

А.с. 924010 СССР. МКИ. С04В 33/00; С04В 35/16. Шихта для изготовления химически стойких изделий. / Т.В.Басалкевич, Л.П.Черняк //Открытия. Изобретения.-1982.-№16.-С.106.

А.с.1211241. СССР. МКИ. С04В 33/00. Керамическая масса для изготовления облицовочных плиток /Ф.М. Оруджев, М.А. Исмаилов, Э.В. Авалова и др.//Открытия. Изобретения.-1986.-№6.-С.116.

Соколов В.И. Талько-хлоритовые сланцы Карелии и пути их комплексного использования.- Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995.-126с.

## ANALYSIS OF SALT PATCHES ON BRICKWORK OF CONSTRUCTED BUILDINGS AND IDENTIFICATION OF CAUSES OF THEIR APPEARANCE

**V.P. Iljina<sup>1</sup>, P.A. Lozovik<sup>2</sup>, N.A. Efremenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Institute of Geology, KarRS RAS*

<sup>2</sup> *Institute of Northern Water Problems*

Brick mortar was tested to determine the causes of salt patches appearance on the brickwork of buildings. It was found that the mortars mixed in different seasons (February, April, May) had high content of calcium oxide (8.64-16.67%). High content of alkaline oxides (26.74%) and SO<sub>3</sub> (16.4%) was observed in salt patches. Salt patches appear due to the presence in the mortar of insoluble calcium carbonate and sodium sulfate as well as due to excess of moisture in the mortar and air.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОЛОВ НА КИРПИЧНОЙ КЛАДКЕ СТРОЯЩИХСЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

**В.П. Ильина<sup>1</sup>, [ivp@krc.karelia.ru](mailto:ivp@krc.karelia.ru), П.А. Лозовик<sup>2</sup>, Н.А. Ефременко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Институт геологии, Карельский научный центр РАН*

<sup>2</sup> *Институт водных проблем Севера, Карельский научный центр РАН.*

Одним из существенных недостатков строящихся, в настоящее время, жилых домов является возникновение на поверхности кирпичной кладки белых налетов - «высолов», портящих внешний вид здания. Высолы, на кирпичной кладке, образуются из водных растворов растворимых солей щелочных и щелочноземельных металлов, присутствующих как в глинистом сырье (кирпиче), и добавках, так и в минеральных вяжущих материалах (цемент, известь).

Цемент является одним из источников содержания щелочей (до 2,5%). Вносятся они в цемент с сырьевыми компонентами, с глиной, нефелиновым шламом, а также с минералами типа гидрослюда и полевои шпат. Соли K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> находятся в цементе преимущественно в свободном виде. При контакте с воздухом щелочи карбонизируются образуя высолы, состоящие из карбонатов калия и натрия. Карбонаты щелочных металлов вступают в обменные реакции с гидроксидом кальция, способствуя карбонизации цементных материалов. Количество щелочей в первый период гидратации для различных клинкеров колеблется в пределах от 7 до 42% от их общего количества.

Другой источник образования высолов – гидроксид кальция из состава гидратированного клинкера. Он выходит на поверхность материала и реагируя с углекислым газом воздуха образует выцветы.

Наибольшее количество щелочей содержат добавки – электролиты – ускорители твердения и морозостойкости бетона и кладочных растворов. Щелочи могут также находиться в пластифицирующих добавках, которые изготавливают из нерастворимых органических веществ путем сульфирования и последующей нейтрализации кислотой. Для этого используют гидроксид или карбонат натрия. В результате такой обработки органические вещества растворяются в воде. Образующийся при нейтрализации серной кислоты сульфат натрия может в холодное время года выпадать в осадок из раствора добавок, а затем в концентрированном виде попадать в растворные и бетонные смеси.

Практика строительства показывает, что в большинстве случаев кирпич, находящийся в штабелях на открытом воздухе и подвергающийся воздействию атмосферных осадков, не имеет высолов на поверхности. Их появление на кирпичной кладке чаще всего связано с проникновением в кирпич растворимых соединений из состава кладочных растворов. При этом большое значение имеет способность кирпича поглощать воду и переносить ее к испаряющей поверхности.

По химическому составу высолы подразделяются на несколько типов. Карбонатно-кальциевые состоят преимущественно из карбоната кальция, образующегося при выносе на поверхность бетона (раствора) гидроксида кальция и его карбонизации углекислым газом воздуха. Карбонатно-натриевые высолы образуются при выносе на поверхность гидроксида натрия и карбонизации его углекислым газом воздуха. Существуют сульфатно- натриевые ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) высолы, которые образуются при выносе на поверхность сульфата натрия и кристаллизации в виде кристаллогидрата сульфата натрия. Соль, содержащаяся в высолах, имеет многокомпонентный состав. Кроме карбонатов и сульфатов присутствуют хлориты, нитриты и другие ионы. В высолах встречаются соединения алюминия, кремния, магния, железа и ванадия. Это ведет к труднорастворимым выцветам.

*Испытание строительных растворов.*

Визуально определить природу солевых образований практически невозможно. Систематизация факторов, влияющих на образование высолов на поверхности кирпичной кладки, позволяет говорить о 16 наиболее важных причинах их возникновения в процессе возведения и эксплуатации зданий и сооружений. Наибольшая доля появляющихся высолов приходится на мигрирующие в каменной кладке растворимые продукты гидратации минеральных вяжущих веществ, которые присутствуют в компонентах кладочного раствора. Поэтому нами были выполнены испытания кладочных растворов, по известной методике определения образования высолов на поверхности бетона.

Из кладочных растворов с максимальным (февраль), средним (апрель) и минимальным (май) количеством противоморозной добавки (поташ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ), используемой на предприятии «Петрозаводскстрой», были изготовлены (в лаборатории «Петрозаводскстрой») образцы в виде кубиков размером 100 x 100 x 100 мм. Эти образцы были исследованы в Институте геологии на образование высолов.

После выдерживания образцов при отрицательной температуре (в морозильной камере) в течение 7 суток, а затем 7 суток хранения в нормальных условиях (при комнатной температуре), кубики на 3-5 см погружались в ванны с водой, причем каждый образец помещался в индивидуальную ванну. Наружная поверхность образцов обдувалась воздухом с температурой 20-25°C. В процессе испытания в воде проводился периодический (в течение 7 суток) осмотр поверхности образцов. Наличие высолов отмечалось визуально по появлению выцветов или налету соли.

В таблице 1 приведены результаты химических анализов кладочных растворов, изготовленных в условиях «Петрозаводскстрой».

Таблица 1

Химические составы кладочных растворов

Оксиды	Р-1 (февраль)	Р-3 (апрель)	Р-5 (май)
$\text{SiO}_2$	67,66	62,22	67,28
$\text{TiO}_2$	0,26	0,23	0,27
$\text{Al}_2\text{O}_3$	8,50	5,11	9,28
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1,47	1,59	1,27
FeO	0,72	0,43	0,72
MnO	0,046	0,054	0,048
MgO	1,12	1,12	1,12
CaO	10,53	16,67	8,64
$\text{Na}_2\text{O}$	2,33	1,22	2,69
$\text{K}_2\text{O}$	1,72	0,95	1,87
$\text{H}_2\text{O}$	0,92	1,67	1,26
П.п.п	4,58	8,24	5,08
$\text{SO}_3$	0,07	0,50	0,31
Сумма	99,93	100,0	99,84

По результатам химических анализов (табл. 1) видно, что растворы, приготовленные в разное время года (февраль, апрель, май) имеют высокое содержание оксида кальция (8,64-16,67%) по сравнению с щелочными оксидами ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  2,17-4,56 %) и  $\text{SO}_3$  (0,07-0,5%). В высолах наблюдается высокое содержание щелочных оксидов (26,74%) и  $\text{SO}_3$  (16,4%), что подтверждается данными химического анализа их вытяжек (табл. 2). Высокое содержание оксида кальция в строительных растворах (и их вытяжках, табл. 2) является причиной образования карбоната кальция, который также образует высолы на поверхности кирпичной кладки.

На образцах с максимальным содержанием поташа (февраль) наблюдается наибольшее, по сравнению с другими образцами, количество высолов в виде белого налета. Несмотря на то, что в летние месяцы поташ не добавляется в кладочные растворы на образцах, изготовленных в апреле и мае видны белые налеты высолов и выцветы.

Таблица 2

Результаты химического анализа вытяжек высолов и строительных растворов.

Показатель, мг/л	Проба 1 (высолы)	Проба 2 (зима)	Проба 3 (лето)
Калий	1200	11,3	7,2
Натрий	1750	83,1	9,6
Кальций	11,6	66,8	86,9
Сульфаты	4126	25,4	8,4
Карбонаты	58	163	194

Судя потому, что высолы образуются также на кладочных растворах приготовленных в летнее время года, без добавления поташа, можно предположить, что на появление высолов оказывают влияние нерастворимые соли карбоната кальция и сульфата натрия из кладочных растворов, а также избыточное количество влаги. Поэтому при затворении кладочного раствора водой необходимо учитывать количество воды, которое дополнительно привносится из влажного воздуха и атмосферных осадков. Избыток влаги способствует вымыванию минеральных солей и щелочей, содержащихся в цементе, на поверхность кладочного раствора, а затем и на поверхность кирпичной кладки.

Таблица 3

Обобщенные результаты лабораторных исследований проб воды (по данным водоканала г. Петрозаводска)

Показатели, мг/л	Состав воды	Величина допустимого уровня питьевой воды
Кальций	5,0	Не более 130
Магний	2,0	Не более 65
Железо общее (лето/ зима)	0,1 /0,7	Не более 0,3
Аммиак	<0,05-0,2	До 0,2
Хлориды (лето /зима)	11,0/ 5,0	Не более 350
Нитраты	0,2	Не более 45
Нитриты	Не обнаружены	До 3,0
Сульфаты	5,5-5,6	Не более 500
Щелочность (лето /зима)	0,4-0,28	Не нормир.
РН	6,0-7,0	6,0-9,0
Жесткость общая мг-экв. /л	0,43	Не более 7,0
Прозрачность	3,0	

По результатам, представленным в табл. 3 видно, что состав воды, применяемой для затворения бетонной смеси по всем показателям соответствует требованиям ГОСТ 23732 "Вода для бетонов и растворов" и не влияет на образование высолов на кирпичной кладке.

Для изготовления кладочного раствора на «Петрозаводскстрой» используется силикатный песок Сулажгорского месторождения. Песок кварц-полевошпатового состава, с высоким содержанием кремнезема и является химически устойчивой добавкой в щелочной среде. Щелочные оксиды находятся в кварц-полевошпатовом песке в виде анортита, микроклина. В песке не содержатся примеси, оказывающие влияние на образование высолов.

Для устранения появления высолов на поверхности кирпичной кладки строящихся жилых домов рекомендуется: уменьшить количество противоморозной добавки – поташа, применять другую добавку или совместно с поташом вводить такие добавки как СНВ, СПД, ГКЖ-94 или ПГЭН. При подборе добавки необходима повторная проверка кладочного раствора на образование высолов.

Удалить появляющиеся на поверхности затвердевшего раствора высолы можно путем 2-3 кратной поверхностной обработки конструкции 5-10%-ным водным раствором СДБ или эмульсии ГКЖ-94.