

Шыны қалдықтарына негізделген тұтқыр материалдарды алу технологиясын зерттеу

¹**БАЙДЖАНОВ Джумагельды Омарович**, т.ғ.д., профессор, bdo3@yandex.ru,

¹**РАХИМОВ Мурат Аманжолович**, т.ғ.к., доцент, m.rakhimov@kstu.kz,

¹***ИМАНОВ Едил Куттыбаевич**, магистр, аға оқытушы, e.imanov@kstu.kz,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Н. Назарбаев даңғылы, 56, Қарағанды, Қазақстан,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Шыны қалдықтары негізіндегі байланыстырғыштарды өндіру технологиясының сөзсіз артықшылығы оның энергияны аз тұтынуы болып табылады. Бұл технологиялық процестердің болмауымен түсіндіріледі, оларды жүзеге асыру жоғары температураны, қысымды және т.б. Көбінесе өндіріс қалдықтары болып табылатын шикізаттар ешқандай қосымша дайындықты қажет етпейді, тек тазалауға және бірге ұнтақтауға ұшырайды. Дегенмен, сынған шыны негізінде байланыстырғышты өндіру технологиясының қарапайымдылығына қарамастан, оны жүзеге асыруға кедергі келтіретін бірқатар себептер бар, бірінші кезекте шыны-сілтілі шыны қатайту жүйелерінің технологиялық ерекшеліктері туралы жеткілікті ақпараттың болмауы. Жұмыстың мақсаты: Қалыпты температура мен ылғалдылық жағдайында немесе 90°C аспайтын температурада шыны-сілтілі байланыстырғыштар негізінде композициялық материалдарды өндіру технологиясын оңтайландыру. Жұмыстағы зерттеудің ғылыми әдістері – талдау, бақылау, эксперимент жүргізу, математикалық модельдеу.

Кілт сөздер: шыны қалдықтары, сілтілі байланыстырғыш, электроактивация, композиттік материалдар.

Кіріспе

Шыны-сілтілі байланыстырғыштың физикалық-механикалық сипаттамаларына әсер ететін анықтаушы факторлардың бірі жүйенің рН мәнінің жоғарылау деңгейі болып табылады. Дәл сілтілі орта алюмосиликатты құрамды минералды заттардың синтезі процестерінің анықтаушы шарты болып табылады [1].

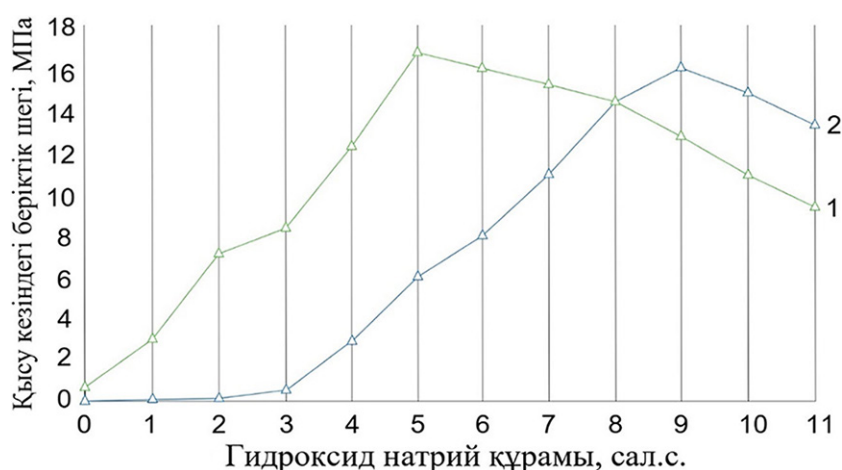
Осы зерттеулердің негізінде қарастырылып отырған жүйеде құрылымдық қалыптасу процесі 12-ге жақын рН деңгейінде тиімді жүретіні анықталды. Алайда, байланыстырғыштың құрамына кіретін компоненттердің негізділігі жеткіліксіз ($\text{pH} = 8 \div 8,5$), сондықтан олар сулы ортада ылғалданбайды. Сілтілік металл қосылыстары сырттан енгізілуі керек.

Күйдіргіш сілті негізіндегі байланыстырғыштың ең қымбат құрамдас бөлігі екенін ескере отырып, беріктігі мен беріктігін сақтай отырып, оның шығынын азайту үшін әртүрлі шаралар қабылданды.

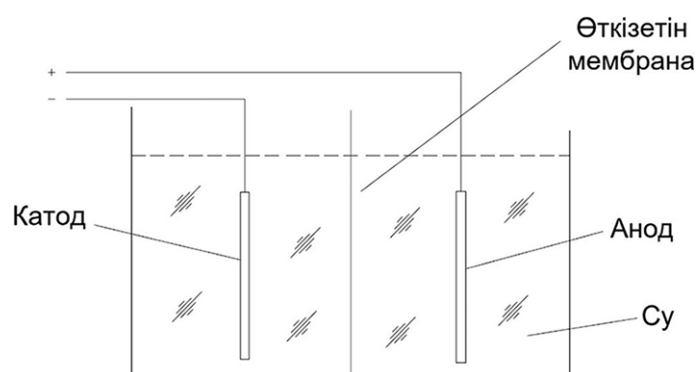
Химиялық таза күйдіргіш натрийді тұтынуды азайтудың ең перспективалы әдістерінің бірі сілтілі өнеркәсіптік қалдықтарды

шыны негізіндегі байланыстырғышты араластыру үшін пайдалану болып табылады. Зерттеу жұмысында Қарағанды электр лампа зауытының сұйық сілтілі қалдықтары пайдаланылды. Тығыздағыш ретінде пайдаланған кезде 1-суреттегі байланыстырғыштың жоғары физикалық-механикалық қасиеттерін сақтай отырып, химиялық таза күйдіргіш сода шығынын екі есе азайтуға болады.

Бұл мәселені шешудің тағы бір тиімді жолы – байланыстырғышты араластыру үшін жоғары рН бар белсендірілген суды пайдалану. Судың сілтілік деңгейін электролизерде қарама-қарсы электр зарядтары бар электродтар арқылы электрохимиялық жолмен арттыруға болады (2-сурет). Электролиз оң және теріс иондардың сәйкесінше ерітіндінің катодқа жақын және анодқа жақын бөліктеріне бөлінуімен сипатталады. Тотықсыздандыратын иондардың сумен әрекеттесуі анодтың жанында H_3O^+ және катодтың жанында OH^- иондарының жоғары тығыздығын құруға әкеледі. Бұл жағдайда заряд гидроксил және гидроний иондары арқылы тасымалданады, олар H^+ концентрациясы және сәйкесінше рН анодтағы қышқылдан катодтағы сілтіліге



1-сурет – Тұтқыр заттардың сығымдалу беріктігінің өзгеруінің ащы натрий құрамына тәуелділігі: 1 – сілтілі қалдықтармен араласқан құрам; 2 – сумен араласқан композиция



2-сурет – Суды электрлік белсендіру үшін орнату схемасы

біркелкі өзгертіндей етіп ерітінді көлемінде рекомбинацияланады.

Суды белсендіру параметрлерін оңтайландыруға бағытталған зерттеулер математикалық эксперименттік жоспарлау әдісін қолдану арқылы жүргізілді. Эксперименттік жоба ретінде Кононың екі факторлы жобасы қабылданды. Айнымалы факторлар тоқтың тығыздығы болды – X_1 және белсендіру уақыты – X_2 , ал оңтайландыру критерийі белсендірілген судың рН мәні болды. Тәжірибе кезінде рН = 7,2 болатын ағын су пайдаланылды. Жоспарлау матрицасы мен эксперимент нәтижелері кестеде көрсетілген [2].

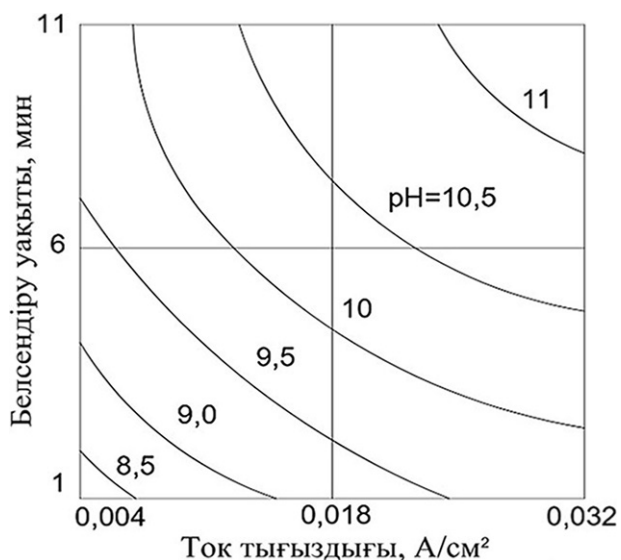
Алынған тәжірибелік мәліметтерді статистикалық өңдеу нәтижелерінен құрылған белсендірілген судың сутегі индексінің өзгеруінің ағымдағы тығыздыққа және белсендіру уақытына графикалық тәуелділігі 3-суретте көрсетілген.

Графиктерден көрініп тұрғандай, электроактивациядан кейін судың негізділігі 11,5 деңгейіне жетеді және ол алынған қасиетте-

рін ұзақ уақыт сақтайды (4-сурет) [3].

Суды белсендіруге арналған қондырғының электрлік сипаттамаларын оңтайландыру, энергияны аз тұтынумен максималды әсер алуға мүмкіндік беру үшін келесі зерттеулер жүргізілді. рН = 7,2 ағынды судың белгіленген көлемін белсендіру әртүрлі кернеу мәндерінде және сәйкесінше рН = 10-ға дейінгі ток тығыздығында жүзеге асырылды. Бұл ретте бүкіл процеске жұмсалған уақыт жазылды. Эксперименттік деректер 5-суретте көрсетілген. График ток тығыздығы мен белсендіру уақытының оңтайлы арақатынасында қуат тұтынуы 8 Вт сағ болатынын көрсетеді.

Математикалық тәжірибелік жоспарлау әдісін қолдана отырып, электрлік белсендірілген сумен араласқан байланыстырғыштың құрамдарын оңтайландыру да жүргізілді. Араластырылған судың рН мәніне және құрамға енгізілген таза сілтінің мөлшеріне байланыстырушы заттың беріктігінің өзгеруінің графикалық тәуелділігі 6-суретте көр-



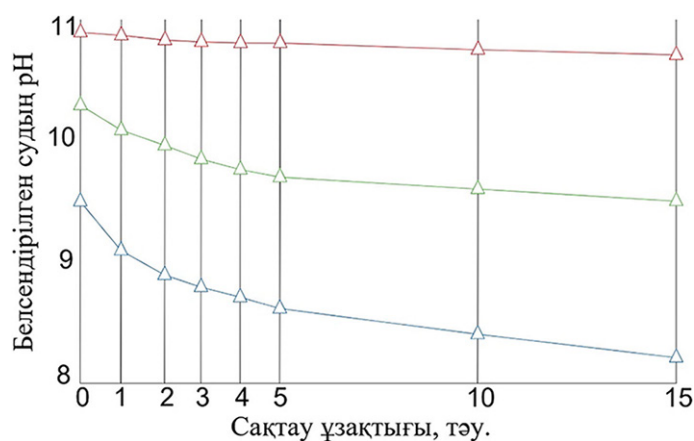
3-сурет – Судың pH өзгеруінің белсенділік уақыты мен ток тығыздығының өзгеруіне тәуелділігі

сетілген. Графиктен араластыру үшін электроактивтелген суды пайдалану нәтижесінде, байланыстырғышқа енгізілген таза сілтінің мөлшерін жоғары физикалық және механикалық қасиеттерді сақтай отырып, 1,5-2 есе азайтуға болады.

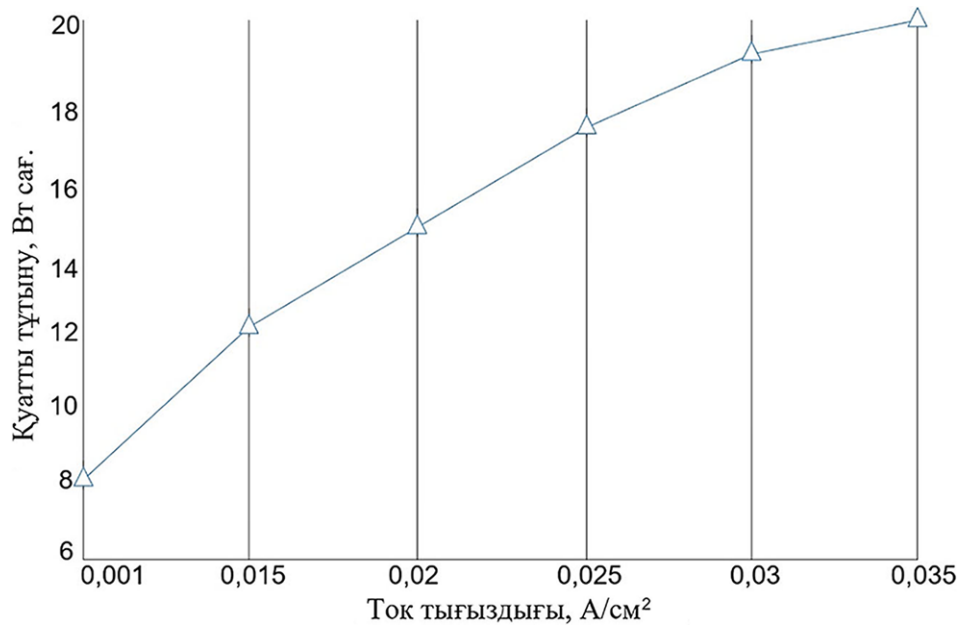
Уақыт өте келе шыны қалдықтары негізіндегі байланыстырғыштың беріктігінің артуы үлкен қызығушылық тудырады. Тұтқырдың беріктігінің өзгеру кинетикасы қалыпты жағдайда және термиялық және ылғалдылықпен өңдеу жағдайында қатаю композицияларында зерттелді. 7-суретте көрсетілген тәжірибе нәтижелері сынған шыны негізіндегі байланыстырғыштың беріктігінің уақыт бойынша өсу қисығы кәдімгі цементке ұқсас екенін көрсетеді. Дегенмен, цемент композицияларынан айырмашылығы, шыны-сілтілі байланыстырғыш температураның жоғарылауымен қатаю процестерінің өте маңызды белсендірілуімен сипатталады. Термиялық және ылғалдылықпен өңдеу жағдайында өң-

Жоспарлау матрицасы және эксперимент нәтижелері

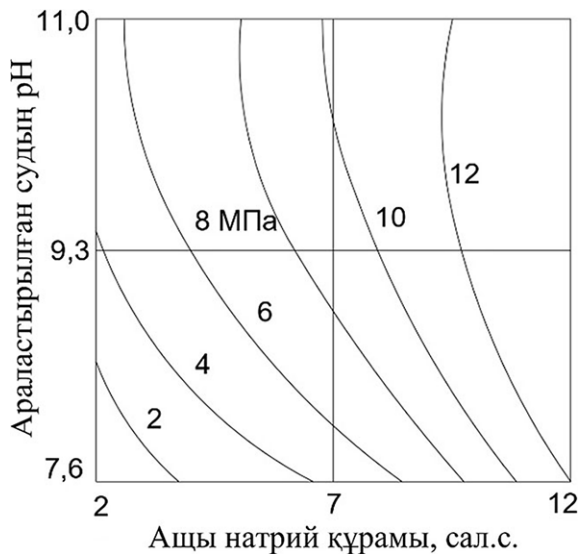
Тәжірибе №	Жоспарлау матрицасы		Факторлардың маңыздылығы		pH
	X_1	X_2	Ток тығыздығы A/cm^2	Белсендіру уақыты, мин	
1	0	0	0,018	6	10,25
2	1	1	0,032	11	11,10
3	-1	1	0,004	11	9,60
4	-1	-1	0,004	1	8,15
5	1	-1	0,032	1	9,40
6	1	0	0,032	6	10,70
7	0	1	0,018	11	10,70
8	-1	0	0,004	6	8,95
9	0	-1	0,018	1	9,1



4-сурет – Белсендірілген судың pH өзгеруінің сақтау ұзақтығына тәуелділігі



5-сурет – 1000 литр ауыз суды іске қосу үшін электр энергиясын тұтыну өзгерісінің токтың тығыздығына тәуелділігі



6-сурет – Композиттердің сығымдалу беріктігінің өзгеруінің араластырған судың pH мәніне және күйдіргіш натрийдің құрамына тәуелділігі

делген композициялардың беріктік көрсеткіштері қалыпты жағдайда қатқан композициялардың беріктігінен 2-3 есе жоғары [4].

Сонымен қатар, олардың ылғалмен өңделгеннен кейін келесі күні көрсеткіші маркалық беріктіктің 70-75% жетеді. Осы жағдайда ерекшеленетін байланыстырғыш заттардың физикалық-механикалық сипаттамаларындағы мұндай елеулі айыр-

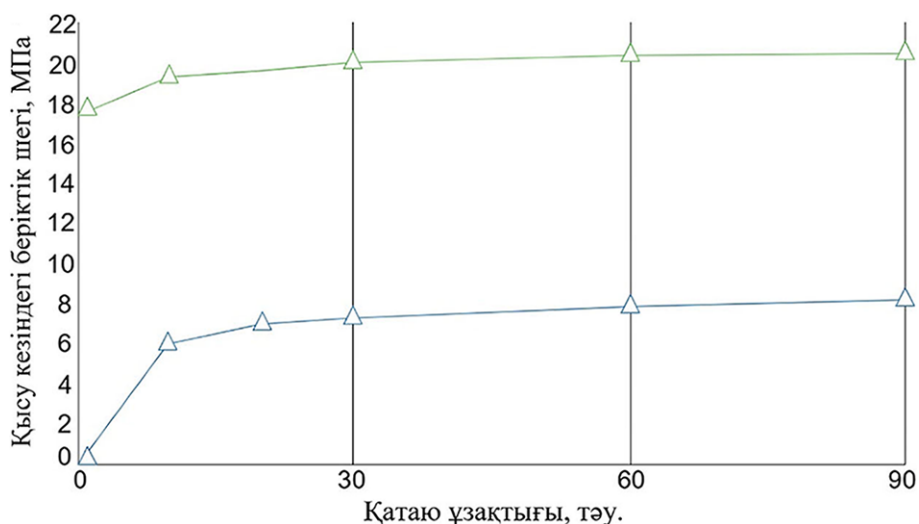
машылықтың себебі, температураның жоғарылауымен шыны бөлшектерінің бетінде орналасқан аморфты кремнеземнің ерігіштігі жоғарылайды, бұл құрылым түзілу процестерінің күрт жеделдеуіне әкеледі. Сонымен қатар, композициялар термиялық және ылғалдылықпен өңдеу жағдайында қатайтылған кезде, қышқылдың құрамындағы сілтілі оксидтердің химиялық белсенділігі артады. Тәжірибе барысында ұнтақтаудың ұсақтығы мен сақтау ұзақтығы байланыстырғыш заттың белсенділігіне айтарлықтай әсер ететіні анықталды (8 және 9-сурет) [5].

Ұнтақтау дәрежесі белгіленген шектен жоғарылағанда белсенділіктің жоғарылауы байқалмайды. Бұл өте ұсақ ұнтақтау кезінде байланыстырғыштың түйіршіктері бір-біріне жабысып, сілтілі ерітінді жеке бөлшектермен емес, ірі флоктар бетімен әрекеттеседі, бұл композицияның белсенділігінің тежелуіне әкелетінімен түсіндіруге болады. Ұзақ уақыт сақтау нәтижесінде бұл көрсеткіштің төмендеуі шыны бөлшектерінің бетінде ұсақ дисперсті күйде болатын кремнеземнің белсенді учаскелерінің реактивтілігінің төмендеуімен байланысты [6].

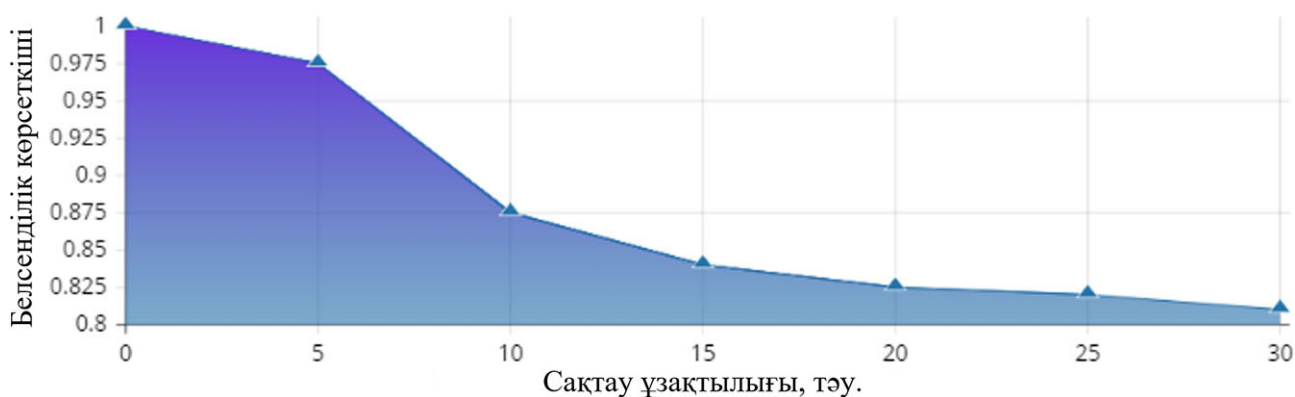
Қорытынды:

1. Шыны байланыстырғыш негізінде композициялық материалдарды дайындау технологиясы оңтайландырылды. Қасиеттері жоғары компоненттерді жұмыс істеп тұрған араластырғышқа берудің келесі реті анықталды:

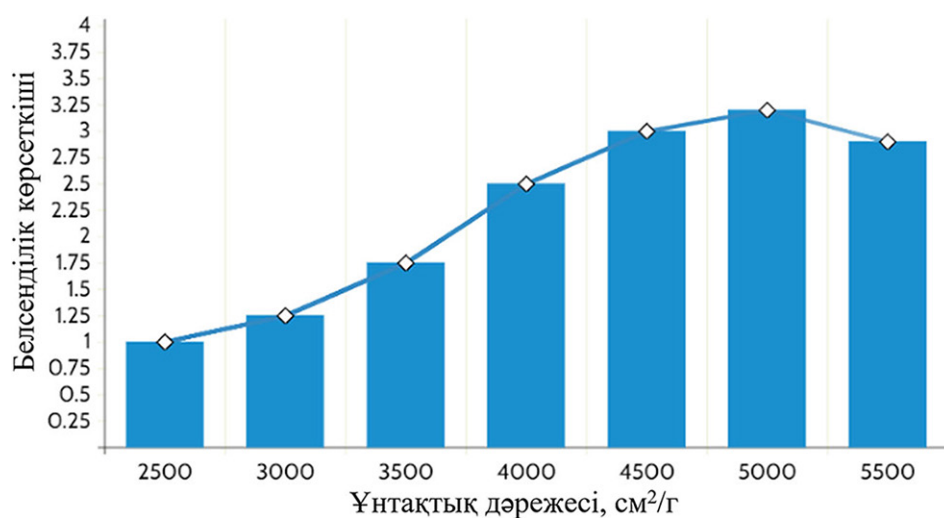
- байланыстырушы компоненттер (ащы



7-сурет – Шыны қалдықтары негізіндегі байланыстырғыштың беріктігінің уақыт бойынша өзгеру кинетикасы: 1 – байланыстырғыш, термоылғалдылық өңдеу жағдайында алдын ала қатаю; 2 – қалыпты қатаю жағдайында



8-сурет – Шыны-сілтілі байланыстырғыш белсенділігінің өзгеруінің сақтау ұзақтығына тәуелділігі



9-сурет – Шыны-сілтілі байланыстырғыш белсенділігінің өзгеруінің ұнтақтау ұсақтығына тәуелділігі

натридан басқа) және құрғақ толтырғыштар араластырылады;

- кейін қоспаны концентрлі сілтілі ерітіндімен араластырады;

- кейін қажетті жылжымалылыққа қол жеткізгенше судың қосымша мөлшері енгізіледі.

2. Енгізілген сілтілі компоненттің мөлшерін азайтуға бағытталған электрлік белсендірілген суды пайдаланудың тиімділігі анықталды.

3. Шыны қалдығының негізіндегі байланыстырғыштың оптималды дисперсиясы 4500-5000 см²/г болатыны анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Байджанов Д.О., Рахимов М.А., Рахимов А.М. Технология получения пеностеклокристаллических теплоизоляционных материалов на основе отходов промышленности // Труды университета. 2017. № 4 (69). С. 73-76.
2. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник. – Москва: Инфра-М, 2019. – 592 с.
3. Smirnov, Y.M., Baidzhanov, D.O., Imanov, E.K., Zhurunova, M.A. Energetics Metrics for Foam-Glass Concrete Building Products // Glass and Ceramics English translation of Steklo i Keramika, 2020, 77 (7-8), pp. 267-273.
4. Smirnov, Y.M., Kenzhin, B.M., Imanov, E.K., Zhurunova, M.A. Quality Improvement of Construction Products Based on Technogenic Cullet // Glass and Ceramics (English translation of Steklo i Keramika), 2019, 76 (7-8), pp. 274-277.
5. Рахимов М.А., Рахимов А.М. Модифицированный легкий бетон на стекловидном заполнителе из отходов промышленности // Труды университета. 2019. № 2 (75). С. 90-94.
6. № 2877 «Методика проведения лабораторных испытаний образцов газостекло- и пеностеклобетон на основе техногенного стеклосырья» от 17 апреля 2019 года.

Исследование технологии получения вязких материалов на основе стеклянных отходов

¹**БАЙДЖАНОВ Джумагельды Омарович**, д.т.н., профессор, bdo3@yandex.ru,

¹**РАХИМОВ Мурат Аманжолович**, к.т.н., доцент, m.rakhimov@kstu.kz,

^{1*}**ИМАНОВ Едил Куттыбаевич**, магистр, старший преподаватель, e.imanov@kstu.kz,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»,
пр. Н. Назарбаева, 56, Караганда, Казахстан,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Неоспоримым преимуществом технологии производства связующих на основе стеклопакетов является его низкое энергопотребление. Объясняется это отсутствием технологических процессов, реализация которых предполагает высокую температуру, давление и т.д. Часто сырье, являющееся отходами производства, не требует дополнительной подготовки, а подвергается только очистке и совместному измельчению. Однако, несмотря на простоту технологии производства связующего на основе битого стекла, существует ряд причин, препятствующих его реализации, в первую очередь отсутствие достаточной информации о технологических особенностях стеклощелочных систем закаливания стекла. Цель данной работы: оптимизация технологии производства композиционных материалов на основе стеклощелочных связующих в условиях нормальной температуры и влажности или при температуре не выше 90°C. Научные методы исследования в работе – анализ, наблюдение, эксперимент, математическое моделирование.

Ключевые слова: отходы стекла, щелочное связующее, электроактивация, композитные материалы.

Research of Technology for Production of Viscous Materials on the Basis of Glass Wastes

¹**BAIDJANOV Dzhumageldy**, Dr. of Tech. Sci., Professor, bdo3@yandex.ru,

¹**RAKHIMOV Murat**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, m.rakhimov@kstu.kz,

¹***IMANOV Yedil**, Master's Degree, Senior Lecturer, e.imanov@kstu.kz,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», N. Nazarbayev Avenue, 56, Karaganda, Kazakhstan,

*corresponding author.

Abstract. The undeniable advantage of the technology of production of binders on the basis of vitrified glass is its low energy consumption. This is explained by the absence of technological processes, the realisation of which involves high temperature, pressure, etc. Often raw materials, which are production waste, do not require additional preparation, and are subjected only to cleaning and co-milling. However, despite the simplicity of the technology of production of binder on the basis of broken glass, there are a number of reasons preventing its implementation, primarily the lack of sufficient information on the technological features of glass-alkaline systems of glass hardening. The aim of this work: optimisation of the technology of production of composite materials based on glass-alkaline binders under conditions of normal temperature and humidity or at temperatures not exceeding 90°C. Scientific methods of research in the work-analysis, observation, experiment, mathematical modelling.

Keywords: glass waste, alkaline binder, electroactivation, composite materials.

REFERENCES

1. Baydzhанov D.O., Rakhimov M.A., Rakhimov A.M. Tekhnologiya polucheniya penosteklokristallicheskih teploizolyatsionnykh materialov na osnove otkhodov promyshlennosti (Technology for producing foam glass-crystalline thermal insulation materials based on industrial waste) // Trudy universiteta. 2017. No. 4 (69). Pp. 73-76
2. Tarasik V.P. Matematicheskoye modelirovaniye tekhnicheskikh sistem (Mathematical modeling of technical systems): Uchebnik. – Moscow: Infra-M, 2019. – 592 p.
3. Smirnov, Y.M., Baidzhanov, D.O., Imanov, E.K., Zhurunova, M.A. Energetics Metrics for Foam-Glass Concrete Building Products // Glass and Ceramics English translation of Steklo i Keramika), 2020, 77 (7-8), pp. 267-273.
4. Smirnov, Y.M., Kenzhin, B.M., Imanov, E.K., Zhurunova, M.A. Quality Improvement of Construction Products Based on Technogenic Cullet // Glass and Ceramics (English translation of Steklo i Keramika), 2019, 76 (7-8), pp. 274-277.
5. Rakhimov M.A., Rakhimov A.M. Modifitsirovanny legkiy beton na steklovidnom zapolnitele iz otkhodov promyshlennosti (Modified lightweight concrete with glassy aggregate from industrial waste) // Trudy universiteta. 2019. No. 2 (75). Pp. 90-94.
6. No. 2877 «Metodika provedeniya laboratornykh ispytaniy obraztsov gazosteklo- i penosteklobetonov na osnove tekhnogennogo stekloboya» (Methodology for laboratory testing of samples of gas glass and foam glass concrete based on man-made glass cullet) ot 17 aprelya 2019 goda.