

MPHTI 67.09.33

А.С. Естемесова¹ – основной автор, ©
Е.И. Кульдеев², Р.Е. Нурлыбаев³,
З.Н. Алтаева⁴, Е.С. Орынбеков⁵



^{1,5}Канд. техн. наук, Ассоциированный профессор-исследователь,

²Канд. техн. наук, профессор, ³PhD,

⁴Канд. техн. наук, Ассоциированный профессор

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1499-7994> ⁴<https://orcid.org/0000-0001-9596-0511>



^{1,4,5}ТОО «Международная образовательная корпорация»,

г. Алматы, Казахстан



^{2,3}Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

@

¹axaya73@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/UFGO2185>

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИАТОМИТА

Аннотация. Сухие строительные смеси являются неотъемлемой частью современного строительства и ремонта. Они обладают уникальными свойствами и предназначены для выполнения самых разных работ. Важно выбрать подходящий тип смеси, чтобы обеспечить долговечность и надежность конструкций. В статье приводятся данные по разработанным составам сухих строительных смесей на основе модифицированного диатомита. Исследования по изучению и получению модифицированного диатомита и его основы в сухих строительных смесях показали, что термообработка диатомита позволяет получать сырье с улучшенными прочностными свойствами при сжатии до 4,28 МПа при температуре 650°C.

Введение низковязкого эфира целлюлозы и полимерной добавки в составы на основе модифицированного диатомита позволило увеличить прочность на сжатие до 0,9-0,92 МПа.

Результаты определения водоудерживающей способности показали значение 94,2% в присутствии низковязкого эфира целлюлозы и полимерной добавки. Способность удерживать воду также оценивалась с точки зрения пластической прочности.

Экспериментальные данные показывают, что водоудерживающий эффект добавок предотвращает активное поглощение влаги из смеси пористой основой и способствует поддержанию низких значений пластической прочности композиций до $t = 0,0067$ МПа.

Ключевые слова: сухая строительная смесь, модифицированный диатомит, релаксируемые полимерные порошки, эфиры целлюлозы, известь.



Естемесова, А.С. Сухие строительные смеси на основе модифицированного диатомита [Текст] / А.С. Естемесова, Е.И. Кульдеев, Р.Е. Нурлыбаев, З.Н. Алтаева, Е.С. Орынбеков // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.201-212. <https://doi.org/10.55956/UFGO2185>

Введение. Сухие строительные смеси занимают особое место среди строительных материалов, так как обладают рядом преимуществ и обладают

высокой эффективностью, складывающейся из технических и экономических соотношений, поэтому они придают особую архитектурную выразительность и эстетику городскому планированию, не говоря уже о создании благоприятных условий проживания и рациональном использовании энергоресурсов. Тенденция в развитии технологии производства сухих строительных смесей показывает влияние двух основных факторов, которые ускоряют и замедляют развитие этого производства. Производство сухих строительных смесей в Казахстане в ближайшем будущем продолжит наращивать объемы производства, связанные со строительством гражданских и жилых объектов, что определяет увеличение спроса на сухие строительные смеси, а также актуальным фактором увеличения рынка ССС является его замещение конкурентоспособной местной продукцией.

Сухие строительные смеси представляют собой мелкозернистые составы, в состав которых входят минеральные вяжущие вещества, агрегаты определенных фракций и химические добавки [1-5].

Анализ литературных источников [6-9] показывает, что в странах Западной Европы на долю сухих строительных смесей приходится до 65% от общего объема производимых сухих строительных смесей для отделочных штукатурных составов. Помимо штукатурных составов, одним из перспективных направлений является производство сухих шпаклевочных смесей.

В состав большинства сухих строительных смесей входят: цемент (универсальное вяжущее для наружных и внутренних работ), гипс (вяжущее, используемое только для внутренних работ), мелкий заполнитель (в большинстве случаев песок, диспергированный по фракциям), химические неорганические и органические соединения, полимерные добавки. Примечательно, что зарубежные и отечественные производители часто используют цемент или гипс в качестве связующего материала. Известь редко используются в качестве связующего для сухих смесей, ее вводят в основном в качестве улучшающей минеральной добавки. С точки зрения бизнеса, использование высококачественного цемента (М400, М500 и выше) не всегда оправдано, особенно, когда концентрация сухой смеси не рассчитана на то, чтобы выдерживать высокие нагрузки под давлением. Примером могут служить гипсовые составы, где материал, нанесенный на поверхность, испытывает растягивающие силы, а срок службы традиционных отделочных составов на основе цемента (или гипса) в значительной степени ограничен их низким сопротивлением трещинообразованию. В гипсовых и декоративных композициях предпочтительнее всего использовать составы низкого качества, менее прочные, но способные воспринимать растягивающие силы.

Конкурентоспособность и рентабельность производства зависят от себестоимости продукции. На сегодняшний день разработка качественных и недорогих сухих строительных смесей актуальна для отечественных производителей сухих строительных смесей. Снижение себестоимости сухих строительных смесей может быть достигнуто не только за счет снижения содержания химических добавок. Перспективным направлением в производстве сухих строительных смесей является использование вяжущих и заполнителей на основе местных пород. Местное сырье, благодаря снижению транспортных расходов, обходится значительно дешевле, чем импортируемое из других регионов. Это создает возможность для комплексного освоения местного сырья при одновременном достижении значительного

экономического эффекта от использования сухих строительных смесей, что в конечном итоге способствует снижению затрат на строительство.

Стоимость материалов составляет значительную часть общей стоимости, и снижение их цен является одним из основных способов удешевления современного строительства [15,16]. Поэтому перспективным направлением в производстве сухих строительных смесей является использование смешанных вяжущих, модифицированных тонкоизмельченными дисперсными наполнителями, в основе которых лежат местные мягкие и рыхлые породы. Эти вяжущие вещества значительно дешевле цемента, что дает возможность организовать комплексную разработку местного сырья, добываясь при этом значительного экономического эффекта при использовании сухих смесей в строительстве.

Накоплен определенный опыт изучения достаточно чистых кремнистых пород (диатомитов, трепелов, опок), разработана их классификация, известны их химический состав, физические и технические свойства [17-20]. По данным геологической службы, кремнистые породы в Актюбинской области Республики Казахстан имеют широкое распространение. Большая часть поверхности занята кремнистыми палеогеновыми отложениями, образующими многочисленные диатомовые отложения. Глубина залегания диатомита составляет 0,5-30 м. Толщина диатомита на уступах составляет 7-20 м.

Диатомит – рыхлая или слабо сцементированная кремнистая осадочная порода, состоящая в основном из раковин диатомовых водорослей, имеет белый, серый или розовый цвет. В своем естественном состоянии диатомиты обладают большой равномерно распределенной пористостью, достигающей 80-85%. Природа пор – закрытые, неглубокие. Химический состав в чистом виде может быть выражен формулой $mSiO_2nH_2O$. Кремнезем в диатомитах находится в аморфном состоянии и составляет 78-95%. Помимо кремнезема, диатомиты содержат небольшое количество карбонатов кальция и магния и некоторые другие примеси.

Изучение характеристик природного наноматериала диатомита методом электронного микроскопа показывает наличие квазидвумерных решеток, указывающих о наноструктурности исследуемого материала – диатомита. Основная часть породы состоит из мельчайших опаловых остатков планктонных диатомовых водорослей (около 70%) размером от 0,14 до 0,16 мм, при этом встречаются образцы размером до 0,20-0,22 мм. Створки диатомей имеют цилиндрическую, линейную (стержневую) и дисковую форму. Стенки створок пронизывают поры размером до 200 нм. Пространство свободное от диатомовых водорослей заполнено коллоидным кремнеземом. В качестве примеси присутствуют короткоиглочатые чешуйки глинистых минералов размером до 0,01-0,02 мм. Согласно исследованиям, образцы, взятые из района «Жалпак», относятся к кремнеземосодержащей биогенной породе, представленной остатками организмов, строящих кремнеземный скелет (шпы губок, листья диатомовых водорослей, скелеты радиолярий). Сравнительный анализ также показал, что диатомит Актюбинского месторождения является более качественным по составу и его можно использовать для производства известково-диатомитовых связующих, эффективных низкообжиговых материалов, заполнителей и др.

Диатомит используется и для известково-диатомитовых связующих, эффективных материалов с низким горением, легких бетонных заполнителей, керамических изделий в виде оболочек и сегментов и т.д. Достаточные запасы

кремнистых пород на территории Актюбинской области Республики Казахстан позволяют организовать производство эффективных сухих строительных смесей.

Таким образом, целью исследования является разработка рецептуры сухих строительных смесей с применением модифицированного диатомита.

Научная новизна заключается в установлении закономерности модификации диатомита термическим методом, что влияет на ее активность и соответственно на повышение прочности исследуемых составов сухих смесей. Установлено также влияние эфиров целлюлозы низкой вязкости и редиспергируемого полимерного порошка на известково-диатомитовые составы на основные физико-механические характеристики, такие как: вододерживающая способность, прочность на сжатие и пластическая прочность.

Условия и методы исследований. Для приготовления сухой смеси использовались следующие материалы:

- известь гашеная (пушонка) активностью 75-88%, Састюбинского завода (ГОСТ 9179-2018 «Известь строительная. ТУ»), с истинной плотностью 2250 кг/м³, насыпной плотностью 280 кг/м³ и удельной поверхностью 11000 см²/г;

- диатомит с месторождения Жалпаксай в Мугалжарском районе Актюбинской области. Средняя плотность диатомита в куске составляет 300-500 кг/м³, средняя плотность в рыхлом состоянии – 220-350 кг/м³, истинная плотность – 2000 кг/м³, насыпная плотность – 280 кг/м³. Химический состав диатомита приведен в таблице 1. Из таблицы видно, что природный диатомит месторождения Жалпаксай после определенной модификации будет представлять собой микрокремний, состоящий из дисперсных частиц диоксида кремния с развитой наноразмерной пористой структурой.

В качестве добавок были использованы:

- эфир целлюлозы низкой вязкости (НЭЦ);
- редиспергируемый полимерный порошок (РПП).

Таблица 1

Химический состав диатомита

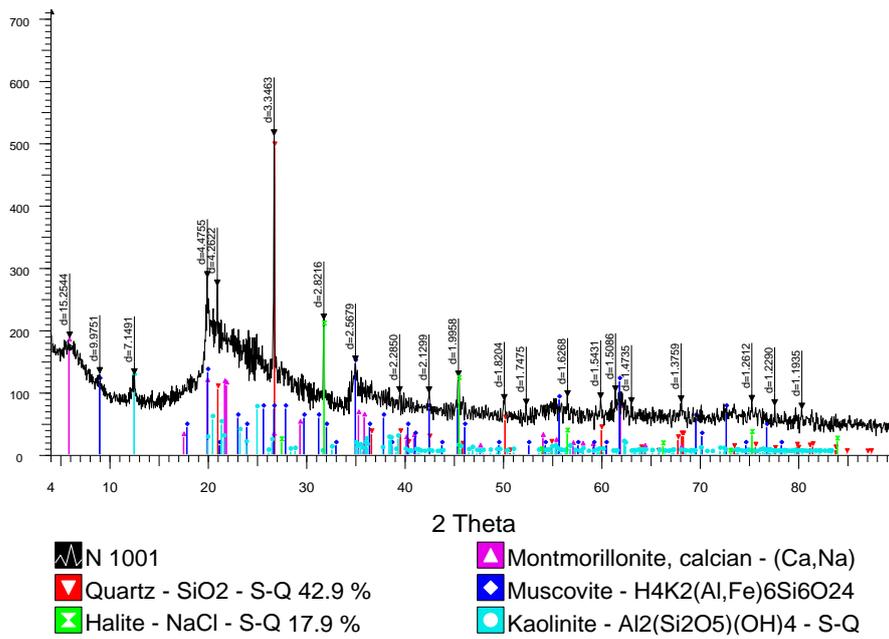
Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂
0,738	0,780	6,522	86,55	0,028	0,356	0,837	0,240	0,449
V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	ZnO	Rb ₂ O	SrO	Cl
0,055	0,019	0,014	3,20	0,011	0,014	0,004	0,007	0,012

Исследования минерального состава диатомита показывают, что основная фаза состоит из следующих минералов таких, как кварц, монтмориллонит, мусковит и каолинит (Рис. 1).

Вододерживающую способность готовых составов определяли по ГОСТ 5802-86 «Строительные растворы. Методы испытаний».

Пластическую прочность готовой смеси определяли с помощью конического пластометра КП-3. Метод основан на погружении индентора (конуса) в рассматриваемый состав и заключается в измерении глубины погружения конуса под воздействием постоянной нагрузки.

Прочность на сжатие определяли согласно ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний».



Compound Name	Formula	S-Q
Quartz	SiO ₂	42,9
Halite	NaCl	17,9
Montmorillonite, calcian	(Ca,Na) _{0.3} Al ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂ ·xH ₂ O	15,6
Muscovite	H ₄ K ₂ (Al,Fe) ₆ Si ₆ O ₂₄	12,8
Kaolinite	Al ₂ (Si ₂ O ₅)(OH) ₄	10,7

Рис. 1. Рентгенофазовый анализ диатомитовых сырьевых материалов месторождения «Жалпак»

Результаты исследований и их обсуждение. Модификация диатомитового наполнителя. Известно несколько способов активации диатомитового наполнителя, одним из которых является термический метод, который был и принят в работе, так как имеет ряд положительных преимуществ.

Модификация диатомитового наполнителя проводилась термическим методом и принят температурный диапазон от 200°C до 900°C. По результатам термообработки были проведены испытания полученного сырья с фиксацией показателей прочности на сжатие в возрасте 28 дней на образцах 70, 7x70, 7x70, 7 мм и в соотношении 1:3 (табл. 2).

Таблица 2

Показатели прочности на сжатие

Температура обработки, °C	Средние значения по прочности на сжатие в возрасте 28 сут, МПа
200	0,92
300	0,96
650	4,28
900	5,02

Анализ данных в таблице 2 показывает, что термическая обработка диатомовой породы при низких температурах (200°C и 300°C) не оказывает существенного влияния на значения прочности композиций на сжатие. Повышение температуры обжига до 650°C приводит к повышению прочностных характеристик до 4,28 МПа. Однако наибольший эффект достигается при термической обработке диатомовой породы при температуре $t = 900^\circ\text{C}$. Значение прочности на сжатие составляет 5,02 МПа. При температуре обжига более 600°C диатомит приобретает розовый оттенок, что позволяет варьировать цветовую гамму отделочных составов. Только с точки зрения расхода энергии термическая обработка диатомитового наполнителя при $t = 650^\circ\text{C}$ является более подходящей.

Дисперсия диатомита в естественном состоянии и после термообработки не отличается. А размер частиц более 20 мкм составляет: для фракции диатомита 0,31-0,16 – 60%; для диатомита, обожженного при температуре 650°C, составляет 50 мкм.

Повышение прочностных параметров композиций на основе обработанной диатомовой породы показывает, что большое влияние на взаимодействие с известью оказывает не химический и минералогический состав диатомита, а количество активных поверхностных центров. Процесс отверждения и прочность разрабатываемых составов во многом зависят от соотношения массовых компонентов, условий отверждения, типа и количества используемых добавок.

Данные по прочности на сжатие разработанных известково-диатомитовых композиций в различных весовых соотношениях приведены (табл. 3).

Таблица 3

Прочность на сжатие известково-диатомитовых композиций

Соотношение извести и диатомита	Наименование добавки	Количество добавки, %	Прочность на сжатие в возрасте 28 сут, МПа
1:1	–	–	0,4
1:2	–	–	0,6
1:3	–	–	0,9
1:3	НЭЦ+РПП (50:50)	0,1	0,9
		0,2	0,92
		0,3	0,9

Анализ данных, приведенных в таблице 3, показывает, что образцы с высоким содержанием диатомита (мелкой фракции) обладают более высокой прочностью на сжатие. Так, прочность на сжатие образцов с соотношением известь:диатомит 1:1 составила 0,4 МПа; с соотношением 1:2-0,6 МПа и с соотношением известь-диатомит 1:3 - 0,9-0,92 МПа.

Сухие смеси на основе минеральных компонентов представляют собой вязкую пластичную систему, и их качество влияет на реологические и технологические характеристики. Одним из основных свойств смеси является вододерживающая способность, позволяющая сохранять подвижность смеси в течение определенного периода времени. Подвижная гладкая смесь, хорошо заполняет все неровности поверхности, на которую наносится, и медленно отдавая воду, образует плотный и ровный отделочный слой.

На практике финишную смесь наносят на пористую основу, а не на фильтровальную бумагу, как описано в способе по ГОСТ 5802-86, причем показатели будут разными, так как количество адсорбированной воды на кирпиче, бетоне, гипсе и других пористых подложках будет разным.

Результаты исследований приведены в таблице 4, из которой мы видим, что тип подложки и толщина нанесенного слоя оказывают значительное влияние на водоудерживающую способность состава. Уменьшение толщины нанесенного слоя также привело к заметному снижению водоудерживающей способности. Значение водоудерживающей способности состава при толщине слоя 12 мм, регулируемое и оцененное по ГОСТ 5802-86, составило 88,5%, а при толщине слоя 6 мм – 80,18%.

Таблица 4

Водоудерживающая способность строительных смесей		
Способ определения водоудерживающей способности по ГОСТ 5802-86		
известь:диатомит 1:3	то же + НЭЦ + РПП (П/Т=2,0)	
Толщина наносимого покрытия, мм		
12	6	6
Водоудерживающая способность, %		
88,5	80,18	94,2

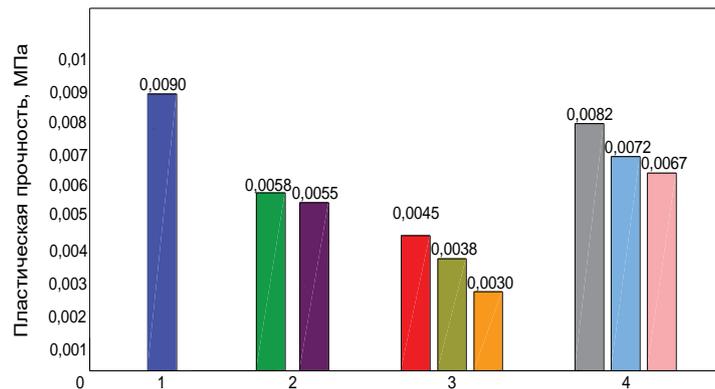
Также были проведены исследования для определения водоудерживающей способности в зависимости от готовой поверхности. Результаты исследований показали, что базовый тип оказывает значительное влияние на водоудерживающую способность. Так, интенсивное всасывание влаги наблюдалось на кирпичной основе, водоудерживающая способность смеси при толщине слоя 12 мм – 62,25%, а при такой же толщине слоя на цементно-песчаной основе – 82,18%.

Таким образом, водоудерживающая способность смесей, наносимых на сильно водопоглощающие основы, значительно ниже, чем водоудерживающая способность, определяемая методом, изложенным в нормативном документе.

Введение в состав смеси НЭЦ и РПП с полимеризованным соотношением П/Т = 0,2 увеличивает водоудерживающую способность смеси до 94,2%. Известково-диатомитовый состав 1:3 без добавок имеет высокую потребность в воде и низкую водоудерживающую способность.

Способность удерживать воду также оценивалась по показателю пластической прочности. Исследования проводились на цементно-песчаной основе с таким же соотношением воды и твердого вещества, равным В/Т = 1,1 через 10 минут после приготовления смеси.

Экспериментальные данные показали, что водоудерживающий эффект добавок НЭЦ и РПП предотвращает активное всасывание влаги из смеси пористой основой и способствует поддержанию низких значений пластической прочности составов (Рис. 2). Таким образом, при введении НЭЦ в количествах до 0,5% пластическая прочность уменьшилась до $t = 0,0067$ МПа (в контрольном составе $t = 0,0090$ МПа).



1 – известь:диатомит; 2 – тоже + РПП+НЭЦ (П/Т=1,5 и П/Т=2,0);
 3 – тоже (0,01%; 0,02%, 0,03 %); 4 – тоже + НЭЦ (0,2%; 0,3%; 0,5%)

Рис. 2. Влияние добавок на изменение пластической прочности известково-диатомитовых составов

Анализ экспериментальных данных показывает, что при увеличении соотношения твердое тело-вода при постоянном содержании наполнителя в смеси происходит естественное снижение пластической прочности.

Заключение. Исследования по изучению и производству модифицированного диатомита и его основы в сухих строительных смесях показали, что термическая обработка диатомита позволяет производить сырье с улучшенными свойствами прочности на сжатие до 4,28 МПа при температуре 650°C. Дисперсия диатомита в естественном состоянии и после термической обработки ничем не отличается. Размер частиц более 20 мкм составляет: для фракции диатомита 0,31-0,16 – 60%; для диатомита, приготовленного при температуре 650°C - 50 мкм.

Введение эфира целлюлозы низкой вязкости и редииспергируемого полимерного порошка позволило увеличить прочность на сжатие до 0,9-0,92 МПа.

Результаты определения водоудерживающей способности показали значение 94,2% в присутствии НЭЦ и РПП. Способность удерживать воду также оценивалась по показателю пластической прочности. Экспериментальные данные показали, что водоудерживающий эффект добавок НЭЦ и РПП предотвращает активное всасывание влаги из смеси пористой основой и помогает поддерживать низкие значения пластической прочности составов. Таким образом, при введении НЭЦ в количествах до 0,5% пластическая прочность уменьшилась до $t = 0,0067$ МПа (в контрольном составе $t = 0,0090$ МПа).

Список литературы

1. Дергунов, С.А. Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства) [Текст]: учебное пособие / С.А. Дергунов, С.А. Орехов. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 106 с
2. Баженов, Ю.М. Технология сухих строительных смесей [Текст]: учебное пособие / Ю.М. Баженов, В.Ф. Коровяков, Г.А. Денисов. – М: Издательство АСВ, 2011. – 112 с.
3. Потапова, Е. Технология сухих строительных смесей [Текст]: учебное пособие / Е. Потапова. – Инфра-Инженерия, 2023. – 376 с.

4. Дергунов, С.А. Проектирование состава сухих строительных смесей [Текст]: монография / С.А. Дергунов, В.Н. Рубцова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. – 97 с.
5. Герман Литц (Wacker Chemie). Минеральные штукатурки сухие строительные смеси, модифицированные дисперсными порошками [Текст] / Литц Герман // *Материалы, представленные Вакер-Хеми ГмБХ (технологический центр строительной химии завода Бургхаузен)*, 2023.
6. Василик, П.Г. Применение волокон в сухих строительных смесях [Текст] / П.Г. Василик, И.В. Голубев // *Строительные материалы*. – 2002. – №9. – С. 26-27.
7. [?] КНАУФ в России и СНГ [Текст] // *Рекламный журнал. РИА «Квартал»*. – 2023. – №1. – С. 4-18.
8. Мешков, П.И. Способы оптимизации составов сухих строительных смесей [Текст] / П.И. Мешков, В.А. Мокин // *Строительные материалы*. – 2000. – №5. – С. 12-15.
9. Естемесова, А.С. Ресурсосбережение в технологиях производства строительных материалов [Текст]: учебное пособие / А.С. Естемесова, З.Н. Алтаева, А.Г. Есельбаева. – Алматы: МОК, 2023. – 233 с.
10. Естемесова, А.С. Технология производства сухих строительных смесей с применением стекольного боя [Текст]: монография / А.С. Естемесова. – Алматы: МОК (КазГАСА), 2019. – 109 с.
11. Алтаева, З.Н. Пути регулирования свойств отделочных сухих смесей использованием диатомита в их составе [Текст] / З.Н. Алтаева, Д. Байсерикова, А.А. Бек // *Сборник материалов XVIII ежегодной Республиканской научной студенческой конференции*. – Алматы: МОК, 2019. – С. 100-105.
12. Алтаева, З.Н. Особенности технологических и реологических свойств отделочных составов на основе известково-диатомитового вяжущего [Текст] / З.Н. Алтаева, Д. Байсерикова, Л. Абдрахманова // *Сборник материалов конференции: Сатпаевские чтения – 2020: «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии»*. – Алматы: КазНИТУ им. К. Сатпаева, 2020.
13. Колесникова, И.В. Сухие строительные смеси на сырьевой базе Республики Казахстан [Текст] / И.В. Колесникова, А.С. Естемесова, Е.С. Орынбеков // *Электронный. II Международная конференция BALTIMIX ASIA. [?] 2019*.
14. Естемесова, А.С. Способ получения минеральной добавки для бетонов и строительных растворов, минеральная добавка, бетон и строительный раствор с минеральной добавкой [Текст] / А.С. Естемесова, А.Г. Есельбаева // *Патент на полезную модель №2776 от 09.04.2018 г., «РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности» Министерства Юстиции РК*.
15. Естемесова, А.С. Ресурсы стекольного боя как сырья для промышленности строительных материалов [Текст] / А.С. Естемесова, А.Г. Есельбаева, А. Егошин // *Вестник КазГАСА*. – 2011. – №3-4 (41-42). – С.63-66.
16. Естемесова, А.С. Современные энергоэффективные строительные материалы, изделия и технологии их производства [Текст]: учебное пособие / А.С. Естемесова, А.Г. Есельбаева. – Алматы: МОК (КазГАСА), 2019. – 133 с.
17. Естемесова, А.С. Перспективы использования шунгитовых наполнителей в сухих строительных смесях [Текст] / А.С. Естемесова, А.Г. Есельбаева, З.Н. Алтаева // *Российский ежегодник ССС*. – 2016.
18. Потапов, В.В. Физико-химические характеристики нанокремнезема (золь, нанопорошок) и микрокремнезема [Текст] / В.В. Потапов, Д.С. Гореев // *Фундаментальные исследования*. – 2018. – № 6 – С. 23-29.
19. Логанина, В.И. Сухие смеси для отделки стен зданий [Текст] / В.И. Логанина, Р.Ю. Пучков // *Пластические массы: синтез, свойства, переработка, применение*. – 2022. – №8. – С. 38-39.
20. Большаков, Е.А. Сухие смеси для отделочных работ [Текст] / Е.А. Большаков // *Строительные материалы*. – 2017. – №7. – С. 8-9.

Исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан и проводилось в рамках проекта BR 21882292 по теме: «Интегрированное развитие устойчивой строительной отрасли: инновационные технологии, оптимизация производства, эффективное использование ресурсов и создание технологического парка» по программе «Программно-целевого финансирования научной и/или научно-технической деятельности на 2023-2025 года».

Материал поступил в редакцию 27.05.24.

А.С. Естемесова¹, Е.И. Кульдеев², Р.Е. Нурлыбаев², З.Н. Алтаева¹, Е.С. Орынбеков¹

¹ЖШС «Халықаралық білім беру корпорациясы», Алматы қ., Қазақстан

²К.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы қ., Қазақстан

ҚҰРҒАҚ ҚҰРЫЛЫС ҚОСПАЛАРЫ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ДИАТОМИТ НЕГІЗІНДЕ

Аңдатпа. Құрғақ құрылыс қоспалары Заманауи құрылыс пен жөндеудің ажырамас бөлігі болып табылады. Олар бірегей қасиеттерге ие және әртүрлі жұмыстарды орындауға арналған. Құрылымдардың беріктігі мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін қоспаның дұрыс түрін таңдау маңызды. Мақалада модификацияланған диатомит негізінде құрғақ құрылыс қоспаларының әзірленген құрамы туралы мәліметтер келтірілген. Модификацияланған диатомитті және оның құрғақ құрылыс қоспаларындағы негіздерін зерттеу және алу бойынша зерттеулер диатомитті термиялық өңдеу 650°C температурада 4,28 МПа дейін қысу кезінде беріктік қасиеттері жақсартылған шикізат алуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Модификацияланған диатомит негізіндегі композицияларға төмен тұтқыр целлюлоза эфирін және полимерлі қоспаны енгізу қысу беріктігін 0,9-0,92 МПа дейін арттыруға мүмкіндік берді.

Суды ұстау қабілетін анықтау нәтижелері тұтқырлығы төмен целлюлоза эфирі мен полимерлі қоспаның қатысуымен 94,2% мәнін көрсетті. Суды ұстап тұру қабілеті пластикалық беріктік тұрғысынан да бағаланды.

Эксперименттік дәлелдер қоспалардың суды сақтайтын әсері қоспадан ылғалдың кеуекті негіз арқылы белсенді сіңуіне жол бермейтінін және композициялардың пластикалық беріктігінің төмен мәндерін $t = 0,0067$ МПа дейін сақтауға ықпал ететінін көрсетеді.

Тірек сөздер: құрғақ құрылыс қоспасы, модификацияланған диатомит, қайта дисперсті полимер ұнтақтары, целлюлоза эфирлері, әк.

A.S. Yestemessova¹, E.I. Kuldeev², R.E. Nurlybaev², Z.N. Altaeva¹, E.S. Orynbekov¹

¹LLP "International Educational Corporation", Almaty, Kazakhstan

²Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan

DRY BUILDING MIXES BASED ON MODIFIED DIATOMITE

Abstract. Dry building mixes are an integral part of modern construction and renovation. They have unique properties and are designed to perform a variety of jobs. It is important to choose the appropriate type of mixture to ensure the durability and reliability

of the structures. The article provides data on the developed compositions of dry building mixes based on modified diatomite. Research on the study and production of modified diatomite and its bases in dry building mixes have shown that heat treatment of diatomite allows to obtain raw materials with improved strength properties under compression up to 4.28 MPa at a temperature of 650°C.

The introduction of low-viscosity cellulose ether and a polymer additive into formulations based on modified diatomite made it possible to increase the compressive strength to 0.9-0.92 MPa.

The results of the determination of the water retention capacity showed a value of 94.2% in the presence of low-viscosity cellulose ether and a polymer additive.

The ability to retain water was also evaluated in terms of plastic strength. Experimental data show that the water-retaining effect of additives prevents the active absorption of moisture from the mixture by the porous base and helps to maintain low values of plastic strength of compositions up to $t = 0.0067$ MPa.

Keywords: dry building mix, modified diatomite, redispersible polymer powders, cellulose esters, lime.

References

1. Dergunov, S.A., Orekhov, S.A. Sukhiye stroitel'nyye smesi (sostav, tekhnologiya, svoystva) [Dry building mixes (composition, technology, properties): tutorial. – Orenburg: OSU, 2012. – 106 p., [in Russian].
2. Bazhenov, YU.M., Korovyakov, V.F., Denisov, G.A. Tekhnologiya sukhikh stroitel'nykh smesey [Technology of dry building mixes]: tutorial. – Moscow: ASV Publishing House, 2011. – 112 p., [in Russian].
3. Potapova, Ye. Tekhnologiya sukhikh stroitel'nykh smesey [Technology of dry building mixes]: tutorial. – Infra-Engineering, 2023. – 376 p., [in Russian].
4. Dergunov, S.A., Rubtsova, V.N. Proyektirovaniye sostava sukhikh stroitel'nykh smesey [Design of the composition of dry building mixtures]: monograph. – Orenburg: Orenburg State Educational Institution OSU, 2007. – 97 p., [in Russian].
5. German Litts (Wacker Chemie). Mineral'nyye shtukaturki sukhie stroitel'nyye smesi, modifitsirovannyye dispersnymi poroshkami [Mineral plasters dry building mixtures modified with dispersed powders] // Materialy, predstavlenyye Vaker-Khemi GmBKH (tekhnologicheskoy tsentr stroitel'noy khimii zavoda Burgkhauzen) [Materials presented by Wacker-Chemie GmbH (technological center of construction chemistry of the Burghausen plant)], 2023. [in Russian].
6. Vasilik P.G., Golubev I.V. Primeneniye volokon v sukhikh stroitel'nykh smesyakh [Use of fibers in dry building mixtures] // Stroitel'nyye materialy [Building materials], 2002. No. 9.P. 26-27, [in Russian].
7. [?] KNAUF v Rossii i SNG [KNAUF in Russia and the CIS] // Advertising magazine. RIA "Kvartal" [RIA "Quarter"], 2023. No. 1. P. 4-18, [in Russian].
8. Meshkov P.I., Mokin V.A. Sposoby optimizatsii sostavov sukhikh stroitel'nykh smesey [Methods for optimizing the compositions of dry building mixes] // Stroitel'nyye materialy [Construction materials], 2000. No. 5.P. 12-15, [in Russian].
9. Yestemesova, A.S., Altayeva, Z.N., Yesel'bayeva, A.G. Resursoberezheniye v tekhnologiyakh proizvodstva stroitel'nykh materialov [Resource conservation in building materials production technologies]: tutorial. – Almaty: MOK, 2023. – 233 p., [in Russian].
10. Yestemesova, A.S. Tekhnologiya proizvodstva sukhikh stroitel'nykh smesey s primeneniyyem stekol'nogo boya [Technology of production of dry building mixes using glass waste]: monograph. – Almaty: MOK (Kazakh Head Architectural and Construction Academy), 2019. – 109 p., [in Russian].
11. Altayeva, Z.N., Bayserikova, D., Bek, A.A. Puti regulirovaniya svoystv otdelochnykh sukhikh smesey ispol'zovaniyyem diatomita v ikh sostave [Ways to regulate the

- properties of finishing dry mixtures using diatomite in their composition] // Sbornik materialov XVIII yezhegodnoy Respublikanskoй nauchnoy studencheskoй konferentsii [Collection of materials of the XVIII annual Republican scientific student conference]. – Almaty: MOK, 2019. – P. 100-105, [in Russian].
12. Altayeva, Z.N., Bayserikova, D., Abdrakhmanova, L. Osobennosti tekhnologicheskikh i reologicheskikh svoystv otdelochnykh sostavov na osnove izvestkovo-diatomitovogo vyazhushchego [Features of technological and rheological properties of finishing compositions based on lime-diatomite binder] // Sbornik materialov konferentsii: Satpayevskiye chteniya – 2020: “Innovatsionnyye resheniya traditsionnykh problem: inzheneriya i tekhnologii” [Collection of conference materials: Satpayev readings - 2020: “Innovative solutions to traditional problems: engineering and technology”]. – Almaty: Satbayev University, 2020, [in Russian].
 13. Kolesnikova, I.V., Yestemesova, A.S., Orynbekov, Ye.S. Sukhiye stroitel'nyye smesi na syr'yevoy baze Respubliki Kazakhstan [Dry building mixes based on the raw material base of the Republic of Kazakhstan] // Elektronnyy. II Mezhdunarodnaya konferentsiya BALTIMIX ASIA [Electronic. II International Conference BALTIMIX ASIA]. [?] 2019, [in Russian].
 14. Yestemesova, A.S., Yesel'bayeva, A.G. Sposob polucheniya mineral'noy dobavki dlya betonov i stroitel'nykh rastvorov, mineral'naya dobavka, beton i stroitel'nyy rastvor s mineral'noy dobavkoy [Method for obtaining a mineral additive for concrete and mortars, mineral additive, concrete and mortar with a mineral additive] // Patent for utility model No. 2776 dated 04/09/2018, “National Institute of Intellectual Property” of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan, [in Russian].
 15. Yestemesova A.S., Yesel'bayeva A.G., Yegoshin A. Resursy stekol'nogo boya kak syr'ya dlya promyshlennosti stroitel'nykh materialov [Resources of broken glass as a raw material for the building materials industry] // Vestnik KazGASA [Bulletin of Kazakh Head Architectural and Construction Academy], 2011. No. 3-4 (41-42). P. 63-66, [in Russian].
 16. Yestemesova, A.S., Yesel'bayeva, A.G. Sovremennyye energoeffektivnyye stroitel'nyye materialy, izdeliya i tekhnologii ikh proizvodstva [Modern energy-efficient building materials, products and technologies for their production]: tutorial. – Almaty: MOK (Kazakh Head Architectural and Construction Academy), 2019. – 133 p., [in Russian].
 17. Yestemesova A.S., Yesel'bayeva A.G., Altayeva Z.N. Perspektivy ispol'zovaniya shungitovykh napolniteley v sukhikh stroitel'nykh smesyakh [Prospects for the use of shungite fillers in dry building mixtures] // Russian yearbook of the SSS. – 2016, [in Russian].
 18. Potapov V.V., Goreyev D.S. Fiziko-khimicheskiye kharakteristiki nanokremnezema (zol', nanoporoshok) i mikrokremnezema [Physicochemical characteristics of nanosilica (sol, nanopowder) and microsilica] // Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental research], 2018. No. 6. P. 23-29, [in Russian].
 19. Loganina V.I., Puchkov R.YU. Sukhiye smesi dlya otdelki sten zdaniy [Dry mixes for finishing the walls of buildings] // Plasticheskiye massy: sintez, svoystva, pererabotka, primeneniye [Plastics: synthesis, properties, processing, application], 2022. No. 8. P. 38-39, [in Russian].
 20. Bol'shakov, Ye.A. Sukhiye smesi dlya otdelochnykh rabot [Dry mixes for finishing works] // Stroitel'nyye materialy [Construction materials], 2017. No. 7.P. 8-9, [in Russian].