

**Кирпич глиняный как объект исследования:
элементный состав и структура материала**

Подовинников Михаил Александрович
Институт лесных, инженерных и строительных наук,
Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск, Россия

Аннотация. Цель работы: выполнить анализ элементного состава и структуры материала глиняных кирпичей. Объект исследования: материал кирпичей, имеющих возраст от трех до примерно 200 лет. Методами электронной микроскопии получены данные о влиянии элементного состава на качество кирпича. Сделан вывод, что этот состав зависит от технологии изготовления кирпичей и метода подготовки сырья для изготовления кирпича.

Ключевые слова: кирпич глиняный, долговечность, качество, структура материала, элементный состав, электронная микроскопия.

Clay brick as an object of study: the elemental composition and structure of the material

Podovinnikov Mihail
Petrozavodsk state university
Petrozavodsk, Russia

Tel: +7921-016-43-54
E-mail: misha.podovinnikov@yandex.ru

Abstract. Objective: to analyze the elemental composition and structure of the material clay bricks. Object of research: material bricks with age from three to about 200 years. By electron microscopy to obtain data on the impact of the elemental composition the quality the brick. It was concluded that this compound depends on the technology manufacturing bricks and raw material preparation method for the manufacture bricks.

Keywords: clay brick, durability, quality, material structure, elemental composition, and electron microscopy.

На протяжении последних десятилетий в мире происходят глобальные изменения, Летом 2014 года я нашел на своем приусадебном участке кирпич. Это был обычный красный кирпич, но на нем стояло клеймо «Тырловъ». Буква «Ъ» натолкнула меня на мысль о том, что кирпич старинный. Действительно, кирпичи с этим клеймом производились в период с 1893 по 1917 гг. на заводах Дмитрия Ивановича Тырлова-Жданкова (территория нынешней Ленинградской области). Удивителен тот факт, что кирпич, пролежавший под открытым небом достаточно продолжительное время, остался практически неповрежденным: отчетливо читается клеймо, видны все грани, лишь сколоты углы. Если рассматривать современный керамический кирпич ОАО «Керамика» (г. Витебск), то очевидно, что за несколько лет, проведенных под воздействием окружающей среды, кирпич превратится в крошку [4].

Возникло предположение, что причина разницы в качестве двух кирпичей заключается не только в технологии производства, но и в элементном составе. Поэтому 7 июня 2016 года в лаборатории Физико-технического института ПетрГУ под электронным микроскопом были исследованы образцы следующих кирпичей:

«Тырловь», современный кирпич 2013 года витебского производства, неизвестный старинный кирпич из деревни Погранкондуши, кирпич с клеймом двуглавого орла, старинный кирпич из села Горцы, кирпич из Петропавловской крепости, кирпич 19 века из разрушенного храма поселка Салми, кирпич из древнего поселения этрусков во Флоренции.

Микроскопическое исследование дает представление о процентном содержании таких элементов как углерод, кислород, железо, натрий, магний, алюминий, кремний, калий, кальций, фтор. В одном образце был обнаружен хлор. Содержание многих элементов объясняется очень легко. Так, углерод – признак органических соединений, которые, безусловно, содержатся в глине, натрий и магний получают после обжига в дровяных печах (это составляющие золы), железо в больших количествах содержится в воде, кремний – один из составляющих песка, алюминий – сопутствующий продукт глинозема.

Каждый из элементов показывается на изображении разным цветом. Кроме этого, разным цветом показаны раковины и неровности.

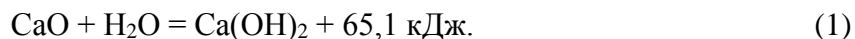
Но, несмотря на наличие элементов в образцах, везде их процентное содержание разное.

Сравнительный анализ элементов в химическом составе кирпичей приведен в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ элементов в химическом составе кирпичей

Элемент	Содержание элемента							
	Кирпич «Тырловь» (100-120 лет)	Кирпич Витебского производства (3 года)	Кирпич из п. Салми	Неизвестный кирпич из д. Погранкондуши (более 80 лет)	Кирпич с двуглавым орлом	Кирпич из села Горцы (около 200 лет)	Кирпич из Петропавловской крепости	Кирпич из древнего поселения этрусков во Флоренции
Углерод	4,59	6,61	2,96	4,11	6,32	4,56	8,51	3,75
Кислород	58,12	55,91	52,79	63,72	59,02	56,81	55,67	52,73
Натрий	1,54	0,59	2,31	3,34	1,85	1,13	1,42	1,43
Магний	1,21	1,3	1,24	1,30	1,20	1,15	0,99	1,71
Алюминий	7,04	6,72	7,25	6,53	6,69	7,85	6,32	8,81
Кремний	22,41	21,19	25,11	18,97	20,77	21,31	21,58	22,44
Титан	0,24	0,25	0,62	0	0	0,44	0,23	0,38
Железо	2,46	3,13	4,22	0,62	1,53	3,27	2,52	6,01
Калий	1,75	2,02	2,18	0,86	1,66	2,02	1,82	1,77
Кальций	0,64	2,28	1,32	0,54	0,74	1,23	0,94	0,97
Хлор	0	0	0	0	0	0,23	0	0

Из таблицы видно, что в образце современного кирпича Витебского производства кальция больше всего. Кальций содержится в известняке, примеси которого имеются в глине. При обжиге кирпича возможна трансформация известняка в известь в форме окиси кальция. Примеси извести в глине нежелательны, поскольку известь является очень хорошим адсорбентом и активно поглощает влагу. В этот момент происходит так называемое гашение извести, которое описывается уравнением:



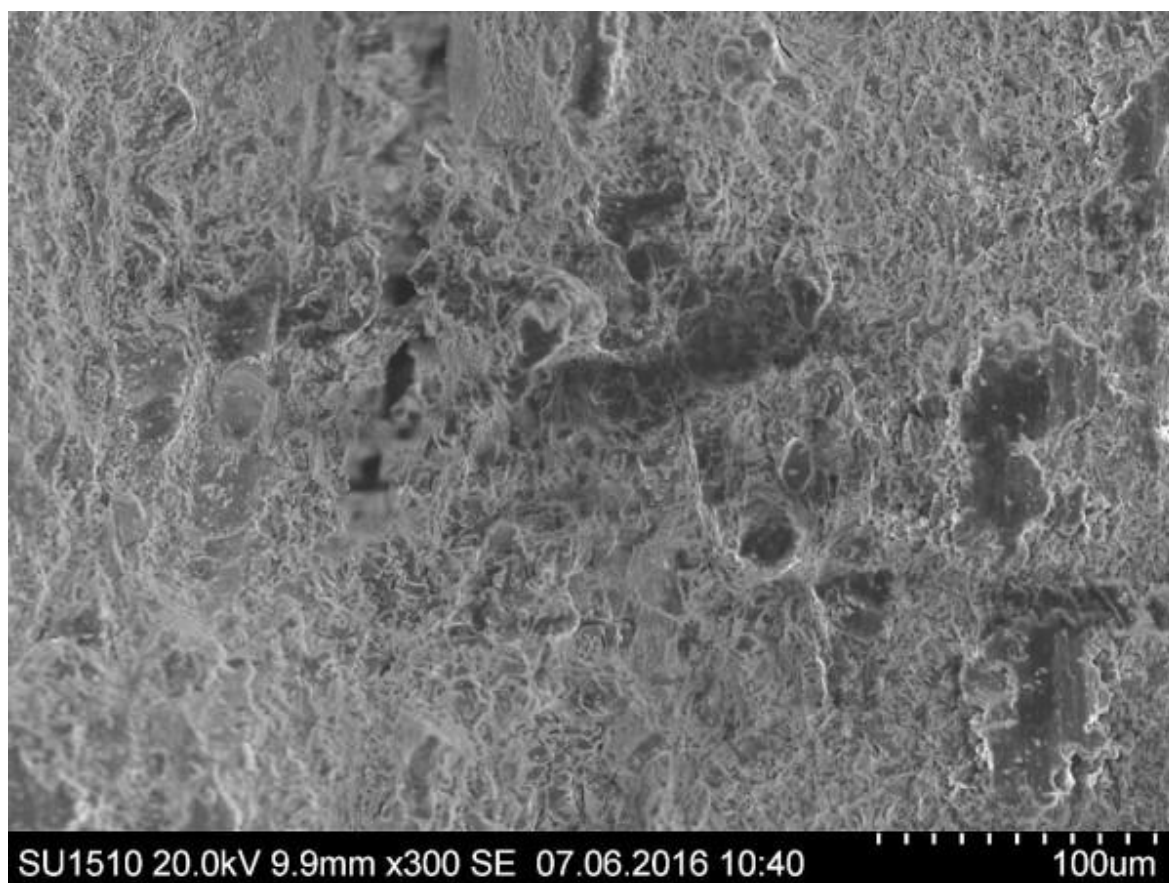
В момент гашения гранулы извести начинают разрываться на мелкие куски. По этой причине на измельчение извести не требуется внешнего воздействия. Именно это свойство отрицательно влияет на прочность кирпича.

Если в глине остались частицы известняка, то появляются так называемые «дутики» – известковые включения. Набрав воды в себя, они увеличиваются в объеме, тем самым разрушая кирпич, что выражается в появлении трещин и в откалывании частиц кирпича. Известковые включения нежелательны, что определено, например, в ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия», пункт 5.1.2: «На лицевых изделиях допускаются единичные вспучивающиеся (например, известковые) включения глубиной не более 3 мм, общей площадью не более 0,2% площади лицевых граней».

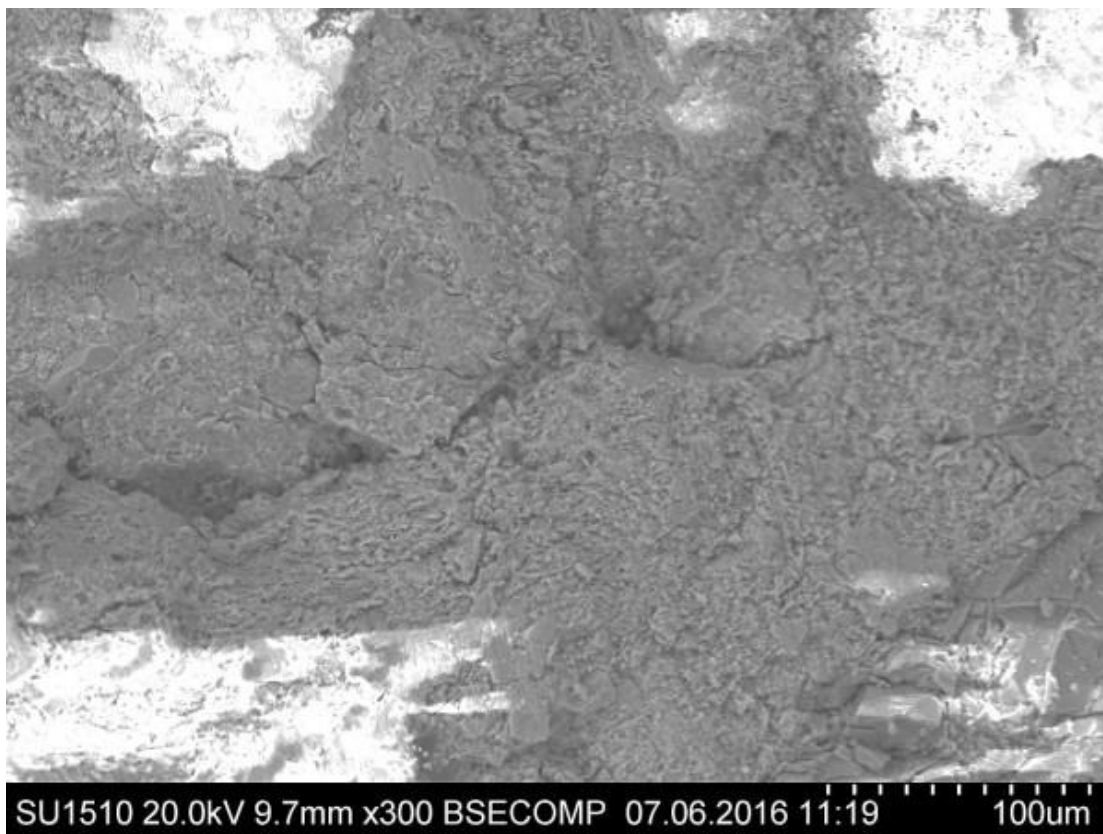
В старину глину выдерживали на воздухе, чтобы она уплотнилась. Вместе с этим, из глины удалялся лишний кальций.

Для анализа структуры материала кирпичей были исследованы их частицы методами электронной микроскопии. Данная часть исследования выполнена с участием Чугина Владимира Павловича на электронном микроскопе в лаборатории Физико-технического института Петрозаводского государственного университета.

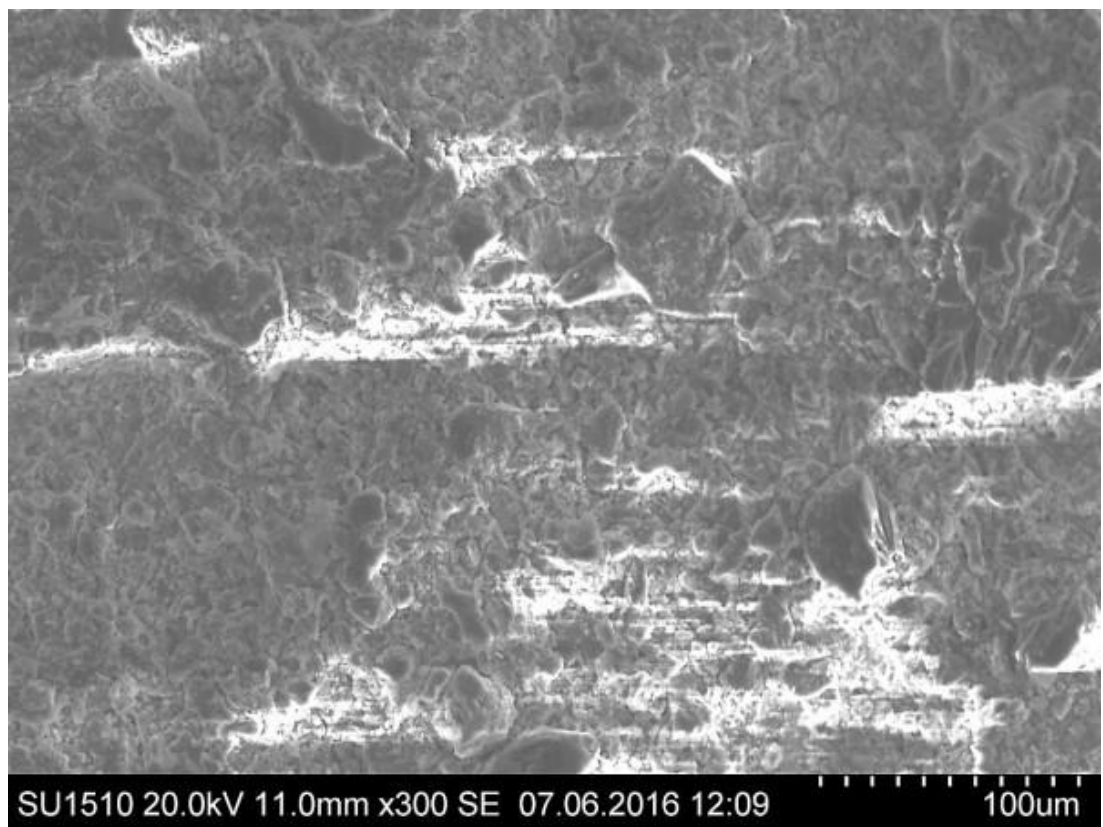
Ниже представлены снимки исследуемых образцов в трехсоткратном увеличении.



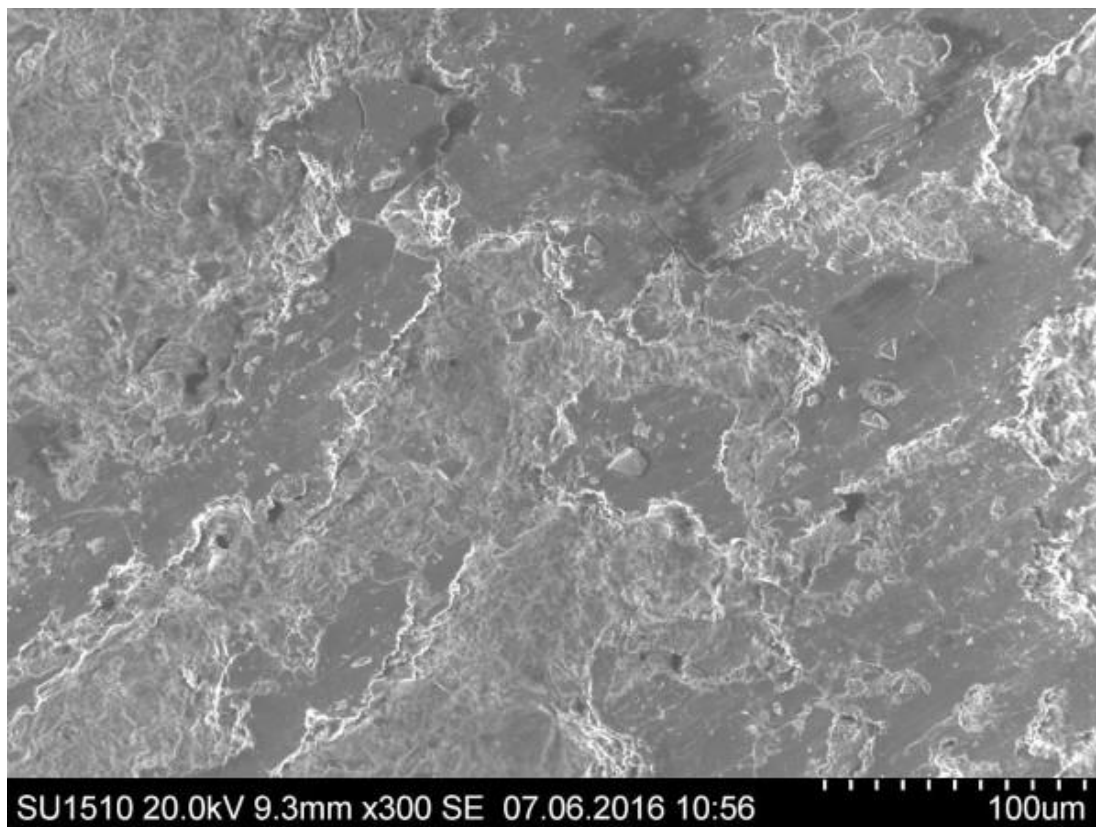
Снимок 1. Кирпич «Тырловъ»



Снимок 2. Современный кирпич



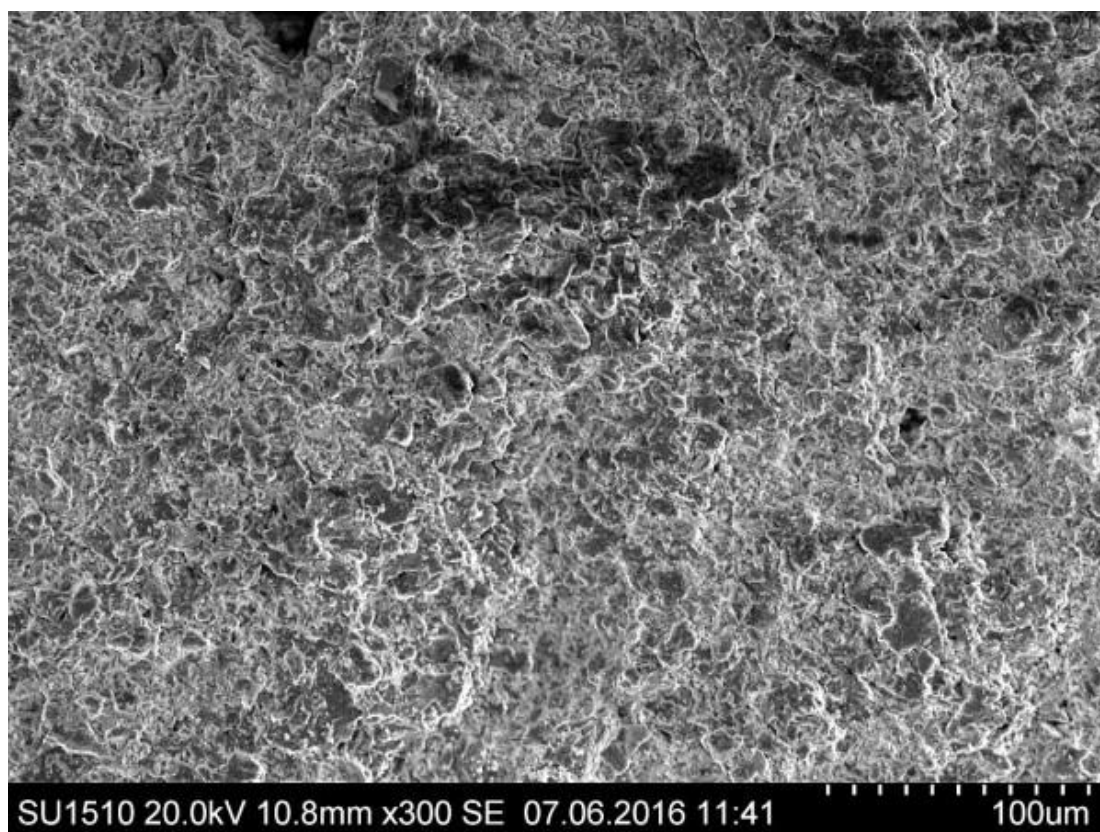
Снимок 3. Кирпич из п. Салми



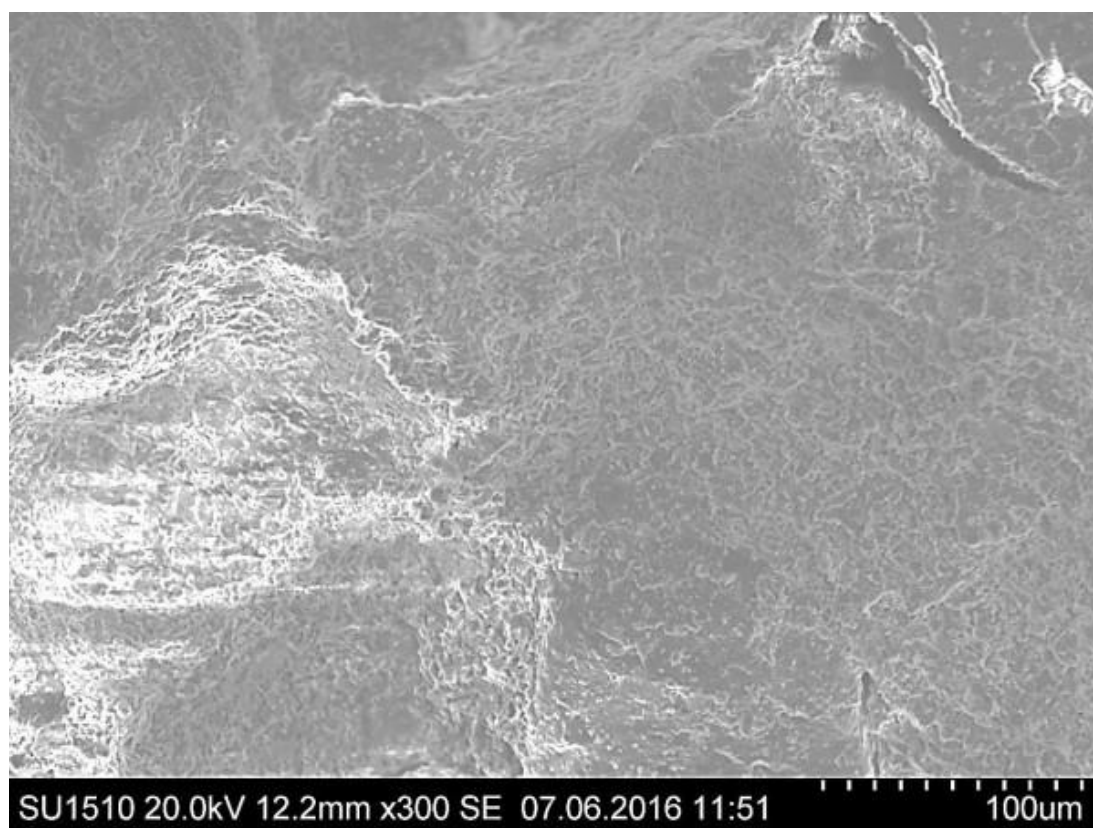
Снимок 4. Неизвестный кирпич из д. Погранкондуши



Снимок 5. Кирпич с двуглавым орлом



Снимок 6. Кирпич из села Горцы



Снимок 7. Кирпич из Петропавловской крепости



Снимок 8. Кирпич из древнего поселения этрусков во Флоренции

Из снимков видно, что кирпичи обладают неоднородной структурой. Некоторые из образцов (снимки 1, 6) более однородны, другие же (снимки 2, 8) – наоборот. На некоторых образцах (снимки 1, 3) отчетливо видны раковины – это следы вскипания воды в кирпиче при обжиге. При попадании в эти поры воды при заморозках образуются трещины (как на снимке 8).

Таким образом, элементный состав непосредственно влияет на качество кирпича. Очевидно, что этот состав напрямую зависит от технологии изготовления кирпичей и метода подготовки глиняной массы, в частности.

*Работа выполнена в рамках реализации комплекса научных мероприятий
Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012-2016 гг.*

Список литературы:

1. Ларичев, Н. Кирпич: традиции и инновации / Н. Ларичев // Современный дом. - 2014. - № 3.
2. Кирпич и стеновые материалы // БСТ: бюллетень строительной техники. - 2013. - № 4.
3. Кирпичных дел мастера // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2012. - № 6.

4. Подовинников М. А. Кирпич глиняный как объект исследования // Россия в XXI веке: Факторы и механизмы устойчивого развития. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Пенза, 2016. Издательство: Наука и Просвещение. С. 36-39.

References:

1. Larichev, N. Brick: tradition and innovation / AN Larichev // Modern house. - 2014. - № 3.
2. Brick and wall materials // BLS: Bulletin of construction equipment. - 2013. - № 4.
3. Masters of Masonry // Building materials, equipment, technologies of XXI century. - 2012. - № 6.
4. Podovinnikov M.A. Kirpich glinjanyj kak ob#ekt issledovanija // Rossija v XXI veke: Faktory i mehanizmy ustojchivogo razvitija. Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Penza, 2016. Izdatel'stvo: Nauka i Prosveshhenie. S. 36-39.

© 2016. Подовинников М. А.