

УДК 699.822

О. В. Бурлаченко^а, О. П. Радченко^а, Д. П. Клочков^а, В. А. Радченко^б

^а *Волгоградский государственный технический университет*

^б *МОУ «Лицей № 10»*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ, ПОВЫШАЮЩИХ ГИДРОИЗОЛЯЦИЮ БЕТОННОЙ СМЕСИ

В статье приводится информация о проблемах воздействия влажной среды на строительные сооружения, причинах появления гидроизоляции. Определены основные свойства гидроизоляционных материалов. Показан процесс функционирования такого гидроизоляционного материала, как «Кальматрон».

Ключевые слова: гидроизоляция, строительство, бетонные составы, химические добавки, гидроизоляция проникающего действия.

Гидроизоляция долго оставалась слабым местом в строительстве, потому что влияние воды на здания было малозаметным и происходило преимущественно под землей. Здания часто строились без подвалов или просто с подпольем, ничего лучше, чем глиняный замок, долго не знали, а разрушающую роль влаги недооценивали из-за медленности процесса. Вопросы по защите конструкций от воды не имели решающего значения, фундаменты каменных сооружений строились часто из известняка или кирпича, имевших значительный запас по прочности; для деревянных домов просто меняли нижние сгнивающие венцы или подкладки-лежни, в некоторых случаях избы ставились на кирпичные столбы или ленты, а до тех пор, пока не существовало битумных материалов, перед фундаментом делали защитную стену из жирной глины или из любой другой, которую находили поблизости: это затрудняло приток воды в подвалы городских зданий, монастырей и других сооружений [1—4].

Устройство изоляции из глины просуществовало до 1960-х гг., но ее применение было ограничено, допускалось устраивать основания под полы и отмостки с целью защиты от капиллярного поднятия влаги по порам или минимального напора от ливневых дождей. Глину во всех случаях использовали слегка увлажненной, мяти и укладывали вокруг подпола или фундамента, толщина слоя могла быть любой, обычно от 20 см и более. Недостатком глины было то, что она могла удерживать воду только за счет ее связывания; когда наступал предел насыщения во время продолжительных дождей, влага начинала проникать в здание. Тем не менее этот способ был достаточно эффективен, дешев и прост, небольшой потоп был редким и терпимым явлением. В настоящее время глина используется крайне редко, только в деревнях при устройстве подполюя.

Цементные растворы долгое время оставались дефицитом и использовались для заливки бутовых камней в фундаментах, где они играли роль связующую, но не гидроизоляционную. Цементная штукатурка с повышенным содержанием цемента (например 1,0 : 1,5 или 1 : 2 к песку по массе) использовалась для защиты фундаментов, а торкрет-штукатурка применялась для сооружений со значительным напором воды. Из-за дороговизны цемента оба

вида изоляции применялись редко, со временем цементная штукатурка была улучшена добавлением в нее церезита, пуццолана, жидкого стекла и полимеров в период 1940—1980-х гг., а метод торкретирования используется до сих пор. Специальные водостойкие добавки привели к значительному развитию этой защиты, и сейчас она стала одной из самых распространенных при устройстве бассейнов и резервуаров для воды, поскольку является наименее вредной и наиболее эффективной.

В том виде, в котором мы привыкли ее видеть, гидроизоляция появилась в начале XX века, когда из дегтя научились получать битум, обладающий выдающимися гидроизоляционными характеристиками, но его прочность была недостаточной для самостоятельного использования. В результате появилась первая рулонная гидроизоляция, состоящая из битума и армирующего материала (ветошь, бумага или джут) [5—7].

После ряда экспериментов был разработан материал, который мы знаем как битумную мастику. С помощью введения определенных добавок удалось получить достаточно прочный материал, чтобы его можно было наносить непосредственно на обрабатываемую поверхность. Одновременно с этим, начиная с 1950-х гг., велась разработка проникающей гидроизоляции, которая также получила широкое распространение.

В настоящее время в связи с разработкой различных химических добавок, позволяющих улучшить свойства бетонной смеси, технологические процессы строительного производства можно проводить более оптимальными методами [8—10].

Бетон используется при строительстве практически всех зданий и сооружений. В чистом виде этот универсальный материал имеет много недостатков: он неравномерно усаживается, из-за пористой структуры разрушается под воздействием влаги, атмосферных соединений и химикатов. Устранить подобные дефекты помогают полимерные водоотталкивающие добавки для бетона, которые улучшают гидроизоляционные характеристики материала, повышают его прочность и долговечность.

Коррозия бетонных конструкций возникает вследствие агрессивных внешних воздействий, таких как:

- температурные перепады (циклы заморозки/оттаивания);
- высокий уровень влажности воздуха;
- атмосферные соединения (сульфаты, хлориды, карбонаты);
- химикаты (щелочи, кислоты);
- непосредственный контакт с водой.

Гидроизоляционные добавки в бетонную смесь вводятся на стадии приготовления строительного раствора и меняют структуру готовой конструкции с пористой на монолитную. Благодаря снижению числа микроскопических капилляров бетон приобретает устойчивость к разрушительному воздействию воды, которая даже при контакте с поверхностью не будет впитываться в конструкцию. Кроме того, химические добавки в цементобетон повышают прочность материала на 30 % и улучшают его морозостойкость, защищают от коррозии арматурные элементы, увеличивают срок службы зданий и сооружений [11—14].

Так, рассмотрим процесс добавления в бетонную смесь специальной добавки, заменяющей процесс нанесения гидроизоляции на бетонную основу.

Гидроизоляционные добавки в бетон предназначены для поднятия гидроизоляционных свойств его внутреннего массива в целях снижения показателей водопоглощения. Их действие во время эксплуатации в динамическом режиме уменьшает структурную пористость камня, заполняя трещины, пустоты, капилляры кристаллами (нерастворимыми в воде), которые разрастаются тем больше, чем дольше и сильнее действует влага (рис. 1) [15—17].

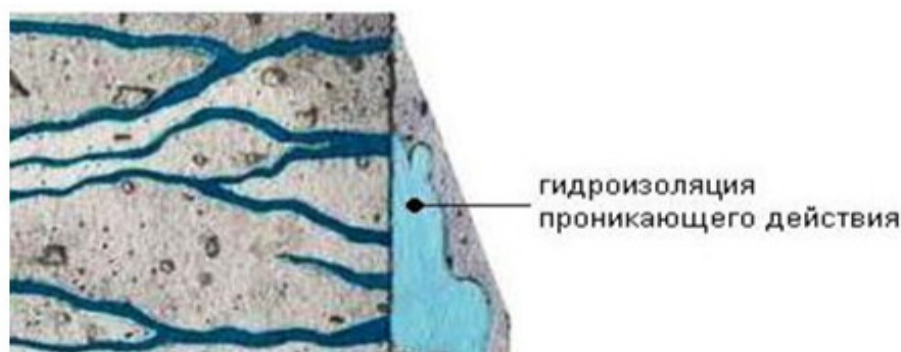


Рис. 1. Принцип работы гидроизоляции проникающего действия

Как видно из рис. 1, гидроизоляционная добавка не дает влаге проникнуть в бетон и тем самым пагубно повлиять на его свойства при эксплуатации. Таким образом, добавки создают условия, чтобы камень не пропускал влагу внутрь¹ [18].

Рассмотрим такую гидроизоляционную добавку, как «Кальматрон». Это система составов для ремонта и гидроизоляции конструкций, обеспечивающая надежную защиту бетона, железобетона и других капиллярно-пористых строительных материалов от воздействия воды и агрессивных сред. Материалы производятся в виде сухих смесей и состоят из портландцемента, сухого очищенного фракционного кварцевого песка, а также комплекса химически активных минеральных добавок.

Применяется для гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций, сооружений, емкостей, в том числе контактирующих с питьевой водой. «Кальматрон» применяют для гидроизоляции поверхностей, имеющих поры, трещины с шириной раскрытия до 0,4 мм [19—21].

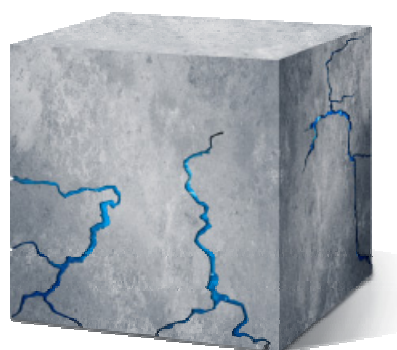
Процесс добавления «Кальматрона» в бетонную смесь и последующее ее приготовление можно рассмотреть на рис. 2.

Базовый проникающий состав «Кальматрон» разработан в соответствии с ГОСТ 34669—2020 и предназначен для защиты конструкций от коррозии и от фильтрации воды. В результате химической реакции и осмотического давления происходит глубокая диффузия [22] в саму структуру бетона компонентов материала с заполнением капилляров, пор и микротрещин конструкций образующимися кристаллогидратами (рис. 3).

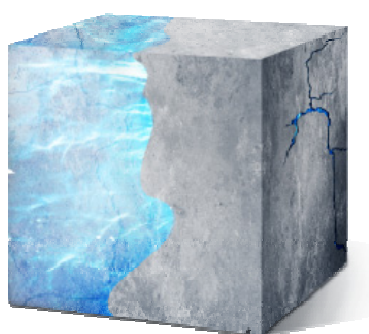
¹ URL: <http://strport.ru>.
URL: <http://rastroy.ru>.
URL: <http://izolyar.com>.



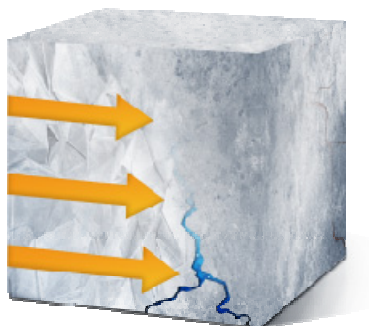
Рис. 2. Процесс получения бетонной смеси с гидроизоляционными добавками



1. Разрушение пропитанного водой бетона. Через микротрещины и капилляры материала влага извне проникает в структуру конструкций



2. Движение частиц «Кальматрона». Находясь в бетоне, активные компоненты вещества начинают двигаться через его поры



3. Начало кристаллизации. Проникнув вглубь материала, активные компоненты «Кальматрона» превращаются в кристаллы, заполняя тем самым свободное пространство



4. Окончательная кристаллизация. В порах и трещинах бетона активные частицы кристаллизуются, тем самым закупоривая все возможные пути для проникновения воды

Рис. 3. Процесс заполнения пор и капилляров составом «Кальматрон»

В табл. 1 представлены основные показатели добавки, позволяющие судить о ее механических характеристиках, а также о расходе для последующего использования в технологии строительного производства.

Таблица 1

Основные показатели добавки

Внешний вид	Порошок серого цвета
Влажность	Не более 0,3 % масс.
Насыпная плотность	1150 ± 100 кг/м ³
Расход на 1 м ³ бетона*	10 кг/м ³
Расход добавки к весу цемента	2,6 %
Повышение марки водонепроницаемости бетона	2...4 ступени
Повышение прочности бетона	На 20 %
Повышение марки бетона по морозостойкости	Не менее 100 циклов
Ультрафиолет	Не влияет
Применение для резервуаров с питьевой водой	Допускается
Кислотность среды применения	3...11 pH

Примечание: * — оптимальное количество добавки в бетон 10 кг/м³ независимо от марки бетона и расхода вяжущего.

В ходе проведенных испытаний получены значения, позволяющие рекомендовать данную гидроизоляционную добавку для добавления в бетонную смесь с целью улучшения ее гидроизоляционных свойств² [23]. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения водонепроницаемости бетона

Образец	Давление воды, при котором не наблюдалось просачивание воды сквозь образец, МПа	Глубина просачивания воды на момент снятия образцов с испытаний, см	Марка бетона по водонепроницаемости
С добавкой «Кальматрон»	2,0	0,5	W20
№ 2	2,0	1,5	W20
№ 3	2,0	1,3	W20
№ 4	2,0	1,7	W20

Таким образом, гидроизоляционный материал «Кальматрон» повышает водонепроницаемость бетона, защищают его от воздействия природных и техногенных сред, повышают прочность и износостойкость железобетонных конструкций на объектах промышленного, гражданского и военного назначения.

² ГОСТ 34669—2020. Смеси сухие строительные гидроизоляционные проникающие на цементном вяжущем. М. : Стандартинформ, 2020.

ГОСТ 31357—2007. Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. М. : Стандартинформ, 2008.

ГОСТ 31384—2017. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. М. : Стандартинформ, 2018.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клочков Д. П., Радченко О. П., Ляшенко А. А. Assessment of the technical conditions of buildings and structures using BIM technology // AIP Conference Proceedings. Vol. 2647 : II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education (ASEDU-II-2021), Krasnoyarsk, Russian Federation, Oct. 28, 2021 / Eds.: I. Kovalev, A. Voroshilova. AIP Publishing, 2022. DOI: 10.1063/5.0105951. URL: <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/12.0012304>.
2. Гидроизоляция ограждающих конструкций промышленных и гражданских сооружений : справ. пособие / Под ред. В. С. Искрина. М. : Стройиздат, 1975.
3. Попченко С. Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. Л. : Стройиздат : Ленингр. отделение, 1981.
4. Юхневский П. И. Строительные материалы и изделия : учеб. пособие. Минск : Технопринт, 2004.
5. Азизов Д. И., Клочков Д. П., Радченко О. П., Лукьяница С. В. Исследование строительных конструкций существующих зданий, различного технологического состояния, с целью определения области их вторичного использования // Инженер. вестн. Дона. 2021. № 4.
6. Zhang Futao, Fang Shaoming. Gongyeshui chuli // Ind. Water Treat. 2003. No. 6. Pp. 25—27.
7. Safranek H. Time is running out // Plat. And Surf. Finish. 1988. Pp. 16—20.
8. Mikula R. J., Munoz V. A. Characterization of Demulsifiers in Surfactants, Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry / Ed. L. L. Schramm. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2000. Pp. 51—78.
9. Daley J. A Geological “Orrery” Could Reveal Planetary Dynamics in Deep Time // Scientific American. 2019. Apr. 9. Pp. 78—85.
10. Farajzadeh M. A., Monji A. B. Adsorption characteristics of wheat bran towards heavy metal cations // Separ. and Purif. Technol. 2004. Vol. 38. No. 2. Pp. 197—207.
11. Nalco Chemical Company / Ed. Frank N. Kemmer. McGraw-Hill, 2001. P. 65.
12. Enhanced sonocatalytic degradation of azo dyes by Au/TiO₂ / Y. Shang, D. Zhao, Sh. Ma, C. Chen, J. Zhao // Environmental Science and Technology. 2008. Vol. 42. No. 16. Pp. 173—178.
13. Бадьин Г. М. Справочник строителя-технолога. СПб., 2005.
14. Байер В. Е. Материаловедение для архитекторов, реставраторов, дизайнеров : учеб. пособие. М., 2005.
15. Основин В. Н., Шуляков Л. В., Дубяго Д. С. Справочник по стройматериалам : учеб. для вузов. М., 2007.
16. Клочков Д. П., Радченко О. П., Ляшенко А. А., Поздняков А. П. BIM-технологии в строительстве // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 7—8 дек. 2021 г. : в 2 ч. Ч. 1 / Гл. ред. О. В. Бурлаченко. Волгоград : ВолГТУ, 2021. С. 170—174.
17. Попов К. Н., Каддо М. Б. Строительные материалы и изделия : учеб. М., 2002.
18. Рыбьев И. А. Строительное материаловедение : учеб. пособие для строит. спец. вузов. М. : Высш. шк., 2002. 701 с.
19. Козлов В. В., Чумаченко А. Н. Гидроизоляция в современном строительстве : учеб. пособие. М. : АСВ, 2003. 120 с.
20. Ярмоленко Н. Г., Искра Л. И. Справочник по гидроизоляционным материалам для строительства. 3-е изд. М., 1984. 120 с.
21. Новиков В. У. Полимерные материалы для строительства. М. : Высш. шк., 1995.
22. Протвинцев И. В., Бурлаченко П. Е., Ватажина В. И., Панкратов В. Ф. Гидроизоляционные, кровельные и герметизирующие материалы. М., 1963.
23. Клочков Д. П., Бурлаченко О. В., Радченко О. П. Организационно-технологические решения в строительстве : учеб. пособие. Волгоград : ВолГТУ, 2019. 128 с.

© Бурлаченко О. В., Радченко О. П., Клочков Д. П., Радченко В. А., 2023

Поступила в редакцию
в январе 2023 г.

Ссылка для цитирования:

Бурлаченко О. В., Радченко О. П., Клочков Д. П., Радченко В. А. Обеспечение условий, повышающих гидроизоляцию бетонной смеси // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 1(90). С. 106—113.

Об авторах:

Бурлаченко Олег Васильевич — д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологий строительного производства, зам. директора по научной работе, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ORCID: 0000-0003-1477-2709; burlachenkoov@vgasu.ru

Радченко Ольга Петровна — ассистент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; olga.radchenko.82@mail.ru

Клочков Дмитрий Петрович — канд. техн. наук, доц., Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; look_back_in@mail.ru

Радченко Виктория Андреевна — учащаяся, МОУ «Лицей № 10».

Oleg V. Burlachenko^a, Ol'ga P. Radchenko^a, Dmitrij P. Klochkov^a, Viktorija A. Radchenko^b

^a *Volgograd State Technical University*

^b *Lyceum 10*

PROVIDING CONDITIONS THAT INCREASE THE WATERPROOFING OF THE CONCRETE MIX

The article provides information about the problems of the impact of a humid environment on building structures, the reasons for the appearance of waterproofing. The main properties of waterproofing materials are determined. The process of functioning of such a waterproofing material as “Kalmatron” is shown.

Key words: waterproofing, construction, concrete compounds, chemical additives, waterproofing of penetrating action.

For citation:

Burlachenko O. V., Radchenko O. P., Klochkov D. P., Radchenko V. A. [Providing conditions that increase the waterproofing of the concrete mix]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2023, iss. 1, pp. 106—113.

About authors:

Oleg V. Burlachenko — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; ORCID: 0000-0003-1477-2709; burlachenkoov@vgasu.ru

Ol'ga P. Radchenko — Assistant, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; olga.radchenko.82@mail.ru

Dmitrij P. Klochkov — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; look_back_in@mail.ru

Viktorija A. Radchenko — Schoolchild, Lyceum 10, Volgograd