

МРНТИ 67.09.33

DOI: <https://doi.org/10.62724/202540702>

**Аманова Бибигуль Нағашебайевна**\*<sup>1</sup>

старший преподаватель,

Западно Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск,  
Казахстан, [amanova.b@mail.ru](mailto:amanova.b@mail.ru), ORCID ID: 0009-0008-8891-2990

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОБАВОК В БЕТОННЫХ СМЕСЯХ НА ПРАКТИКЕ

**Аннотация.** Настоящее исследование ставит своей целью изучение влияния химических добавок на физико-механические свойства мелкозернистого бетона и последующую оптимизацию его составов.

Методология исследования включает теоретические и практические подходы, применяемые в проектировании и строительстве, с опорой на накопленный опыт и экспериментальные данные.

В статье проводится анализ различных видов добавок, которые можно использовать для улучшения свойств и характеристик бетона, такие добавки как пластификаторы, модификаторы, фиброволокно, противоморозные и гидроизоляционные добавки применяемые в бетонной и строительной смеси, представлены условия подбора добавок, пропорции компонентов для приготовления классической бетонной смеси и с пластификаторами, рассмотрены свойства бетонной смеси с добавлением бытового моющего средства «Фейри», являющееся заменителем пластификатора.

Настоящее практическое исследование направлено на систематизацию знаний о модифицирующих добавках для бетонных композиций, выявление их преимуществ и недостатков. Проведен анализ спектра добавок, способных к улучшению эксплуатационных свойств бетона, в частности: пластификаторов, модификаторов, фиброволокна, а также противоморозных и гидроизоляционных составов, применяемых в строительных смесях. В рамках исследования были определены критерии подбора добавок и установлены оптимальные пропорции компонентов для приготовления как стандартных, так и пластифицированных бетонных смесей. Также исследованы особенности свойств бетонной смеси при использовании бытового моющего средства "Фейри" в качестве заменителя пластификатора.

**Ключевые слова:** пластификатор, добавка, бетон, бетонная смесь, свойства бетона, пропорции, заменитель «Фейри».

**Аманова Бибігүл Нағашебайқызы**\*<sup>1</sup>

аға оқытушы,

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал, Қазақстан  
[amanova.b@mail.ru](mailto:amanova.b@mail.ru), ORCID ID: 0009-0008-8891-2990

## БЕТОН ҚОСПАЛАРЫНДА ҚОСПАЛАРДЫ ҚОЛДАНУ НӘТИЖЕЛЕРІН ІС ЖҮЗІНДЕ ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа.** Осы зерттеу химиялық қоспалардың ұсақ түйіршікті бетонның физикалық-механикалық қасиеттеріне әсерін зерттеуді және оның құрамын кейіннен оңтайландыруды мақсат етеді.

Зерттеу әдістемесі жинақталған тәжірибе мен эксперименттік деректерге сүйене отырып, жобалау мен құрылыста қолданылатын теориялық және практикалық тәсілдерді қамтиды.

Мақалада бетонның қасиеттері мен сипаттамаларын жақсарту үшін қолдануға болатын әр түрлі қоспаларға талдау жасалады, мысалы, пластификаторлар, модификаторлар, талшықтар, бетон және құрылыс қоспаларында қолданылатын аязға қарсы және гидрооқшаулағыш қоспалар, қоспаларды таңдау шарттары, классикалық бетон қоспасын дайындауға арналған компоненттердің пропорциялары және пластификаторлармен, бетон қоспасының қасиеттері қарастырылған пластификаторды алмастыратын «Фейри» тұрмыстық жуғыш зат.

Бұл практикалық зерттеу бетон композицияларына арналған модификациялық қоспалар туралы білімді жүйелеуге, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға бағытталған. Бетонның пайдалану қасиеттерін жақсартуға қабілетті қоспалар спектріне талдау жасалды, атап айтқанда: пластификаторлар, модификаторлар, талшықтар, сондай-ақ құрылыс қоспаларында қолданылатын аязға қарсы және гидрооқшаулағыш қосылыстар. Зерттеу барысында қоспаларды таңдау критерийлері анықталды және стандартты және пластиктендірілген бетон қоспаларын дайындауға арналған компоненттердің оңтайлы пропорциялары анықталды. Сондай-ақ, пластификаторды алмастырғыш ретінде "Фейри" тұрмыстық жуғыш затты пайдаланған кезде бетон қоспасының қасиеттерінің ерекшеліктері зерттелді.

**Кілт сөздер.** пластификатор, қоспа, бетон, бетон қоспасы, бетон қасиеттері, пропорциялар, «Фейри» алмастырғыш.

**Amanova Bibigul Nagashebayevna**\*<sup>1</sup>

senior lecturer,

West Kazakhstan Innovative Technology University, Uralsk, Kazakhstan

[amanova.b@mail.ru](mailto:amanova.b@mail.ru), ORCID ID: 0009-0008-8891-2990

## RESEARCH OF THE RESULTS OF USING ADDITIVES IN CONCRETE MIXTURES IN PRACTICE

**Abstract:** This study aims to investigate the effect of chemical additives on the physical and mechanical properties of fine-grained concrete and to optimize its composition.

The research methodology includes theoretical and practical approaches used in design and construction, based on accumulated experience and experimental data.

The article analyzes various types of additives that can be used to improve the properties and characteristics of concrete, such as plasticizers, modifiers, fiberglass, antifreeze and waterproofing additives used in concrete and building mixtures. The article presents the conditions for selecting additives, the proportions of components for preparing a classic concrete mixture and a mixture with plasticizers, and the properties of a concrete mixture with the addition of household detergent «Fairy», which is a substitute for a plasticizer.

This practical study is aimed at systematizing knowledge about modification additives for concrete compositions, identifying their advantages and disadvantages. An analysis of the spectrum of additives capable of improving the operational properties of concrete was carried out, namely: plasticizers, modifiers, fibers, as well as anti-frost and waterproofing compounds used in building mixtures. In the course of the study, the criteria for the selection of mixtures were determined and the optimal proportions of components for the preparation of standard and plasticized concrete mixtures were determined. Also, the features of the properties of the

concrete mixture were studied when using the household detergent "Fairy" as a substitute for the plasticizer.

**Keywords.** plasticizer, additive, concrete, concrete mixture, concrete properties, proportions, Fairy substitute.

**Введение.** Бетон считается главным строительным материалом, который используется во всем мире и ресурсы его применения до конца не израсходованы. Он применяется уже многие столетия, развивается и улучшается. Проблема повышения качества бетона и железобетона и на сегодняшний день является актуальной, но без применения новых материалов в технологии производства бетона, она не может быть абсолютно успешно реализована. Современные методы получения бетона основываются на использовании химических модификаторов разного типа, нанодобавок и микронаполнителей которые позволяют регулировать свойства материала.

В современном строительстве при возведении зданий, сооружений перспективно применение материалов, обладающих улучшенными эксплуатационными характеристиками. В настоящее время многие исследователи уделяют особое внимание созданию мелкозернистых бетонов особо плотной структуры, которые характеризуются высокими физико-механическими свойствами и в первую очередь прочностными показателями. Прочностные характеристики бетона и других цементных композитов обуславливают долговечность и надёжность бетонных, ж/б изделий и конструкций. Прочность цементного композита имеет прямую зависимость от его состава, например, при снижении количественного содержания вяжущего происходит падение прочности материала. Повышая однородность и плотность материала, можно достичь достаточно высоких его прочностных свойств. Увеличить однородность бетона можно благодаря добавлению мелких заполнителей. Это происходит за счет уменьшения промежуточной зоны между заполнителем и цементным камнем, в результате значительно сокращается количество пустот и понижения В/Ц [1].

Среди методов улучшения свойств бетона на практике использование модифицирующих добавок считается одним из наиболее действенных. Для повышения прочностных показателей и, в частности, прочности при изгибе в составы вводится дисперсная арматура или применяется технология изготовления бетонов на комплексных связующих [2]. Усовершенствовать качество мелкозернистого бетона, с целью достижения подвижности и уменьшения объема воды, а также снижения расхода вяжущего можно благодаря использованию химических добавок. Следует отметить, что в цементно-песчаных смесях с большим количеством цемента необходимо применять суперпластификаторы.

Понятие долговечность цементного композита идет параллельно с понятием химические добавки. В первую очередь это качается морозостойкости и водонепроницаемости цементного композита. Благодаря применению структурирующего действия модификаторов, можно добиться улучшенных показателей материала по морозостойкости и водонепроницаемости. Суть заключается в видоизменении структуры порового пространства цементного камня, благодаря созданию группы небольших относительно замкнутых пор разнообразной шаровидной формы [3].

Применение химических добавок относится к одному из самых несложных технологических приёмов, позволяющих добиться более усовершенствованных показателей цементных композитов. При изучении характеристик бетонных смесей весьма интересны добавки, которые регулируют свойства бетонных и растворных смесей (подвижность, кинетику твердения, прочность, проницаемость, морозостойкость,

коррозионную стойкость и т.д.). Это как правило группа добавок 1 согласно ГОСТ 24211–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия». Преобладающая часть продуктов, входящих в данную группу – поверхностно-активные вещества разной химической природы и строения. Большинство видов ПАВ могут использоваться для модификации бетона. Благодаря добавкам можно значительно снизить степень затрат на единицу продукции, улучшить качество огромной номенклатуры ж/б конструкций, увеличить жизненный цикл зданий и сооружений в целом [4].

По этой причине в мировом сообществе большое внимание уделяется к данной теме, хотя в этом направлении имеется значительный объем теоретических и экспериментальных исследований, практический опыт, но создание новых видов добавок продолжается, что требует новых положительных исследований.

Несмотря на появление инновационных строительных материалов, тяжелый бетон остается краеугольным камнем любой стройки, пользуясь неизменной популярностью. Его выдающиеся технические качества, включая высокую прочность, плотность и удобство в работе, подтверждают его универсальность для возведения конструкций любой сложности и назначения.

Данное исследование направлено на поиск оптимальных условий естественного твердения бетонных смесей для повышения прочности бетонов класса В25, изготавливаемых с использованием цемента М400 и модифицирующих добавок. Наилучшие результаты достигаются при подборе добавок из предложенного перечня. Важным этапом являются сравнительные испытания с применением местных материалов. Особое внимание уделяется изучению кинетики твердения модифицированных бетонов, поскольку это напрямую влияет на качество укладки и скорость строительства. Для получения достоверных результатов необходимо строго соблюдать все нормы контроля качества бетонных смесей.

#### **Материалы и методы исследований.**

Исследование выполнено с помощью теоретических и практических методов при проектировании и строительстве зданий, на основе использования практического опыта и накопленного экспериментального материала применения.

Традиционный бетонный состав для строительства формируется путем тщательного смешивания следующих основных ингредиентов [5]:

1. Цемент: Вяжущий компонент определенной марки, соответствующий стандартам ГОСТ 10178-87, ГОСТ 310.1.4-78 и ГОСТ 222236-85\*.
2. Вода: Необходимый для гидратации цемента.
3. Щебень: Крупный заполнитель определенной фракции, отвечающий требованиям ГОСТ 8267-93 и ГОСТ 8268-82.
4. Песок: Мелкий заполнитель строительного назначения надлежащего качества, согласно ГОСТ 8736-93 и ГОСТ 10268-70\*.
5. Добавки: Специальные компоненты, улучшающие свойства бетонной смеси и конечного бетона, в соответствии с ГОСТ 24211-91.

Таблица 1 – Рекомендуемые соотношения заполнителей и воды для замесов бетона и строительного раствора при использовании стандартной упаковки цемента весом 50 кг.

Цемент	Песок	Гравий	Вода
Бетон	60 л	110 л	25л
Строительный раствор	110 л	-	25л

### Результаты и их обсуждение.

Приготовление цементного раствора из песка и воды по стандартной технологии приводит к получению трудноуправляемой массы. Создание ровной поверхности и удаление воздуха затруднительно, что в итоге дает пористый и шероховатый материал. Для улучшения обрабатываемости часто добавляют больше воды, однако это существенно ухудшает прочность и другие эксплуатационные свойства бетона, такие как морозостойкость, водонепроницаемость и долговечность.



Рисунок 1- Бетонная смесь стандартного состава для строительства



Рисунок 2 – Практическое исследование образца бетона при увеличении воды в бетонной смеси

Для достижения наилучшего результата рекомендуется добавить пластификатор. Существует широкий ассортимент готовых добавок от производителей. Согласно рекомендациям, их количество в рабочей смеси не должно превышать 5% от массы цемента. Чаще всего эти составы основаны на полимерах [6].

Их действие направлено на:

- повышение реологических свойств смеси, улучшение ее деформационных характеристик;
- повышение устойчивости затвердевшего раствора к растрескиванию;
- минимизация усадочных деформаций на стадии набора прочности;
- снижение деформаций, вызванных изменением температуры;
- повышение прочности связи раствора с основанием и армирующими элементами.
- повышение общего качества затвердевшего раствора, его прочности, плотности и водонепроницаемости.

Добавки, которые можно использовать для улучшения характеристик бетона [7]:

- Пластификаторы: делают раствор более текучим, что упрощает его укладку, и уменьшают количество пор в затвердевшем материале.

- Модификаторы прочности: ускоряют процесс затвердевания и повышают прочность конструкции, делая её более устойчивой к деформациям и нагрузкам.
- Фиброволокно: увеличивает износостойкость и сопротивление готовой конструкции к повреждениям.
- Противоморозные добавки: позволяют использовать бетонный раствор в зимних условиях, сохраняя его свойства при низких температурах.
- Гидроизоляционные добавки: придают готовым изделиям водонепроницаемость, повышают их прочность и уменьшают пористость.

При выборе добавок для строительных смесей важно учитывать конкретные цели и характеристики возводимого объекта. Так, например, пенообразователи на основе сульфата натрия и его производных могут негативно влиять на прочность цементного камня. Хлорид натрия, хотя и ускоряет процесс набора прочности, может вызывать появление высолов на поверхности. Силикат натрия, применяемый для улучшения моющих свойств, увеличивает потребность в воде и снижает конечную прочность материала.

В то же время, современные добавки открывают широкие возможности для улучшения характеристик строительных растворов. Они позволяют повысить прочность материала до 20% и точно регулировать время его затвердевания. На рынке представлены составы, благодаря которым раствор достигает проектной прочности всего за неделю, в то время как без добавок на это может потребоваться 28 дней.

Эти добавки применяются в основном для специфических задач, таких как: создание железобетонных изделий, возведение несущих стен, формирование стяжек, приготовление ремонтных смесей и производство шлакоблоков.

Для ускорения процесса затвердевания бетона применяются разнообразные химические добавки. Наиболее распространенными в строительной практике являются следующие типы: ХК, НК, ННК, ННХК, СН, НН и ТНФ.

В условиях отрицательных температур, применение стандартных бетонных смесей затруднено из-за замедленного и неравномерного набора прочности, вызванного кристаллизацией воды. Это приводит к возникновению внутренних напряжений, ухудшению адгезии с арматурой и снижению общей прочности конструкции. Для решения этой проблемы применяются морозостойкие добавки, позволяющие бетону набирать необходимую прочность без термообработки при температурах до  $-20^{\circ}\text{C}$ . Эти добавки снижают водопотребность смеси, улучшают адгезионные свойства, минимизируют риск трещинообразования, повышают морозостойкость и, как следствие, увеличивают срок службы бетонных конструкций.

Антиморозные добавки для бетона, согласно [8, 9], подразделяются на три основные категории, каждая из которых действует по-своему:

- Антифризы: работают за счет снижения температуры замерзания воды, что позволяет бетону быстрее затвердевать даже при отрицательных температурах.
- Сульфаты: ускоряют процесс затвердевания благодаря выделению тепла, а также способствуют однородности бетонной смеси.
- Солеобразующие добавки: препятствуют замерзанию бетона, понижая температуру его промерзания.

В большинстве случаев, для достижения наилучшего эффекта, используются комбинированные антиморозные добавки, состоящие из нескольких компонентов.

На рынке доступны противоморозные добавки в двух формах: жидкой и сухой. Сухие составы, как правило, содержат нитрит натрия, формиат натрия, хлорид натрия и хлорид кальция. Жидкие добавки – это концентраты на основе аммиачной воды,

обеспечивающие морозостойкость бетона даже в сильные морозы. Благодаря им, бетонные смеси сохраняют свои свойства при температурах до  $-100^{\circ}\text{C}$ .

Бетонные смеси с добавками для повышения водонепроницаемости пользуются значительным спросом. Эти добавки наделяют готовые изделия способностью отталкивать воду, увеличивают их прочность и снижают пористость. Более того, гидроизоляционные компоненты широко используются при возведении железобетонных конструкций, поскольку они эффективно предотвращают коррозию арматуры.

Применение гидроизоляционных добавок в бетонной смеси является ключевым для защиты строительных объектов от проникновения влаги. Эти добавки незаменимы при бетонировании фундаментов и подземных элементов зданий, а также при приготовлении растворов для кладочных работ и создании монолитных бетонных конструкций. Они особенно важны в условиях, когда к бетонному раствору предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости.

В строительной практике широко применяются такие типы гидроизоляционных добавок, как кольматирующие, полимерные и пластифицирующие. По принципу действия их можно разделить на проникающие (которые повышают устойчивость бетона к воздействию влажной среды, солей и кислот), модификаторы (улучшающие адгезию и пластичность смеси) и фибро-присадки (обеспечивающие стойкость к влаге и нагрузкам) [10].

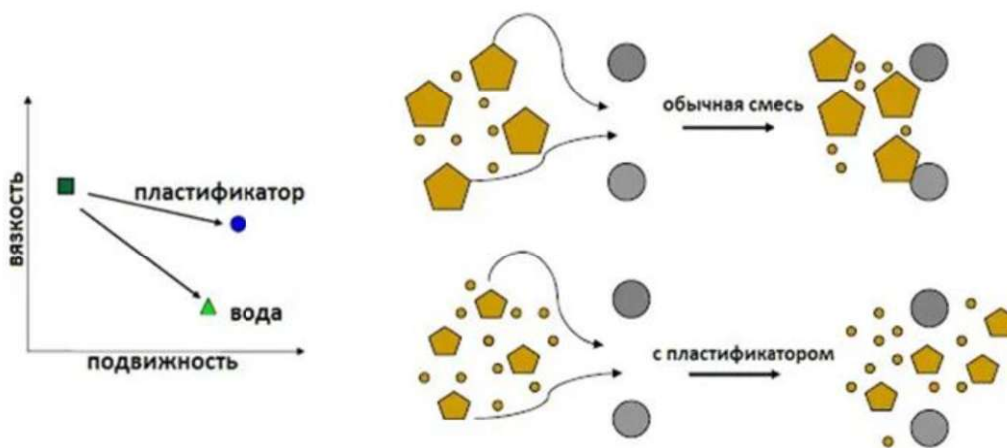


Рисунок 3 - Сопоставление характеристик бетона без добавок и с пластификатором.

В стремлении снизить затраты, строители нередко используют вместо специальных пластификаторов обычные моющие средства и стиральные порошки. Например, раствор с добавлением "Фейри" становится более гибким и легко поддающимся обработке. "Фейри" иногда добавляют в бетонную смесь, чтобы сделать ее более пластичной и подвижной. Однако, чрезмерное использование поверхностно-активных веществ (ПАВ), содержащихся в моющих средствах, может негативно сказаться на качестве бетона. В результате снижается прочность и устойчивость к морозам, а способность впитывать воду, наоборот, возрастает.

Добавление "Фейри" в бетонный раствор значительно улучшает его характеристики. Во-первых, "Фейри" выступает катализатором, ускоряя процесс затвердевания бетона и способствуя более прочному соединению компонентов. Во-вторых, "Фейри" помогает бороться с щелочной средой, возникающей при застывании цемента, тем самым защищая арматуру от ржавчины и продлевая срок службы бетонных изделий. Наконец, "Фейри" повышает устойчивость бетона к неблагоприятным

погодным условиям, таким как влага, мороз и воздействие солей, что особенно важно в регионах с суровым климатом.

Применение "Фейри" в составе бетонных смесей имеет свои плюсы, однако требует взвешенного подхода. Несоблюдение рекомендованных пропорций и превышение дозировки могут привести к снижению прочности бетона и даже его деструкции. Рекомендуемые дозировки "Фейри" в зависимости от объема и назначения бетонного раствора представлены в таблице.

Таблица 2 – Рекомендуемые дозировки «Фейри» для достижения наилучшего результата бетонного раствора

Объем раствора	Дозировка «фейри» (кг на 1 м <sup>3</sup> раствора)
100 м <sup>3</sup>	1-2
200 м <sup>3</sup>	2-4
300 м <sup>3</sup>	4-6

*Примечание: указанные параметры являются ориентировочными и подлежат корректировке с учетом фактических условий.*

Например, в бетономешалку объемом 150 литров, требуется небольшое количество моющего средства. Обычно, для одной порции бетона используют от 50 до 100 грамм мыла (или примерно 1 чайную ложку на ведро цемента). Если добавить слишком мало, желаемого эффекта не будет. Если добавить слишком много, это может привести к вымыванию солей из раствора и появлению высолов на поверхности застывшего бетона. Избыток моющего средства также может помешать правильному затвердеванию цемента, что особенно критично при работе в холодную погоду.

Рекомендуемая дозировка моющего средства не зависит от марки бетона или типа цемента, но должна составлять не более 5% от общей массы смеси. При этом важно учитывать соотношение воды и цемента (В/Ц). Рекомендуется добавлять воду постепенно, в последнюю очередь, небольшими порциями (10-15% от общего объема). Оптимальное количество моющего средства составляет от 5 до 10 миллилитров на каждые 10 килограммов цемента.

Моющее средство, например, "Фейри", добавляют в жидком виде в бетономешалку перед добавлением песка и щебня. Важно помнить, что качество песка влияет на результат. Если песок содержит глину, добавлять моющее средство не рекомендуется, так как это может ухудшить качество бетона.



Стоимость «Фейри»  
900мл – 850 тенге



Стоимость пластификатора  
7000-10000 тенге (2л на 100кг цемента)

**Заключение.** Использование "Фейри" даёт максимальный эффект при работе с газобетоном, пеноблоками и при бетонировании конструкций с плотным армированием, когда его добавляют в штукатурные и кладочные растворы. При работе с бетоном,

содержащим керамзит или гравий, время перемешивания значительно сокращается. Кроме того, "Фейри" улучшает заполнение форм, особенно с крупными заполнителями, такими как битый кирпич, шлак или щебень, практически исключая образование пустот. Это же делает добавление "Фейри" полезным и в кладочных растворах. Дополнительные плюсы – облегчение демонтажа опалубки (она легко снимается после застывания бетона) и ускорение очистки бетономешалки.

Результаты практических испытаний показывают, что прочность этого раствора не соответствует требованиям, предъявляемым к материалам для фундаментов и перекрытий зданий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тараканов О.В. Химические добавки в растворы и бетоны: моногр. [Текст]. / О.В. Тараканов. - Пенза: ПГУАС, 2016 - 156 с.
2. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона: монография [Текст]. / В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. - М.: Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Издательство «Палеотип», 2006 - 244 с.
3. Юхневский П.И. Квантовохимические расчеты свойств молекул пластифицирующих добавок С-3 и ЛСТ в зависимости от степени поликонденсации; в кн. "Проблемы современного бетона и железобетона": сб. тр. II Междунар. Бетона [Текст]. / П. И. Юхневский, В. М. Зеленковский. — Минск: Минсктиппроект, 2009 — С. 439-447.
4. Батраков В.Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы [Текст]. / В.Г. Батраков Строительные материалы. 2006. №10 – С.5-7
5. ГОСТ 24211-2008. Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия . [Текст]. – М., 2003.
6. Каприелов С.С., Шенфельд А.В., Кардумян Г.С. Новые модифицированные бетоны в конструкциях высотных зданий [Текст]. // II Международный форум архитектуры, строительства, реконструкции городов, строительных технологий и материалов. Москва. 2008. С. 29–38.
7. Калашников В.И. Как превратить бетоны старого поколения в высокоэффективные бетоны нового поколения [Текст]. // Технологии бетонов. 2015. № 11–12. С. 27–35.
8. Максимова И.Н., Макридин Н.И., Ерофеев В.Т., Скачков Ю.П. Прочность и параметры разрушения цементных композитов: монография. [Текст]. Саранск: Изд-во Мордовского ун- та, 2015. 360 с.
9. Крамар Л.Я., Трофимов Б.Я., Черных Т.Н., Орлов А.А., Шуддяков К.В. Современный суперпластификаторы для бетонов, особенности их применения и эффективности [Текст]. // Строительные материалы. 2016. С. 21– 25.
10. Ананенко А.А., Нижевясов В.В., Успенский А.С. Мелкозернистые бетоны с комплексными модификаторами [Текст]. // Известия высших учебных заведений Строительство. 2005. №5. С. 16–27.

### REFERENCES

1. Tarakanov O.V. Himicheskie dobavki v rastvory i betony: monogr. [Chemical additives in mortars and concretes: monogr.]. - Penza: PGUAS, (2016) – S. 156 – (In Rus)
2. Izotov V.S. Himicheskie dobavki dlya modifikacii betona: monografiya [Chemical additives for concrete modification: monograph]. - M.: Kazanskij Gosudarstvennyj ar-hitekturno-stroitel'nyj universitet: Izdatel'stvo «Paleotip», (2006) – S. 244 – (In Rus)
3. Yuhnevskij P.I. Kvantovohimicheskie raschety svojstv molekul plastificiruyushchih dobavok S-3 i LST v zavisimosti ot stepeni polikondensacii; v kn. "Problemy sovremennogo betona i zhelezobetona": sb. tr. II Mezhdunar. Betona [Quantum chemical calculations of the properties

- of molecules of plasticizing additives C-3 and LST depending on the degree of polycondensation; in book. "Problems of modern concrete and reinforced concrete": collection of tr. II International. Concrete]. – Minsk: Minsktipproekt, (2009) – S. 439-447. – (In Rus)
4. Batrakov V.G. Modifikatory betona: novye vozmozhnosti i perspektivy [Concrete modifiers: new opportunities and prospects]. Stroitel'nye materialy. (2006). №10 – S. 5-7 – (In Rus)
  5. GOST 24211-2008. Dobavki dlya betonov i stroitel'nyh rastvorov. Obshchie tekhnicheskie usloviya . [GOST 24211-2008. Additives for concrete and mortar. General technical conditions]. – M., (2003). – (In Rus)
  6. Kapriellov S.S., Shenfel'd A.V., Kardumyan G.S. Novye modifitsirovannye betony v konstrukciyah vysotnyh zdaniy [New modified concretes in structures of high-rise buildings]. // II Mezhdunarodnyj forum arhitektury, stroitel'stva, rekonstrukcii gorodov, stroitel'nyh tekhnologij i materialov. Moskva. (2008). S. 29–38. – (In Rus)
  7. Kalashnikov B.I. Kak prevratit' betony starogo pokoleniya v vysokoeffektivnye betony novogo pokoleniya [How to turn old-generation concretes into new-generation high-performance concretes]. // Tekhnologii betonov. (2015). № 11–12. S. 27–35. – (In Rus)
  8. Maksimova I.N., Makridin N.I., Erofeev V.T., Skachkov Yu.P. Prochnost' i parametry razrusheniya cementnyh kompozitov: monografiya. [Strength and fracture parameters of cement composites: monograph.]. Saransk: Izd-vo Mordovskogo un- ta, (2015). S. 360 – (In Rus)
  9. Kramar L.Ya., Trofimov B.Ya., Chernyh T.N., Orlov A.A., Shuldyakov K.V. Sovremennyy superplastifikatory dlya betonov, osobennosti ih primeneniya i effektivnosti [Modern superplasticizers for concrete, their application and effectiveness features]. // Stroitel'nye materialy. (2016). S. 21– 25. – (In Rus)
  10. Ananenko A.A., Nizhevyasov V.V., Uspenskij A.S. Melkozernistye betony s kompleksnymi modifikatorami [Fine-grained concretes with complex modifiers]. // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij Stroitel'stvo. (2005). №5. S. 16–27. – (In Rus)