



С. А. ТЕСТОВ
Е. К. САМОЙЛОВ
Р. В. ДЕМИДОВ
А. Д. ЛЕЩЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТОРКРЕТ-БЕТОНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ДОБАВКОЙ АЦФ-75

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF SHOTCRETE
MODIFIED WITH THE ADDITIVE ACF-75

В работе рассмотрен вопрос улучшения за счет введения добавки АЦФ-75 свойств торкрет-смеси, применяемой для ремонта очистных и гидротехнических сооружений. Выполнена проверка изменения прочностных характеристик получаемого торкрет-бетона. Для оценки влияния пластифицирующей добавки АЦФ-75 на смеси для торкретирования готовились образцы из составов с разным процентным содержанием данной добавки. После твердения в нормальных условиях в течение 28 сут серии бетонных образцов испытывались на такие физико-механические показатели, как прочность на сжатие, морозостойкость, водонепроницаемость.

Ключевые слова: торкрет-смесь, ацетоноформальдегидные смолы, АЦФ-75, водонепроницаемость, морозостойкость, прочность при сжатии

The paper considers the issue of improving the properties of shotcrete mixtures used for the repair of sewage treatment plants and hydraulic structures by introducing the additive ACF-75. The change in the strength characteristics of the resulting shotcrete was checked. To assess the effect of the plasticizing additive ACF-75 on shotcrete mixtures, samples from formulations with different percentages of this additive were prepared. Further, after hardening under normal conditions for 28 days, a series of concrete samples were tested for such physical and mechanical parameters as compressive strength, frost resistance, and water resistance.

Keywords: shotcrete mixture, acetone-formaldehyde resins, ACF-75, water resistance, frost resistance, compressive strength

Введение

На сегодняшний день состояние гидротехнических и очистных сооружений в России улучшается по сравнению с предыдущим десятилетием [1, 2]. Однако, по оценкам населения и экспертов, оно все еще очень далеко от удовлетворительно. В настоящий момент, Минстрой России работает над строительством и реконструкцией объектов очистных сооружений в рамках нескольких федеральных проектов. Так, в верхневолжских регионах в рамках федерального проекта «Оздоровление Волги» нацпроекта «Экология»

осуществляются масштабные работы по строительству, реконструкции и наладке очистных сооружений, на что бюджетом выделено 128 млрд руб. Все это говорит о том, что строительство новых, реконструкция и ремонт существующих сооружений не только по берегам р. Волги, но и на всей территории РФ, включая обустройство прибрежных территорий Северного морского пути, потребует дополнительных строительных материалов и новых гидроизоляционных технологий.

Торкрет-бетон, используемый для ремонта гидротехнических и очистных сооружений, обладает рядом уникальных свойств, которые делают

его более подходящим для работы в условиях повышенной влажности. Данный материал имеет отличные механические свойства, обладает высокой степенью водонепроницаемости, хорошей адгезией и устойчивостью к образованию трещин. Метод торкретирования позволяет быстро нанести материал на поверхность и создавать покрытия различной толщины и формы, что сокращает время ремонта, минимизирует простой в работе очистных сооружений.

Цементные материалы являются одними из самых распространенных строительных материалов, используемых в разных областях. Однако их свойства часто нуждаются в улучшении, особенно для таких характеристик, как прочность, долговечность, водонепроницаемость и стойкость к агрессивным средам. Модификация цементных составов с помощью полимерных добавок является одним из эффективных способов достижения требуемых характеристик. Наиболее популярна для изготовления полимер-бетонных смесей эпоксидная смола [3–5], но в данной работе рассмотрено модифицирование состава торкрет-бетона добавкой АЦФ-75 [6–8].

Ацетоноформальдегидные смолы являются важным классом синтетических материалов, получаемых путем поликонденсации ацетона и формальдегида. Они обладают рядом полезных свойств, таких как высокая прочность, термостойкость, устойчивость к воздействию химических веществ, а также хорошая адгезия к различным субстратам. Ацетоноформальдегидные смолы находят широкое применение в качестве клеевых и герметизирующих материалов, а также в производстве пластиков, композитных материалов и покрытий. Синтез ацетоноформальдегидных смол основан на поликонденсации ацетона (C_3H_6O) с формальдегидом (CH_2O). Основной механизм реакции включает в себя нуклеофильное нападение молекул ацетона на электрофильный углерод атома формальдегида, что приводит к образованию промежуточных соединений. В дальнейшем эти промежуточные соединения полимеризуются с образованием смолы. В результате реакции образуются различные структуры, которые могут включать линейные или сетчатые полимеры, в зависимости от условий синтеза и соотношения реагентов.

Синтез ацетоноформальдегидных смол может протекать как в присутствии кислотных, так и щелочных катализаторов. Выбор катализатора имеет значительное влияние на скорость реакции, молекулярную массу получаемых смол и на их химическую структуру. Температурные условия тоже играют важную роль. Синтез смолы обычно проводится в температурных диапазонах от 60–120 °С. Более высокая температура может ускорить процесс, но

и привести к образованию более жестких высокомолекулярных смол. Ацетоноформальдегидные смолы могут обладать различной молекулярной массой и структурой в зависимости от условий синтеза. Это, в свою очередь, влияет на их физико-химические свойства, такие как механическая прочность, термостойкость, химическая устойчивость и вязкость.

При производстве ацетоноформальдегидных смол в условиях низких температур или при недостатке катализатора могут образовываться линейные полимеры, которые обладают относительно низкой прочностью и могут быть использованы для производства мягких пластиков или клеевых материалов. При более высоких температурах и использовании большего количества катализаторов могут образовываться сетчатые полимеры, которые обладают более высокой прочностью и термостойкостью. Эти смолы находят широкое применение в производстве композитных материалов, покрытий и электротехнических компонентов. Кроме того, в зависимости от состава и соотношения ацетона и формальдегида могут быть получены смолы с различной степенью растворимости и с различной вязкостью, что влияет на их обработку и использование в промышленности. Все это говорит о том, что ацетоноформальдегидные смолы, изготовленные разными производителями, существенно различаются по своим свойствам и не могут быть заменены без дополнительных тестов. В настоящее время в Самарской области производством ацетоноформальдегидных смол занимается компания ЗАО «Химсинтез». Данное исследование выполнялось с применением серийно-выпускаемой на этом предприятии смолы АЦФ-75.

Смола АЦФ-75 обладает высокой адгезией к различным материалам, в том числе к цементной матрице. Она отличается хорошей химической стойкостью и способностью образовывать прочную трёхмерную сетку при отверждении в щелочной среде. Введение АЦФ в цементный раствор влияет на процесс гидратации цемента. АЦФ-75 может за счет сорбции на поверхности цементных зерен снижать вязкость цементного теста и улучшать пластичность и укладываемость торкретсмеси. Также добавление АЦФ-75 позволяет снизить водоцементное отношение и, как следствие, увеличить прочность цементного камня. АЦФ-75 замедляет гидратацию, что полезно при нанесении торкрет-бетона на большие поверхности. Благодаря высокой адгезионной способности АЦФ-75 при добавлении в цементные растворы улучшает сцепление с арматурой, заполнителями и другими строительными материалами. Оптимальная дозировка АЦФ-75, как и других

ацетоноформальдегидных смол, требует индивидуального подбора для достижения максимального улучшения прочностных характеристик цементных материалов в зависимости от типа цемента и условий эксплуатации. АЦФ-75 увеличивает срок службы торкрет-бетонов, так как уменьшает пористость цементного камня, что приводит к снижению его водопроницаемости. Неправильная дозировка АЦФ-75 может привести к ухудшению свойств торкрет-бетонов: так, по имеющемуся опыту применения, добавка АЦФ-75 не должна превышать 2 % от массы исходной затворенной торкрет-смеси.

Важно отметить возможность наличия свободного формальдегида в смоле. Его присутствие в готовом продукте негативно сказывается на здоровье людей, поэтому в реакционную массу при правильно организованном технологическом процессе добавляют небольшое количество карбамида, который связывает излишки свободного формальдегида.

Материалы и методы

Для проведения серий испытаний из торкрет-бетона были изготовлены кубики с размерами 100×100×100 мм и цилиндры диаметром 150 мм и высотой 50 мм (рис. 1). Диапазон составов торкрет-смесей:

- цемент ЦЕМ 42,5Н (М500) – 18,6 % масс.;
- песок кварцевый сухой фр. 0,1-0,6 – 68 % масс.;
- микрокремнезем конденсированный МКУ-85 – 2,8 % масс.;
- вода – от 9,1 до 10,6 % масс.;
- содержание АЦФ-75 – от 0 % до 1,5 % масс.

Образцы были задействованы в испытаниях по определению класса бетона по прочности при сжатии по ГОСТ 10180-2012, на морозостойкость по ГОСТ 100602012, на водопроницаемость по ГОСТ 12730.5-2018. Проводилось испытание на влияние дополнительной выдержки в щелочной среде.

Результаты

Для оценки влияния пластифицирующей добавки АЦФ-75 на смеси для торкретирования были проведены серии испытаний по 6 контрольных образцов с целью определения прочности при испытании образцов на сжатие по ГОСТ 101802012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». Усредненные результаты представлены в табл. 1.

Для оценки влияния пластифицирующей добавки АЦФ-75 на исходную бездобавочную смесь для торкретирования были изготовлены образцы с разным процентным содержанием:



Рис. 1. Торкрет-бетонные образцы.
Внешний вид перед испытанием
Fig. 1. Shotcrete samples. Appearance before testing

серии с содержанием добавки от 0,5 до 1,5 %. Каждая серия состояла из 6 образцов кубов размером 100×100×100 мм. Перед испытанием на прочность при сжатии каждый образец взвешивался и измерялся с точностью до 0,1 мм. По полученным данным рассчитывалась средняя плотность серии, а также площадь сечения образца для определения прочностных характеристик.

Результаты испытаний образцов показывают, что с точки зрения прочности оптимальна добавка АЦФ-75 в торкретсмесь в количестве 1,5 %, так как при этом значении сохраняется прочность, характерная для базовой немодифицированной смеси.

Для базового состава торкрет-бетона и состава с добавкой 1,5 % АЦФ-75 были проведены испытания на водонепроницаемость, так как эти составы показали лучшие результаты по прочности при сжатии.

Испытания на водонепроницаемость проводятся для образцов цилиндров диаметром 150 мм и высотой, зависящей от фракции крупного заполнителя для исследуемых составов, данное значение должно быть не менее 30 мм. Так как торкрет-бетонная смесь относится к группе мелкозернистых бетонов, то содержание зерен крупного заполнителя размером более 5 мм не предусмотрено, соответственно допустимо использовать для испы-

тания на водонепроницаемость образцы высотой 30-50 мм.

По итогу, оценку водонепроницаемости осуществляли на образцах диаметром 150 мм и высотой 50 мм. Стыки форм цилиндров с торкрет-смесью, заполняющей их, после твердения в течение 28 сут в нормальных условиях промазывались герметизирующим составом во избежание прохождения воды через усадочные трещины. После этого образцы устанавливались на испытательные стенды в количестве 6 штук на каждый состав и притягивались к ним через прижимные пластины при помощи гаек. Затем производилась настройка на управляющем блоке, в частности указывалась высота образцов, от которой зависит длительность каждого цикла (при высоте образцов 50 мм время цикла составляет 6 ч). Для фиксации фильтрации воды через образцы на них укладывались датчики влажности, подключенные к управляющему блоку. Перед началом испытаний система в обязательном порядке продувается. На первом цикле испытаний под образцами нагнеталось давление 0,2 МПа (2 атм), которое поддерживалось в течение всего цикла. На сле-

дующем цикле, при работе стенда по указанным параметрам, давление напора воды под образцами поднималось ещё на 0,2 МПа, и так до тех пор, пока датчики не зафиксировали фильтрацию воды через три образца. После этого испытание останавливалось и назначалась марка по водонепроницаемости исходя из количества полностью законченных циклов. Результаты приведены в табл. 2.

Далее было выполнено дополнительное исследование, имитирующее работу торкрет-бетона в условиях очистных сооружений, суть которого заключалась в испытаниях на прочность образцов, предварительно выдержанных в растворе щелочи. Для исследования были взяты все изготовленные ранее образцы (без добавки и с добавкой АЦФ-75 от 0,5 до 1,5 %). Образцы были наполовину погружены в 5 %-й раствор NaOH и выдерживались в нем в течение месяца. Состояние раствора отслеживалось и поддерживался его уровень периодическим подливанием необходимого количества раствора. В ходе эксперимента наблюдалось выпадение кристаллов щелочи на поверхности образцов на границе раствор-воздух-образец, что связано с образованием

Таблица 1. Усредненные значения по сериям испытаний прочности при сжатии
Table 1. Average values for series of compressive strength tests

Маркировка образцов	Средняя масса, г	Средний объем образца, см ³	Средняя плотность серии, г/см ³	Средняя разрушающая нагрузка, кгс	Средняя прочность серии, МПа (класс бетона)
Базовая смесь	2137	1026,8	2,08	35400	33,2 (B25)
Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 0,5 %	2064	1011,6	2,04	29600	28,4 (B22,5)
Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 1,0 %	2059	1010,0	2,04	31450	29,8 (B22,5)
Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 1,5 %	2110	1015,0	2,08	35783	33,6 (B25)

Таблица 2. Результаты испытаний на водонепроницаемость
Table 2. Water resistance test results

Состав	Высота образцов, мм	Длительность одного цикла, ч	Время испытания, ч	Марка по водонепроницаемости
Базовая смесь	50	6	25	W8
Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 1,5 %			32 (образцы сломались)*	W10

* то есть реальная водонепроницаемость может быть выше. В дальнейшем необходимо целенаправленно увеличить толщину испытываемых образцов для недопущения разрушения образцов от увеличения напора воды в ходе эксперимента.

участков перенасыщенного раствора щелочи на поверхности образцов (рис. 2).

Результаты испытаний образцов, выдержанных в щелочной среде, указаны в табл. 3. Все образцы, находившиеся в растворе щелочи, продолжили набор прочности, это можно сравнить по результатам, приведенным в табл. 1: базовая смесь набрала 3 %, а смесь с 1,5 % АЦФ-75 – 13 %. Результаты проведения испытаний на прочность среди образцов, выдержанных в щелочной среде, в среднем показали увеличение разрушающей нагрузки 11 %.

Реакция отверждения смолы АЦФ-75 и ее переход в неплавкое и нерастворимое состояние происходит в результате взаимодействия карбонильных, карбоксильных и гидроксильных групп со щелочью, в присутствии которой часть этих групп превращается в диольные группы. Способность к щелочному отверждению АЦФ-75 дает хорошую совместимость с щелочными наполнителями, такими как бетон. Опираясь на полученные данные, можно сделать вывод, что применение торкрет-бетона, модифици-



Рис. 2. Внешний вид образцов торкрет-бетона после выдержки в растворе щелочи
Fig. 2. Appearance of shotcrete samples after exposure to an alkali solution

рованного АЦФ-75, допустимо в конструкциях, использующихся в щелочных средах, без дополнительной антикоррозионной защиты поверхности, а также внешняя щелочная среда влияет на повышение прочности и плотности торкрет-бетонной смеси. Таким образом, прирост прочности в щелочной среде показал продолжение процесса полимеризации АЦФ-75, что является рекомендацией к эксплуатации данной торкрет-смеси в щелочных средах.

Для оценки влияния отрицательных температур на образцы из базовой смеси и образцы с добавлением 1,5 % АЦФ-75 были проведены испытания на морозостойкость. Последовательность действий: сначала образцы насыщались водой, и для них в таком состоянии определялась прочность на сжатие (табл. 4), затем производились циклические действия по заморозке образцов при температуре (18 ± 2 °C) и оттаиванию в воде ($+20 \pm 2$ °C). Предполагалось, что торкрет-бетон при испытании базовым методом должен иметь марку по морозостойкости F50, для данной марки предусмотрено проведение промежуточного испытания на 35 цикле замораживания и оттаивания (ГОСТ 10060-2012). Описанный план эксперимента на морозостойкость был выполнен, полученные значения сведены в табл. 4.

Из полученных результатов видно, что потеря прочности базовой смеси с добавлением АЦФ-75 1,5 %, после 50 циклов замораживания и оттаивания, составляет около 40 % по сравнению с начальным значением. Контрольные образцы без добавления АЦФ-75 тоже потеряли в прочности 25 % по сравнению с начальным значением. Из этого можно сделать вывод, что обе испытанные серии образцов не предназначены для работы в условиях попеременного замораживания и оттаивания.

Таблица 3. Усредненные значения по сериям испытаний прочности при сжатии после выдержки в 5 %-м растворе щелочи

Table 3. Average values for a series of tests of compressive strength after exposure to a 5 % alkali solution

Маркировка образцов	Средняя масса, г	Средний объем образца, см ³	Средняя плотность серии, г/см ³	Средняя разрушающая нагрузка, кгс	Средняя прочность серии, МПа (класс бетона)
Базовая смесь	2116	1000,0	2,12	36600	35,0 (B25)
Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 0,5 %	2052	1006,7	2,04	38167	36,4 (B25)
Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 1,0 %	2055	1003,3	2,05	40700	38,9 (B30)
Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 1,5 %	2144	1006,7	2,13	40700	38,8 (B30)

Таблица 4. Усредненные результаты прочности образцов из торкрет-бетона при проведении испытаний на морозостойкость
Table 4. Average results of strength of shotcrete samples during frost resistance tests

Маркировка образцов	Число циклов	Средняя прочность серии, МПа	Класс бетона по прочности при сжатии
1. Базовая смесь без добавления АЦФ-75	0 (испытание проводилось здесь и далее в водонасыщенном состоянии)	36,3	B25
2. Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 1,5 %		30,3	B22,5
1. Базовая смесь без добавления АЦФ-75	35	25,8	B20
2. Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 1,5 %		19,3	B15
1. Базовая смесь без добавления АЦФ-75	50	27,2	B20
2. Базовая смесь с добавлением АЦФ-75 1,5 %		18,2	B12,5

Заключение

Как показывают результаты научно-исследовательской работы, модификация торкрет-бетона с помощью добавки АЦФ-75 приводит к следующим результатам:

- В сравнении с другими смесями [9] ацетоноформальдегидная смола позволяет сократить число компонентов до трех в сухой торкрет-смеси и до одного в затворяющей воде.
- Основное действие проявляется в повышении водостойкости при сохранении исходного значения средней прочности.
- Состав, модифицированный АЦФ-75, показал хорошие свойства при выдержке в щелочной среде.

В дальнейшем для развития тематики применения АЦФ-75 рекомендуется рассмотреть поиск дополнительных компонентов для повышения морозостойкости и кислотостойкости. В зависимости от климатического района строительства повышение уровня морозостойкости может быть достигнуто за счет введения в торкрет-смесь добавок с содержанием белка разной природы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евдокимов С.В., Орлова А.А. Анализ работы механического оборудования в период эксплуатации гидротехнических сооружений ГЭС // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 3. С. 51–55. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.7.

2. Андреев С.Ю., Степанов С.В., Князев А.А. Новая технология интенсификации работы локальных канализационных очистных сооружений, предусматривающая электроактивационную обработку щелочных технологических растворов // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 4. С. 4–10. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.1.

3. Чулимова Т.В., Струлев С.А. Биостойкость эпоксидного полимербетона // Точная наука. 2017. № 11. С. 32–35.

4. Примин О.Г., Тен А.Э., Громов Г.Н. Применение полимербетона для защиты от коррозии канализационных коллекторов // Экология и промышленность России. 2019. № 5. С. 4–9. DOI 10.18412/1816-0395-2019-5-4-9.

5. Карабаев Н.Т., Нурпеисов С.К., Уызбаев М.М. Композиционные материалы на основе эпоксидных смол и техногенных отходов для гидротехнического строительства // Механика и технологии. 2018. № 1. С. 116–122.

6. Кондратьева Н.В., Алфименкова А.Ю. Исследование способов повышения коррозионной стойкости железобетонных конструкций // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 1(38). С. 16–23. DOI:10.17673/Vestnik.2020.01.3.

7. Кондратьева Н.В., Алфименкова А.Ю. Исследование способов повышения коррозионной стойкости железобетонных конструкций. Часть 2 // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 3(40). С. 15–20. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.3.

8. Mahmoud A.A.M., Shehab M.S.H., El-Dieb A.S. Concrete mixtures incorporating synthesized sulfonated acetophenone – formaldehyde resin as superplasticizer. Cement and Concrete Composites. 2010. V. 32. I. 5. P. 392–397.

9. Состав бетонной смеси для получения высокопрочного торкрет-бетона мокрым способом: пат. № 2658076 С2 Рос. Федерация, МПК C04B 28/04, C04B 14/06, C04B 18/14: № 2016133411 / А. С. Тарасов, Н. Н. Ярош, И. М. Баранов [и др.]; заявл. 12.08.2016; опубл. 19.06.2018.

REFERENCES

1. Evdokimov S.V., Orlova A.A. Analysis of the Operation of Mechanical Equipment during the Operation of Hydro Engineering Facilities of HPP. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 51–55. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.03.7
2. Andreev S.Yu., Stepanov S.V., Knyazev A.A. New Technology of Increasing the Operation of Local Sewage Treatment Facilities, Providing Electric Activation Treatment of Alkaline Process Solutions. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 4, pp. 4–10. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.1
3. Chulimova T.V., Strulev S.A. Biostability of epoxy polymer concrete. *Tochnaia nauka* [Exact Science], 2017, no. 11, pp. 32–35. n(in Russian)
4. Primin O.G., Ten A.E., Gromov G.N. Application of polymer concrete for corrosion protection of sewer collectors. *Ekologia i promishlennost' Russia* [Ecology and industry of Russia], 2019, no. 5, pp. 4–9. (in Russian) DOI:10.18412/1816-0395-2019-5-4-9
5. Karabaev N. T., Nurpeisov S. K., Uyzbaev M. M. Composite materials based on epoxy resins and technogenic waste for hydraulic engineering construction. *Mechanika i tehnologii* [Mechanics and technology], 2018, no. 1, pp. 116–122. (in Russian)
6. Kondratyeva N.V., Alfimenkova A.Y. Research on ways to increase the corrosion resistance of reinforced concrete structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2020, no. 1(38), pp. 16–23. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.3
7. Kondratyeva N.V., Alfimenkova A.Yu. Study of methods for increasing the corrosion resistance of reinforced concrete structures. Part 2. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2020, no. 3(40), pp. 15–20. (in Russian) DOI 10.17673/Vestnik.2020.03.3
8. Mahmoud A.A.M., Shehab M.S.H., El-Dieb A.S. Concrete mixtures incorporating synthesized sulfonated acetophenone – formaldehyde resin as superplasticizer. *Cement and Concrete Composites*. 2010. V. 32. I. 5. P. 392–397.
9. Tarasov A.S., Yarosh N.N., Baranov I.M. *Sostav betonnoy smesi dlya polucheniya vysokoprochnogo torkret-betona mokrym sposobom* [Composition of the concrete mixture for producing high-strength shotcrete concrete using the wet method]. Patent RF, no. 2016133411, 2016.

Об авторах:

ТЕСТОВ Сергей Анатольевич

генеральный директор

ООО «НПП Кварцит»

445028, Россия, г. Тольятти, ул. б-р Королева, 13

E-mail: s.testov64@bk.ru

САМОЙЛОВ Егор Константинович

технолог

ЗАО «Химсинтез»

446100, Россия, г. Чапаевск, ул. Производственная, 4

E-mail: samoylov.egor2017@mail.ru

ДЕМИДОВ Роман Владимирович

старший преподаватель, заведующий лабораторией кафедры производства строительных материалов, изделий и конструкций

Самарский государственный технический университет

443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: drv782010@mail.ru

ЛЕЩЕНКО Любовь Дмитриевна

младший научный сотрудник института

по проектированию и изыскательским работам

Самарский государственный технический университет

443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: Ld@samgtu.ru

TESTOV Sergey An.

General manager

ООО «NPP Kvartzit»

445028, Russia, Tolyatti, Koroleva b-r, 13

E-mail: s.testov64@bk.ru

SAMOILOV Egor K.

Technologist

JSC «Khimsintez»

446100, Russia, Chapayevsk, Production st., 4

E-mail: samoylov.egor2017@mail.ru

DEMIDOV Roman V.

Senior Lecturer, Head of Laboratories of the Production of Building Materials, Products and Structures Chair

Samara State Technical University

443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

E-mail: drv782010@mail.ru

LESHCHENKO Lyubov D.

Junior Researcher of the Institute for Design and Survey Work

Samara State Technical University

443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

E-mail: Ld@samgtu.ru

Для цитирования: Тестов С.А., Самойлов Е.К., Демидов Р.В., Лещенко Л.Д. Исследование свойств торкрет-бетона модифицированного добавкой АЦФ-75 // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 2. С. 51–57. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.02.07.

For citation: Testov S. A., Samoilov E. K., Demidov R.V., Leshchenko L. D. Investigation of the properties of shotcrete modified with the additive ACF-75. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 2, pp. 51–57. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.02.07.