысты химиялық темір, мыс қабықша, болат, алюминий және басқа металдарға назар аударылады. Сонымен қатар, мыс химиялық жолмен алынған никельге қарағанда икемді және суықта химиялық мыстау жүзеге асырылуы мүмкін.

### **Зерттеу әдістері**

Химиялық мыстау гальванопластикада қолданылады, сондай-ақ цементация кезінде болат бөлшектерінің белгілі бір бөліктерін қорғау үшін қолданылады. Қазіргі уақытта процестің механизмін түсіндіретін бірнеше теория бар [1].

Химиялық мыстау процесі сілтілі ортадағы формальдегид арқылы күрделі тұздан мысты тотықсыздандыруға негізделген:



Мыстау процесі формальдегидтің дегидрогенизациялануының екі реакциясымен анықталатыны ұсынылды:



сутегімен тотықсыздандыру:



Химиялық мыстау ерітіндісінің құрамы. Химиялық мыстау ерітіндісі концентрлі болуы мүмкін. Ерітінді құрамына кіретін екі валентті мыс тұздарының концентрациясы мыстаудың қажетті жылдамдығымен қамтамасыз етеді. Негізгі тотықсыздандырушы зат - формальдегид, ол суықта мысты тотықсыздандырады. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, мысты тотықсыздандыру жылдамдығы формальдегид концентрациясының жоғарылауымен арта түседі. Сонымен қатар, ерітіндідегі мыс иондарының концентрленуі неғұрлым жоғары болса, формальдегид концентрациясының мыстау процесінің жылдамдығына әсер етуіде соғұрлым күшті болады.

Ерітіндінің рН мәнін ескеру маңызды. Әдетте гипофосфит немесе гидросульфитпен тотықсыздандырылған ерітінді әдетте қышқыл болып табылады. Гидразин мен формальдегид сілтілік ортада мысты тотықсыздандырады. Формальдегидтің тотықсыздандыру қабілеті ортаның сілтілік қабілетінің жоғарылауына байланысты артады. Химиялық мыстау ерітінділерін Канницаро реакциясы бойынша формальдегидтің ыдырауы болатындықтан ұзақ сақтау қолайсыздық тудырады. Ерітіндіді дайындау үшін мыс сульфаты мен никель хлориді судың жеке көлемінде ерітіледі, ал сегнет тұзы, натрий гидроксиді және натрий карбонаты басқа су көлемінде ерітіледі. Араластыру барысында бірінші ерітінді екіншіге құйылады және ерітіндінің деңгейі қажетті мәнге реттеледі. Өнеркәсіптік формалин құрамында негізгі заттың 40% екенін ұмытпастан, тұрақтандырғыш пен формалинді мыстау процесінен 4-5 минут бұрын жұмыс ерітіндісіне енгізіледі.

Қазіргі уақытта металл және металл емес материалдардың қаптамалары ірі өндірістерде үлкен сұранысқа ие болып жүр. Бұл жаңа техникалық талаптар қойылатын, әсіресе электронды өндірісте, жаңа бұйымдардың шығарылуына және қолдану жағдайының өзгеруіне байланысты.

Қазіргі таңда металды және диэлектрлі бұйымдардың беттеріне антикоррозиялық, каталитикалық және бактерицидтік және тағы басқа пайдалы қасиеттер беру мақсатында оларды мыспен және күміспен қаптайды. Мұндай қаптаулар химиялық заттардың синтезі процесінде, экологияда, медицинада, халық тұтынатын тауар өндірісінде қолданылады.

Металды және диэлектрлі бұйымдарды мыспен және күміспен қаптаудың көптеген белгілі әдістері бар. Күміспен қаптаудың тиімді әдісінің бірі ерітінділерден күміс иондарының химиялық тотықсыздануына немесе газды фазадан күміс бөлшектерін физикалық шаңдандыруға байланысты.

Химиялық мыстау және күмістендіру кезінде негізгі компонент ретінде мыс хлориді және күмістің тұздарын нитрат түрінде, цианисті немесе аммиакты кешенді түрде қолданады. Тотықсыздандырғыш ретінде аскорбин қышқылы және формалин қолданылады. Химиялық күмістендіруді бұйымдарды ерітіндіге батыру, құю немесе сығылған ауасы бар ерітінді құйылған арнайы тапанша арқылы шашырату әдістерімен жүргізуге болады. Күмісті тотықсыздандыру процесі өңделіп жатқан заттардың беткі қабатында ғана емес, сонымен қатар ерітіндінің барлық көлеміне жеткілікті дәрежеде жеңіл өтеді. Сондықтан күмістендіру ерітінділерінің тұрақтылығы төмен, оларды тұрақтандыру үшін әртүрлі қоспа заттар қосу ұсынылады: желатин, пиридин, хром қосылыстары, және де күміс, сынап пен қорғасын қосылыстары [2].

Мыстың үстіңгі бетінде және оның құймаларында түзілген мыстың (I) галогенидтерінің қабықшалары жарық сезгіштік қасиетке ие болады. Фотохимиялық реакция нәтижесінде мыстың (I) қосылысының мыстың (II) қосылысына дейін тотығуы жүреді, мұнда байқалатыны катодты реакция молекулярлы оттегінің тотықсыздауы болып табылады.

Қабықшаларды алу барысында қолданылатын үлгі ретінде жалпақ металды пластина және мақта-мата қолданылған. Үлгілерді алдын-ала дайындау жалпы гальванотехникада қабылданған әдістермен жүргізіледі [3].

Жалпы зерттеуде әртүрлі үлгілердің бетіне қабықшалар алу зерттелді. Қаптамаларды дайындауда үлгі ретінде тегіс бетті металл пластиналар, шыны, керамика, мата және пластмасса пайдаланылды.

Диэлектрлік материалдар (пластиктер) да өңделді. Бұдан басқа, егер металл беттердегі оксидтік қабықшаларды алып тастау үшін орындалса, ал металл емес беттерде алынатын қабықшаның субстратқа берік бекінуін және ылғалдандыруды қамтамасыз ететін микросаңылауларын жасау үшін өңделді.

### Нәтижелер

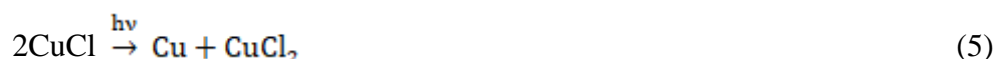
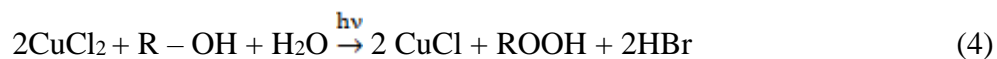
Әртүрлі материалдар бойынша эксперимент жүргізілді. Мысалы, полимерлі материалдар 150 г / л калий дихроматын қамтитын күкірт қышқылының концентрацияланған ерітінділерінде өңделді. Осы операциялардан кейін үлгілер ағын сумен мұқият жуылады және ауада кептіріледі.

Пластинадағы қабықшаның сапасы айтарлықтай дәрежеде дайындық жұмыстарының технологиясын дұрыс сақтауға байланысты. Жабын ақауларының басым көпшілігі беткі қабатты алдын-ала дайындау сапасының нашарлығына байланысты. Жоғары сапалы каптамаларды алу үшін мұқият бет өңдеу жүргізілді. Үлгі бетіндегі ақаулар механикалық әдіспен жойылды яғни, оларды әр түрлі ұсақтықтағы жабындармен ұнтақталды.

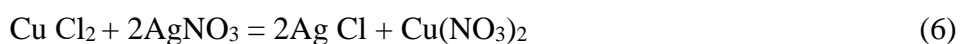
Қабықшаларды алу үшін үлгілерде мыс (II) хлоридінің немесе бромидінің, сонымен қатар калий хлориді, бромиді немесе иодиді қоспалары бар мыс сульфатының ерітінділері қолданылады. Барлық жағдайда үлгілердің беттіктерінде қабықшалар түзіледі.

Күн сәулелері немесе жасанды жарық көздерімен жарықтың әсер ету барысында үлгінің беттігі қараяды. Үлгінің беттігінің қараюы оның кебуі барысында қарқынды болады. Сонымен бірге, егер үлгінің беттігінің жеке учаскелерін жарықтық жерден экрандалса, онда бұл учаскелер қараймайды немесе төменгі дәрежеде қараяды. Сонымен қатар, белгілі болғандай, егер үлгіні алдын ала қараңғы орында кептіріп, одан соң күнге қояр болса, үлгінің қараюы жүрмейді, бұл фотохимиялық реакцияның сұйық фазалы сипаттамасы туралы көрсетеді.

Мыс (I) хлоридтері әдетте ақ түсті, бірақ жарықтандыру кезінде қараяды [4]. Бұл өзіндік тотығу-өзіндік тотықсыздану реакцияларының жүруімен түсіндіріледі.



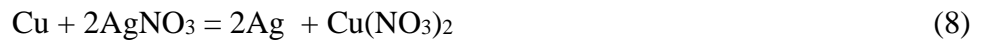
Хлор иондарының күміс иондарымен бірвалентті күміс хлоридіне айналуы.



Күміс және суда еритін мыс бромидінің пайда болуымен фотохимиялық реакцияның жүруі.



Мыс пен күміс нитратының химиялық өзара әсері.



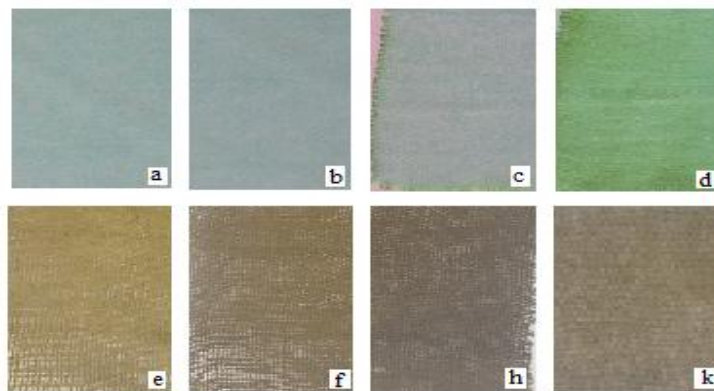
Осылайша, түпкілікті нәтиже элементтік күміс пен суда еритін мыс нитратының және бромидтің пайда болуы болады. Электронды микроскопты қолдану арқылы жасалған зерттеулер көрсеткендей, нәтижесінде пайда болған қабықша тек күмістен тұрады.

Мыс және оның балқымаларының беттерінде бір валентті мыс хлоридінің қаптамасын алу аса қиын процесс емес [5]. Бұл үшін осы бетті екі валентті мыс тұзы бар ерітіндімен өндесе жеткілікті.

Үлгінің берілген ерітіндіге батырғанда беткі қабат бірнеше минут аралығында мынадай реакцияның жүруі салдарынан ақшыл түсті қаптамамен қапталады, [6]:

#### Талқылау

Бромды калийді хлорлы калийге (немесе натрийге) алмастыру үлгі бетінің жарықтандырылған және жарықтандырылмаған аймақтарындағы қарама-қарсылықты бәсеңдетуге әкелді. Мүмкін, бұл мыстың бір валентті хлоридтерінің сәйкесінше бромидтермен салыстырғандағы жоғары ерігіштігіне байланысты болуы керек. Күн сәулесінің әсерімен жарықтандыру кезінде беткі қабаты жылдам күңгіртті қаптамалардың алынуына уақыттың әсерін 1 суреттен көруге болады.

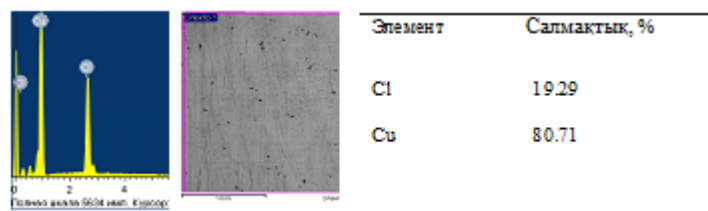


1-сурет. Мақта-мата үлгілерін мыс (II) хлоридімен өңделіп, күн сәулесінің әсерінен қараюына уақыттың әсері. а – бастапқы мата, b – 10 минуттан кейінгі үлгі, c – 30 минуттан кейінгі үлгі, d – 40 минуттан кейінгі, e – 50 минуттан кейінгі үлгі, f – 60 минуттан кейінгі үлгі, h – 90 минуттан кейінгі үлгі, k – 100 минуттан кейінгі үлгі.



2-сурет. Мақта-мата үлгілерін мыс (II) хлоридімен өңделіп, күн сәулесінің әсерінен қараюына уақыттың әсерінің динамикасы.

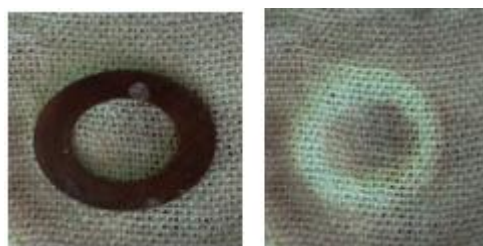
Мұндай үлгілі сумен шаюсыз ISM-6490-LV (JEOL, Япония) электронды микроскобымен зерттеленді. Бұл микроскоп беттік қаптамалардың элементтік құрамын және құрылымын анықтауға мүмкіндік береді. Дәл осында шайбамен жабылған аймақтарды жарықтандырғанда қаптамадағы мыс және хлор бірдей қатынасты екендігі 3-суретке сәйкес анықталды [7].



3-сурет. Металл пластинасының бетіне орнатылған мыс хлориді қабықшасының құрамы және құрылымы.

Екінші үлгі - ақ түсті мақта-мата. Біз мата 5x5 өлшемдегі үлгілерге бөлдік және ерітіндіге батырдық. Кейіннен үлгілерді шаю ерітінділеріне батырдық. Содан соң екінші үлгіні күн сәулесінің астына қойдық.

4-суретке сәйкес ерітіндіге батырылған және шайбамен, шайбасыз күн сәулесіне қойылған үлгілер көрсетілген.



4-сурет. Шайбамен және шайбасыз күн сәулесінің әсерінен кейінгі мыс хлоридімен қапталған матаның үлгісі

Металл және металл емес бұйымдардың беттерінде мыс (I) галидтерін фотохимиялық әдіспен тұндырудың жолдары зерттелінді. Мыс (I) галидтерінің жарық сезгіш қасиеттерінің жоғары екендігі анықталды. Фотохимиялық әдіспен алынған қаптаулардың негізгі ерекшелігі химиялық тотықсыздандырғыштар қолданылмайды, оның міндетін күн сәулесі атқарады. Әр түрлі материалдардың қасиеттерін жақсарту мақсатында наноөлшемді қаптамаларды жасаудың негіздері келтірілді. Қаптамаларды қондырудың қазірге дейінгі белгілі әдістердің негізінде тәжірибелерді жүргізу және талдау әдістері таңдалынды [8].

Зерттеуде әртүрлі үлгілердің бетіне қабықшалар алу зерттелді. Қаптамаларды дайындауда үлгі ретінде тегіс бетті металл пластиналар, шыны, керамика, мата және пластмасса пайдаланылды.

Пластинадағы қабықшаның сапасы айтарлықтай дәрежеде дайындық жұмыстарының технологиясын дұрыс сақтауға байланысты. Жабын ақауларының басым көпшілігі беткі қабатты алдын-ала дайындау сапасының нашарлығына байланысты. Жоғары сапалы қаптамаларды алу үшін мұқият бет өңдеу жүргізілді. Үлгі бетіндегі ақаулар механикалық әдіспен жойылды яғни, оларды әр түрлі ұсақтықтағы жабындармен ұнтақталды. 1-кестеде ерітінділердің құрамы көрсетілген.

1-кесте - Металл бетін қаптаудан бұрын өңдеуге қолданылатын ерітінділердің құрамы

Металды өңдеу	Металл	Компонент	Құрамы, г/л	Температура, °С	Уақыты, мин.
Майсыздандыру	Мыс	NaOH	5-15	18-25	3
Бетті өңдеу	Мыс	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> HNO <sub>3</sub> NaCl	900-920 440-450 5-10	15-30	5-10
		HCl HNO <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> COOH	0,2 28-38 50-58	15-30	15-20

Диэлектрлік материалдар (пластиктер) да өңделді. Бұдан басқа, егер металл беттердің қалыңдығы оксидтік қабықшаларды алып тастау үшін орындалса, ал металл емес беттерде алынатын қабықшаның субстратқа берік бекінуін және ылғалдандыруды қамтамасыз ететін микроағзақтығын жасау үшін өңделді.

Әртүрлі материалдар бойынша эксперимент жүргізілді. Мысалы, полимерлі материалдар 150 г / л калий дихроматын қамтитын күкірт қышқылының концентрацияланған ерітінділерінде өңделді. Осы операциялардан кейін үлгілер ағын сумен мұқият жуылады және ауада кептіріледі.



5-сурет. Мыс қабықшамен қапталған диэлектрлі материалдар: а – мақта-мата үлгісі, b – ПВХ материалы, c – пластмасса үлгісі, d – шыны үлгі, e – керамика үлгі

Өртүрлі беттерге (5-сурет) функционалдық жабындарды қолдану заманауи материалтанудың ең перспективалы және қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі болып табылады, сонымен қатар, физика, химия, биология, медицина, микроэлектроника, машина жасау, металлургия және т.б. ғылымның әр түрлі салаларына қызмет көрсетеді.

#### **Қорытынды**

Жеке ғылыми-техникалық бағыт ретінде ИП мыналарды қамтиды:

1. Мақсатқа сай қажетті қасиеттерін беру үшін материалдың бетіне тиімді әсер ететін жабдықтар мен әдістер кешені;
2. Көпфункционалды жабындарды: плазмалық, иондық-плазмалық, электронды-сәулелік, иондық-сәулелік, лазерлі, гальваникалық, химиялық, химиялық-жылулық және газ-фазалық қондырғыларын қолдануға арналған жабдық пен әдістер кешені;
3. Өз бетімен модифицирленген беткі қабаттың және оның бетінің күйіне сәйкес материалдың көлемдік сипаттамаларының диагностикалау және болжаудың әр түрлі әдістері.

#### **Әдебиеттер тізімі**

1. Sataev M.S., Abdurasova P.A., Koshkarbaeva Sh.T., Bolisbek A.A., Saripbekova N.K., Kambarova G.A., Koblanova O.N., Perni S., Prokopovich P. A low-temperature gold coating of the dielectric surfaces employing phosphine gas as a reducing agent // *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp*, 2017, No. 521, P. 86-91
2. Семенов В. Composition of a silver-containing catalyst, a way of the catalytic composition's production and use of the catalytic composition for epoxidation of ethylene. Pat.2333034 Russian Federation. 2008.
3. Abdurazova P.A., Sataev M.S., Koshkarbaeva Sh.T., Tleuova A.B. Mechanisms of photochemical reduction of copper and gold halogenides //ICITE-2016., Shymkent, 2016, P. 238-241.
4. Мосин О.В. Физиологическое воздействие наночастиц меди на организм человека //NanoWeek, 2008, № 22, С. 45-50.
5. Лидин Р.А. Химические свойства неорганических веществ.М.: Химия, 2000, 480с.
6. Seidell A. Solubilities of inorganic and metal organic compounds.New York. //D. Van Nostrand Company., 1940, V.1, P.476-487.
7. Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия. Химия металлов. М.:Мир,1972, Т. 2, 871с.
8. Абдуразова П.А., Кошкарбаева Ш.Т., Сатаев М.С. Металл және металл емес бұйымдардың беттерінде мыс галидтерін фотохимиялық әдіспен қондыру үрдісін зерттеу // ҚазҰТЗУ хабаршысы, 2017, №6(118), Б.36-39.

#### **References**

1. Sataev M.S., Abdurasova P.A., Koshkarbaeva Sh.T., Bolisbek A.A., Saripbekova N.K., Kambarova G.A., Koblanova O.N., Perni S., Prokopovich P. A low-temperature gold coating of the dielectric surfaces employing phosphine gas as a reducing agent // *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp*, 2017, No. 521, P. 86-91
2. Semenov V. Composition of a silver-containing catalyst, a way of the catalytic composition's production and use of the catalytic composition for epoxidation of ethylene. Pat.2333034 Russian Federation. 2008.
3. Abdurazova P.A., Sataev M.S., Koshkarbaeva Sh.T., Tleuova A.B. Mechanisms of photochemical reduction of copper and gold halogenides //ICITE-2016., Shymkent, 2016, R. 238-241.
4. Mosin O.V. Fiziologicheskoe vozdejstvie nanochastic medi na organizm cheloveka //NanoWeek, 2008, № 22, S. 45-50.
5. Lidin R.A. Himicheskie svojstva neorganicheskikh veshhestv.M.: Himija, 2000, 480s.
6. Seidell A. Solubilities of inorganic and metal organic compounds.New York. //D. Van Nostrand

Company., 1940, V.1, R.476-487.

7. Ripan R., Chetjanu I. Neorganicheskaia himija. Himija metallov. M.:Mir,1972, T. 2, 871s.

8. Abdurazova P.A., Koshkarbaeva Sh.T., Sataev M.S. Metall zhәне metall emes byjymdardyn betterinde mys galidterin fotohimijalyk әdispen kondyru yrdisin zertteu // ҚазҰТЗУ habarshysy, 2017, №6(118), B.36-39.

**Ж. С. Мырзабек\*, Р. С. Абжалов, М. С. Сатаев, Ш. Т. Кошкарбаева**

магистрант Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
Докторант PhD, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
д. т. н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
к. т. н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: [serikz-h@mail.ru](mailto:serikz-h@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МЕДНЫХ И СЕРЕБРЯНЫХ ПОКРЫТИЙ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ ФОТОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

### **Аннотация**

В данной статье приведены материалы по получению химическим способом покрытий меди и серебра. В настоящее время на металлических и диэлектрических поверхностях для обеспечения антикоррозийных, каталитических и бактерицидных свойств их покрывают серебром. Такие покрытия используются в процессе химического синтеза, экологии, медицине и в производства потребительских товаров. Исследована возможность осаждения фотохимическим методам галлидов меди на поверхности металлических и неметаллических изделий. Определены высокие светочувствительные свойства галлидов меди. Предложен способ получения композиционных покрытий, в котором первоначально на поверхности, на которую наносится покрытие, создается слой неметаллической фазы. Для этого продукт смачивают раствором сульфата меди, затем на этот слой распыляют неметаллическую фазу. Когда продукт впоследствии обрабатывают аскорбиновым кислотам, образуется первичный металлический слой, который фиксирует неметаллическую фазу на поверхности изделия.

**Ключевые слова:** медь, серебро, оболочки, диэлектрические материалы, восстановитель, галогениды меди.

**Zh.S. Myrzabek\*, R.S. Abzhalov, M. S. Sataev, Sh. T. Koshkarbaev**

master's student, South Kazakhstan University im. M. Auezova, Shymkent, Kazakhstan  
doctoral student, South Kazakhstan University im. M. Auezova, Shymkent, Kazakhstan  
Dr.Tech.Sci., professor, South Kazakhstan University im. M. Auezova, Shymkent, Kazakhstan  
Cand.Tech.Sci., associate professor, South Kazakhstan University im. M. Auezova, Shymkent,  
Kazakhstan

\*Corresponding author: [serikz-h@mail.ru](mailto:serikz-h@mail.ru)

## **STUDY OF THE INFLUENCE OF VARIOUS PARAMETERS ON OBTAINING COPPER AND SILVER COATINGS IN DIELECTRIC MATERIALS BY PHOTOCHEMICAL METHOD**

### **Abstract**

This article contains materials on the chemical coating of copper and silver. At present, metal and dielectric surfaces are coated with silver to provide anticorrosive, catalytic and bactericidal properties. Such coatings are used in the process of chemical synthesis, ecology, medicine and in the production of consumer products. The possibility of depositing photochemical methods of copper gallium on the surface of metallic and nonmetallic products is investigated. High photosensitive properties of copper gallides are determined. A

method for producing composite coatings is proposed, in which initially a layer of non-metallic phase is created on the surface to be coated. For this, the product is wetted with a solution of copper sulfate, then a non-metallic phase is sprayed onto this layer. When the product is subsequently processed with phosphine, a primary metallic layer is formed, which fixes the non-metallic phase on the surface of the article. Further overgrowth by the metal phase (matrix) by galvanic or chemical means.

**Key words:** copper, silver, casings, dielectric materials, reducing agent, copper halides

ӘОЖ 631.82

**А.Т. Сағындықова<sup>1\*</sup>, Ш.Т. Кошкарбаева<sup>1</sup>, П.А.Абдуразова<sup>2</sup>, Ж.Т.Жумадилова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>магистрант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан  
<sup>1</sup>т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент,  
Қазақстан

<sup>2</sup>PhD доктор, доцент, Сырдария университеті, Жетісай, Қазақстан

<sup>1</sup>докторант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

\*Корреспондент авторы: [tumar-1999@mail.ru](mailto:tumar-1999@mail.ru)

## КАРБОАММОФОС ӨНДІРІСІН ЖОБАЛАУ

### Түйін

Мақалада карбоаммофос тыңайтқышын алудың технологиялық сызбасы құрылып, өндіріс толық жазбаланған. Карбоаммофос азотты-фосфорлы күрделі түйіршіктелген тыңайтқыштар түріне жатады. Кешенді тыңайтқыш карбоаммофосты аммоний фосфаты ерітіндісінен және карбамидтен алады. Тыңайтқыштың бұл түрінің құрамындағы амидті азоттың болуы оның агрохимиялық құндылығын арттырып жоғарылатады. Карбамидтің құрамындағы амидті азоттар өсімдіктерге оңай сіңіріледі, аммоний нитратына қарағанда топырақтан аз мөлшерде өсімдікке бөлінеді. Соңғы 10-20 жылда минералдық тыңайтқыштар нарығында әртүрлі құрамды кешенді минералды тыңайтқыштарға, соның ішінде карбоаммофос тыңайтқышына сұраныс қатты жоғарылаған. Сонымен қатар, мақалада карбоаммофос тыңайтқышының физика химиялық қасиеттерінің негіздері келтіріліп, қолданылу аймағы және оның өсімдіктерге әсер ету қасиеттері қарастырылған. Карбоаммофос өндірісінің материалдық балансы есептелген және есептеудегі алынған нәтижелер келтірілген.

**Кілттік сөздер:** Күрделі тыңайтқыш, түйіршіктеу, аммоний фосфаты, бейтараптау, карбамид, карбоаммофос, топырақ.

### Кіріспе

Ауыл шаруашылығы және агроөндірістік секторын дамыту үшін күрделі азот - фосфорлы тыңайтқыштар өндірісін дамытуға үлкен көңіл бөлінуде, өйткені біздің еліміздегі үлкен жер көлемдерінде өсімдіктер үшін құнды болып келетін тыңайтқыш элементтері мен гумустардың қоры аз болып табылады. Топырақ ондаған жылдар бойы минералды тыңайтқыштармен өңделмеген, осыған байланысты өсімдіктердің өнім беруі төмендеп жатыр [1]. Минералды тыңайтқыштарға деген сұраныстың артуы азот, фосфор, калий шикізат базаларының кәсіпорындарын кеңейтуді талап етеді. Шикізат базаларының кәсіпорындарын кеңейту үшін төмен сортты фосфориттердің, және төмен құнарлы беттік жыныстарының үлкен қорлары жетерлік.

### Материалдар мен әдістер

Минералдық тыңайтқыштар нарығында әртүрлі құрамды кешенді тыңайтқыштарға, соның ішінде карбоаммофос тыңайтқышына сұраныс жоғарылаған.

Бұл сұраныс, бірінші кезекте, олардың жоғары агрохимиялық құндылығына байланысты, себебі, мұндай тыңайтқыштар топыраққа бір мезгілде бірнеше құнды элементтің сіңірілуіне мүмкіндік береді.

Шоғырландырылған аммофос тыңайтқышы тұтыну тұрғысынан қызығушылығы жоғары болып табылады, оны тек азот құрамы шоғырланған компоненттерді пайдалану арқылы ғана алу мүмкін.

Мұндай компоненттер ретінде, аммоний нитраты және карбамид пайдаланылады, азот құрамы сәйкесінше 35,0% құрайды және салмағы бойынша 46,7%. Бірінші жағдайда өнім нитроаммофоска, екінші – карбоаммофоска деп аталады.

Карбамид  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , концентрленген азотты тыңайтқыш болып есептеледі және

құрамында азоттың мөлшері 46 %, топырақты аздап сілтілендіретін тыңайтқыш. Түйіршіктелген, түссіз, құрылысы кристалды. Суда, спиртте және сұйық аммиакта жақсы ериді. Ал, эфирде және хлороформда ерімейді. Аммиак пен көмір қышқылының өзара әрекеттесуімен алынады. Әр түрлі ауыл шаруашылық дақылдары егілетін барлық топырақ түрлеріне тұқым себер алдында тыңайтқыш ретінде және үстеп қоректендіру үшін қолданылады. Мочевинаның қоюланған ерітіндісін өсімдік жеңіл сіңіреді. Мал ағзасында протеин орнына жүреді. Осы топқа жататын мочевина – формальдегид азот тыңайтқышы, ауаның ылғалдылығына төзімді, жақсы шашылады және нығыздалмайды. Мочевина мен формальдегидтің судағы ерітіндісін қышқыл ортада қоюлау жолымен алады, ол суда аз ериді, біраз уақыт өткеннен кейін өсімдікке 60-70 % -ға дейін сіңетін азот тыңайтқышының аммиактық және нитраттық қосылыстарына айналады. Бұл тыңайтқышты суармалы егіншілікте, соның ішінде күрішті суға бастырып егу әдісіне қолданған өте пайдалы. Мочевина гигиеналық дәрілердің, косметикалық синтездік заттардың құрамына кіреді және мұнай өндірісінде мұнайдан парафинді бөлу үшін қолданылады.

Нитроаммофоска өндірісі бүкіл әлемде кең таралған. Бұл өндірістің басты кемшілігі - аммоний нитраты және оның балқымасымен жұмыс кезінде өрт пен жарылыс қауіпсіздігіне қойылатын талаптардың артуы [2].

Карбоаммофос жағдайлары мүлдем керісінше. Бұл бірінші кезекте өнімнің жоғары гигроскопиялық қасиеттерінде байқалатын карбоаммофостың қанағаттанарлықсыз физикалық және химиялық қасиеттеріне байланысты.

Алайда, мұндай кемшіліктерге қарамастан, карбаммофос нитроаммофостан бірнеше артықшылыққа ие. Біріншіден, карбамидпен жұмыс жасау өрт және жарылысқа қауіпті емес. Екіншіден, тыңайтқышта амидті азоттың болуы оның агрохимиялық құндылығын арттырады.

Карбамидтің құрамындағы амидті азоттар өсімдіктерге оңай сіңіріледі, аммоний нитратына қарағанда топырақтан аз мөлшерде өсімдікке бөлінеді [3].

Қазіргі уақытта жоғары көлемде карбамид құрамды аммофос тыңайтқышын өндіретін технологиялар жабдықталмаған.

Осы технологияны жасау үшін, бірінші кезекте, тиімді физикалық қасиетпен өнім алуға мүмкіндік беретін, бастапқы компоненттердің талап етілетін маркасына байланысты шығыс коэффициенттері бойынша білім талап етіледі.

Бұл зерттеуде кешенді азот-фосфор тыңайтқыштарының тиімділігін және оларды Қазақстанда өндіру перспективаларын бағалау үшін зертханалық талдауды, статистикалық әдістер мен модельдеуді қамтитын кешенді тәсіл қолданылды.

### **Зертханалық әдістер**

Топырақтың қасиеттері мен тыңайтқыштардың тиімділігін зерттеу үшін: топырақтың химиялық талдауы (ГОСТ және ИСО стандартты әдістеріне сәйкес гумустың, азоттың, фосфордың және калийдің құрамын анықтау). Агрохимиялық тәжірибелер-сынақ дақылдарының (бидай, арпа) өсуі мен өнімділігіне әсерін бағалау үшін тыңайтқыштардың әртүрлі түрлерімен (карбоаммофос, аммофос, нитроаммофоска) вегетациялық тәжірибелер жүргізу. Спектрофотометриялық талдау-өсімдіктер мен топырақ ерітінділеріндегі қоректік заттардың концентрациясын анықтау.

### *Статистикалық және есептеу әдістері*

Корреляциялық және регрессиялық талдау-тыңайтқыш дозалары мен өнімділік арасындағы байланысты анықтау. Экономикалық-математикалық модельдеу-жергілікті шикізат (төмен сұрыпты фосфориттер) негізінде тыңайтқыштар өндірісінің рентабельділігін бағалау. Сараптамалық бағалау әдісі-ауыл шаруашылығы және химия өнеркәсібі саласындағы мамандарды тарта отырып, агрохимия саласын дамыту перспективаларын талдау.

### *Ғылыми-аналитикалық әдістер*

Қазақстанның топырақ ресурстарының жай-күйі туралы деректерді жүйелі талдау. Фосфат шикізатын өңдеудің заманауи технологияларына шолу. Отандық және импорттық тыңайтқыштардың тиімділігін салыстыру. Осы әдістерді қолдану Қазақстанда Кешенді тыңайтқыштар өндірісін дамытудың қажеттілігі мен перспективалары туралы сенімді деректер алуға мүмкіндік берді.

Карбоаммофос – азотты-фосфорлы күрделі түйіршіктелген тыңайтқыш. Оны аммоний фосфаты ерітіндісімен және карбамидтен алады. Карбоаммофос екі элементті тыңайтқыш,

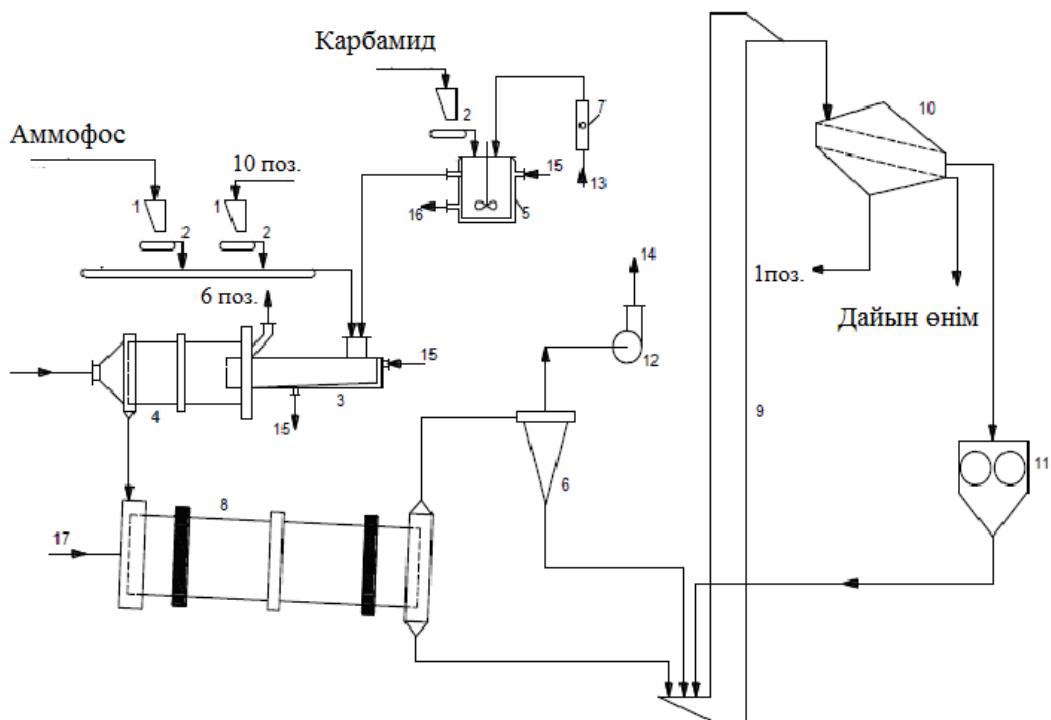
Карбоаммофос нитроаммофостан бірнеше артықшылыққа ие. Біріншіден, карбамидпен жұмыс жасау өрт және жарылысқа қауіпті емес. Екіншіден, тыңайтқышта амидті азоттың болуы оның агрохимиялық құндылығын арттырады.

#### **Нәтижелер және талқылау**

Карбамидтің құрамындағы амидті азоттар өсімдіктерге оңай сіңіріледі, аммоний нитратына қарағанда топырақтан аз мөлшерде өсімдікке бөлінеді.

Сонымен қатар, аммоний нитратын қолданғанмен салыстырғанда карбамидтегі азоттың жоғары құрамдас бөлігі концентрациясы жоғары минералды тыңайтқыш алуға мүмкіндік береді. Қазіргі таңда ауыл шаруашылығының дамуы үшін әртүрлі минералды тыңайтқыштарды органикалық тыңайтқыштармен бірге кешенді пайдалану тиімді [4].

Карбоаммофос тыңайтқышын алудың технологиялық сызбасы 1 суретте келтірілген. Карбоаммофос алу үшін (1) бункерден аммофос және (10) електен өткен майда өнімдер ретур (2) дозаторға беріледі. Карбоаммофос алуға арналған жартылай қондырғының сызбасын негіздеу: Карбоаммофос алу үшін (1) бункерден аммофос және (10) електен өткен майда өнімдер ретур (2) дозаторға беріледі. Алдын ала реакторда (5) карбамид (13) сумен араластырылып карбамид ерітіндісі дайындалады. Карбамид ерітіндісімен (2) шикізаттар (3) екі білікті араластырғыш қондырғыда ыстық бу арқылы араластыруға (4) беріледі. (4) Түйіршіктерді қатайтуға қажетті (17) ауа көзі бар барабанды дөңгелекте түйіршіктеліп, салқындатқышта суытылып, (17) ауа көзімен жартылай өнім (9) элеваторға, ал шыққан газ (6) циклон арқылы тазаланып, желдеткіш (12) арқылы атмосфераға шығып кетеді. Түйіршіктелген өнім (9) элеватор арқылы, (10) електен өтіп қажетті өлшемдегі түйіршіктер дайын өнімге жіберіледі. Ал електен өтпеген ірі өлшемді түйіршіктер (11) диірменде майдаланып қайтадан (9) элеваторға беріледі. Өте майдаланып кеткен өнім бастапқы үрдіске (1) бункер арқылы (2) дозаторға жіберіледі.



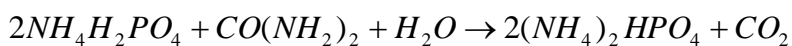
Белгіленуі: 1-бункер, 2-дозатор, 3-еківалды қондырма, 4-түйіршіктерді қатайту керекті ауа көзі бар барабанды дөңгелек, 5-карбамид ерітіндісін даярлауға арналған реактор, 6-циклон, 7-ротометр, 8-тоңазытқыш, 9-элеватор, 10- елек, 11- ұнтақтағыш, 12- желдеткіш, 13- су ,14- атмосферадағы газ, 15-бу, 16-конденсат, 17- ауа.

Сурет 1. Карбоаммофос тыңайтқышын алудың технологиялық сызбасы

Айналмалы барабанда өнім алуға болатын сызбаны негізге ала отырып, аммоний фосфаты, карбамид 80-100<sup>0</sup>С температурада илгіштік қасиетке ие болатындығы дәлелденді. Бұл сызбаның басты ерекшелігіне аммофос шығарушы өндірістермен қатар карбамид өндіруші зауыттарда технологияны толық пайдалануға болатындығында. Соңғысында карбамидтың балқымасын пайдалану түйіршіктену кезеңін алып тастауға мүмкіндік береді.

Осы өндірістің материалдық балансы 1000 кг карбоаммофосқа есептелді. 1000 кг карбоаммофоста берілген тапсырмаға сәйкес 180 кг фосфор және 180 кг азот болуы қажет. Сонда фосфор тек аммофоспен келетіндіктен алдымен фосфорды есептейміз.

Негізгі жүретін реакция:



Есептеу бойынша аммофостың мөлшері 667,74 кг құрады, аммофостың ішіндегі азот мөлшері 81,29 кг, қалған азот мөлшері карбамидпен келеді 98,71 кг. Карбамид мөлшері 211,52 кг. Судың мөлшері есептеу нәтижесі бойынша 52,88 кг, ал карбамидпен келетін судың мөлшері 42,3 кг. Реакция нәтижесінде бөлінген CO<sub>2</sub> мөлшері 155,5 кг, сонда судың жалпы мөлшері 121,06 кг тең.

#### Қорытынды

Жүргізілген зерттеу Қазақстанның агроөнеркәсіптік секторында кешенді азот-фосфорлы тыңайтқыштар өндірісін дамыту қажеттігін атап көрсетеді. Біздің елде кең ауылшаруашылық алқаптары бар, бірақ ондаған жылдар бойы гумустың жетіспеушілігі мен

минералды тыңайтқыштардың жеткіліксіз қолданылуына байланысты топырақтың құнарлылығы төмендейді. Бұл ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігінің төмендеуіне әкеледі және тыңайтқыштар өндіру үшін шикізат базасын нығайту қажеттілігі туралы мәселе туғызады. Тыңайтқыштар өндіретін кәсіпорындарды шикізатпен қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін төмен сортты фосфориттер мен басқа да қолжетімді фосфат кендерінің кен орындарын игеруге ерекше назар аудару қажет. Сонымен қатар, карбоаммофос сияқты күрделі тыңайтқыштарға сұраныстың артуы олардың жоғары агрохимиялық тиімділігіне байланысты. Бір уақытта бірнеше қоректік заттарды енгізу өсімдіктердің тез сіңуіне ықпал етеді, бұл топырақтың құнарлылығын қалпына келтіру үшін өте маңызды. Болашақта Минералды тыңайтқыштардың отандық өндірісін дамыту импортқа тәуелділікті азайтып қана қоймай, ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттырады, бұл елдің азық-түлік қауіпсіздігіне оң әсер етеді. Осы мақсатқа жету үшін фосфат шикізатын өңдеудің заманауи технологияларын енгізу және агрохимия саласына инвестицияларды ынталандыру қажет. Осылайша, Кешенді тыңайтқыштар өндірісін кеңейту Қазақстан ауыл шаруашылығының тұрақты дамуының негізгі факторы болып табылады және осы салада одан әрі ғылыми және технологиялық әзірлемелерді талап етеді.

Соңғы 10-20 жылда әлемдік минералды тыңайтқыш саудасы саласында түрлі комплекстік тыңайтқыш түрлеріне деген сұраныс жоғарылағандығы байқалды. Бұл жағдайдың туындауы, ең алдымен агрохимиялық құндылықтың жоғарылығымен, сонымен қатар топыраққа барлық құнды қоректік элемент-азот, фосфор және басқа да элементтердің бір мезетте ендірумен сипатталады. Карбоаммофостың физика - химиялық қасиеті күрделі, ол жоғары гигроскопиялық пен өнімнің жатықтылығына байланысты.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Кармышев В.Ф., Соболев Б.П., Носков В.Н. Производство и применение кормовых фосфатов. М.: Химия, 1987, 364 с.
2. Иванов М.Е., Олевский В.М., Поляков Н.Н. и др. Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности. М.: Химия, 2000, 249 с.
3. Бишимбаев У.К., Жантасов Қ.Т. және т.б. Минералды тыңайтқыштар және тұздар. Оқулық. Шымкент ОҚМУ, 2015, 484 б.
4. Шпунт С.Я., Борисов В.М., Гусева З.И., Ленёва З.Л., Подлеская А.В. Исследования растворимости и устойчивости фосфатов и хлоридов калия, аммония и мочевины в процессе получения карбоаммофоски //Труды НИУИФ, М., 2001, Выпуск 221, С. 26-34.
5. Официальный сайт - ТОО «AlchemyKA» (Алкемика). Минеральные удобрения. Мына сілтемеде: <https://alchemyka.kz/udobreniya/mineralnyie-udobreniya.html>
6. Базарбаева Г.А., Садиева Х.Р. МОДИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ФОСФАТОВ // Вестник науки №6 (63) том 1. С. 1168 - 1173. 2023 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: <https://www.вестник-науки.рф/article/8728> (дата обращения: 24.04.2024 г.)
7. Шолақ Ә. Ә., Масалимова Б. К., Сейтбекова Г. А., Нурлыбаева А. Н. Фосфаттар, өңдеу технологиясы және өнімдері: Оқу құралы.-Тараз: Тараз университеті, 2020 . – 130 б.
8. Smith, J., Johnson, L. (2021). "Global Trends in Complex Fertilizer Production: Nitrogen-Phosphorus Formulations." Journal of Agricultural Science, Vol. 15, pp. 112-125. DOI:

#### References

1. Karmyshev V.F., Sobolev B.P., Noskov V.N. Proizvodstvo i primeneniye kormovykh fosfatov. M.: Himiya, 1987, 364 s.
2. Ivanov M.E., Olevskiy V.M., Poljakov N.N. i dr. Proizvodstvo ammiachnoy selitry v agregatah bol'shoj edinichnoj moshhnosti. M.: Himiya, 2000, 249 s.

3. Bishimbaev U.K., Zhantasov K.T. zhәне t.b. Mineraldy tuñajtkyshtar zhәне tyzdar. Оқулық. Shymkent ОҚМУ, 2015, 484 б.
4. Shpunt S.Ja., Borisov V.M., Guseva Z.I., Lenjova Z.L., Podlesskaja A.V. Issledovaniya rastvorimosti i ustojchivosti fosfatov i hloridov kalija, ammonija i mocheviny v processe poluchenija karboammofoski //Trudy NIUIF, M., 2001, Vypusk 221, S. 26-34.
5. Oficial'nyj sajt - ТОО «AlchemyKA» (Alkemika) .Mineral'nye udobrenija. Myna siltemede: <https://alchemyka.kz/udobreniya/mineralnyie-udobreniya.html>
6. Bazarbaeva G.A., Sadieva H.R. MODIFIKACIJA PROCESSA PROIZVODSTVA PISHhEVYH FOSFATOV // Vestnik nauki №6 (63) tom 1. S. 1168 - 1173. 2023 g. ISSN 2712-8849 // Jelektronnyj resurs: <https://www.vestnik-nauki.rf/article/8728> (data obrashhenija: 24.04.2024 g.)
7. Sholaq Ə. Ə., Masalimova B. K., Sejtbekova G. A., Nurlybaeva A. N. Fosfattar, өңдеу tehnologijasy zhәне өнімderi: Оқи құралы.-Taraz: Taraz universiteti, 2020 . – 130 б.
8. Smith, J., Johnson, L. (2021). "Global Trends in Complex Fertilizer Production: Nitrogen-Phosphorus Formulations." Journal of Agricultural Science, Vol. 15, pp. 112-125.

**А. Т. Сағындықова<sup>1\*</sup>, Ш. Т. Кошкарбаева<sup>1</sup>, П. А. Абдуразова<sup>2</sup>, Ж.Т. Жумадилова**

<sup>1</sup>магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>1</sup>к.т. н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>2</sup>PhD доктор, доцент, Сырдарьинский университет, Жетысай, Казахстан

<sup>1</sup>докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: [tumar-1999@mail.ru](mailto:tumar-1999@mail.ru)

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КАРБОАММОФОСА

### Аннотация

В статье описано производство получения удобрения карбоаммофоса и приведена технологическая схема. Карбоаммофос является комплексным азотно-фосфорным гранулированным удобрением. Комплексное удобрения карбоаммофос получают из раствора фосфата аммония и карбамида. Присутствие амидного азота в этом типе удобрения повышает его агрохимическую ценность. Амидный азот в карбамиде легко поглощается растениями, и по сравнению с нитратом аммония из почвы растению выделяется меньшее количество. За последние 10-20 лет на рынке минеральных удобрений возрос спрос на различные комплексные удобрения, в том числе и на карбоаммофосные. В статье также изложены основные физико-химические свойство карбоаммофосного удобрения, области их применения и его влияния на растения. Расчитан материальный баланс производства карбоаммофоса и приведены результаты полученных в расчете.

**Ключевые слова:** Комплексное удобрение, гранулирование, фосфат аммония, нейтрализация, карбамид, карбоаммофос, почва.

**A. T. Sagyndykova<sup>1\*</sup>, Sh. T. Koshkarbayeva<sup>1</sup>, P. A. Abdurazova<sup>2</sup>, Zh.T. Zhumadilova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>master student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Candidate of Technical Sciences, Associate professor, S M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>2</sup>PhD doctor, Associate professor, Syrdarya University, Zhetysai, Kazakhstan

doctoral student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding author: [tumar-1999@mail.ru](mailto:tumar-1999@mail.ru)

## DESIGN OF THE PRODUCTION OF CARBOAMMOPHOS

### Abstract

The article describes the production of obtaining fertilizer carboammophos and the shown

technological scheme. Carboammophos is a complex granular nitrogen-phosphorus fertilizer. Carboammophos complex fertilizers are obtained from ammonium phosphate solution and urea. The presence of amide nitrogen in this type of fertilizer increases its agrochemical value. Amide nitrogen in urea is easily absorbed by plants, and a smaller amount is released from the soil compared to nitrate of ammonium. Over the past 10–20 years, the demand for various complex fertilizers, including carboamofos, has increased in the market of mineral fertilizers. The article also outlines the main physicochemical properties of carboammophos fertilizers, their areas of application and its effect on plants. The material balance of production of carboammophos is calculated and the results obtained in the calculation are given.

**Keywords:** Complex fertilizer, granulation, ammonium phosphate, neutralization, carbamide, carboammophos, soil.

UDC 661.632

**S.T. Tleuova, A.N. Tileuberdi, M.M. Ulbekova, A.S. Taubaeva, G.S. Zhusupbek\***

Cand.Tech.Sci., Professor, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

PhD, senior lecturer, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

lecturer, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

PhD, senior lecturer, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

doctoral student, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding author's email: gul\_dana\_93@mail.ru

## INVESTIGATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL FEATURES OF A PHOSPHOROUS AGGLOMERATE USING PHOSPHATE-SILICEOUS SHALES AND OIL WASTE

### Abstract

The article presents the results of the physico-chemical features of phosphorous agglomerates obtained by agglomeration firing of phosphorous fines with the addition of phosphate-siliceous shales and petroleum coke. IR spectrometric, X-ray fluorescence, microstructural, and element-by-element analyses of the initial and obtained materials were used to study the initial phosphate-siliceous shale and firing products. The IR spectrum of the Janatas phosphate-siliceous shale is characterized by a wide band in the range of 3400-3700  $\text{cm}^{-1}$  corresponding to  $\nu(\text{O-H})$ . The group of intense bands 1010-1058  $\text{cm}^{-1}$  is caused by the asymmetric stretching of the  $\nu(\text{Si-O-Si})$  structural elements of silica. In the region 667-789 $\text{cm}^{-1}$ ,  $\nu(\text{Si-O-Al})$  and  $\nu(\text{Si-O-Si})$  deformation vibrations of the aluminosilicate phase are detected. The IR spectra of the firing product at a temperature of 1100°C are represented as a phosphate-silicate composite in which a "matrix" (Ca-P) is combined with a glassy phase (Si-O-Al). Microstructure and element-wise composition of the batch firing product phosphate:phosphate-siliceous shales:coke:oil sludge at a ratio of 65:26:6:3 is characterized by the main cementing component in the form of lamellar calcium phosphate, represented by aggregates of thin crystalline plates. The detected content of Si (9.18%) and Al (2.10%) indicates the formation of aluminosilicate minerals represented by elongated or spherical hydrosilicate aggregates.

**Keywords:** phosphorous agglomerate, phosphate-siliceous shale, petrocox, phosphate-silicate composite, glass phase, X-ray fluorescence spectrum, oil sludge.

### Introduction

The traditional agglomeration firing of phosphorous fines provides dehydration, decarbonization and partial de-fluorination of the ore with hardening of the agglomerate due to high-temperature treatment [1-2]. The addition of silicon-containing rocks and hydrocarbon wastes can significantly affect the physico-chemical properties of the charge and the course of reactions during sintering. However, to date, the complex kinetics of phosphorite agglomeration in the simultaneous presence of phosphate-siliceous shale and hydrocarbon waste has not been sufficiently studied. This determines the relevance of the present study [3-5]

### Methodology of the experiment

To determine the physico-chemical features of the obtained phosphorous agglomerates using phosphate-siliceous shale and petrocox, we performed an IR spectrometric analysis of the initial phosphate-siliceous shale.

### Results and discussions

The IR spectrum of the Janatasa phosphate-siliceous shale shows the following characteristic absorption bands. A wide band in the range of 3400-3700  $\text{cm}^{-1}$  corresponds to the  $\nu(\text{O-H})$  stretching vibrations of hydroxyl and water molecules adsorbed in the interlayer and interstitial positions of the silicate mineral. The bonds of the groups  $\nu(\text{Si-O-Al})$  and  $\nu(\text{Si-O-Si})$  and deformation vibrations of the aluminosilicate phase were determined in the region 667-789 $\text{cm}^{-1}$  (Figure 1).

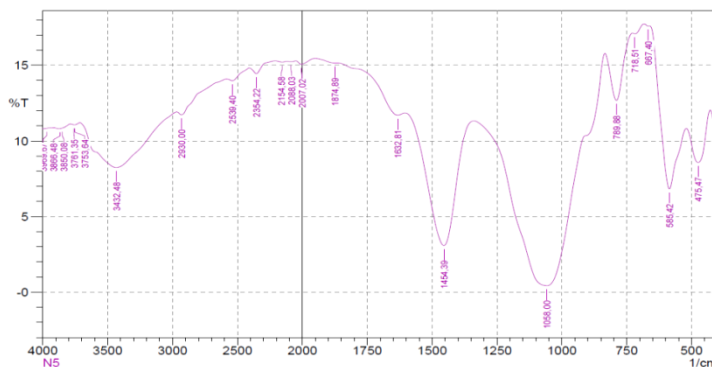


Fig 1. IR spectrogram of phosphate-siliceous shale of the Janatas deposit

The X-ray fluorescence spectrum of the phosphate-siliceous shale of the Janatas deposit reflects the complex mineral composition of the sample and confirms the presence of a wide range of chemical elements characteristic of silicate-phosphate rocks. The spectrogram shows intense peaks in the range up to 5 keV, corresponding to the lines Mg, Al, Si, K and Ca, indicating the dominance of silicate and aluminosilicate phases with an admixture of calcium. The pronounced Ca-K $\alpha$  and Ca-K $\beta$  signals confirm the presence of calcium-containing minerals such as calcium phosphates and carbonates, which form the basic mineral matrix of the rock.

In the range of 10-15 keV, lines of heavy elements such as Pb and U, as well as As, are observed, which indicates the presence of impurity phases and trace elements in the shale that can affect the environmental and technological characteristics of the raw material. The characteristic peaks of Fe-K $\alpha$  and Fe-K $\beta$  confirm the presence of iron oxides and silicates involved in the formation of the aluminosilicate structure. The presence of Ti and V indicates the presence of minor minerals characteristic of phosphate-silicate systems of sedimentary origin (Figure 2).

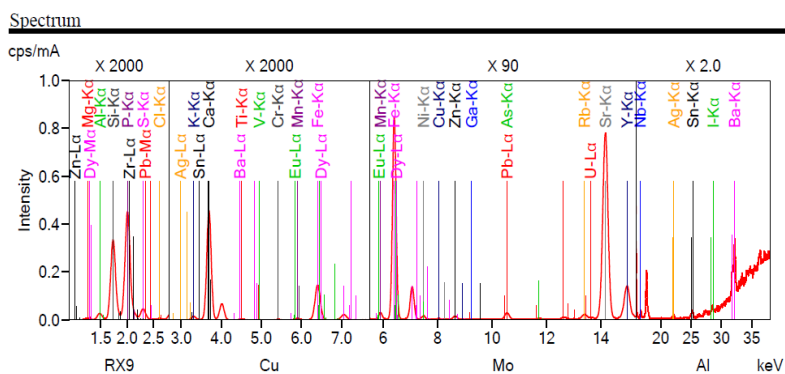


Fig. 2- X-ray spectrogram of phosphate-siliceous shale of the Janatas deposit

Spectrum analysis demonstrates that the investigated phosphate-siliceous shale is a multicomponent system, including calcium phosphates, aluminosilicates, iron oxides, as well as impurities of heavy metals. This confirms its complex geochemical nature and determines the need to use combined heat treatment and agglomeration technologies to effectively involve this type of raw material in processing. The results obtained indicate that Janatas shales can be used as an active component in charges for sintering low-grade phosphorites, providing both fluxing properties and additional introduction of a silicate phase that increases the mechanical strength of the agglomerate.

IR spectroscopic analysis of petrocox shows a characteristic spectrum of organocarbon material with the presence of functional groups of an oxygen-containing nature and traces of mineralized impurities. In the region of 3400-3600  $\text{cm}^{-1}$ , a weakly pronounced band is recorded,

corresponding to the valence vibrations of Oh groups, which indicates the presence of moisture or hydroxyl fragments retained on the surface of the coke residue. The absorbances in the 2850-2950  $\text{cm}^{-1}$  zone reflects valence vibrations of C–H bonds in methyl and methylene groups, indicating partially preserved aliphatic fragments of organic matter (Figure 3).

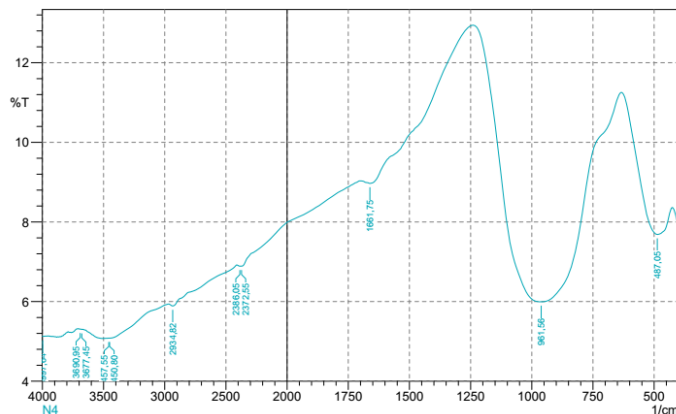


Fig 3. IR spectrogram of a sample of petroleum coke

In the region of 1600-1650  $\text{cm}^{-1}$ , there is a band associated with fluctuations of the C=C aromatic type, which is a key indicator of the predominance of polycyclic aromatic structures in petroleum coke. The presence of signals in the region of 1100-1250  $\text{cm}^{-1}$  indicates the presence of C–O bonds associated with esters or phenolic components, which confirms the incomplete removal of oxygen-containing organic residues during coking. Fluctuations of Si–O and Al–O are recorded in the low-frequency zone of 470-600  $\text{cm}^{-1}$ , which is associated with mineral impurities - silicates and alumina inclusions inherited from the source oil.

X-ray fluorescence analysis of the petrocox revealed its complex elemental composition, which reflects both the organic nature of the initial carbon-containing material and the presence of mineral impurities. The spectrogram clearly shows intense peaks in the low-energy range of 1.5-4.0 keV, corresponding to the Mg, Si, K, and Ca lines, which confirms the low-intensity peaks of silicate and calcium-containing phases characteristic of the initial petroleum raw materials. The presence of Fe-Ka and Fe-Kb peaks in the region of 6.4–7.1 keV indicates the content of iron-containing compounds, mainly oxides, which can play a significant role in the processes of catalytic interaction during the heat treatment of petroleum coke (Figure 4).

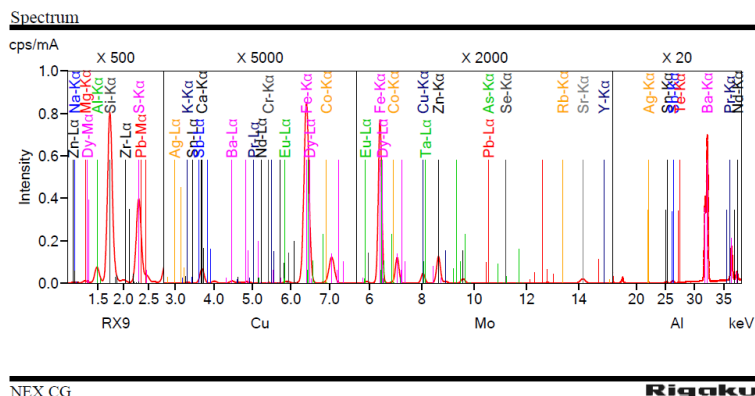


Fig 4. X-ray spectrogram of a sample of petrocox

The Ti and V signals characteristic of residual impurities in heavy oil fractions were also

detected in the spectrum. The presence of Sr, Ba and Pb indicates the presence of trace elements, which is typical for petroleum cokes obtained from asphaltene fractions with a high content of organometallic compounds. Special attention should be paid to the detection of U and rare earth element (Dy, Eu, La) signals, which indicates the possibility of the presence in the oil coke of traces of geochemically stable impurities from the feedstock.

The results of the IR spectrogram of the charge firing product low-grade phosphorite – phosphate-siliceous shale – coke – oil sludge at a temperature of 1100°C and a duration of 60 minutes are shown in Figure 5, which is characterized by a number of absorption bands associated with changes in the main functional groups formed during high-temperature firing.

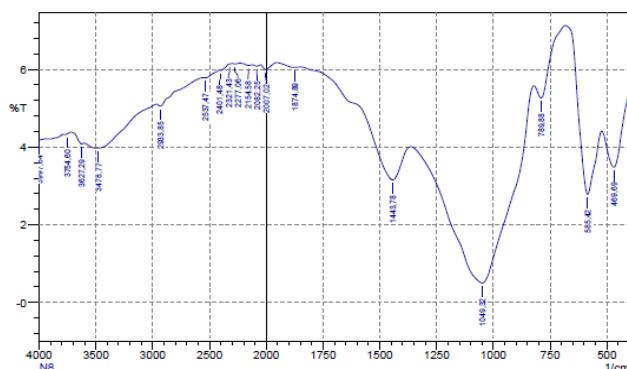


Fig. 5. IR spectrogram of the batch firing product low-grade phosphorite - phosphate-siliceous shale – coke – oil sludge

IR spectroscopic analysis of the firing product of the charge, including low-grade phosphorite, phosphate-siliceous shale, coke and oil sludge, revealed the formation of a complex multiphase structure due to thermochemical interactions between the organic and mineral components of the mixture. In the region of 3400-3600  $\text{cm}^{-1}$ , residual wide bands of OH–H valence vibrations are observed, which indicates partially preserved hydroxyl groups of silicates and adsorbed moisture, despite the high-temperature firing regime.

The most characteristic changes are associated with the region of 1000-1100  $\text{cm}^{-1}$ , where intense absorption is observed, corresponding to fluctuations in Si–O and P–O bonds. This confirms the formation of new phosphate-silicate phases resulting from the interaction of phosphorite and phosphate-siliceous shales. Bands corresponding to Al–O and Mg–O fluctuations are distinguished in the 600-800  $\text{cm}^{-1}$  zone, which indicates the participation of alumina and magnesia components in the formation of the mineral skeleton of the agglomerate.

Microstructure and element-wise composition of the batch firing product phosphate:phosphate-siliceous shales:coke:oil sludge at a ratio of 65:26:6:3 (Figure 6).

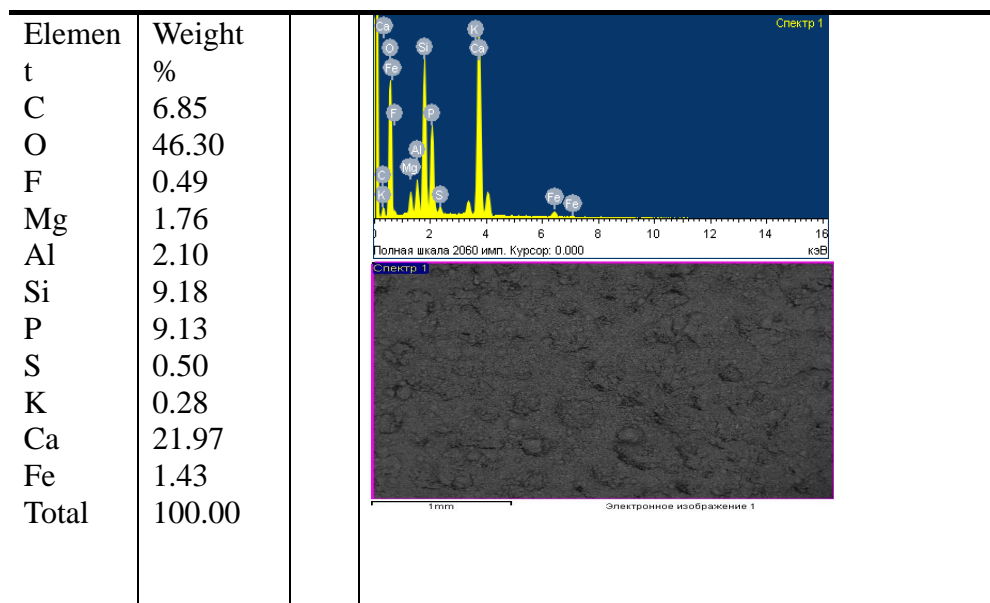


Fig.6. Microstructure and element-wise composition of the batch firing product phosphate:phosphate-siliceous shales:coke:oil slage at a ratio of 65:26:6:3

Analysis of the microstructure and EDS-element composition of the batch firing product phosphate:phosphate-siliceous shales:coke:oil slage (65 : 26 : 6 : 3) showed that the main cementing component is lamellar calcium phosphate, represented by aggregates of thin crystalline plates. The detected content of Si (9.18%) and Al (2.10%) indicates the formation of aluminosilicate minerals represented by elongated or spherical hydrosilicate aggregates. Mg (1.76%) and Fe (1.43%) are localized in fine-grained Ca-Fe-O inclusions, which perform a strengthening function similar to calcium ferrite.

### Conclusion

Thus, the obtained results of X-ray fluorescence analysis allow us to conclude that neftekoх is not an exclusively carbon product, but is a mineral-organic complex containing oxides of calcium, iron, aluminosilicates and a number of heavy and rare earth elements. This specificity has a significant impact on its physico-chemical properties and thermochemical behavior, determining the possibilities of using petroleum coke not only as a fuel, but also as a reducing agent and active component in sintering and metallurgical processes.

The microstructure and element-by-element composition of the batch firing product that the main cementing component is lamellar calcium phosphate, represented by aggregates of thin crystalline plates with inclusions of aluminosilicate and slightly ferritic minerals.

### References

1. Elgharbi, S., Horchani-Naifer, K., and Férid, M. Study of Structural and Mineralogical Changes of Tunisian Phosphorite during Calcination. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2015, Vol. 119, No. 1, pp. 265–271. <https://doi.org/10.1007/s10973-014-4132-5>
2. Tleuova S.T., Anarbayev A.A., Pazylova D.T., Ulbekova M., Tileuberdi A.N. Mathematical modeling of sorptive extraction of lithium chloride from lithium-containing brine of the Aral Sea region. *The Open Chemical Engineering Journal*, Sharjah, U.A.E., 2024, Vol. 18, pp. 1–11. <https://doi.org/10.2174/01187412313335492409090708331>
3. Tleuov A.S., Shevko V.M., Tleuova A.Kh. Use of Hydrocarbon Raw Materials in the Processes of Decarbonization of Phosphate Ore. // Abstracts of the International Conference of the Institute of

General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. – Tashkent, 2003. – p. 61.

4. Tleuov A.S., Tleuova S.T., Pazylova D.T., Tileuberdi A.N., Ulbekova M.M., Turishbekov Zh.A. Utility Model Patent of the Republic of Kazakhstan. Method for Agglomeration of Phosphate Raw Material. No. 9772, dated 15.11.2024.

5. Tleuov A.S., Arystanova S.D., Tleuova S.T., Nazarbek U.B., Ulbekova M. Mathematical modeling of the process of obtaining sorbents for phosphorus extraction from sludges. Scientific Journal "Bulletin of KazNITU named after K.I. Satpayev", No. 1 (125), Almaty, 2018, pp. 387–393.

6. Da Silva EF, Mlayah A, Gomes C, Noronha F, Cristina Sequeira C, Estevesd V, Marquesd ARF. Heavy elements in the phosphorite from Kalaat Khasba mine (North-western Tunisia): potential implications on the environment and human health. J Hazard Mater. 2010;182:232–45.

7. Bojinova D. Thermal treatment of Tunisian phosphorite and additives of aluminium silicate. Thermochim Acta. 2003;404:155–62.

**С.Т. Тлеуова, А.Н. Тілеуберді, М.М. Үлбекова, А.С. Таубаева, Г.С. Жүсіпбек\***

т.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, Шымкент, Қазақстан  
PhD, аға оқытушы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, Шымкент,  
Қазақстан

оқытушы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, Шымкент, Қазақстан  
PhD, аға оқытушы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, Шымкент,  
Қазақстан

\*докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, Шымкент, Қазақстан  
**\*Корреспондент авторы:** tul\_dana\_93@mail.ru

## **ФОСФАТ-КРЕМНИЙЛІ ТАҚТАТАСТАР МЕН МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ФОСФОР АГЛОМЕРАТЫНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

### **Түйін**

Мақалада фосфат-кремнийлі тақтатастар мен мұнай коксын қосу арқылы фосфорлы айыппұлдарды агломерациялау арқылы алынған фосфор агломераттарының физика-химиялық ерекшеліктерінің нәтижелері келтірілген. Бастапқы фосфат-кремнийлі тақтатастар және күйдіру өнімдерін зерттеу үшін бастапқы және алынған материалдардың ИҚ спектрометриялық, Рентгендік флуоресценциялық, микроқұрылымдық және элементтік-элементтік талдаулары пайдаланылды. Жанатас фосфатты-кремнийлі тақтатастың ИҚ спектрі  $\nu(\text{O-H})$  сәйкес келетін 3400-3700 см<sup>-1</sup> диапазонындағы кең диапазонмен сипатталады. 1010-1058 см<sup>-1</sup> қарқынды жолақтар тобы кремнеземнің  $\nu(\text{Si-O-Si})$  құрылымдық элементтерінің асимметриялық созылуынан туындайды. Аймақта 667–789 см<sup>-1</sup>, алюмосиликат фазасының  $\nu(\text{Si-O-Al})$  және  $\nu(\text{Si-O-Si})$  деформациялық тербелістері анықталды. 1100°С температурада күйдіретін өнімнің ИҚ спектрлері фосфат-силикат композициясы түрінде ұсынылған, онда "матрица" (Са-Р) шыны фазамен (Si-O-Al) біріктіріледі.). Пакеттік күйдіру өнімінің микроқұрылымы мен элементтік құрамы фосфат:фосфат-кремнийлі тақтатастар:кокс:мұнай шламы 65:26:6:3 қатынасында жұқа кристалды агрегаттармен ұсынылған пластиналы кальций фосфаты түріндегі негізгі цементтеу компонентімен сипатталады. пластиналар. Анықталған Si (9,18%) және Al (2,10%) құрамы ұзартылған немесе сфералық гидросиликат агрегаттарымен ұсынылған алюмосиликатты минералдардың түзілуін көрсетеді.

**Кілттік сөздер:** фосфор агломераты, фосфат-кремнийлі тақтатастар, петрококс, фосфат-силикат композиті, шыны фазасы, Рентгендік флуоресценция спектрі, мұнай шламы.

**С.Т. Тлеуова, А.Н. Тлеуберди\*, М.М. Ульбекова, А.С. Таубаева, Г.С. Жусупбек\***

к.т.н., профессор, Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М.Ауэзова, Шымкент,  
Казахстан

PhD, старший преподаватель, Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М.Ауэзова,  
Шымкент, Казахстан

преподаватель, Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М.Ауэзова, Шымкент,  
Казахстан

PhD, старший преподаватель, Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М.Ауэзова,  
Шымкент, Казахстан

\*докторант, Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М.Ауэзова, Шымкент,  
Казахстан

\*Автора для корреспонденции: [tul\\_dana\\_93@mail.ru](mailto:tul_dana_93@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФОСФОРИСТОГО АГЛОМЕРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОСФАТНОКРЕМНИСТЫХ СЛАНЦЕВ И НЕФТЯНЫХ ОТХОДОВ**

### **Аннотация**

В статье представлены результаты изучения физико-химических свойств фосфористых агломератов, полученных при агломерационном обжиге фосфористой мелочи с добавлением фосфатнокремнистых сланцев и нефтяного кокса. Для изучения исходного фосфатнокремнистого сланца и продуктов обжига были использованы ИК-спектрометрический, рентгенофлуоресцентный, микроструктурный и поэлементный анализы исходных и полученных материалов. ИК-спектр фосфатно-кремнистого сланца Джанатас характеризуется широкой полосой в диапазоне 3400-3700 см<sup>-1</sup>, соответствующей  $\nu(\text{O-H})$ . Группа интенсивных полос 1010-1058 см<sup>-1</sup> обусловлена асимметричным растяжением  $\nu(\text{Si-O-Si})$  структурных элементов кремнезема. В области 667-789 см<sup>-1</sup> обнаружены деформационные колебания  $\nu(\text{Si-O-Al})$  и  $\nu(\text{Si-O-Si})$  алюмосиликатной фазы. ИК-спектры продукта обжига при температуре 1100°C представлены в виде фосфатно-силикатного композита, в котором "матрица" (Са-Р) сочетается со стеклообразной фазой (Si-O-Al). Микроструктура и элементный состав продукта периодического обжига фосфат:фосфатнокремнистые сланцы:кокс:нефтяной шлак в соотношении 65:26:6:3 характеризуется наличием основного вяжущего компонента в виде пластинчатого фосфата кальция, представленного агрегатами из тонких кристаллических пластинок. Обнаруженное содержание Si (9,18%) и Al (2,10%) указывает на образование алюмосиликатных минералов, представленных удлинёнными или сферическими гидросиликатными агрегатами.

**Ключевые слова:** фосфористый агломерат, фосфатно-кремнистый сланец, петрококс, фосфатно-силикатный композит, стеклофаза, рентгенофлуоресцентный спектр, нефтешлам.

**ИНФОРМАТИКА, ІТ-ТЕХНОЛОГИЯЛАР**  
**ИНФОРМАТИКА, ІТ-ТЕХНОЛОГИИ**  
**COMPUTER SCIENCE, INFORMATION TECHNOLOGIES**

УДК 541.18

**Ә.А. Бекнияз, П.А. Кожабекова, Ж.Д. Изтаев, Ж.Р. Умарова**

магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан

к.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан

к.п.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан

PhD, ассоциированный профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан\*

\*Автор для корреспонденции: alibekniyaz01@gmail.com

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО КОНТЕНТА  
ДЛЯ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ**

**Аннотация**

В статье рассматриваются теоретические аспекты разработки мультимедийного контента для онлайн обучения. Проанализированы современные технологии и методики создания образовательного контента, уделено внимание принципам когерентности, мультимодальности, сегментации, персонализации и интерактивности. Исследование подчеркивает важность использования теорий когнитивной нагрузки, мультимедийного обучения и конструктивистского подхода для повышения качества и доступности образовательного контента. Приводятся рекомендации по оптимизации учебных материалов и внедрению новых интерактивных и иммерсивных технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность, для улучшения образовательного процесса и достижения лучших результатов обучения.

Эффективный мультимедийный контент должен следовать принципам когерентности, мультимодальности, сегментации, временной и пространственной близости, персонализации и интерактивности. Соблюдение этих принципов позволяет минимизировать когнитивную нагрузку, улучшить восприятие и запоминание информации, а также повысить мотивацию и вовлеченность учащихся. Лучшие практики разработки мультимедийного контента включают использование разнообразных типов мультимедиа, таких как текст, изображения, аудио, видео и интерактивные элементы, что позволяет создать богатую и увлекательную учебную среду.

**Ключевые слова:** мультимедийное обучение, онлайн обучение, когнитивная нагрузка, теория мультимедийного обучения, конструктивистская теория, интерактивный контент, виртуальная реальность, дополненная реальность, дизайн образовательного контента

**Введение**

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, образование постоянно адаптируется к новым форматам и подходам. Онлайн обучение, ставшее особенно актуальным в последние годы, требует не только пересмотра методик преподавания, но и разработки качественного мультимедийного контента, способного удерживать внимание студентов и обеспечивать высокую эффективность усвоения материала. Современные технологии предоставляют обширные возможности для создания интерактивного, визуально привлекательного и педагогически целесообразного контента. Однако с их помощью появляются и новые вызовы, связанные с выбором оптимальных инструментов, интеграцией мультимедийных ресурсов в учебный процесс и обеспечением доступности контента для всех категорий обучающихся.

Несмотря на признание потенциала мультимедийного контента для повышения вовлеченности и мотивации студентов, многие аспекты его разработки и применения в

онлайн обучении остаются недостаточно исследованными. В частности, это касается адаптации мультимедийных технологий к различным учебным предметам, создания универсально доступного контента, соответствия педагогическим стандартам и требованиям, а также оценки эффективности таких технологий в контексте разнообразных образовательных моделей и подходов. Дополнительным сложностям способствует быстрое устаревание технологий и необходимость постоянного обновления контента, что требует значительных временных и финансовых инвестиций со стороны образовательных учреждений.

Таким образом, актуальность данной статьи заключается в необходимости глубокого анализа современных технологий разработки мультимедийного контента для онлайн обучения, выявления наиболее эффективных подходов и инструментов, а также разработке рекомендаций по их применению в образовательной практике. Данное исследование стремится внести вклад в понимание того, как мультимедийный контент может быть максимально эффективно интегрирован в онлайн обучение для достижения лучших образовательных результатов.

Цель данного исследования заключается в обзоре и анализе современных технологий разработки мультимедийного контента для онлайн обучения, выявлении наиболее эффективных методик и инструментов для их применения в образовательной практике, а также разработке рекомендаций по созданию интерактивного, визуально привлекательного и педагогически целесообразного контента. Исследование направлено на повышение качества и доступности образовательного контента, улучшение учебного процесса и его результатов, а также на обеспечение максимальной вовлеченности и мотивации студентов посредством оптимального использования мультимедийных технологий.

### **Теоретические аспекты разработки мультимедийного контента**

Разработка мультимедийного контента для онлайн обучения требует понимания ряда теоретических аспектов, которые включают в себя образовательные теории, психологические принципы, дидактические методы, а также технические и дизайнерские подходы. Рассмотрим эти аспекты подробнее.

#### **1) Образовательные теории и мультимедийное обучение.**

*Теория когнитивной нагрузки.* Разработанная Джоном Своллоу, основывается на том, что когнитивные ресурсы человека ограничены. Для обеспечения эффективного обучения мультимедийный контент должен быть создан с учетом снижения избыточной нагрузки на восприятие и сосредоточения внимания на ключевых аспектах материала. Это достигается применением принципов когнитивного мультимедийного обучения, таких как сегментация, использование различных каналов восприятия (мультимодальность) и когерентность информации [1].

*Теория мультимедийного обучения Ричарда Майера.* Согласно этой теории, люди учатся лучше, когда слова и изображения представлены вместе, а не по отдельности. Майер выделяет несколько принципов мультимедийного дизайна, таких как принцип мультимодальности (использование текста и изображений), принцип сегментации (разделение информации на части) и принцип когерентности (исключение лишней информации) [2].

*Конструктивистская теория обучения:* Конструктивизм предполагает, что обучение происходит наиболее эффективно, когда учащиеся активно строят свои знания через взаимодействие с контентом. Мультимедийный контент должен быть интерактивным, способствующим самостоятельному исследованию и решению проблем [3].

#### **2) Психологические аспекты мультимедийного обучения**

*Теория двойного кодирования:* Разработанная Аланом Пайвио, эта теория предполагает, что информация лучше запоминается, если она представлена в двух кодах: вербальном

(тексты) и невербальном (изображения). Мультимедийный контент должен сочетать текст и визуальные элементы для улучшения запоминания и понимания [4].

*Модель ARCS (Внимание, Релевантность, Уверенность, Удовлетворение):* Модель мотивации ARCS, созданная Джоном Келлером, акцентирует внимание на ключевых мотивационных факторах, влияющих на процесс обучения. Для повышения эффективности мультимедийного контента необходимо: привлекать внимание учащихся, обеспечивать релевантность материала их интересам и потребностям, укреплять уверенность в их способностях, а также создавать ощущение удовлетворения от учебного процесса [5].

### **3) Дидактические принципы и методы**

*Принцип активного обучения:* Мультимедийный контент должен способствовать активному участию учащихся в процессе обучения через интерактивные задания, симуляции, видеоигры и другие активные методы.

*Принцип адаптивного обучения:* Мультимедийный контент должен быть адаптирован под индивидуальные потребности и уровень подготовки учащихся. Это включает использование адаптивных технологий и персонализированных учебных траекторий.

*Метод кейсов:* Использование реальных или гипотетических ситуаций для анализа и решения проблем. Мультимедийные кейсы могут включать видео, интерактивные сценарии и симуляции.

### **4) Технические и дизайнерские аспекты**

*Мультимедийный дизайн:* Эффективный дизайн мультимедийного контента требует баланса между визуальными, аудиальными и текстовыми элементами. Важно соблюдать принципы юзабилити, удобства навигации и доступности.

*Технологические инструменты:* Разработка мультимедийного контента требует использования различных программных средств и платформ, таких как авторские инструменты (Adobe Captivate, Articulate Storyline), инструменты для создания видео и анимаций (Adobe Premiere, Camtasia), а также платформы для управления обучением (Moodle, Blackboard).

*Интерактивные технологии:* Включение интерактивных элементов, таких как викторины, симуляции, игры и виртуальная реальность, для повышения вовлеченности учащихся и улучшения их образовательного опыта.

Теоретические аспекты разработки мультимедийного контента для онлайн обучения охватывают широкий спектр знаний из различных областей, таких как педагогика, психология, дизайн и информационные технологии. Понимание этих аспектов позволяет создать качественный и эффективный образовательный контент, который способствует улучшению процесса обучения и повышению успеваемости студентов.

## **Психолого-педагогические основы использования мультимедийного контента в обучении**

Мультимедийный контент в образовательном процессе основывается на ряде ключевых теорий обучения, которые раскрывают механизмы усвоения информации и дают рекомендации по улучшению образовательного опыта. Эти теории помогают понять, как люди воспринимают и обрабатывают информацию, что позволяет создавать более эффективные и привлекательные учебные материалы. Рассмотрим основные подходы и принципы, лежащие в основе теорий обучения, а также их использование при разработке мультимедийного контента для достижения максимальной пользы для обучающихся.

Таблица 1. Психолого-педагогические основы использования мультимедийного контента в обучении.

Теория	Применение
<p><b>Когнитивная нагрузки (Cognitive Load).</b> Теория когнитивной нагрузки, предложенная Джоном Своллоу, утверждает, что когнитивные ресурсы обучающегося ограничены. Эффективный мультимедийный контент должен минимизировать избыточную когнитивную нагрузку, чтобы учащиеся могли сосредоточиться на важном материале.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Разделение информации на небольшие, легко усваиваемые части.</li> <li>- Использование визуальных и вербальных элементов для поддержки различных каналов восприятия.</li> <li>- Избегание избыточной информации и отвлекающих элементов.</li> </ul>
<p><b>Мультимедийного обучения (Multimedia Learning).</b> Ричард Майер предложил теорию мультимедийного обучения, согласно которой люди учатся лучше, когда информация представлена с использованием как визуальных, так и аудиальных средств. Принципы мультимедийного обучения включают в себя использование как текста, так и изображений для улучшения понимания и запоминания.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Сочетание текста и изображений для усиления запоминания.</li> <li>- Использование анимации и видео для иллюстрации сложных концепций.</li> <li>- Применение звуковых комментариев для сопровождения визуального материала.</li> </ul>
<p><b>Конструктивистское обучение (Constructivist Learning).</b> Конструктивистская теория обучения утверждает, что учащиеся активно конструируют свои знания на основе личного опыта и взаимодействия с окружающим миром. Мультимедийный контент должен предоставлять возможности для активного взаимодействия и самостоятельного исследования.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование интерактивных симуляций и виртуальных лабораторий.</li> <li>- Создание учебных модулей, которые позволяют учащимся решать проблемы и принимать решения.</li> <li>- Поддержка сотрудничества и обмена знаниями через форумы и социальные сети.</li> </ul>
<p><b>Двойное кодирование (Dual Coding).</b> Алан Пайвио предложил теорию двойного кодирования, согласно которой информация лучше запоминается, если она представлена в двух формах: вербальной и невербальной. Мультимедийный контент должен сочетать текст и визуальные элементы для улучшения запоминания и понимания.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование изображений для сопровождения текстового объяснения.</li> <li>- Создание диаграмм и графиков для визуализации данных.</li> <li>- Включение видео и аудио материалов для разнообразия представления информации.</li> </ul>

<p><b>Модель ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction).</b> Модель ARCS, разработанная Джоном Келлером, фокусируется на мотивационных аспектах обучения. Эта модель предполагает, что для эффективного обучения мультимедийный контент должен привлекать внимание, быть релевантным, повышать уверенность учащихся и приносить удовлетворение.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Создание яркого и привлекательного дизайна контента.</li><li>- Связывание учебного материала с реальными примерами и задачами.</li><li>- Построение заданий, которые постепенно усложняются, повышая уверенность учащихся в своих силах [Предоставление обратной связи и поощрений за выполненные задания.</li></ul>
--	--

Эти теории и модели обучения представляют собой важную методологическую базу для создания мультимедийного контента, направленного на повышение эффективности обучения. Они помогают разработчикам понимать, как лучше структурировать и подавать материал, чтобы он был максимально полезен и понятен учащимся. Благодаря этим научным подходам можно создавать такие учебные ресурсы, которые улучшают процесс восприятия информации и облегчают её усвоение.

### **Принципы и лучшие практики дизайна мультимедийного образовательного контента**

Разработка мультимедийного образовательного контента требует соблюдения определенных принципов и лучших практик, чтобы обеспечить его эффективность и доступность для обучающихся. Рассмотрим основные принципы и практики, подкрепленные ссылками на авторитетные источники.

**1) Принцип когерентности (Coherence Principle).** Принцип когерентности заключается в исключении избыточной и нерелевантной информации, которая может отвлекать учащихся. Важно фокусироваться только на тех элементах, которые напрямую связаны с учебными целями [6].

**2) Принцип мультимодальности (Multimedia Principle).** Этот принцип предполагает использование как визуальных, так и аудиальных элементов для представления информации. Сочетание текста, изображений и звука способствует лучшему пониманию и запоминанию материала [7].

**3) Принцип сегментации (Segmenting Principle).** Принцип сегментации подразумевает разделение информации на небольшие, легко усваиваемые части. Это помогает учащимся постепенно усваивать материал, избегая перегрузки когнитивных ресурсов [8].

**4) Принцип временной и пространственной близости (Temporal and Spatial Contiguity Principles).** Согласно этому принципу, соответствующие визуальные и аудиальные элементы должны быть представлены одновременно (временная близость) и расположены рядом друг с другом (пространственная близость). Это облегчает их связывание и улучшает понимание [9].

**5) Принцип персонализации (Personalization Principle).** Использование разговорного стиля и персонализированных обращений к учащимся может повысить их вовлеченность и мотивацию. Принцип персонализации делает контент более доступным и привлекательным [10].

**6) Принцип редукции когнитивной нагрузки (Reducing Cognitive Load).** Важно минимизировать когнитивную нагрузку, чтобы учащиеся могли сосредоточиться на ключевых элементах учебного материала. Это включает использование простого и ясного языка, избегание перегруженных слайдов и предоставление четких инструкций [11].

**7) Принцип использования примеров (Worked Example Principle).** Использование примеров и пошаговых инструкций помогает учащимся понять сложные концепции и задачи. Примеры должны быть релевантными и демонстрировать применение теоретических знаний на практике [12].

**8) Принцип интерактивности (Interactivity Principle).** Интерактивный контент способствует активному участию учащихся в процессе обучения. Это может включать викторины, симуляции, игры и другие элементы, требующие активного взаимодействия.

Соблюдение этих принципов и лучших практик позволяет создать эффективный и доступный мультимедийный образовательный контент, который способствует улучшению понимания и запоминания материала учащимися. Использование теоретически обоснованных подходов и эмпирически проверенных стратегий делает учебный процесс более продуктивным и мотивирующим для студентов [13].

### **Заключение**

В данной статье были рассмотрены основные теоретические аспекты разработки мультимедийного контента для онлайн обучения. Современные образовательные технологии предоставляют уникальные возможности для создания контента, который не только визуально привлекателен, но и педагогически эффективен. При этом использование мультимедийных инструментов должно быть обосновано теоретически, чтобы обеспечить максимальную пользу для учащихся. Теории когнитивной нагрузки, мультимедийного обучения, конструктивизма и другие предоставляют основу для понимания того, как мультимедийный контент может поддерживать процессы запоминания и понимания.

В заключение, исследование подчеркивает важность интеграции теоретически обоснованных и эмпирически проверенных стратегий в процесс разработки мультимедийного контента для онлайн обучения. Это способствует не только повышению качества и доступности образовательного контента, но и улучшению результатов учебного процесса в целом. Будущие исследования должны сосредоточиться на дальнейшей оптимизации мультимедийных технологий, адаптации контента к индивидуальным потребностям учащихся и внедрении новых интерактивных и иммерсивных технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность, для создания более глубокого и эффективного образовательного опыта.

### **Список литературы**

1. Татаринев К. А. Методические аспекты разработки мультимедийных курсов электронного обучения //Азимут научных исследований: педагогика и психология.- 2020.- Т.9. №.1(30). С.277-280.
2. Зеер Э. Ф., Крежевских О. В. Концептуально-теоретические основы персонализированного образования// Образование и наука.- 2022.Т.24.№.4.С.11-39. (<https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualno-teoreticheskie-osnovy-personalizirovannogo-obrazovaniya>)
3. Ворохобов А. В., Плисов Е. В. Теоретические аспекты практики внедрения виртуальной образовательной среды // Вестник Мининского университета. 2023.- Т.11.- №3.- С.5. (<https://www.minin-vestnik.ru/jour/article/view/1487>)
4. Гаевская Е. Г., Борисов Н. В., Бабина О. А. Развитие цифрового образовательного контента на основе взаимодействия музея и университета //ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРСПЕКТИВА В РАМКАХ ЕВРАЗИЙСКОГО ПРОСТРАНСТВА: НОВЫЕ РЫНКИ И ТОЧКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА.-2018.-С.140-146.
5. Федорова Г. А. Теоретические основы модернизации подготовки педагогов в условиях интегрированной информационно-образовательной среды" школа-педвуз"// Современные проблемы информатизации образования.2017.-С.291-329.

6. Иус Д. В., Левицкий Б. Е. Применение технологий дистанционного обучения в довузовской подготовке абитуриентов //Новые образовательные технологии в вузе (НОТВ-2014)-Екатеринбург,2014. №. 11. Доступно на: [https:// elar.urfu.ru/bitstream/ 10995/24802/1/notv-2014-080.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/24802/1/notv-2014-080.pdf)
7. КОЗИЦЫНА Ю. В. Онлайн-платформа как способ оптимизации дистанционного обучения: практический аспект разработки образовательного контента в рамках преподавания права в средней школе //Актуальные вопросы гуманитарных наук. 2021.- С. 196-201. ([https:// elibrary.ru/download/ elibrary 45712279 48773171.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_45712279_48773171.pdf))
8. Маматалиев Т. Х. РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫХ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ //Universum: экономика и юриспруденция. – 2023. – №. 12 (110).С.21-24.([https:// cyberleninka.ru/article/n/razvitie-organizatsionno-pravovyh-i-institutsionalnyh-mehanizmov-distsionnogo-obrazovaniya](https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-organizatsionno-pravovyh-i-institutsionalnyh-mehanizmov-distsionnogo-obrazovaniya))
9. Степанова И. Е. К вопросу о методике преподавания дисциплины «Начертательная геометрия» в условиях онлайн обучения //Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности. -2021.- С. 436-438. ([https:// /elibrary.ru/item.asp?id=46218425](https://elibrary.ru/item.asp?id=46218425))
10. Norman, D. A. (2013). The Design of Everyday Things (Revised and Expanded Edition). Basic Books. [ISBN: 9780465050659] ([https:// jnd.org/books/the-design-of-everyday-things-revised-and-expanded-edition/](https://jnd.org/books/the-design-of-everyday-things-revised-and-expanded-edition/))
12. Horton, W. (2011). E-Learning by Design (2nd ed.). Wiley. [ISBN: 9781118118387] ( [https:// onlinelibrary.wiley.com/ doi/book/10.1002/9781118256039](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118256039))
13. Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. Science, 323(5910), 66-69. [DOI: 10.1126/science.1167311] ([https:// www.science.org/ doi/ 10.1126/science.1167311](https://www.science.org/doi/10.1126/science.1167311))
14. ДРОБАХИНА А. Н. Массовые открытые онлайн-курсы как ресурс для повышения квалификации //ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА. – 2019. – С. 109-112 (<https://elibrary.ru/item.asp?id=41205276>)
15. Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). E-learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning (4th ed.). Wiley. [ISBN: 9781119158665] (<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3480061>)

### References

1. Tatarinov K. A. Metodicheskie aspekty razrabotki mul'timedijnyh kursov jelektronного obuchenija //Azimut nauchnyh issledovanij: pedagogika i psihologija.- 2020.-Т.9. №.1(30). S.277-280.
2. Zeer Je. F., Krezhevskih O. V. Konceptual'no-teoreticheskie osnovy personalizirovannogo obrazovaniya// Образование и наука.- 2022.Т.24.№.4.С.11-39. (<https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualno-teoreticheskie-osnovy-personalizirovannogo-obrazovaniya>)
3. Vorohobov A. V., Plisov E. V. Teoreticheskie aspekty praktiki vnedrenija virtual'noj obrazovatel'noj sredy // Vestnik Mininskogo universiteta. 2023.- Т.11.- №3.-С.5. (<https://www.minin-vestnik.ru/jour/article/view/1487>)
4. Gaevskaja E. G., Borisov N. V., Babina O. A. Razvitie cifrovogo obrazovatel'nogo kontenta na osnove vzaimodejstviya muzeja i universiteta //ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРСПЕКТИВА В РАМКАХ ЭВРАЗИЙСКОГО ПРОСТРАНСТВА: НОВЫЕ РЫНКИ И ТОЧКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА.-2018.-С.140-146.
5. Fedorova G. A. Teoreticheskie osnovy modernizacii podgotovki pedagogov v uslovijah integrirovannoj informacionno-obrazovatel'noj sredy" shkola-pedvuz"// Sovremennye problemy informatizacii obrazovaniya.2017.-С.291-329.
6. Ius D. V., Levickij B. E. Primenenie tehnologij distancionного obuchenija v dovuzovskoj

- podgotovke abiturientov //Novye obrazovatel'nye tehnologii v vuze (HOTB-2014)-Ekaterinburg,2014. №. 11. Dostupno na: [https:// elar.urfu.ru/bitstream/ 10995/24802/1/ notv-2014-080.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/24802/1/notv-2014-080.pdf)
7. KOZICYNA Ju. V. Onlajn-platforma kak sposob optimizacii distancionnogo obuchenija: prakticheskij aspekt razrabotki obrazovatel'nogo kontenta v ramkah prepodavanija prava v srednej shkole //Aktual'nye voprosy gumanitarnyh nauk. 2021.- S. 196-201. ([https:// elibrary.ru/download/elibrary\\_45712279\\_48773171.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_45712279_48773171.pdf))
8. Mamataliev T. H. RAZVITIE ORGANIZACIONNO-PRAVOVYH I INSTITUCIONAL'NYH MECHANIZMOV DISTANCIONNOGO OBRAZOVANIJa //Universum: jekonomika i jurisprudencija. – 2023. – №. 12 (110).S.21-24.([https:// cyberleninka.ru/article/n/razvitie-organizatsionno-pravovyh-i-institutsionalnyh-mehanizmov-distantsionnogo-obrazovaniya](https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-organizatsionno-pravovyh-i-institutsionalnyh-mehanizmov-distantsionnogo-obrazovaniya))
9. Stepanova I. E. K voprosu o metodike prepodavanija discipliny «Nachertatel'naja geometrija» v uslovijah onlajn obuchenija //Aktual'nye problemy stroitel'stva, ZhKH i tehnosfernoj bezopasnosti. -2021.- S. 436-438. ([https:// elibrary.ru/item.asp?id=46218425](https://elibrary.ru/item.asp?id=46218425))
10. Norman, D. A. (2013). The Design of Everyday Things (Revised and Expanded Edition). Basic Books. [ISBN: 9780465050659] ([https:// jnd.org/books/the-design-of-everyday-things-revised-and-expanded-edition/](https://jnd.org/books/the-design-of-everyday-things-revised-and-expanded-edition/))
12. Horton, W. (2011). E-Learning by Design (2nd ed.). Wiley. [ISBN: 9781118118387] ( [https:// onlinelibrary.wiley.com/ doi/book/10.1002/9781118256039](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118256039))
13. Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. Science, 323(5910), 66-69. [DOI: 10.1126/science.1167311] ([https:// www.science.org/ doi/ 10.1126/science.1167311](https://www.science.org/doi/10.1126/science.1167311))
14. DROBAHINA A. N. Massovye otkrytye onlajn-kursy kak resurs dlja povyshenija kvalifikacii //OBRAZOVANIE I PROBLEMY RAZVITIIJa OBSHHESTVA. – 2019. – S. 109-112 (<https://elibrary.ru/item.asp?id=41205276>)
15. Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). E-learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning (4th ed.). Wiley. [ISBN: 9781119158665] (<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3480061>)

**Ә.А. Бекнияз\*, П. А. Қожабекова, Ж. Д. Ізтаев, Ж. Р. Омарова**

магистрант, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

т.ғ. к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

п.ғ. к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

PhD, қауымдастырылған профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

\***Корреспондент авторы:** [alibekniyaz01@gmail.com](mailto:alibekniyaz01@gmail.com)

## **ОНЛАЙН ОҚЫТУ ҮШІН МУЛЬТИМЕДИЯЛЫҚ МАЗМҰНДЫ ӘЗІРЛЕУДІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ**

### **Түйін**

Мақалада онлайн оқыту үшін мультимедиялық мазмұнды әзірлеудің теориялық аспектілері қарастырылады. Білім беру мазмұнын құрудың заманауи технологиялары мен әдістемелері талданды, когеренттілік, мультимодальдық, сегменттеу, жекелендіру және интерактивтілік қағидаттарына назар аударылды. Зерттеу білім беру мазмұнының сапасы мен қолжетімділігін арттыру үшін когнитивті жүктеме теориясын, мультимедиялық оқытуды және конструктивистік тәсілді қолданудың маңыздылығын көрсетеді. Оқу процесін жақсарту және жақсы оқу нәтижелеріне қол жеткізу үшін оқу материалдарын оңтайландыру және Виртуалды және кеңейтілген шындық сияқты жаңа интерактивті және иммерсиялық технологияларды енгізу бойынша ұсыныстар берілген.

Тиімді мультимедиялық контент когеренттілік, мультимодальдық, сегментация, уақыттық және кеңістіктік жақындық, дараландыру және интерактивтілік принциптеріне сәйкес болуы керек. Осы принциптердің сақталуы когнитивтік жүктемені азайтуға, ақпаратты қабылдау мен есте сақтауды жақсартуға, сондай-ақ оқушылардың мотивациясы мен қызығушылығын арттыруға мүмкіндік береді. Мультимедиялық контентті әзірлеудің ең жақсы тәжірибелері әртүрлі мультимедиа

түрлерін – мәтін, кескіндер, аудио, бейне және интерактивті элементтерді пайдалануды қамтиды, бұл бай және тартымды оқу ортасын құруға мүмкіндік береді.

**Кілттік сөздер:** мультимедиялық оқыту, онлайн оқыту, когнитивті жүктеме, мультимедиялық оқыту теориясы, конструктивтік теория, интерактивті мазмұн, виртуалды шындық, толықтырылған шындық, білім беру мазмұнын жобалау.

**A.A. Bekniyaz, P.A. Kozhabekova, Zh.D. Iztaev, Zh.R. Umarova**

Master's student, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

Cand.Tech.Sci., associate professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

Cand.Ped.Sci., associate professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

PhD, associate professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding author's email: [alibekniyaz01@gmail.com](mailto:alibekniyaz01@gmail.com)

## **THEORETICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA CONTENT FOR ONLINE TRAINING**

### **Abstract**

The article discusses the theoretical aspects of the development of multimedia content for online learning. Modern technologies and methods of creating educational content are analyzed, attention is paid to the principles of coherence, multimodality, segmentation, personalization and interactivity. The study highlights the importance of using cognitive load theory, multimedia learning, and a constructivist approach to improve the quality and accessibility of educational content. Recommendations are given on optimizing educational materials and the introduction of new interactive and immersive technologies, such as virtual and augmented reality, to improve the educational process and achieve better learning outcomes.

Effective multimedia content should adhere to the principles of coherence, multimodality, segmentation, temporal and spatial proximity, personalization, and interactivity. Following these principles helps minimize cognitive load, improve information perception and retention, and enhance learners' motivation and engagement. Best practices for developing multimedia content include using various types of media, such as text, images, audio, video, and interactive elements, allowing for the creation of a rich and engaging learning environment.

**Keywords:** multimedia education, online education, cognitive training, theory of multimedia education, constructivist theory, interactive content, virtual reality, augmented reality, design of educational content.

ӘОЖ 004.451.5

**Д.Н. Болат\*, А.Т. Калбаева, П.А. Кожабекова, Ғ.Ж. Ельбергенова, Ж.Д. Изтаев**

магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к, доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к, доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
магистр, аға оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
п.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

\*Корреспондент авторы: [dinara0202d@gmail.com](mailto:dinara0202d@gmail.com)

## **БІЛІМ БЕРУ ПОРТАЛДАРЫНЫҢ ПАЙДАЛАНУШЫ ИНТЕРФЕЙСІНІҢ ДИЗАЙНЫН ЖАҚСARTY: ИНТУИТИВТІЛІК ЖӘНЕ ҚОЛ ЖЕТІМДІЛІК**

### **Түйін**

Қазіргі таңда қашықтықтан оқыту мен цифрлық білім беру платформалары кеңінен қолданылуда, бұл пайдаланушы интерфейсінің қолжетімділігі мен ыңғайлылығына қойылатын талаптарды күшейтеді. Бұл зерттеу білім беру порталдарының пайдаланушы интерфейсін жетілдіру тәсілдерін қарастырады. Ақпараттық жүйелерді жобалау барысында қолжетімділік пен интуитивтілік негізгі факторлар болып табылады, әсіресе білім беру саласында бұл талаптардың орындалуы пайдаланушы тәжірибесін жақсартуға ықпал етеді. Жасалған веб-қосымшада серверлік өңдеу үшін Laravel фреймворкі, деректерді сақтау және басқару үшін MySQL (phpMyAdmin) жүйесі қолданылды. Пайдаланушы интерфейсін әзірлеуде HTML, CSS, PHP, JavaScript технологиялары пайдаланылды. Адаптивті дизайнды жүзеге асыруда Bootstrap фреймворкі қолданылып, мобильді-алдымен тәсілі негізінде интерфейсін икемділігі қамтамасыз етілді. Жасалған веб-қосымша білім алушылар мен оқытушылар үшін ақпаратқа оңай қол жеткізуді, деректерді өңдеуді және оқу процесін ұйымдастыруды жеңілдетеді, білім алушылардың деректерін өңдеуді автоматтандыруға, оқу материалдары мен студенттік ақпаратты басқаруды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

**Кілттік сөздер:** ақпараттық портал, пайдаланушы интерфейсі, дизайн, Bootstrap, деректерді өңдеу порталы, интуитивтілік.

### **Кіріспе**

Қазіргі білім беру үрдісінде ақпараттық технологиялар кеңінен қолданылады. Сандық платформалар мен веб-қосымшалар білім алушылар мен оқытушылар арасындағы байланыс пен оқу үдерісін жеңілдетуге ықпал етеді. Білім беру порталдары оқу материалдарына қол жеткізуді оңайлатып қана қоймай, студенттердің өзара әрекеттесуін арттырып, оқытушыларға оқу барысын бақылауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, білім беру порталдарының тиімділігі олардың интерфейсі мен пайдаланушылық тәжірибесіне тікелей байланысты. Дегенмен, барлық пайдаланушыларға бірдей қолжетімді әрі ыңғайлы портал жасау үшін инклюзивтілік пен қол жетімділік мәселелеріне ерекше назар аудару қажет. Әртүрлі мүмкіндіктері бар пайдаланушылардың қажеттіліктерін ескеру – білім беру жүйесіндегі әділеттілік пен теңдікті қамтамасыз етудің маңызды факторы. Бұл мақалада инклюзивті дизайн принциптері мен қол жетімділікті арттыру әдістері қарастырылып, білім беру порталдарын жетілдіру жолдары ұсынылады.

### **Инклюзивтілік пен қол жетімділік қағидаттары**

Инклюзивті дизайн – барлық пайдаланушылардың қажеттіліктерін ескеретін әдіс. Бұл тәсіл физикалық, когнитивтік немесе сенсорлық шектеулері бар адамдардың білім беру порталдарын тиімді пайдалануына мүмкіндік береді. Инклюзивті дизайн қағидаттарын қолдану арқылы білім беру платформалары барынша кең аудиторияға бейімделіп, тең мүмкіндіктерді қамтамасыз етеді.

Әдеби шолулар көрсеткендей, инклюзивті дизайнның маңыздылығы артып келеді.

Мысалы, W3C (World Wide Web Consortium) әзірлеген Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) стандарттары барлық веб-қосымшалар мен сайттарда қолжетімділікті жақсарту үшін ұсынылған негізгі принциптерді қамтиды. Бұл стандарттар түс контрастын арттыру, экран оқушыларға қолдау көрсету, пернетақта арқылы басқаруды оңтайландыру сияқты аспектілерді қамтиды [1].

Сонымен қатар, зерттеулер көрсеткендей, инклюзивті дизайн тек мүмкіндігі шектеулі адамдарға ғана емес, сонымен бірге интернет қолданушыларының жалпы тәжірибесін жақсартады. Nielsen (2012) өз еңбектерінде қарапайым және түсінікті интерфейстердің пайдаланушылар үшін қолайлылығын атап өтеді.

Инклюзивті дизайнды қолдану арқылы білім беру порталдары барлық пайдаланушылар үшін ыңғайлы бола алады. Ол оқу процесін жеңілдетіп, материалдарға қол жеткізуді оңайлатуға мүмкіндік береді. Сондықтан бұл тәсілдерді білім беру платформаларын әзірлеуде міндетті түрде ескеру қажет [2].

Қазіргі заманғы веб-қосымшалар мен білім беру порталдары әртүрлі құрылғыларда дұрыс жұмыс істеуі үшін адаптивті дизайн (responsive design) қолдану маңызды. Бұл әсіресе инклюзивтілік пен қол жетімділік аспектілерінде үлкен рөл атқарады [3].

Адаптивті дизайн – бұл веб-қосымшаның экран өлшемдеріне, құрылғы түріне және пайдаланушы интерфейсін автоматты түрде бейімделуін қамтамасыз ететін веб-дизайн әдісі. Мұндай тәсіл веб-сайттың барлық пайдаланушылар үшін ыңғайлы болуын қамтамасыз етеді. Адаптивті дизайнның негізгі әдістері 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Адаптивті дизайнның негізгі әдістері

№	Әдіс	Сипаттамасы
1	Медиасұраныстар (Media Queries)	CSS медиасұраныстарын пайдалану арқылы әртүрлі экран өлшемдеріне арналған стильдерді анықтау
2	Икемді тор жүйесі (Flexible Grid Layouts)	Пропорционалды өлшемдерді (% , em, rem) пайдалану арқылы орналасуды икемді ету
3	Бейімделетін кескіндер (Responsive Images)	max-width: 100% және srcset атрибуттарын қолдану
4	Басқарылатын типографика (Scalable Typography)	vw, vh, em, rem бірліктерін қолдану
5	Мобильді-алдымен тәсілі (Mobile-First Approach)	Алдымен мобильді құрылғыларға арналған стильдерді жазу, содан кейін үлкен экрандарға бейімдеу

Қарапайым және түсінікті интерфейс (User-Friendly Interface) – бұл пайдаланушының веб-қосымшамен өзара әрекеттесуін жеңілдететін, ақпаратты интуитивті түрде ұсынатын интерфейс. Әсіресе, білім беру порталдарында мұндай интерфейссті жасау маңызды, себебі студенттер мен оқытушылар оны күнделікті қолданады. Қарапайым интерфейсстің негізгі принциптері 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – Қарапайым интерфейсстің негізгі принциптері

№	Принцип	Сипаттамасы
1	Минимализм	Қажетсіз элементтерді алып тастау, тек негізгі функцияларды қалдыру
2	Түсінікті навигация	Жылдам қол жеткізу үшін мәзірлер мен батырмаларды логикалық орналастыру
3	Оқылу оңайлығы	Қаріп өлшемі мен түстердің қарама-қайшылығын дұрыс таңдау
4	Пайдаланушының назарын	Маңызды элементтерді визуалды түрде ерекшелеу

	аудару	
5	Жылдам жауап беру (Responsive Feedback)	Батырмалар мен өрістерге жылдам жауап беру механизмін қосу

### **Білім беру порталдарының интерфейсіні жетілдіру тәсілдері**

Қазіргі уақытта білім беру порталдары пайдаланушыларға ыңғайлы болу үшін қарапайым және интуитивті интерфейсті, икемді функционалды және қолжетімділікті қамтамасыз етуі қажет. Жасалған веб-қосымшада осы талаптарды орындау үшін Laravel фреймворкі, MySQL (phpMyAdmin) деректер қоры, HTML, CSS, PHP, JavaScript бағдарламалау тілдері, Bootstrap арқылы адаптивті дизайн және ARIA атрибуттары арқылы қолжетімділік мүмкіндіктері қолданылды.

#### *1. Фреймворк: Laravel – серверлік өңдеуді қамтамасыз ету*

Laravel – PHP негізінде жасалған заманауи веб-фреймворк, ол білім беру порталдарын құруда серверлік өңдеуді тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Laravel фреймворкін пайдаланудың артықшылықтары:

- MVC архитектурасы – код құрылымын жүйелеп, қосымшаны жеңіл басқаруға мүмкіндік береді.
- Қауіпсіздік – Laravel-де кірістірілген аутентификация, SQL Injection-нан қорғаныс, CSRF-токендерді қолдану бар.
- ORM (Eloquent) – MySQL деректер қорымен жеңіл байланыс орнатуға көмектеседі.
- Маршруттау (Routing) – білім беру порталындағы әртүрлі беттерді ұйымдастыруды жеңілдетеді.

#### *2. Деректер қоры: MySQL (phpMyAdmin) – білім алушылардың деректерін сақтау*

Білім алушылардың мәліметтерін сақтау үшін MySQL деректер қоры қолданылды. phpMyAdmin – бұл MySQL дерекқорын басқаруға арналған графикалық интерфейс.

MySQL қолданудың негізгі себептері:

- Жылдам жұмыс істеу қабілеті – үлкен көлемдегі деректерді өңдеу мүмкіндігі.
- Қатынау құқықтарын басқару – білім алушылардың жеке деректерін қорғау.
- Қатынас (relation) орнату мүмкіндігі – студенттер, курстар, оқытушылар арасында байланыс құру [4].

Адаптивті дизайнды жүзеге асыру үшін көптеген әдістер мен технологиялар қолданылады. Солардың бірі – Bootstrap фреймворкі. Бұл фреймворк әзірлеушілерге дайын CSS және JavaScript компоненттерін пайдалануға мүмкіндік береді, соның арқасында білім беру порталдарын тез әрі оңтайлы түрде әзірлеуге болады. Bootstrap ашық бастапқы кодты құрал болғандықтан, оны кез келген веб-жобаға еркін енгізуге болады.

Bootstrap-тің басты артықшылықтарының бірі – оның икемді тор жүйесі. Бұл жүйе бет орналасуын тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Тор жүйесі негізінен жолдар (row) және бағандардан (col) тұрады, олардың енін экран өлшеміне байланысты өзгертуге болады. Мысалы, шағын экрандарда белгілі бір элементтер толық енге ие болса, үлкен экрандарда олар қатар орналасуы мүмкін. Осылайша, веб-сайт құрылымы пайдаланушы құрылғысына автоматты түрде бейімделеді [5].

Бұл фреймворк "мобильді-алдымен" тәсілін (Mobile-First Approach) қолдайды. Бұл дегеніміз, бастапқыда сайт мобильді құрылғыларға оңтайландырылып жасалады, содан кейін ғана үлкен экрандар үшін қосымша стильдер қосылады. Бұның себебі – қазіргі уақытта көптеген пайдаланушылар интернетке смартфон арқылы кіреді. Егер сайт алдымен үлкен экранға бейімделіп, кейін мобильді нұсқасы қарастырылса, бұл процесс күрделеніп, уақытты қажет етеді. Ал мобильді-алдымен тәсілі сайттың барлық құрылғыларда бірдей сапада көрінуін қамтамасыз етеді.

Bootstrap сонымен қатар пайдалануға дайын көптеген стильдер мен компоненттерді

қамтиды. Мысалы, түймелер, навигациялық мәзірлер, модальді терезелер, жүгірткілер және басқа да элементтер алдын ала стильдендірілген түрде ұсынылады. Бұл әзірлеушілерге уақытты үнемдеуге мүмкіндік береді және пайдаланушы интерфейсін біркелкі әрі эстетикалық жағынан тартымды етуге көмектеседі. Сонымен бірге, бұл компоненттер қарапайым HTML белгілеуімен және CSS сыныптарымен оңай басқаруға келеді [6].

Адаптивті дизайнды жүзеге асыруда икемді бейнелер мен медиа элементтердің маңызы зор. Bootstrap бұл тұрғыда кескіндер мен бейнелердің экран өлшеміне байланысты өзгеруін қолдайды. Мысалы, кескіндер автоматты түрде экран еніне бейімделіп, оларды қолмен өзгертудің қажеті болмайды. Сонымен қатар, бейнелердің максималды ені 100% етіп орнатылса, олар контейнерге сәйкес масштабталады және ешқашан шектен тыс үлкейіп немесе кішірейіп кетпейді.

Адаптивті дизайнды қолдану арқылы білім беру порталдарын пайдаланушылардың кең ауқымына қолжетімді етуге болады. Бұл әсіресе білім беру саласында өте маңызды, себебі студенттер, мұғалімдер және басқа да пайдаланушылар әртүрлі құрылғылар арқылы жүйеге кіріп, оқу материалдарын қарастыра алады. Егер портал тек белгілі бір құрылғыларға ғана бейімделген болса, кейбір пайдаланушылар үшін қолайсыздық тудыруы мүмкін.

Қорытындылай келе, адаптивті дизайн – заманауи веб-қосымшалар мен білім беру порталдары үшін қажетті талаптардың бірі. Bootstrap сияқты құралдар бұл процесті жеңілдетіп, әзірлеушілерге пайдаланушыларға ыңғайлы әрі тиімді интерфейс жасауға көмектеседі. Тор жүйесінің икемділігі, мобильді-алдымен тәсілі, дайын компоненттер және медиа элементтерді оңтайлы басқару мүмкіндігі бұл фреймворкті білім беру порталдары үшін ең тиімді шешімдердің бірі етеді [7].

### **Нәтижелер мен талқылау**

Жобалауда қабылданған негізгі шешімдер білім беру порталының қолжетімділігін және пайдаланушы тәжірибесін жақсартуға бағытталды. Мәтіннің өлшемін өзгерту және контрастты арттыру функциялары көру қабілеті нашар пайдаланушыларға ыңғайлы жағдай жасауға мүмкіндік береді. Бұл мүмкіндік интерфейсті барынша қолжетімді етіп, оқу материалдарын қабылдауды жеңілдетеді.

Навигацияның қарапайымдылығы порталдың құрылымын логикалық тұрғыда ұйымдастыру арқылы қамтамасыз етілді. Пайдаланушылар қажетті бөлімдерді тез таба алуы үшін мәзірлер анық және интуитивті түрде жасалды. Бұл әсіресе оқу материалдары мен тапсырмаларға жылдам қол жеткізу үшін маңызды.

Формалар мен батырмалардың қолжетімділігі пайдаланушылардың порталмен өзара әрекеттесуін жеңілдетуге бағытталды. Оларды стандарттарға сәйкес стильдендіру және экранды оқу құрылғыларымен үйлесімді ету қарастырылды. Осылайша, барлық санаттағы пайдаланушылар үшін ыңғайлы және инклюзивті білім беру ортасы жасалды.

### **Қорытынды**

Білім беру порталдарының интерфейсін инклюзивті және қол жетімді ету арқылы барлық пайдаланушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыруға болады. Жасалған веб-қосымшада осы принциптерді енгізу нәтижесінде пайдаланушылардың тәжірибесі жақсарып, оқу процесі тиімдірек ұйымдастырылды. Болашақта машиналық оқыту әдістерін қосу арқылы порталдың функционалдығын кеңейту жоспарлануда.

Жасалған білім беру порталы пайдаланушы интерфейсінің қолжетімділігі мен ыңғайлылығын арттыруға бағытталды. Адаптивті дизайнды қолдану әртүрлі құрылғыларда сайттың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз етті. Контрастты арттыру, мәтін өлшемін өзгерту, қарапайым навигация және интуитивті басқару элементтері енгізілді. Бұл шешімдер көру қабілеті төмен немесе ерекше қажеттіліктері бар пайдаланушылар үшін порталдың

инклюзивтілігін арттырды. Жобада қолданылған Laravel, MySQL және Bootstrap технологиялары жүйенің тұрақтылығы мен өнімділігін қамтамасыз етті. Қорытындылай келе, қолжетімді және пайдаланушыға ыңғайлы интерфейс – білім беру порталдарының тиімділігін арттырудағы маңызды фактор.

### Әдебиеттер тізімі

1. Видьманов Д. А., Алфимцев А. Н. Адаптивный мобильный пользовательский интерфейс //Промышленные АСУ и контроллеры. – 2022. – №. 7. – С. 11.
2. Зубкова Т. М., Тагирова Л. Ф., Тагиров В. К. Прототипирование адаптивных пользовательских интерфейсов прикладных программ с использованием методов искусственного интеллекта //Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2019. – Т. 19. – №. 4. – С. 680-688.
3. Горшенин А. К., Данилович Е. С., Хромов Д. Р. Система управления обучением ELIS. Пользовательский интерфейс и функциональные возможности //Системы и средства информатики. – 2017. – Т. 27. – №. 2. – С. 70-84.
4. Айдарбаев Н. О. Адаптивный дизайн веб-сайта с использованием фронтэнд-фреймворка Bootstrap //Молодой ученый. – 2018. – №. 21. – С. 115-119.
5. Нижегородцева Д. О., Стативко Р. У. Разработка дизайна адаптивного веб-сайта с применением фреймворка Bootstrap 4 //Актуальные исследования. – 2019. – №. 3 (3). – С. 16-20.
6. Нышанова А. С., Маликова З. Т. Использование фреймворка Bootstrap в создании динамических сайтов //Наука. Образование. Техника. – 2019. – №. 1. – С. 24-30.
7. Петровская Т. А., Левшин Д. А. Применение CSS-фреймворка Bootstrap в задачах повышения адаптивности web-страниц // Конференция «Новые информационные технологии в научных исследованиях». Рязань. – 2017. – С. 199-200.

### References

1. Vid'manov D. A., Alfimcev A. N. Adaptivnyj mobil'nyj pol'zovatel'skij interfejs //Promyshlennye ASU i kontrollery. – 2022. – №. 7. – S. 11.
2. Zubkova T. M., Tagirova L. F., Tagirov V. K. Prototipirovanie adaptivnyh pol'zovatel'skih interfejsov prikladnyh programm s ispol'zovaniem metodov iskusstvennogo intellekta //Nauchno-tehnicheskij vestnik informacionnyh tehnologij, mehaniki i optiki. – 2019. – T. 19. – №. 4. – S. 680-688.
3. Gorshenin A. K., Danilovich E. S., Hromov D. R. Sistema upravlenija obucheniem ELIS. Pol'zovatel'skij interfejs i funkcional'nye vozmozhnosti //Sistemy i sredstva informatiki. – 2017. – T. 27. – №. 2. – S. 70-84.
4. Ajdarbaev N. O. Adaptivnyj dizajn veb-sajta s ispol'zovaniem frontjend-frejmvorka Bootstrap //Molodoj uchenyj. – 2018. – №. 21. – S. 115-119.
5. Nizhegorodceva D. O., Stativko R. U. Razrabotka dizajna adaptivnogo veb-sajta s primeneniem frejmvorka Bootstrap 4 //Aktual'nye issledovanija. – 2019. – №. 3 (3). – S. 16-20.
6. Nyshanova A. S., Malikova Z. T. Ispol'zovanie frejmvorka Bootstrap v sozdanii dinamicheskikh sajtov //Nauka. Obrazovanie. Tehnika. – 2019. – №. 1. – S. 24-30.
7. Petrovskaja T. A., Levshin D. A. Primenenie CSS-frejmvorka Bootstrap v zadachah povyshenija adaptivnosti web-stranic // Konferencija «Novye informacionnye tehnologii v nauchnyh issledovanijah». Rjazan'. – 2017. – S. 199-200.

**Д.Н. Болат\***, **А.Т. Калбаева**, **П.А. Кожобекова**, **Г.Ж. Ельбергенова**, **Ж.Д. Изтаев**

магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

к.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

к.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

магистр, старший преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

к.п.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: [dinara0202d@gmail.com](mailto:dinara0202d@gmail.com)

## **УЛУЧШЕНИЕ ДИЗАЙНА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПОРТАЛОВ: ИНТУИТИВНОСТЬ И ДОСТУПНОСТЬ**

### **Аннотация**

В настоящее время широко используются дистанционные и цифровые образовательные платформы, что усиливает требования к доступности и удобству пользовательского интерфейса. В этом исследовании рассматриваются способы улучшения пользовательского интерфейса образовательных порталов. Доступность и интуитивность являются ключевыми факторами при проектировании информационных систем, особенно в сфере образования, где выполнение этих требований способствует улучшению пользовательского опыта. Разработанное веб-приложение использовало фреймворк Laravel для серверной обработки, систему MySQL (phpMyAdmin) для хранения и управления данными. При разработке пользовательского интерфейса использовались технологии HTML, CSS, PHP, JavaScript. В реализации адаптивного дизайна использовалась фреймворк Bootstrap, обеспечивалась гибкость интерфейса на основе мобильного подхода. Разработанное веб-приложение упрощает для обучающихся и преподавателей легкий доступ к информации, обработку данных и организацию учебного процесса, позволяет автоматизировать обработку данных обучающихся, оптимизировать управление учебными материалами и информацией учащихся.

**Ключевые слова:** информационный портал, пользовательский интерфейс, дизайн, Bootstrap, портал обработки данных, интуитивность.

**D.N. Bolat\***, **A.T. Kalbaeva**, **P.A. Kozhabekova**, **G.Zh. Yelbergenova**, **Zh.D. Iztaev**

master's student, M. Auevov SKU, Shymkent, Kazakhstan

candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auevov SKU, Shymkent, Kazakhstan

candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auevov SKU, Shymkent, Kazakhstan

master, senior lecturer, M. Auevov SKU, Shymkent, Kazakhstan

candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, M. Auevov University, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding author's email: [dinara0202d@gmail.com](mailto:dinara0202d@gmail.com)

## **IMPROVING THE DESIGN OF THE USER INTERFACE OF EDUCATIONAL PORTALS: INTUITIVENESS AND ACCESSIBILITY**

### **Abstract**

Today, distance learning and digital educational platforms are widely used, which strengthens the requirements for the accessibility and usability of the user interface. This study examines ways to improve the user interface of educational portals. Accessibility and intuitiveness are key factors in the design of information systems, especially in the field of education, the fulfillment of these requirements contributes to the improvement of the user experience. The created web application used the Laravel framework for server-side processing and the MySQL (phpMyAdmin) system for data storage and management. HTML, CSS, PHP, JavaScript technologies were used in the development of the user interface. The implementation of adaptive design used the Bootstrap framework, providing interface flexibility based on the mobile-first approach. The created web application facilitates easy access to information for students and teachers, data processing and organization of the educational process, allows you to automate the processing of student data, optimize the management of educational materials and student information.

**Keywords:** information portal, user interface, design, Bootstrap, data processing portal, intuitiveness.

ӘОЖ 004.421.4/519.16

**Ғ.Н. Еркебай\*, Л.М. Мусабекова, Ж.Д. Изтаев, П.А. Кожабекова**

магистрант, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
п.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

\*Корреспондент авторы: [ganiркебай@mail.ru](mailto:ganiркебай@mail.ru)

## **ҚҰРЫЛЫС КОМПАНИЯЛАРЫНА ІМУ НЕГІЗІНДЕ ҒИМАРАТТАРДЫҢ ІШІН ЛОКАЛИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР АЛГОРИТМІН ӘЗІРЛЕУ**

### **Түйін**

Құрылыс алаңдарындағы ресурстарды локализациялау және қадағалау-бұл өнімділікті бағалау, жобаның барысын бағалау және/немесе құрылыс алаңындағы қауіпсіздікті жақсарту үшін материалдардың, жұмыс күшінің және жабдықтың орналасуын пайдаланатын дамып келе жатқан сала. GPS сыртқы құрылыс жұмыстарын бақылау үшін кеңінен қолданылады. Алайда, GPS сигналдың жеткіліксіз қамтылуына байланысты, әсіресе туннельдерде немесе ғимараттарда қолдануға жарамсыз. Ғимараттар ішіндегі локализация бойынша бірнеше зерттеулер жүргізілді, бірақ мұндай әзірлемелер көбінесе сыртқы коммуникациялық желілердің кең инфрақұрылымына байланысты. Бұл әзірлемелер шулы құрылыс алаңдарында электромагниттік кедергілерге де бейім. Бұл мақалада Инерциялық өлшеу блогында жабдықталған микроконтроллерді қолдана отырып, ғимарат ішіндегі оқшаулау жүйесі ұсынылған. Инерциялық өлшеу блогында құрамында датчиктер жиынтығы бар: акселерометр, гироскоп және магнитометр. Микроконтроллер сенсорлық деректер мен тоғыз дәрежелі еркіндік қозғалыс тендеулерін қолдана отырып, гравитациялық емес үдеуді есептеу үшін тікелей косинус матрицасының алгоритмін қолданады. Ағымдағы орын өлшенген үдеу және курс мәндері негізінде есептеледі, бұл жылдамдықты интеграциялау алгоритмін қолдана отырып, жылдамдықты бағалаудағы қатенің жоғарылауын ескереді. Эксперименттердің нәтижелері кез-келген сыртқы құралдар мен көріну жағдайларына тәуелсіз жұмыс істей алатын дамыған жүйенің салыстырмалы тиімділігін көрсетеді.

**Кілттік сөздер:** ғимарат ішіндегі локализация, құрылыс компаниялары, ІМУ, технология алгоритмі, серпінді интеграция.

**Кіріспе.** Ғимарат ішіндегі локализация саласындағы зерттеулердің бүгінгі күнге дейін өте белсенді зерттеу саласы болып табылатындығы әлі де көптеген мәселелерді шешуге болатындығын көрсетеді. Мәселелер қолдану аясына байланысты талап етілетін дәлдік пен сенімділікке байланысты. Сенсорлық технологияның соңғы жетістіктері ресурстардың қозғалысын анықтау, орналастыру және бақылау үшін көптеген технологияларды енгізуге мүмкіндік берді. Нәтижесінде ресурстар мен активтерді қадағалау, Жер жұмыстары, геодезия, қауіпсіздік қатерлерін болжау және контексті ескере отырып құрылыс бойынша көптеген зерттеу жұмыстары жасалды [1-10].

Соңғы бірнеше жылда бірнеше зерттеушілер үш негізгі категорияға бөлуге болатын ғимарат ішіндегі орналасу технологияларымен тәжірибе жасады: (1) толқындардың таралуы; (2) кескінге негізделген навигация; және (3) инерциялық навигация. Толқындардың таралу технологиялары радио, ультрадыбыстық немесе дыбыстық толқындардың қашықтыққа таралуының физикалық қасиеттеріне негізделген [11-16]. Радиожиілікті (RF) оқшаулау технологияларының мысалдары ультра кең жолақты, инфрақызыл, сымсыз және RFID болып табылады. Дегенмен, зерттеушілер бұл технологияларды пайдаланудың кейбір шектеулері туралы хабарлады. Инфрақызыл технология бөлме деңгейінде дәлдікті қамтамасыз етеді

және күн сәулесінде жақсы жұмыс істемейді [16]. WLAN технологиясының локализациясының дәлдігін әртүрлі зерттеушілер зерттеді және ол қолданылған локализация алгоритміне және WLAN кіру нүктелерінің санына байланысты 4-9 м аралығында өзгеретіні белгілі болды [17-19]. Зерттеушілер RFID сигналдарын оқшаулау жүйелерінің әртүрлі дәлдігі туралы хабарлады—белгілердің конфигурациясына және белгілердің орналасу тығыздығына байланысты 5 - тен 9 метрге дейін [20-22]. Ультра кең жолақты жүйелер өте жоғары дәлдікке ие-шамамен 20 см [23], Бірақ сатылымдағы ультра кең жолақты локализация жүйелерінің құны өте жоғары. Ультрадыбыстық технология дыбыс толқындарының таралуына негізделген. Ультрадыбыстық жүйенің мәлімделген дәлдігі 9 см [23], Бірақ таратқыштарды орнату үшін тікелей көріну қажет және құнын ультра кең жолақты таратқыштармен салыстыруға болады [16].

Кескінге негізделген локализация технологиясы кескінді сәйкестендіруді және компьютерлік көру әдістерін қамтиды. Компьютерлік көру әдістері (1) шекараны анықтау және нысанды тану сияқты жаһандық әдістерге және (2) көрнекі белгілер немесе кескінді сәйкестендіру арқылы бағдарларды анықтауға негізделген жергілікті әдістерге бөлінеді [24]. Алайда, бұл әдістер жоғары дәлдікті қамтамасыз етеді (бөлме деңгейінде) және қоршаған ортаның бітелуіне және өзгеруіне бейім.

Инерциялық навигациялық локализация технологиясы қозғалысты анықтау үшін акселерометр мен гироскопты пайдаланады. Акселерометр үш өлшемді кеңістіктегі үдеуді өлшейді. Офсет үдеуді екі рет біріктіру арқылы есептеледі. Курсты есептеу үшін гироскоп акселерометрмен бірге қолданылады. Бұл принцип дәл санау әдісі деп аталады [25]. Нақты есептеу пайдаланушының соңғы белгілі позициядан қаншалықты алыс және қай бағытта қозғалғанын анықтау үшін белгілі бір уақыт аралығында үдеу мен қозғалыс бағытын біріктіруге негізделген. WLAN және RFID-тен айырмашылығы, қозғалысты анықтау технологиясы ешқандай инфрақұрылымға тәуелді емес [26]. Алайда, акселерометрлер кездейсоқ қозғалыстардан туындаған үдеуге сезімтал, олар міндетті түрде адамның қозғалысы болмауы мүмкін, ал магнитометрлер электр жабдықтары мен электроника тудыратын магнит өрістеріне сезімтал [26]. Жалпы алғанда, қозғалысты анықтау орналасудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етпейді, бірақ дәлдікті дрейф қателерін түзетуге қабілетті ақылды алгоритмдер арқылы жақсартуға болады [27].

Бірнеше зерттеушілер құрылыста инерциялық навигацияны қолдануға тырысады, Джошуа [28] жұмысшылардың өнімділігін бағалау үшін қалау жұмыстарын жіктеу үшін акселерометрлерді қолданды. Танажа [29] жергілікті желілерді (WLAN) және радиожилікті сәйкестендіруді (RFID) құру үшін пайдаланылған басқа датчиктермен салыстырғанда құрылыс алаңындағы орынды бақылау үшін инерциялық өлшеу блоктарының (IMU) датчиктерін зерттеді.

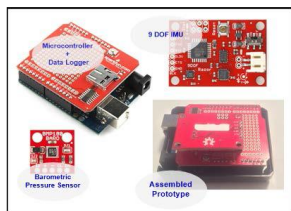
**Теориялық талдау.** Әртүрлі технологияларды қолдана отырып, бірнеше ішкі оқшаулау жүйелерін дамыту бойынша айтарлықтай зерттеу жұмыстары жүргізілгенімен, бұл жүйелердің өнімділігі әлі де жоғары және құрылыс алаңдары сияқты тығыз және шулы ішкі ортада пайдалану үшін жеткілікті сенімді емес. Автоматтандырылған жұмыс барысы туралы есеп беру және құрылыс алаңындағы қауіпсіздік сияқты күрделі құрылыс тапсырмаларын қолдау үшін үй ішінде сенімді, үнемді және дәл оқшаулау шешімдерін әзірлеу үшін қосымша зерттеулер қажет.

Бұл мақалада инерциялық өлшеу блогымен (IMU) жабдықталған микроконтроллерді қолдана отырып, ішкі оқшаулау жүйесіне арналған инерциялық навигация әдісіне жаңадан жасалған қосымша ұсынылған. Бұл қосымша серпілістерді біріктіру алгоритмін қолдана отырып, үдеу мен курсты өлшеу кезінде жинақталған қателіктерді азайтуға арналған.

**Тәжірибелік бөлім.** Әзірленген әдіс прототиптік аппараттық құралдар мен бағдарламалық жасақтама алгоритмдерін қамтиды. Аппараттық құралдарды әзірлеу сурет 1-де көрсетілгендей инерциялық өлшеу блогымен (IMU) және атмосфералық қысым

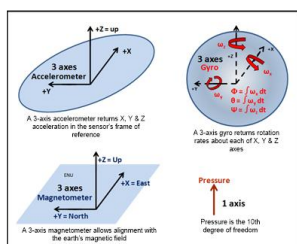
сенсорымен жабдықталған микроконтроллерден тұрады.

IMU үш сенсорды қамтиды - itg-3200 (MEMS үш координатты гироскоп), ADXL345 (үш координатты акселерометр) және HMC5883L (үш координатты магнитометр), олар инерцияны 9 градуста өлшеуге мүмкіндік береді. Атмосфералық қысым сенсоры жүйе үшін оныншы еркіндік дәрежесін қамтамасыз етеді.



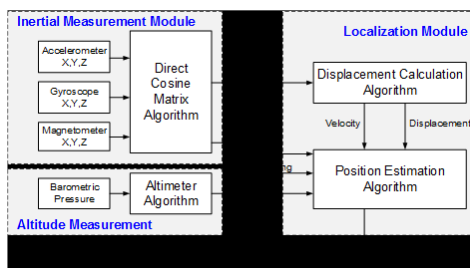
Сурет 1. Әзірленген аппараттық прототип

Барлық сенсорлардың шығысы кіріктірілген atmega328 процессорымен өңделеді және сериялық интерфейс арқылы шығарылады. Бұл аппараттық конфигурация 2-суретте көрсетілгендей үш өлшемді кеңістіктегі ағымдағы орынды есептеу үшін 10 еркіндік дәрежесін береді.



Сурет 2. Бостандықты 10 градусқа өлшеу жүйесі

Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу үш модульден тұрады, атап айтқанда инерциялық өлшеу модулі, биіктікті өлшеу модулі және 3-суретте көрсетілгендей локализация модулі. Инерциялық өлшеу модулі бағытты косинус матрицасының (DCM) алгоритмін қолдана отырып, инерциялық датчиктерді өңдейді және қосады. Бұл алгоритм акселерометр векторы (ауырлық күші) және магнитометр векторы (компас) көмегімен гироскоптың орын ауыстыруын түзетуді қарастырады, сонымен қатар X және Y магниттік компоненттерінің көлбеуін өтейді және иілу бұрышы бойынша магниттік бағытты түзетуді қамтамасыз етеді. Биіктікті өлшеу модулі ағымдағы ауа-райын (ылғалдылық, температура) ескере отырып, өлшенген атмосфералық қысым негізінде биіктікті есептейді... және т. б.).



Сурет 3. Әзірленген әдіс

Локализация модулі деректерді жинау модулінен алынған үдеу, курс және атмосфералық қысым деректері негізінде ағымдағы орынды есептейді. Сызықтық қозғалыс сызықты есептеу үшін өлшенген үдеуді саралау арқылы қозғалысты есептеу алгоритмін қолдана отырып есептеледі, содан кейін жылдамдық пен қашықтықты есептеу үшін осы сызықты үш рет біріктіреді. Дифференциация акселерометр көрсеткіштеріндегі тұрақты ток қорының қателіктерін түзетуге мүмкіндік береді және нөлдік жылдамдық интервалдарын анықтауға мүмкіндік береді. Орналасу алгоритмі Калман сүзгісін қолдана отырып, есептелген қозғалыстар, бағыт және биіктік негізінде ағымдағы орынды есептейді. Бұл алгоритмдердің математикалық негіздемесімен егжей-тегжейлі сипаттамасы келесі бөлімдерде берілген.

#### *Қозғалысты есептеу алгоритмі*

Дәстүр бойынша ,мещысу үдеуді екі рет біріктіру арқылы есептеледі, бірақ үдеу сигналындағы тұрақты токтың сысуымен байланысты дрейфке байланысты жаһандықмещысу қатесі уақыт өте келе артады. Бұл қателерді азайту үшін бұл зерттеу үдеудің өзгеру жылдамдығын (серпіліс) есептеу үшін алдымен үдеу дифференциалданатын үштік интеграция әдісін ұсынады. Серпіліс сонымен қатар ауырлық күшінің әсерінен үдеу компоненттерін жоюға мүмкіндік береді.

Итеруді уақыт бойынша үдеу жылдамдығының өзгеруі ретінде анықтауға болады [30], ал халықаралық өлшем бірлігі-м/с<sup>3</sup>. Ньютонның екінші қозғалыс Заңына сәйкес, итеру уақыт бірлігіне масса бірлігіне әсер ететін күш шамасының өзгеруі ретінде қарастырылады. Соңғы жылдары жерк жаһандық позициялау жүйесін (GPS) бақылау және орналастыру, жоғары жылдамдықты динамикалық Көлік құралдарын бақылау, жоғары жылдамдықты Машиналарды автоматты басқару және жоғары жылдамдықты пойыздар мен лифттердің жайлылығын бағалау үшін қолданылады [31-33]. Уақыттың ауысуынан серпіліс пен интегралдың да маңызы зор екені анық.

Серпіліс мәнін уақыт бойынша үдеу туындысын анықтау арқылы есептеуге болады.

$$\text{Прорыв} = \frac{d(\text{ускорение})}{dt} \quad (1)$$

Содан кейін серпіліс үдеу, жылдамдық және қозғалу үшін сандық интеграция әдісін қолдана отырып үш рет біріктіріледі. Сияқты кейбір дәстүрлі интеграция әдістері ньумарк әдісі және Уилсон-θ әдісі, әдетте, сейсмотехникада итерулерді біріктіру үшін қолданылады, алайда бұл әдістер үдеу тұрақты немесе уақыт аралығында сызықтық түрде өзгереді деп болжайды [34, 35], бұл интервалды итеруге әкеледі 0 немесе тұрақтыға тең болу және бұл болжам нақты жағдайға сәйкес келмейді. Айнымалы үдеуді есепке алу және әдеттегі интеграцияға қарағанда аз қателіктер алу үшін бұл зерттеуде трапеция тәрізді интеграция әдісі қолданылады.

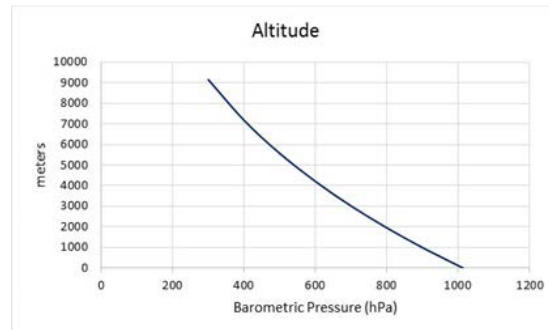
$$\text{Ускорение} = \frac{(\text{Прорыв}_{t-1} - \text{Прорыв}_t)}{2} \cdot dt \quad (2)$$

#### *Этажды бағалау*

Атмосфералық қысым биіктіктің жоғарылауымен төмендейтіні белгілі. Көптеген зерттеушілер 4-суретте көрсетілгендей атмосфералық қысым мен биіктік арасындағы типтік байланысты анықтау үшін модельдер жасады. Осы модельдерге сәйкес атмосфералық қысым әр 1 м биіктік үшін шамамен 0,11 мПа-ға төмендейді.

Өлшенген р қысымы мен теңіз деңгейіндегі P0 қысымы кезінде, мысалы, 1013,25мПа, метрдегі биіктікті халықаралық барометрлік формула бойынша есептеуге болады:

$$\text{Высота} = 44330 \cdot \left( 1 - \left( \frac{P}{P_0} \right)^{\frac{1}{5,255}} \right) \quad (3)$$



Сурет 4. Биіктіктің атмосфералық қысымға тәуелділігі

Теңіз деңгейіндегі анықтамалық қысым станцияның биіктігіне байланысты нақты уақыт режимінде атмосфералық қысымы туралы онлайн есеп беретін метеостанциялар үшін есептеледі.

Барометрлік қысым датчигі арқылы биіктікті анықтау процесі қарапайым болып көрінгенімен, басқа аспектілерді де ескеру қажет. Атмосфералық қысым датчиктері, әдетте, температурасы 15°C және қысымы 1013,2 мПа болатын құрғақ ауа сияқты стандартты атмосфералық жағдайлар үшін калибрленеді. Әр түрлі ауа-райы жағдайлары үшін түзету коэффициентін ескеру қажет.

Сонымен қатар, ауа қысымының өзгеруінің кешігуі сенсордың көрсеткіштерінде айтарлықтай қателікке әкелуі мүмкін, бірақ бөлмеде оқшауланған жағдайда бұл факторды елемуге болады. Біздің тестілеуіміз көрсеткендей, еденді ауыстыру кезінде ауа қысымының өзгеруі шамамен 0,42 мПа құрайды, бұл сенсор шығаратын шу деңгейінен едәуір жоғары (bmp180 қысым сенсоры үшін 0,02 мПа).

#### *Орналасу алгоритмі*

Орналасу алгоритмі дискретті деректерді сызықтық сұзу мәселесін шешу үшін алғаш рет 1960 жылы енгізілген Калман сүзгісін пайдалануға негізделген [36]. Содан бері ауқымды зерттеулер жүргізілді және оны қолдану ұсынылды, әсіресе робототехника және навигация саласында. Калман сүзгісінің басты артықшылығы-оның қарапайым есептеу алгоритмі және адаптивті-рекурсивті сипаты [37]. Калман сүзгісін бағалау процесі кері байланысты басқару жүйесіне негізделген. Ол алдымен процестің күйін белгілі бір уақытта бағалайды, содан кейін өлшеу нәтижелерін алады. Бұл кері байланыс өлшемі келесі бағалау үшін модель параметрлерін реттеу үшін қолданылады. Модель T уақыт моментіндегі жүйенің күйі теңдеуге сәйкес  $t - 1$  уақыт моментіндегі алдыңғы күймен салыстырғанда өзгергенін болжайды.

$$X_t = A_t \cdot X_{t-1} + B_t u_{t-1} + w_t \quad (4)$$

мұндағы  $X_t$  -  $t$  уақытындағы процесс күйінің векторы,  $A_t$ -алдыңғы  $X_{t-1}$  күйіне қолданылатын күй ауысу матрицасы,  $u_t$ -басқару кірісінің векторы,  $u_t$  басқару векторына қолданылатын  $B_t$ -басқару кірісінің моделі және  $W_t$ -көп өлшемді қалыпты үлестіруден шығарылатын процестің шуы нөлдік орташа мәнмен және  $Q_t$  ковариациясымен.

t уақыт нүктесінде  $X_t$  шынайы күйінің  $z_t$  өлшемі келесіге сәйкес есептеледі:

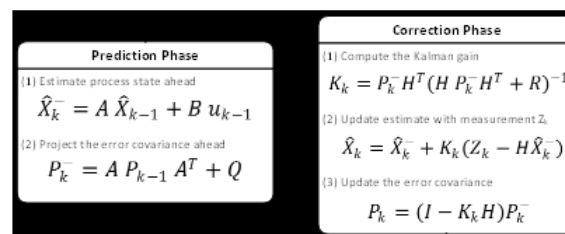
$$Z_t = H_t X_t + v_t \quad (5)$$

Мұндағы  $H_t$ -шынайы күй кеңістігін өлшем кеңістігіне бейнелейтін өлшеу моделі, ал  $v_t - R_t$  ковариациясы бар нөлдік орташа Гаусс ақ шуына тең деп есептелетін өлшеу шуы.

Сурет 5-те көрсетілген Калман сүзгісінің рекурсивті бағалау моделі екі фазадан тұрады: келесі бақылау сәтіндегі процестің априорлық күйін бағалайтын болжау фазасы және жақсартылған постериорлық бағалауды алу үшін априорлық бағалауға жаңа өлшемді қамтитын түзету фазасы.

Осы мақалада сипатталған позициялау алгоритмі контекстінде  $x$  күй векторы-орналасу, жылдамдық және үдеу деректері бар вектор

$$X = [x \cdot y \cdot z \cdot v_x \cdot v_y \cdot v_z \cdot a_x \cdot a_y \cdot a_z]^T \quad (6)$$



Сурет. 5. Калман сүзгісін рекурсивті бағалау моделі

Процесс уақыттың бастапқы сәтіндегі күй векторын сәйкес, оңтайлы бағалаудан басталады. Координаттар мәндерге тең (0, 0, 0), ал жылдамдықтар, үдеулер мен серпіліс нөлге тең болады. Бұл оңтайлы күйдің бастапқы векторының ауытқуы диагональды деп болжауға болады және сәйкес мәндерді қабылдауға болады.

Осыдан кейін әр қадамда келесі процесс қайталанады:

1. Алдыңғы дәуірдегі күй векторының оңтайлы бағасына негізделген (болжамды) күй векторының бағасын және онымен байланысты ауытқу матрицасын есептеңіз.

2. Болжалды күй векторын және IMU жылдамдығы мен үдеуін өлшеуді біріктіру арқылы бақылау теңдеулерінен.

3. Ең кіші квадраттар әдісі бойынша күй векторының бағасын және сәйкес дисперсия матрицасын есептеңіз.

#### Эксперимент және нәтижелер

Өзірленген әдістің тиімділігін тексеру үшін әртүрлі локализация сценарийлері үшін бірнеше эксперименттер жүргізілді. Өзірленген прототип ерікті адамға белдік қысқышымен бекітілді. Прототип деректерді өңдеді және персоналдың орналасқан жері туралы ақпаратты дерекқор қосымшасына сымсыз жіберді, ол өз кезегінде уақыт белгілері бар деректерді сақтап қалды.

Эксперимент параметрлері кесте 1-де келтірілген. Бұл эксперименттер 5-тен 260 метрге дейінгі қашықтыққа арналған әртүрлі траекторияларды қолданды. Өзірленген әдістің дұрыстығын тексеру үшін әртүрлі жүру үлгілері қолданылды - баяу, жылдамнан жүгіруге дейін.

Кесте 1 - Эксперименттердің сипаттамасы

Сынақ	Сипаттамасы	Ұзақтығы	Қашықтық
1	Баяу түзу сызық	7 секунд	5 метр

2	Жылдам түзу сызық	24 секунд	25 метр
3	Түзу сызықпен жүгіру	72 секунд	120 метр
4	Кампуста серуендеу	294 секунд	260 метр

«Кампуста серуендеу» экспериментінде жол бір жерде басталып, аяқталды. Жол түзу сызықпен жүрді және бірнеше солға және оңға бұрылды. Сондай-ақ, маршрут б-суретте көрсетілгендей атмосфералық қысым датчигі сигналы арқылы биіктікті өлшеу дәлдігін тексеру үшін бірнеше баспалдақпен көтерілуді және түсуді қамтыды.

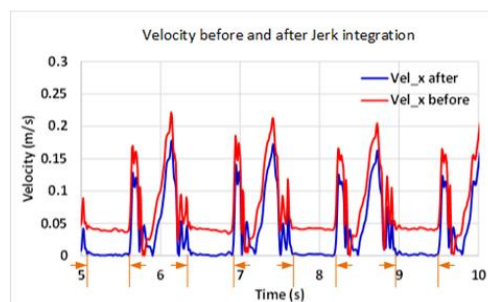


Сурет 6. Кампус жаяу жүргіншілер жолы

Құжаттың шектеулі көлеміне байланысты ол барлық эксперименттердің нәтижелерінің қысқаша мазмұнымен соңғы эксперименттің нәтижелерін ғана егжей-тегжейлі сипаттайды. Нәтижелерді дұрыс бағалау үшін әрбір эксперимент отыз рет қайталанды. Барлығы 120 деректер жиынтығы жиналды, эксперименттің жалпы ұзақтығы 396 минутты құрады.

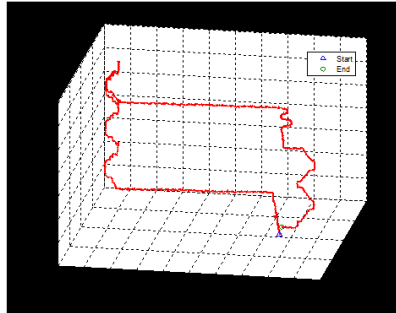
Серпіліс арқылы интеграцияланғанға дейінгі X осі бойынша жылдамдық есептелген жылдамдықтан ауытқуды көрсетеді, мұндай ауытқу есептелген жерде қателіктердің пайда болу себептерінің бірі болып табылады (сурет 7). Серпіліс интеграторы жылдамдықтың тұрақтымешысуын жойды, сондықтан орынды бағалаудағы қателерді азайтты.

Серпілісті есепке алу арқылы үдеуді есептеу кезінде қателерді азайту өлшенген үдеу мәндеріндегі гравитациялық компонентті жоюдың тиімді әдісін және ұзақ жүгірістерде үлкен дрейф қатесіне әкелетін бағдарлау қателерін қамтамасыз етеді. IMU бағдарлауындағы қате үдеу сигналдарының жаһандық осьтерге дұрыс емес проекциясына әкелуі мүмкін, бұл өз кезегінде үдеуді біріктірудің дұрыс емес бағытына әкеледі.



Сурет 7. Серпіліс арқылы интеграцияға дейінгі және кейінгі жылдамдық

Сурет 8-де жобаланған әдісті қолдана отырып, есептелген жаяу жүргіншілер жолының үш өлшемді кестесін көрсетеді. Нәтижелер болжамды орналасу 2D-де 3,67 м қателікпен жоспарланған маршрутқа өте дәл сәйкес келетінін көрсетеді, жолдың басы мен соңы арасында 260,79 М.демек, орналасу қатесі жалпы жүріп өткен қашықтықтың шамамен 1,40% құрайды.



Сурет 8. Есептелген үш өлшемді қозғалыс траекториясы

**Нәтижелер мен талқылау.** Барлық эксперименттер үшін дрейфтің орташа қателігі (жолдың жалпы ұзындығының пайызымен) №1 эксперимент үшін 0,32% - дан №4 эксперимент үшін 1,40% - ға дейін өзгерді (орташа 30 жүгіру). Бұл қателіктер дайын IMU локализация жүйесін қолданған алдыңғы зерттеулермен [29] салыстырылды. Олардың эксперименттік нәтижелері ұзындығы 250 м-ге дейінгі қозғалыс траекториялары үшін 1,92% - дан 6,2% - ға дейінгі дрейф қателіктерінің диапазонын көрсетті.

**Қорытындылар.** Бұл мақалада IMU көмегімен ішкі оқшаулаудың инерциялық әдісін кеңейту ұсынылған. Өзірленген әдіс прототиптік аппараттық құралдар мен бағдарламалық жасақтама алгоритмдерін қамтыды. Аппараттық әзірлеу инерциялық өлшеу блогымен (IMU) және атмосфералық қысым сенсорымен жабдықталған микроконтроллерден тұрады. Бұл аппараттық конфигурация үш өлшемді кеңістіктегі ағымдағы орынды бағалау үшін 10 еркіндік дәрежесін береді.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Caldas, C.H., Torrent, D.G., & Haas, C.T. Using global positioning system to improve materials-locating processes on industrial projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2006, 132(7), 741-749. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:7(741)
2. Ergen, E., Akinci, B., & Sacks, R. Tracking and locating components in a precast storage yard utilizing radio frequency identification technology and GPS. *Automation in Construction*, 2007, 16(3), 354-367. doi:10.1016/j.autcon.2006.07.004.
3. Goodrum, P.M., McLaren, M.A., & Durfee, A. The application of active radio frequency identification technology for tool tracking on construction job sites. *Automation in Construction*, 2006, 15(3), 292-302. doi:10.1016/j.autcon.2005.06.004
4. Torrent, D.G., & Caldas, C.H. Methodology for automating the identification and localization of construction components on industrial projects. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2009, 23(1), 3-13. doi:10.1061/(ASCE)0887-3801(2009)23:1(3)
5. Jang, W., & Skibniewski, M. J. A wireless network system for automated tracking of construction materials on project sites. *Journal of Civil Engineering and Management*, 2008, 14(1), 11-19. doi:10.3846/1392-3730.2008.14.11-19
6. Khoury, H.M., & Kamat, V.R. High-precision identification of contextual information in location-aware engineering applications. *Advanced Engineering Informatics*, 2009, 23(4), 483-496. doi:10.1016/j.aei.2009.04.002
7. Razavi, S.N., & Haas, C.T. Multisensor data fusion for on-site materials tracking in construction. *Automation in Construction*, 2010, 19(8), 1037-1046. doi:10.1016/j.autcon.2010.07.017
8. Razavi, S.N., Young, D.A., Nasir, H., Haas, C., Caldas, C., Goodrum, P., & Murray, P. Field trial of automated material tracking in construction. *Annual Conference of the Canadian Society for Civil Engineering 2008 - "Partnership for Innovation"*, June 10, 2008 - June 13, , 3 1503-1511.

9. Song, J., Haas, C.T., Caldas, C., Ergen, E., & Akinci, B. Automating the task of tracking the delivery and receipt of fabricated pipe spools in industrial projects. *Automation in Construction*, 2006, 15(2), 166-177. doi:10.1016/j.autcon.2005.03.001
10. Teizer, J., Venugopal, M., & Walia, A. Ultrawideband for automated real-time three-dimensional location sensing for workforce, equipment, and material positioning and tracking. *Transportation Research Record*, 2008, 2081, 56-64. doi:10.3141/2081-06
11. Finkenzeller, K. (2003). *RFID handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards and identification*, Wiley, West Sussex, UK
12. Guerrieri, J.R., Francis, M. H., Wilson, P.F., Kos, T., Miller, L.E., Bryner, N.P. Klein-Berndt, L. RFID-assisted indoor localization and communication for first responders. *European Conference on Antennas and Propagation: EuCAP 2006*, November 6, 2006 - November 10, , P. 626.
13. Want, R., Hopper, A., Falcao, V., & Gibbons, J. Active badge location system. *ACM Transactions on Information Systems*, 1992, 10(1), 91-102. doi:10.1145/128756.128759
14. Skibniewski, M. J., & Jang, W. Localization technique for automated tracking of construction materials utilizing combined RF and ultrasound sensor interfaces. *2007 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering*, July 24, 2007 - July 27, 657-664. doi:10.1061/40937(261)78
15. Kim, B., & Choi, J. Active beacon system with the fast processing architecture for indoor localization. *12th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA 2007*, September 25, 2007 - September 28, 892-895. doi:10.1109/EFTA.2007.4416875
16. Hightower, J., & Borriello, G. Location systems for ubiquitous computing. *Computer*, 2001, 34(8), 57-66. doi:10.1109/2.940014
17. Bahl, P., & Padmanabhan, V. N. RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system. *19th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies - IEEE INFOCOM2000: 'Reaching the Promised Land of Communications'*, March 26, 2000 - March 30, , 2 775-784.
18. Elnahrawy, E., Li, X., & Martin, R. P. The limits of localization using signal strength: A comparative study. *2004 First Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor and Ad Hoc Communications and Networks*, 2004, 406-14.
19. Deasy, T.P., & Scanlon, W.G. Stepwise algorithms for improving the accuracy of both deterministic and probabilistic methods in WLAN-based indoor user localisation. *International Journal of Wireless Information Networks*, 2004, 11(4), 207-16. doi:10.1007/s10776-004-1234-1
20. Hightower, Jeffrey, Roy Want, and Gaetano Borriello. (2000). *SpotON: An indoor 3D location sensing technology based on RF signal strength*. UW CSE 00-02-02, University of Washington, Department of Computer Science and Engineering, Seattle, WA 1
21. Ni, L. M., Liu, Y., Yiu, C. L., & Patil, A.P. (2003). *LANDMARC: Indoor location sensing using active RFID*. *Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2003)*, 407-15.
22. Pradhan, A., Ergen, E., & Akinci, B. (2009). Technological assessment of radio frequency identification technology for indoor localization. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 23(4), 230-8. doi:10.1061/(ASCE)0887-3801(2009)23:4(230)
23. Liu, H., Darabi, H., Banerjee, P., & Liu, J. Survey of wireless indoor positioning techniques and systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C (Applications and Reviews)*, 2007, 37(6), 1067-80. doi:10.1109/TSMCC.2007.905750
24. Sim, R., & Dudek, G. Comparing image-based localization methods. *18th International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2003*, August 9, 2003 - August 15, 1560-1562.

25. Randell, C., Djiallis, C., & Muller, H. Personal position measurement using dead reckoning. 7th IEEE International Symposium on Wearable Computers, ISWC 2003, October 21, 2003 - October 23, 166-175.
26. Gelb, Arthur. (1974). Applied optimal estimation. MIT press.
27. Glanzer, G., Bernoulli, T., Wiessflecker, T., & Walder, U. Semi-autonomous indoor positioning using MEMS-based inertial measurement units and building information. 2009 6th Workshop on Positioning, Navigation and Communication (WPNC'09), 2009, 135-9. doi:10.1109/WPNC.2009.4907816
28. Joshua, L., & Varghese, K. Accelerometer-based activity recognition in construction. Journal of Computing in Civil Engineering, 2011, 25(5), 370-9. doi:10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000097
29. Taneja, S., Akcamete, A., Akinci, B., Garrett, J. H., J., Soibelman, L., & East, E. W. Analysis of three indoor localization technologies for supporting operations and maintenance field tasks. Journal of Computing in Civil Engineering, 2012, 26(6), 708-19. doi:10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000177
30. Schot, S.H. Jerk: The time rate of change of acceleration. American Journal of Physics, 1978, 46(11), 1090-4. doi:10.1119/1.11504
31. Aoki, T., Shimogaki, Y., Ikki, T., Tanikawara, M., Sugimoto, S., Kubo, Y., & Fujimoto, K. Cycle slip detection in kinematic GPS with a jerk model for land vehicles. International Journal of Innovative Computing, Information & Control, 2009, 5(1), 153-66.
32. Liu, C., Gazis, D.C., & Kennedy, T.W. Human judgment and analytical derivation of ride quality. Transportation Science, 1999, 33(3), 290-7. doi:10.1287/trsc.33.3.290
33. Hrovat, D., & Hubbard, M. A comparison between jerk optimal and acceleration optimal vibration isolation. Journal of Sound and Vibration, 1987, 112(2), 201-10. doi:10.1016/S0022-460X(87)80189-X
34. R.W. Clough and J. Penzien, Dynamics of Structures, McGraw- Hill, NewYork, NY,USA, 1993.
35. A.K. Chopra, Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, Prentice-Hall, New Delhi, India, 2007.
36. Kalman, Rudolph Emil. A new approach to linear filtering and prediction problems. Journal of Fluids Engineering 1960, 82.1, 35-45.
37. Anderson, Brian DO, and John B. Moore. (2012). Optimal filtering. Courier Corporation

### References

1. Caldas, C.H., Torrent, D.G., & Haas, C.T. Using global positioning system to improve materials-locating processes on industrial projects. Journal of Construction Engineering and Management, 2006, 132(7), 741-749. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:7(741)
2. Ergen, E., Akinci, B., & Sacks, R. Tracking and locating components in a precast storage yard utilizing radio frequency identification technology and GPS. Automation in Construction, 2007, 16(3), 354-367. doi:10.1016/j.autcon.2006.07.004.
3. Goodrum, P.M., McLaren, M.A., & Durfee, A. The application of active radio frequency identification technology for tool tracking on construction job sites. Automation in Construction, 2006, 15(3), 292-302. doi:10.1016/j.autcon.2005.06.004
4. Torrent, D.G., & Caldas, C.H. Methodology for automating the identification and localization of construction components on industrial projects. Journal of Computing in Civil Engineering, 2009, 23(1), 3-13. doi:10.1061/(ASCE)0887-3801(2009)23:1(3)
5. Jang, W., & Skibniewski, M. J. A wireless network system for automated tracking of construction materials on project sites. Journal of Civil Engineering and Management, 2008, 14(1), 11-19. doi:10.3846/1392-3730.2008.14.11-19

6. Khoury, H.M., & Kamat, V.R. High-precision identification of contextual information in location-aware engineering applications. *Advanced Engineering Informatics*, 2009, 23(4), 483-496. doi:10.1016/j.aei.2009.04.002
7. Razavi, S.N., & Haas, C.T. Multisensor data fusion for on-site materials tracking in construction. *Automation in Construction*, 2010, 19(8), 1037-1046. doi:10.1016/j.autcon.2010.07.017
8. Razavi, S.N., Young, D.A., Nasir, H., Haas, C., Caldas, C., Goodrum, P., & Murray, P. Field trial of automated material tracking in construction. *Annual Conference of the Canadian Society for Civil Engineering 2008 - "Partnership for Innovation"*, June 10, 2008 - June 13, , 3 1503-1511.
9. Song, J., Haas, C.T., Caldas, C., Ergen, E., & Akinci, B. Automating the task of tracking the delivery and receipt of fabricated pipe spools in industrial projects. *Automation in Construction*, 2006, 15(2), 166-177. doi:10.1016/j.autcon.2005.03.001
10. Teizer, J., Venugopal, M., & Walia, A. Ultrawideband for automated real-time three-dimensional location sensing for workforce, equipment, and material positioning and tracking. *Transportation Research Record*, 2008, 2081, 56-64. doi:10.3141/2081-06
11. Finkenzeller, K. (2003). *RFID handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards and identification*, Wiley, West Sussex, UK
12. Guerrieri, J.R., Francis, M. H., Wilson, P.F., Kos, T., Miller, L.E., Bryner, N.P. Klein-Berndt, L. RFID-assisted indoor localization and communication for first responders. *European Conference on Antennas and Propagation: EuCAP 2006*, November 6, 2006 - November 10, , P. 626.
13. Want, R., Hopper, A., Falcao, V., & Gibbons, J. Active badge location system. *ACM Transactions on Information Systems*, 1992, 10(1), 91-102. doi:10.1145/128756.128759
14. Skibniewski, M. J., & Jang, W. Localization technique for automated tracking of construction materials utilizing combined RF and ultrasound sensor interfaces. *2007 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering*, July 24, 2007 - July 27, 657-664. doi:10.1061/40937(261)78
15. Kim, B., & Choi, J. Active beacon system with the fast processing architecture for indoor localization. *12th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA 2007*, September 25, 2007 - September 28, 892-895. doi:10.1109/EFTA.2007.4416875
16. Hightower, J., & Borriello, G. Location systems for ubiquitous computing. *Computer*, 2001, 34(8), 57-66. doi:10.1109/2.940014
17. Bahl, P., & Padmanabhan, V. N. RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system. *19th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies - IEEE INFOCOM2000: 'Reaching the Promised Land of Communications'*, March 26, 2000 - March 30, , 2 775-784.
18. Elnahrawy, E., Li, X., & Martin, R. P. The limits of localization using signal strength: A comparative study. *2004 First Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor and Ad Hoc Communications and Networks*, 2004, 406-14.
19. Deasy, T.P., & Scanlon, W.G. Stepwise algorithms for improving the accuracy of both deterministic and probabilistic methods in WLAN-based indoor user localisation. *International Journal of Wireless Information Networks*, 2004, 11(4), 207-16. doi:10.1007/s10776-004-1234-1
20. Hightower, Jeffrey, Roy Want, and Gaetano Borriello. (2000). *SpotON: An indoor 3D location sensing technology based on RF signal strength*. UW CSE 00-02-02, University of Washington, Department of Computer Science and Engineering, Seattle, WA 1
21. Ni, L. M., Liu, Y., Yiu, C. L., & Patil, A.P. (2003). *LANDMARC: Indoor location sensing using active RFID*. *Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2003)*, 407-15.

22. Pradhan, A., Ergen, E., & Akinci, B. (2009). Technological assessment of radio frequency identification technology for indoor localization. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 23(4), 230-8. doi:10.1061/(ASCE)0887-3801(2009)23:4(230)
23. Liu, H., Darabi, H., Banerjee, P., & Liu, J. Survey of wireless indoor positioning techniques and systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C (Applications and Reviews)*, 2007, 37(6), 1067-80. doi:10.1109/TSMCC.2007.905750
24. Sim, R., & Dudek, G. Comparing image-based localization methods. 18th International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2003, August 9, 2003 - August 15, 1560-1562.
25. Randell, C., Djallis, C., & Muller, H. Personal position measurement using dead reckoning. 7th IEEE International Symposium on Wearable Computers, ISWC 2003, October 21, 2003 - October 23, 166-175.
26. Gelb, Arthur. (1974). *Applied optimal estimation*. MIT press.
27. Glanzer, G., Bernoulli, T., Wiessflecker, T., & Walder, U. Semi-autonomous indoor positioning using MEMS-based inertial measurement units and building information. 2009 6th Workshop on Positioning, Navigation and Communication (WPNC'09), 2009, 135-9. doi:10.1109/WPNC.2009.4907816
28. Joshua, L., & Varghese, K. Accelerometer-based activity recognition in construction. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2011, 25(5), 370-9. doi:10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000097
29. Taneja, S., Akcamete, A., Akinci, B., Garrett, J. H., J., Soibelman, L., & East, E. W. Analysis of three indoor localization technologies for supporting operations and maintenance field tasks. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2012, 26(6), 708-19. doi:10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000177
30. Schot, S.H. Jerk: The time rate of change of acceleration. *American Journal of Physics*, 1978, 46(11), 1090-4. doi:10.1119/1.11504
31. Aoki, T., Shimogaki, Y., Ikki, T., Tanikawara, M., Sugimoto, S., Kubo, Y., & Fujimoto, K. Cycle slip detection in kinematic GPS with a jerk model for land vehicles. *International Journal of Innovative Computing, Information & Control*, 2009, 5(1), 153-66.
32. Liu, C., Gazis, D.C., & Kennedy, T.W. Human judgment and analytical derivation of ride quality. *Transportation Science*, 1999, 33(3), 290-7. doi:10.1287/trsc.33.3.290
33. Hrovat, D., & Hubbard, M. A comparison between jerk optimal and acceleration optimal vibration isolation. *Journal of Sound and Vibration*, 1987, 112(2), 201-10. doi:10.1016/S0022-460X(87)80189-X
34. R.W. Clough and J. Penzien, *Dynamics of Structures*, McGraw- Hill, NewYork, NY,USA, 1993.
35. A.K. Chopra, *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*, Prentice-Hall, New Delhi, India, 2007.
36. Kalman, Rudolph Emil. A new approach to linear filtering and prediction problems. *Journal of Fluids Engineering* 1960, 82.1, 35-45.
37. Anderson, Brian DO, and John B. Moore. (2012). *Optimal filtering*. Courier Corporation

**Г.Н. Еркебай\*, Л.М. Мусабекова, Ж.Д. Изтаев, П.А. Кожабекова**

магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
д.т.н., профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
к.п.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
к.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: [ganierkebai@mail.ru](mailto:ganierkebai@mail.ru)

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ НА ОСНОВЕ IMU ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВНУТРИ ЗДАНИЙ**

### **Аннотация**

Локализация и отслеживание ресурсов на строительных площадках-это развивающаяся отрасль, в которой используется расположение материалов, рабочей силы и оборудования для оценки производительности, оценки прогресса проекта и/или повышения безопасности на строительной площадке. GPS широко используется для мониторинга наружных строительных работ. Однако GPS не подходит для использования из-за недостаточного покрытия сигнала, особенно в туннелях или зданиях. Было проведено несколько исследований по локализации внутри зданий, но такие разработки во многом обусловлены обширной инфраструктурой внешних коммуникационных сетей. Эти разработки также подвержены электромагнитным помехам на шумных строительных площадках. В этой статье представлена система изоляции внутри здания с использованием микроконтроллера, оснащенного инерционным измерительным блоком (IMU). IMU содержит набор датчиков: акселерометр, гироскоп и магнитометр. Микроконтроллер использует алгоритм прямой косинусной матрицы для вычисления негравитационного ускорения с использованием сенсорных данных и уравнений движения с девятью степенями свободы. Текущее местоположение рассчитывается на основе измеренных значений ускорения и курса, что учитывает увеличение погрешности в оценке скорости с использованием алгоритма интеграции скорости. Результаты экспериментов показывают относительную эффективность развитой системы, способной работать независимо от любых внешних средств и условий видимости.

**Ключевые слова:** локализация внутри здания, строительные компании, IMU, алгоритм технологии, прорывная интеграция.

**G.N. Yerkebay\*, L.M. Musabekova, Zh.D. Iztaev, P.A. Kozhabekova**

Master's student, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan  
Doctor of Technical Sciences, Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan  
Cand.Ped.Sci., Associate Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan  
Cand.Tech.Sci., Associate Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan  
\*Corresponding author's email: [ganierkebai@mail.ru](mailto:ganierkebai@mail.ru)

## **DEVELOPMENT OF AN INFORMATION TECHNOLOGY ALGORITHM FOR THE INTERNAL LOCALIZATION OF IMU BUILDINGS IN NEGIZIN FOR A CONSTRUCTION COMPANY**

### **Abstract**

Localization and tracking of resources at construction sites is an emerging industry where the location of materials, labor, and equipment is used to assess performance, assess project progress, and/or improve safety at the construction site. GPS is widely used to monitor outdoor construction work. However, GPS is not suitable for use, especially within tunnels or buildings, due to insufficient signal coverage. Several studies have been conducted on localization within buildings, but such developments are largely due to the extensive infrastructure of external communication networks. These developments are also subject to electromagnetic interference on noisy construction sites. This article presents an in-building insulation system using a microcontroller equipped with an inertial measurement unit (IMU). The IMU contains a set of

sensors: accelerometer, gyroscope and magnetometer. The microcontroller uses a direct cosine Matrix algorithm to combine sensor data and calculate non-gravitational acceleration using the equations of motion of nine degrees of freedom. The current position is calculated based on the measured acceleration and course values, which take into account the increase in the error in the speed assessment using the speed integration algorithm. The results of the experiments show the relative efficiency of the developed system, which can work independently of any external means and visibility conditions.

**Keywords:** localization inside the building, construction companies, IMU, technology algorithm, breakthrough integration.

УДК 004.056.53

**Н.С. Жұматаев, А.С. Кыдырбекова\*, З.З. Абдрашов, С.Т. Ахметова**

PhD, доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
аға оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
к.ф.-м.н., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

\*Корреспондент авторы: [kas.aizat@mail.ru](mailto:kas.aizat@mail.ru)

## **СҰРАНЫСТАРДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУДЫҢ ЖӘНЕ УНИВЕРСИТЕТТІҢ БІЛІМ БЕРУ ПОРТАЛЫНЫҢ ДЕРЕКТЕР ҚҰРЫЛЫМЫН ӨЗГЕРТУДІҢ ТИІМДІ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

### **Түйін**

SQL дерек қорларындағы сұрауларды оңтайландыру деректердің үлкен көлемімен жұмыс істеу кезінде әзірлеушілер алдында тұрған маңызды міндет болып табылады. Мақалада индекстерді пайдалану, Sharding, агрегациялау, сондай-ақ деректерді кәштеу және репликациялау сияқты сұрау өнімділігін жақсартудың негізгі әдістері университеттің білім беру порталының деректер құрылымына өзгерістер енгізуге байланысты талқыланады. Бөлшектеу деректерді бірнеше түйіндер бойынша тиімді таратуға мүмкіндік береді, ал біріктірулер серверде күрделі есептеулерді орындауға мүмкіндік береді. Деректерді кәштеу және репликация жүйенің қол жетімділігін және ақауларға төзімділікті жақсартады. Әрбір әдіс үшін код мысалдары берілген, бұл олардың орындалуын және NoSQL жүйелерінде қолданылуын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Бұл әдістерді қолдану жүйені масштабталатын және тиімдірек ететін сұрау өнімділігін айтарлықтай арттырады.

**Кілттік сөздер:** Сұраныстарды оңтайландыру, SQL, Sharding, агрегациялау, кәштеу, репликация.

### **Кіріспе**

Қазіргі уақытта әлемде интернет-технологиялар мен гаджеттердің экспоненциалды дамуымен білім беру жүйесі басқаша көзқарасқа ие бола бастады. Көптеген білім беру ресурстары барлығына қолжетімді болып жатыр. Ұзақ уақыт бойы бұл саладағы барлық жобалар профессорлардың дәрістерінің бейнежазбаларына немесе оқулықтың электронды нұсқасына қол жеткізуді қамтамасыз етуден тұрды. Келесі қадам тест түрінде алынған білімді автоматты түрде тексеру мүмкіндігін қосу болды. Бұл жобалардың барлығы бастапқыда университетте пайдалануға бағытталған және бүкіл әлемнен пайдаланушылар үшін ашық ауқымды онлайн курстар деңгейіне дейін дамып, танымалдылығының қарқынды өсуін бастан кешірді.

Соңғы онжылдықтарда SQL дерекқорлары жоғары жүктемелі және масштабталатын қосымшаларды әзірлеуде кеңінен қолданыла бастады. Дәстүрлі реляциялық ДҚБЖ-дан айырмашылығы, SQL дерекқорлары үлкен көлемдегі ақпаратпен тиімді жұмыс істеуге мүмкіндік беретін икемді деректер үлгісін ұсынады. Дегенмен, бұл сұраныстарды оңтайландыру мәселесін тудырады, бұл мұндай жүйелердің өнімділігі мен ауқымдылығына тікелей әсер етеді [1].

Мәліметтер көлемінің өсу контекстінде дерекқор сұраулары тек дұрыс емес, сонымен қатар ресурстардың қарқындылығы тұрғысынан оңтайландырылған болуы керек. Негізгі міндеттердің бірі - индекстерді тиімді пайдалану, сұраныс архитектурасын дұрыс конфигурациялау және оларды минималды ресурс шығындарымен орындау. NoSQL дерекқорларындағы сұрауларды оңтайландырудың көптеген тәсілдері деректер құрылымы мен жүйенің ерекшеліктеріне байланысты өзгереді [2]. Жағдайдың күрделілігі, реляциялық

ДҚБЖ-дан айырмашылығы, SQL дерекқорлары SQL сияқты стандартты сұрау тілдерін әрдайым пайдаланбайды, бұл арнайы оңтайландыру әдістерін әзірлеуді талап етеді.

Бұл жұмыстың мақсаты NoSQL дерекқорларындағы сұрауларды оңтайландыру әдістерін, соның ішінде индекстерді пайдалануды, деректерді нормадан шығаруды және кәштеу және репликация стратегияларын талдау болып табылады. Мақалада сұраныс өнімділігін арттыруға бағытталған негізгі принциптер мен тәсілдер, сондай-ақ MongoDB, Cassandra және Redis сияқты танымал SQL дерекқорлары үшін тиімді шешімдердің мысалдары қарастырылады.

### **Деректер қоры құрылымы**

Қазіргі ДҚБЖ деректер қорын құруға және жүргізуге арналған құралдармен жабдықталған. Бұл құралдар дерекқор әкімшілеріне арналған және кестелерді жасау және өзгерту, жазбаларды өңдеу, қатынасты шектеу және сақтық көшірмелерді басқару сияқты жалпы тапсырмаларды шешуге көмектеседі. Бұл бағдарламалардың графикалық интерфейсі болғанымен, көптеген тапсырмалар SQL тілінің командалары арқылы ыңғайлырақ шешіледі. Әрине, мұндай интерфейс іскерлік қосымшалар үшін қолайлы емес. Жаппай пайдаланушыға бағытталған жүйе соншалықты түсінікті болуы керек, бұл тақырыпты жақсы білетін пайдаланушы онымен ешқандай дайындықсыз жұмыс істей алады. Мұндай жүйелер деректерге қол жеткізуді графикалық интерфейстің артына жасырады, бұл тапсырманы тиімді шешуге мүмкіндік береді және пайдаланушыны мүмкіндігінше қателерден қорғайды.

Клиент-сервер архитектурасы бизнес-қосымшаларды жасау үшін қолданылады. ДҚБЖ ядросы серверде, ал қолданбалы бағдарлама клиентте жұмыс істейді, ал клиенттің өзі күрделі және бірнеше деңгейден тұруы мүмкін.

Бизнес логикасын серверде сақталатын процедуралар түрінде немесе жоғары деңгейлі бағдарламалау тілін қолданатын клиентте іске асыруға болады. Деректер клиент пен серверде басқаша көрсетілгендіктен, кедергінің сәйкес келмеуі мәселесі туындайды. Деректердің логикалық құрылымының сипаттамасының болуы ДҚБЖ ішінде жеткілікті күрделі деректермен манипуляциялау операцияларын орындауға мүмкіндіктер ашады. Мұндай операциялар сұраныс тілінде жазылады. Қазіргі ДҚБЖ-ға енгізілген сұрау тілдері декларативті болып табылады, яғни олар есептеулердің қажетті нәтижесін сипаттауға мүмкіндік береді, бірақ бұл есептеулерді орындау әдісін емес. Осының арқасында ДҚБЖ нәтиже алу үшін ең тиімді (кейбір өнімділік критерийлері бойынша) алгоритмдерді таңдай алады. Бұл әсіресе деректерді жаппай өңдеу кезінде пайдалы, өйткені ол бір жағынан деректер қоры сервері мен қолданба арасындағы аралық нәтижелерді тасымалдауды болдырмауға және екінші жағынан есептеулерді есепке ала отырып орындаудың оңтайлы әдісін таңдауға мүмкіндік береді. қолданбалы кодта баламалы операцияларды бағдарламалау кезінде қол жеткізу мүмкін емес нақты сақталған деректердің сипаттамалары.

Қазіргі заманғы ДҚБЖ, соның ішінде PostgreSQL қамтамасыз ететін декларациялық сұрауларды өңдеудің қуатты мүмкіндіктері жиі пайдаланылмайды. Бұл көптеген себептерге байланысты болады, олардың арасында сұраныс тілдерінің декларативті құралдарының кеңінен қолданылатын бағдарламалау тілдерінің императивті құралдарымен нашар үйлесімділігін атап өтуге болады.

Сұраныс тілдерінің мүмкіндіктерін пайдаланбай қосымшаларды әзірлеу тәжірибесі мұндай құралдарды қамтамасыз етпейтін бірқатар жүйелердің пайда болуына әкелді (NoSQL жүйелері деп аталады). Мұндай жүйелерді деректерді сақтау үшін пайдаланған кезде, ДҚБЖ функцияларының бір бөлігі қосымшаға беріледі. Бұл қолданбаның күрделілігі мен оны әзірлеу құнының артуына немесе сапаның төмендеуіне әкелуі мүмкін - бұл көп жағдайда қолайлы болып шығады.

### SQL дерекқорларындағы деректердің үлкен көлемімен тиімді жұмыс істеу

SQL дерекқорларындағы деректердің үлкен көлемімен тиімді жұмыс істеу үшін маңызды аспект дұрыс конфигурациялау және бөлуді пайдалану, сондай-ақ кеңейтілген біріктіру әдістері болып табылады. Деректер бір түйін үшін тым үлкен болғанда, бөлшектеу жүктемені бірнеше серверлер бойынша таратуға мүмкіндік береді, жүйе өнімділігін арттырады және бір түйінді шамадан тыс жүктеуді болдырмауға көмектеседі [3].

Sharding деректерді әртүрлі серверлерде сақтауға болатын бөліктер деп аталатын бірнеше бөліктерге бөлуге мүмкіндік береді. Бұл деректердің үлкен көлемін қамтитын жинақтармен жұмыс істегенде өте маңызды [4]. Мысалы, MongoDB жүйесінде аймақ сияқты өріс арқылы бөлу сол өрісті сүзгі ретінде пайдаланатын сұрауларды айтарлықтай жылдамдатады.

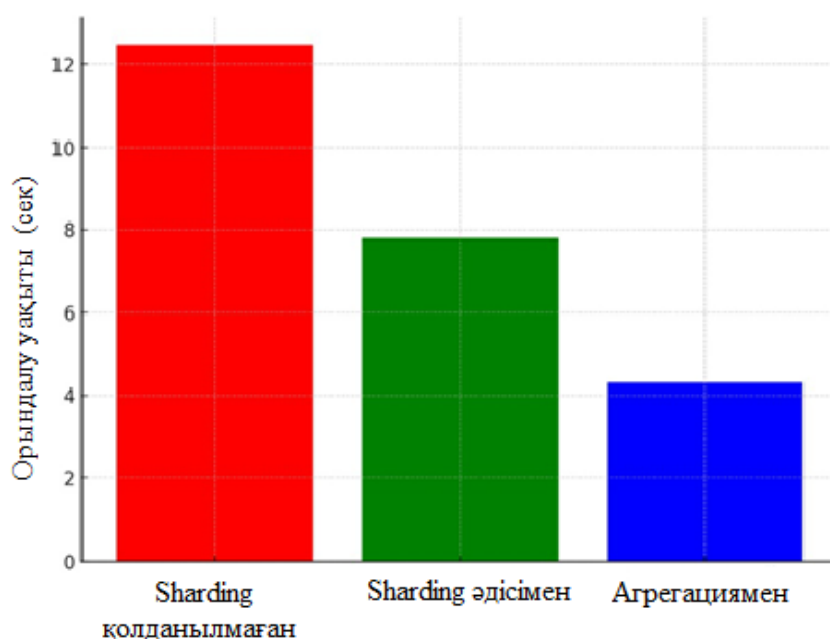
Деректерді өнімдер мен аймақтар бойынша сүзетін, топтайтын және сұрыптайтын күрделі сұрауды іске қосу үшін бөлу және біріктіруді пайдалану мысалын қарастырайық:

```
//Жинақты өріс бойынша Sharding 'region' Сұраныстарды оңтайландыруда
sh.shardCollection("sales_data", { "region": 1 });
// Бөлшектеу арқылы күрделі жиынтық сұрауды іске қосу
db.sales_data.aggregate([
{
  $match: {
    region: "North America",
    date: { $gte: new ISODate("2022-01-01"), $lte: new ISODate("2022-12-31") }
  }
},
{
  $group: {
    _id: "$product_id", // группасы бойынша топтастыру
    total_sales: { $sum: "$amount" }, // алынған бағасы
    avg_sales: { $avg: "$amount" } // Орташа балы
  }
},
{
  $sort: { total_sales: -1 } // орта балл бойынша топтастыру
},
{
  $limit: 10 // бағалары бойынша шектеу
}
]);
```

Бұл код алдымен MongoDB-ге деректерді бірнеше түйіндер бойынша тиімді таратуға мүмкіндік беретін деректерді бөлу үшін аймақ өрісінде индекс жасайды. Содан кейін деректерді аймақ және күн бойынша сүзгіден өткізетін, өнімдер бойынша топтастыратын және студенттің жалпы және орташа балын есептейтін жинақтау орындалады. Осыдан кейін ол жалпы балдар бойынша сұрыптайды және нәтижені алғашқы 10 өніммен шектейді.

Sharding мұндай сұрауларды орындау кезінде өнімділікті айтарлықтай жақсартады, өйткені ол жүйеге деректердің кішірек бөліктерімен жұмыс істеуге мүмкіндік береді, бұл бір сервердегі жүктемені азайтады. Агрегациямен біріктірілген бұл күрделі операцияларды тікелей дерекқорда орындауға мүмкіндік береді, жауап беру уақытын және тасымалданатын деректер көлемін азайтады [5].

Түсінікті болу үшін 1-сурет MongoDB жүйесіндегі сұраныс өнімділігіне Sharding мен біріктіруді пайдаланудың әсерін көрсетеді.



Сурет 1. Sharding мен біріктірудің сұрау өнімділігіне әсері

Бұл график бөлу және біріктіруді пайдалану сұрауды орындау уақытын қысқартуға қалай әсер ететінін анық көрсетеді. Sharding пайдалану деректерді жылдам өңдеуге көмектеседі, ал біріктіру серверде есептеулерді орындауға мүмкіндік береді, клиент қолданбасындағы жүктемені азайтады және жауап беру уақытын жылдамдатады.

Sharding мен біріктіру сияқты әдістерді пайдалану деректердің үлкен көлемімен жұмыс істеу кезінде NoSQL дерекқорларындағы жоғары өнімділікті қамтамасыз ету үшін өте маңызды, бұл тұтастай жүйенің масштабталуы мен тиімділігін арттырады [6].

#### Сұраныс нәтижелерін жақсарту үшін деректерді кештеу мен репликациялау

MongoDB және Redis сияқты NoSQL жүйелеріндегі сұрау өнімділігін одан әрі жақсарту үшін деректерді кештеу және репликациялау сияқты әдістерге ерекше назар аудару керек. Кештеу жиі орындалатын сұраныстардың нәтижелерін жадта сақтауға мүмкіндік береді, бұл қайталанатын сұрауларға жауап беру уақытын айтарлықтай қысқартады [7]. Redis негізгі дерекқорды қайта баспай-ақ ақпаратты жылдам алуға мүмкіндік беретін кілт-мән пішімінде деректерді сақтау үшін кештеуді пайдаланады. Бұл әсіресе деректер сирек өзгергенде және қайталанатын сұрауларға тікелей кештен қызмет көрсетуге болатын кезде пайдалы. Redis көмегімен сұраныстарды кештеу үшін мысал коды:

```
import redis
# Redis байланыс орнату
r = redis.Redis(host='localhost', port=6379, db=0)
# Кеште деректер бар-жоғын тексеріміз cached_data = r.get('user:1000')
if cached_data:
# егер кеште мәліметтер болса, оларды пайдаланамыз
print("кештегі мәліметтер:", cached_data)
else:
```

```
# Деректер кэште болмаса, біз оны дерекқордан аламыз және оны кэштейміз
user_data = get_user_data_from_db(1000) # Дерекқордан деректерді алу функциясы

r.set('user:1000', user_data) # Кэшируем данные print("Деректер базасынан алынған
деректер:", user_data)
```

Бұл мысалда қажет деректердің Redis кэшінде бар-жоғын тексереміз. Деректер бар болса, ол негізгі дерекқорға қатынауыңыз жылдам шығарылады. Деректер болмаса, ол дерекқордан жүктеледі, содан кейін кейінгі сұраулар үшін кэште сақталады. Өнімділікті жақсартудың тағы бір маңызды элементі деректерді репликациялау болып табылады.

NoSQL жүйелеріндегі репликация деректердің бірнеше түйіндерде көшірмелерін жасау үшін қолданылады, бұл деректердің қолжетімділігін арттырады және жүйе ақауларына төзімділікті арттырады[8]. Репликация сұрауларды бірнеше түйіндер бойынша таратуға мүмкіндік береді, бұл бір сервердегі жүктемені азайтады және жауап беру уақытын жылдамдатады. MongoDB жүйесінде репликация деректердің бірнеше көшірмелерін сақтауға мүмкіндік беретін Replica Set жасау арқылы жүзеге асады. Бір реплика сәтсіз болғанда, екіншісі жүктемені автоматты түрде қабылдайды, үздіксіз жұмысты қамтамасыз етеді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

NoSQL дерекқорларындағы сұрауларды оңтайландыру деректердің үлкен көлемімен жұмыс істеу кезінде жоғары өнімділікті қамтамасыз етудің негізгі аспектісі болып табылады. Мақалада индекстерді пайдалану, бөлшектеу, біріктіру, сондай-ақ деректерді кэштеу және репликациялау сияқты негізгі оңтайландыру әдістері қарастырылады. Осы әдістердің әрқайсысы жүйе өнімділігін айтарлықтай жақсартып алады, жауап беру уақытын қысқартады және дерекқордың ауқымдылығын арттырады.

Деректерді бірнеше серверлер бойынша тиімді таратуға мүмкіндік беретін sharding және күрделі есептеулерді тікелей дерекқорда орындауға мүмкіндік беретін біріктірулерге ерекше назар аударылады. Бұл әдістерді қолдану жүйеге жүктемені айтарлықтай азайтуға және сұраныстарды өңдеуді жеделдетуге мүмкіндік береді, әсіресе деректердің үлкен көлемі жағдайында.

Бұған қоса, кэштеу және репликация сияқты технологияларды пайдалану деректердің қолжетімділігін жақсартуға және жүйе ақауларына төзімділікті арттыруға көмектеседі. Бұл әдістер бірге өнімділігі жоғары және масштабталатын NoSQL дерекқорларын жасауға көмектесетін сұраныстарды оңтайландырудың кешенді тәсілін құрайды.

## Әдебиеттер тізімі

1. Шичкина Ю.А., Ха В.М. Орындалған сұраныстарды ескере отырып, негізгі құжат типті дерекқорлар үшін енгізілген құжаттары бар жинақтарды құру әдісі // Информатика және автоматика. 2020. 19-том. № 4. Р. 829-854.
2. Гуляев А.Г. Үлкен деректер бойынша SQL сұраныстарын оңтайландыру әдісін әзірлеу // Инновациялар. Ғылым. Білім. 2021. № 38. Б. 739-745.
3. Петров Я.А., Степанов С.Ю., Вагизов М.Р., Кардаполова В.Ю. Қазіргі заманғы географиялық ақпараттық жүйелерде NoSQL және үлкен мәліметтерді қолдану тенденциялары туралы // Ақпараттық технологиялар және жүйелер: менеджмент, экономика, көлік, құқық. 2020. № 1. 141-146 б.
4. Лузянин А.В. Үлкен көлемдегі мәліметтерді оңтайландыру және сақтау әдістері // Математикалық модельдеу және ақпараттық технологиялар бойынша жас ғалымдардың XXII Бүкілресейлік конференциясының тезистері. 2021. 55-56-беттер.

5. Әлібиева Ж., Мұқажанов Н., Черикбаева Л., Ерімбетова А., Байымбетов Д. NoSQL бағаналы деректер қорының мүмкіндіктерін салыстыру // ҚазАТК Хабаршысы. 2024. Т. 131. № 2. Б. 350-358.
6. Гармашев М.А., Резников Н.Г. NoSQL технологиясы: техникалық ерекшеліктері, даму перспективалары және SQL-ге қарағанда салыстырмалы артықшылықтары // Ғылыми нәтиже. Ақпараттық технология. 2023. Т. 8. № 3. 56-62 б.
7. Лисин В.А., Серы А.С., Сидорова Е.А. Графиттік деректер базасына негізделген пәндік облыстардың онтологиясын көрсету моделі // Новосибирск мемлекеттік университетінің хабаршысы. Серия: Ақпараттық технологиялар. 2022. 20-том. № 4. 24-38 б.
8. Мухин А.М., Генаев М.А., Расқазов Д.А., Лашын С.А., Афонников Д.А. RDBMS және NoSQL тәсілдерін гибриді қолдану негізінде транскриптомдық деректерді құрылымдау және өңдеу технологиясы // Математикалық биология және биоинформатика. 2020. 15-том. № 2. Б. 455-470.

### References

1. Shichkina Ju.A., Na V.M. Oryndalған сыранystardy eskere otyrup, negizgi қызhat tipti derekқorlar үshin engizilgen қызhattary bar zhinactardy құру әdisi // Informatika zhәне avtomatika. 2020. 19-tom. № 4. P. 829-854.
2. Guljaev A.G. Ylken derekter bojnsha SQL сыранystaryn оңtajlandyru әdisin әzirleu // Innovacijalar. Fylym. Bilim. 2021. № 38. B. 739-745.
3. Petrov Ja.A., Stepanov S.Ju., Vagizov M.R., Kardapolova V.Ju. Қазirgi zamanғы geografijalyқ ақпараттық zhүjelerde NoSQL zhәне үlken мәlimetterdi қoldanu tendencijalary турaly // Ақпараттық tehnologijalar zhәне zhүjeler: menedzhment, jekonomika, көlik, құқуқ. 2020. № 1. 141-146 b.
4. Luzjanin A.V. Ylken көlemdеgi мәlimetterdi оңtajlandyru zhәне сақтау әdisteri // Matematikalyқ model'deu zhәне ақпараттық tehnologijalar bojnsha zhas ғалымдардың ННП Вүkilresejlik konferencijasynың tezisteri. 2021. 55-56-better.
5. Әlibieva Zh., Мұқажанов N., Черикбаева L., Ерімбетова A., Bajymbetov D. NoSQL бағаналы деректер қорынұң мүмkindikterin salystyru // ҚазАТК Habarshysy. 2024. Т. 131. № 2. B. 350-358.
6. Garmashev M.A., Reznikov N.G. NoSQL tehnologijasy: tehnikalyқ erekshelikteri, damu perspektivalary zhәне SQL-ge қарағанда salystyrmaly artyқshylyқтары // Fylymi nәtizhe. Ақпараттық tehnologija. 2023. Т. 8. № 3. 56-62 b.
7. Lisin V.A., Sery A.S., Sidorova E.A. Grafittik derekter bazasyna negizdelgen pәндіk oblystardың ontologijasyn көrsету modeli // Novosibirsk memlekettik universitetiniң habarshysy. Serija: Ақпараттық tehnologijalar. 2022. 20-tom. № 4. 24-38 b.
8. Muhin A.M., Genaev M.A., Rasqazov D.A., Lashyn S.A., Afonnikov D.A. RDBMS zhәне NoSQL tәsilderin gibridti қoldanu negizinde transkriptomдық derekterdi құrylymdau zhәне өңdeu tehnologijasy // Matematikalyқ biologija zhәне bioinformatika. 2020. 15-tom. № 2. B. 455-470.

**Н. С. Жуматаев, А. С. Кыдырбекова\*, З. З. Абдрашов, С. Т. Ахметова**

PhD, доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
старший преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
к.ф.-м.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: kas.aizat@mail.ru

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАПРОСОВ И ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОРТАЛА УНИВЕРСИТЕТА**

### **Аннотация**

Оптимизация запросов в базах данных SQL — важная задача, стоящая перед разработчиками при работе с большими объемами данных. В статье рассматриваются ключевые методы повышения производительности запросов, такие как использование индексов, шардинга, агрегации, а также кэширования и репликации данных, в связи с изменением структуры данных образовательного портала университета. Фрагментация позволяет эффективно распределять данные по нескольким узлам, а агрегация позволяет выполнять сложные вычисления на сервере. Кэширование и репликация данных повышают доступность и отказоустойчивость системы. Для каждого метода приведены примеры кода, позволяющие глубже понять их реализацию и использование в системах NoSQL. Использование этих методов значительно повышает производительность запросов, делая систему более масштабируемой и эффективной.

**Ключевые слова:** оптимизация запросов, SQL, Sharding, агрегация, кэширование, репликация.

**N.S. Zhumataev, A.S. Kydyrbekova\*, Z.Z. Abdrashov, S.T. Akhmetova**

PhD, associate professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan  
senior lecturer, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan  
master's student, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan  
Cand. Phys.-Math. Sci., associate professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

\*Corresponding author's email: kas.aizat@mail.ru

## **STUDY OF EFFECTIVE METHODS FOR OPTIMIZING REQUESTS AND CHANGING THE DATA STRUCTURE OF THE UNIVERSITY EDUCATIONAL PORTAL**

### **Abstract**

Query optimization in SQL databases is an important task facing developers when working with large volumes of data. The article discusses key methods for improving query performance, such as the use of indexes, sharding, aggregation, as well as data caching and replication, in connection with the change in the data structure of the university educational portal. Fragmentation allows you to effectively distribute data across multiple nodes, and aggregation allows you to perform complex calculations on the server. Data caching and replication increase the availability and fault tolerance of the system. Code examples are provided for each method, allowing you to better understand their implementation and use in NoSQL systems. Using these methods significantly improves query performance, making the system more scalable and efficient.

**Keywords:** query optimization, SQL, Sharding, aggregation, caching, replication.

МАЗМУНЫ  
СОДЕРЖАНИЕ  
CONTENT

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ  
TECHNICAL SCIENCES

---

**М.М. Айгубеков<sup>1\*</sup>, Г.С. Кенжибаева<sup>1</sup>, Р.Р. Яқубова<sup>1</sup>, Б. Леска<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>2</sup>ғылым докторы, профессор, Познаньдағы Адам Мицкевич Университеті, Познань, Польша

**КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫ ӨНДІРІСІНДЕГІ КОНТАКТІЛІ АППАРАТТА КҮКІРТ ДИОКСИДІНІҢ ТОТЫҒУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ**

3

**Т.К. Akilov<sup>1</sup>, Kh. R. Toktibaeva<sup>1</sup>, F. N. Nazymbekova<sup>1\*</sup>, A. Minakovsky<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Candidate of chemical science, Senior Lecturer, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>Master student, M. Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>Master student, M. Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>2</sup>Candidate of technical sciences, associate professor, Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

**DEVELOPMENT OF A NEW TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MAGNESIUM CHLORATE DEFOLIANT**

10

**Д.Д. Асылбекова<sup>1\*</sup>, А.А. Мейрбекова<sup>1</sup>, К.Б. Адиходжаева<sup>1</sup>, С. Шарипова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>х.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>фармац.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>2</sup>PhD, доцент, Ташкент фармацевтикалық институты, Ташкент, Өзбекстан

**СИРЕК ЖЕР МЕТАЛДАР ИОНДАРЫМЕН ПОЛИМЕРЛІК КҮРЫЛЫМДАРҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ӨЗАРА ҮЙЛЕСТІРІЛУІ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУДІҢ НЕГІЗДЕМЕСІ**

17

- Д.Д. Асылбекова\***, **А.А. Мейрбекова**, **К.Б. Адиходжаева**  
х.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
фармац.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
**ПАҚ ГИДРОГЕЛІНІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КӨЛЕМДІК-ГРАВИМЕТРИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ** 23
- А.К. Бектурсунова\***, **Н.Е. Ботабаев**  
PhD докторы, доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
PhD докторы, аға оқытушы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
**ТОҚЫМА МАТЕРИАЛДАРЫ ӨНДІРІСІНДЕ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГІН АҚПАРАТТЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ** 30
- Ж.Қ. Қалдарбекова**, **Ш.Т. Қошқарбаева**, **М.З. Ескендилов**, **А.А. Қадірбаева**  
магистрант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.д., профессор, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
**НАТРИЙ ПИРОФОСФАТЫ ӨНДІРІСІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖОБАСЫ** 36
- В.В. Мустафович**, **Б.Т. Таймасов\***, **Н.В. Шестова**  
магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
д.т.н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
магистр, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан  
**ПРОЦЕССЫ ОБЖИГА СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ ТОО «КАСПИЙ ЦЕМЕНТ» С ДОБАВКАМИ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛИЗАТОРОВ** 43
- Ж.С. Мырзабек\***, **Р.С. Абжалов**, **М.С. Сатаев**, **Ш.Т. Қошқарбаева**  
магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
докторант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
**ФОТОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ДИЭЛЕКТРЛІ МАТЕРИАЛДАРДА МЫС ЖӘНЕ КҮМІС ҚАПТАМАЛАРЫН АЛУДА ӘРТҮРЛІ ПАРАМЕТРЛЕР ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ** 54

**А.Т. Сағындықова<sup>1\*</sup>, Ш.Т. Кошкарбаева<sup>1</sup>, П.А.Абдуразова<sup>2</sup>, Ж.Т.Жумадилова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>магистрант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>2</sup>PhD доктор, доцент, Сырдария университеті, Жетісай, Қазақстан

<sup>1</sup>докторант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

**КАРБОАММОФОС ӨНДІРІСІН ЖОБАЛАУ**

63

**S.T. Tleuova, A.N. Tileuberdi, M.M. Ulbekova, A.S. Taubaeva, G.S. Zhusupbek\***

Cand.Tech.Sci., Professor, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

PhD, senior lecturer, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

lecturer, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

PhD, senior lecturer, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

docotoral student, M.Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

**INVESTIGATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL FEATURES OF A PHOSPHOROUS AGGLOMERATE USING PHOSPHATE-SILICEOUS SHALES AND OIL WASTE**

70

---

**ИНФОРМАТИКА, ІТ-ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ИНФОРМАТИКА, ІТ-ТЕХНОЛОГИИ  
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

**Ә.А. Бекнияз, П.А. Кожабекова, Ж.Д. Изтаев, Ж.Р. Умарова**

магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан

к.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан

к.п.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан

PhD, ассоциированный профессор, им. М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан\*

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО КОНТЕНТА ДЛЯ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ**

77

**Д.Н. Болат\*, А.Т. Калбаева, П.А. Кожабекова, Ғ.Ж. Ельбергенова, Ж.Д. Изтаев**

магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

магистр, аға оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

п.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

**БІЛІМ БЕРУ ПОРТАЛДАРЫНЫҢ ПАЙДАЛАНУШЫ ИНТЕРФЕЙСІНІҢ ДИЗАЙНЫН ЖАҚСARTУ: ИНТУИТИВТІЛІК ЖӘНЕ ҚОЛ ЖЕТІМДІЛІК**

86

**Ғ.Н. Еркебай\***, **Л.М. Мусабекова**, **Ж.Д. Изтаев**, **П.А. Кожобекова**

магистрант, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
п.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

**ҚҰРЫЛЫС КОМПАНИЯЛАРЫНА ІМУ НЕГІЗІНДЕ ҒИМАРАТТАРДЫҢ ІШІН  
ЛОКАЛИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР АЛГОРИТМІН  
ӘЗІРЛЕУ**

93

**Н.С. Жұматаев**, **А.С. Кыдырбекова\***, **З.З. Абдрашов**, **С.Т. Ахметова**

PhD, доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
аға оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан  
ф.-м.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

**СҰРАНЫСТАРДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУДЫҢ ЖӘНЕ УНИВЕРСИТЕТТІҢ БІЛІМ  
БЕРУ ПОРТАЛЫНЫҢ ДЕРЕКТЕР ҚҰРЫЛЫМЫН ӨЗГЕРТУДІҢ ТИІМДІ  
ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

107

**Ғылыми журнал**

2018 жылдан бастап жылына 4 рет шығарылады

**Редактор:** Назарбек У.Б.

**Жауапты редактор:** Айнабеков Н.Б.

**Техникалық редакторлар:** Александриди Е.Ю.

**Меншік иесі:** М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті

Журнал Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде  
тіркелген № 16794–Ж (14.12.2017 ж.)

02.06.2025 ж. баспаға қол қойылды. Көлемі 7.4 б.т. Тираж 300 дана.  
Жазу қағазы. Офсеттік баспа. Тапсырыс № 3930. М. Әуезов атындағы ОҚУ, АҒД  
Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5, тел: 21-19-82

