УДК 691.31

М.В. КОРНЕВ, канд. техн. наук, заместитель директора по научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе (apsi2011@yandex.ru), Т.П. КОРНЕВА, старший мастер кирпичного цеха
ООО «Силикатстрой» (606000, Нижегородская обл., г. Дзержинск, просп. Ленина, 111)

# Стойкость силикатных материалов в воде и агрессивных средах

В ряде российских нормативно-технических документов наложен запрет на использование силикатных изделий в фундаментах, подвалах и цоколях зданий и сооружений, а также в помещениях с влажным и мокрым режимом (СП 15.13330, СП 28.13330, СП 70.13330). Данные ограничения отчасти справедливы по отношению к продукции 50–70-х гг. XX века. В последние десятилетия усовершенствовалась технология производства и произошло значительное повышение качества выпускаемых изделий. Опыт применения силикатных материалов в условиях воздействия влаги во многих странах Западной Европы (Германия, Нидерланды, Швейцария, Австрия) ставит под сомнение справедливость ограничения их области применения. Поэтому Ассоциацией производителей силикатных изделий поставлена задача доказать или опровергнуть суждение о разрушении и потере потребительских свойств силикатных материалов при нахождении в воде и под действием раствора солей.

**Ключевые слова:** силикатные изделия, силикатный кирпич, водостойкость, коэффициент размягчения.

M.V. KORNEV, Candidate of Sciences (Engineering), Deputy Director for research and development (apsi2011@yandex.ru),
T.P. KORNEVA, Chief Foreman of Brick Shop
OOO «Silikatstroy» (111 Lenina Avenue, 606000 Dzerzhinsk, Nizhny Novgorod Oblast, Russian Federation)

## Resistance of Silicate Materials in Water and Aggressive Media

In a number of Russian normative-technical documents there is a prohibition against the use of silicate products in foundations, basements and socles of buildings and structures as well as in premises with humid and wet conditions (SP 15.13330, SP 28.13330, SP 70.13330). These limits are partly correct with regard to products of 50–70th of the XX century. During the last decades the technology of production was enhanced and the quality of manufactured products was significantly improved. The experience in the use of silicate materials under moisture impact in many countries of the West Europe (Germany, Netherland, Swiss, Austria) calls into question the fairness of limitation of their application. That's why the Association of silicate products manufacturers sets the task to prove or disprove the proposition that silicate materials, when they are in water or under impact of salt solution, are destroyed or lose their consumer properties.

**Keywords:** silicate products, silicate brick, water resistance, softening coefficient.

Важнейшие свойства строительных материалов определяют области их применения. Только глубокое и всестороннее знание свойств материалов позволяет рационально и в техническом, и в экономическом отношении выбрать материал для конкретных условий использования. Долговечность и химическая стойкость материалов непосредственно связаны с величиной затрат на эксплуатацию зданий и сооружений.

Нередко суждения о нестойкости силикатного кирпича в воде являются аргументом в конкурентной борьбе производителей стеновых материалов. Действительно, в ряде российских нормативно-технических документов наложен запрет на использование силикатных изделий в фундаментах, подвалах и цоколях зданий и сооружений, а также в помещениях с влажным и мокрым режимом (СП 15.13330, СП 28.13330, СП 70.13330). Данные ограничения отчасти справедливы по отношению к продукции 50–70-х гг. XX века. Последние работы [1] по изучению действия воды и солевых растворов на образцы из силикатного бетона относятся к 70-м гг. прошлого столетия. Но с течением времени усовершенствовались технологии, улучшилась культура производства, произошло значительное повышение качества выпускаемых изделий. Кроме того, богатый опыт применения силикатных материалов в условиях воздействия влаги во многих передовых западных странах (Германия, Нидерланды, Швейцария, Австрия) ставит под сомнение справедливость ограничения их области применения.

Поэтому поставлена задача доказать или опровергнуть суждение о разрушении и потере потребительских свойств силикатных материалов при нахождении в воде и под действием раствора солей. Подобные исследования водостойкости силикатных изделий проводились другими членами Ассоциация производителей силикатных изделий: ООО «Инвест-силикат-строй-сервис» (Тюменская обл.), ОАО «Ярославский завод силикатного кирпича», ЗАО «Тверской комбинат строительных материалов № 2», ОАО «Павловский завод» (Ленинградская обл.) [2].

Водостойкость материалов характеризуется коэффициентом размягчения (отношение предела прочности при сжатии материала, насыщенного водой, к пределу прочности при сжатии в сухом состоянии). Материалы с коэффициентом размягчения 0,8 и более относят к водостойким. Следует отметить, что данный показатель для силикатного и керамического кирпича не нормируется. Коэффициент размягчения после 48 ч водонасыщения кирпича различной плотности в сухом состоянии составил:

$K_р$ = 1,01 образцов плотностью 1850 кг/м$^3$;
$K_р$ = 0,89 образцов плотностью 1800 кг/м$^3$;
$K_р$ =0,83 образцов плотностью 1760 кг/м$^3$.

**Рис. 1.** Выдерживание образцов в воде и солевом растворе

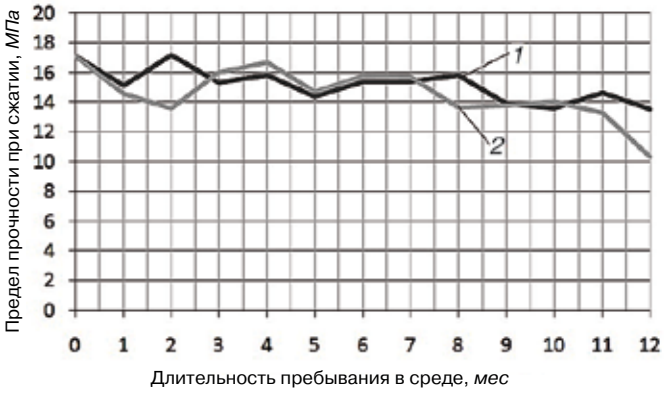


**Рис. 2.** Зависимость прочности образцов от времени пребывания: *1* – после выдерживания в артезианской воде; *2* – после выдерживания в солевом растворе

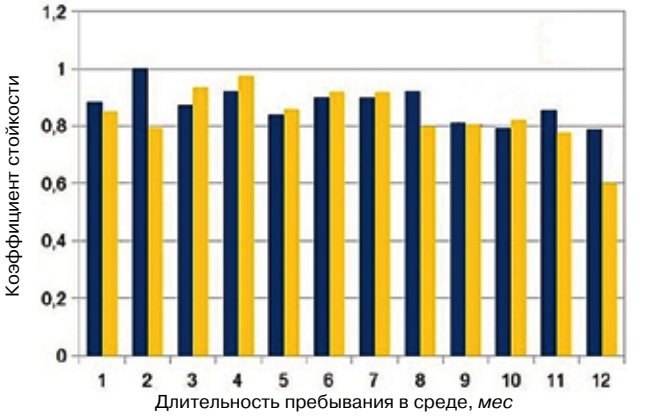


**Рис. 3.** Коэффициент стойкости образцов: ■ – после выдерживания в артезианской воде; ■ – после выдерживания в солевом растворе

Коэффициент размягчения не дает полной картины динамики изменения прочностных показателей. Прежде всего интересует процесс изменения прочностных характеристик во времени, причем в долгосрочном периоде, т. е. при длительном воздействии воды и растворов солей на образцы. В течение года на заводе ООО «Силикатстрой» проводились исследования современных силикатных изделий, находившихся в артезианской воде и солевом растворе.

В качестве образцов для исследования были отобраны полнотелые кирпичи высотой 88 мм с наименьшей плотностью 1760 кг/м$^3$ (масса 4,64 кг), сформованные на германском прессе двухстороннего сжатия KSP-801. Средний предел прочности при сжатии составил 17,1 МПа. Образцы выдерживали в емкостях из легированной стали. Уровень жидкости поддерживали выше изделий (рис. 1).

В одной емкости образцы находились в артезианской воде из заводской скважины. Химический состав извлекаемых вод характеризуется повышенным содержанием сульфатов (до 900 мг/л), общей жесткостью (до 22,5 ммоль/л), общей минерализацией (1,5–1,7 г/л). В другой – в солевом растворе грунтовых вод, содержащих 3,7 г/л $MgSO_4$, 2,5 г/л $Na_2SO_4$, 6 г/л NaCl. Данный состав имитирует соленые сульфатсодержащие грунтовые воды. Ежемесячно определяли массу образцов, предел прочности при сжатии, оценивали внешний вид.

Степень снижения несущей способности кладки при увлажнении зависит от различных факторов, среди которых фактическая влажность, вид камня и раствора, их начальная прочность и др. В соответствии с требованиями ГОСТ 8462–85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе» для определения прочности материалов каменной кладки образцы перед испытанием должны быть высушены. Поэтому при обследовании конструкций прочность материалов определяется в условиях, не соответствующих действительным. Пренебрежение влажностью приводит к ошибочным результатам и завышению прочности. Испытания образцов проводили во влажном состоянии (рис. 2). Определяли коэффициент стойкости как отношение прочности до испытания в сухом состоянии и после испытания во влажном $K_c=R_{нас}/R_{сух}$.

После года пребывания в воде и солевом растворе образцы соответствуют ГОСТ 379–95 и новому ГОСТ 379–2015 как по внешнему виду, так и по прочностным показателям.

Изменение плотности образцов не коррелируется с изменением их прочности.

Установлено, что прочность образцов (коэффициент стойкости) (рис. 3), находившихся в воде месяц, снижается, затем восстанавливается до первоначальной, далее уменьшается, а после пяти месяцев увеличивается. После восьми месяцев наблюдается снижение прочности, но далее вновь следует небольшое восстановление. Прочность образцов, подвергшихся воздействию солевого раствора, снижается первые два месяца, далее возрастает почти до начальной, последующие месяцы наблюдается ее постепенное снижение. После восьми месяцев стабилизируется и заметно снижается на двенадцатом месяце. После года непрерывного пребывания в артезианской воде и растворе солей прочность образцов снижается на 21 и 40% соответственно.

Коэффициент стойкости силикатных материалов 0,79 в артезианской воде следует признать достаточно высоким. Образцы большей начальной плотности с большой долей вероятности покажут лучший результат. Даже коэффициент 0,6 в растворе солей можно считать удовлетворительным. В реальных условиях практически исключено воздействие столь агрессивной среды на части здания, даже ниже нулевого цикла, в течение такого длительного времени. К тому же другие материалы, например керамика и обычный бетон, тоже нельзя считать абсолютно неподверженными коррозии и разрушению при длительном воздействии агрессивных сред.

Таким образом, силикатные материалы обладают достаточной стойкостью к минерализованным грунтовым водам. Подтверждением служит анализ имеющихся данных, проведенный НИИЖБ им. А.А. Гвоздева (Технический отчет НИИЖБ им. А.А. Гвоздева «Анализ технической документации по применению и испытанию силикатного кирпича и разработка предложений для внесения изменений в СП 15.13330.2012», Москва, 2014), и письмо ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (Письмо ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко № 4–1422 от 20.10.2014, о возможности использования в практике строительства силикатных изделий в помещениях с влажным и мокрым режимом эксплуатации для кладки наружных и внутренних стен подвалов, цоколей и фундаментов при выполнении определенных мероприятий). Данные положения будут закреплены в актуализированной редакции СП 15.13330.

**Список литературы**

1. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М.: Стройиздат, 1982. 384 с.
2. Черепанов В.И., Некрасова Е.В., Черных Н.А., Панченко Ю.Ф. Водостойкость силикатного кирпича // *Строительные материалы*. 2013. № 9. С. 10–11.

**References**

1. Khavkin L.M. Tekhnologiya silikatnogo kirpicha [Technology of sand-lime brick]. Moscow: Stroiizdat. 1982. 384 p.
2. Cherepanov V.I., Nekrasova E.V., Chernykh N.A., Panchenko Yu.F. Waterproofness of Silicate Brick. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 9, pp. 10–11. (In Russian).