УДК 691.421.001.4

© В. В. Инчик, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: lira45@list.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-4-107-115

© V. V. Inchik, Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: lira45@list.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕТЕРБУРГСКОГО КИРПИЧА, ИЗГОТОВЛЕННОГО В XVIII–XIX вв., ПРОШЕДШЕГО МНОГОЛЕТНЮЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ

STUDY OF BRICK MADE IN SAINT-PETERSBURG IN THE XVIII–XIX CENTURIES WITH MANY YEARS OF OPERATION

Обследовано более 100 сооружений, изучены важнейшие характеристики петербургских кирпичей (цвет, размеры, прочность, водопоглощение, содержание растворимых солей), изготовленных в XVIII–XIX вв. и прошедших многолетнюю эксплуатацию — 100–200 лет. Выявлены условия и причины их разрушения, к которым отнесены эрозия, солевая коррозия и биодеструкция. Установлены причины нестабильности размеров петербургского кирпича в XVIII–XIX вв.; описана модернизация технологии, позволившая к концу XIX в. повысить качество стенового керамического материала.

Ключевые слова: железняк, сырец, эрозия, солевая коррозия, биодеструкция, кристаллогидрат.

There have been surveyed over 100 buildings and studied the most important characteristics of brick (its colour, dimensions, strength, water absorption, soluble salts content), manufactured in St. Petersburg in the XVIII–XIX centuries, the long-term operation of which surpasses 100–200 years. There have been revealed the causes of the brick damage, which include erosion, salt corrosion and biodeterioration. The reasons of instability of brick dimensions of St. Petersburg in XVIII–XIX centuries are identified. The modernization of technology that allowed by the end of the XIX century improving the quality of the wall ceramic material is described.

Keywords: iron ore, raw material, erosion, salt corrosion, biodeterioration, crystalline hydrate.

На протяжении более 50 лет проводились обследования жилых домов, зданий и сооружений Санкт-Петербурга с целью выявления причин разрушения каменных конструкций и установления фактических свойств стенового керамического материала. В результате проведенной работы был накоплен банк данных о строительном кирпиче, позволивший изучить его фактическое состояние.

В условиях кирпичного производства XVIII века сортность кирпича после обжига, а по ней и пригодность к строительству сооружений различного назначения, определялась по цвету. По этому поводу в [1] отмечено следующее: «Кирпич бывает разных сортов, видом яко железной, полужелезной, красной, алой, и белой или желтоватой».

Красный кирпич получался при температуре обжига около 950 °С; при более низкой температуре обжига кирпич приобретал алый цвет.

Алый кирпич был результатом недожога, он уступал красному по прочности и морозостойкости. Кирпич-железняк, обожженный при температуре выше 1000 °С, был результатом пережога и имел цвет от бурого до серовато-черного. Железняк обладал повышенной прочностью, давал искры от удара металлическим предметом, плохо обтесывался и слабо соединялся с раствором. Окраска изделия обуславливалась содержанием оксидов железа в глине. Чем больше было их содержание и выше температура обжига, тем ярче был цвет факриката. Значительное содержание в глине углекислого кальция (CaCO_3) уменьшало интенсивность окраски кирпича даже при нормальном обжиге. Наибольшее красящее действие железо проявляло в окисной форме (Fe_2O_3), и, наоборот, закисное железо (FeO) окрашивало изделия значительно слабее [2].

Цвет кирпича определялся также отношением содержания в глине оксидов железа и глинозема;

при отношении до 1/15 (7 %) кирпич приобретал белый цвет, при отношении 1/12 (12 %) — светло-желтый, при 1/5 (20 %) — темно-желтый; при 1/2 (50 %) и температуре ниже 800 °С — желтовато-красный; но при наличии высокого содержания оксидов железа кирпич приобретал красный цвет [3].

На окраску кирпича после обжига влияли и соединения титана в количестве 1–2 %, которые давали желтовато-серый или синеватый цвет, соединения марганца и ванадия.

Установлено, что цвет глины до обжига в ее природном состоянии мало влияет на окраску кирпича и не всегда давал возможность предугадать, какой цвет приобретет керамический фабрикат после обжига [3].

Однако исследователь Т. Ф. Саноцкий [4], производивший химический анализ в лаборатории Санкт-Петербургского технологического института, цвет глины все же связывает с окраской кирпича. Он указывал, что красная железистая глина, содержащая значительное количество оксида железа (7,72 %), обожженная на разных заводах, неизменно окрашивала кирпич в красный или красноватый цвет. Глина «сизовка», содержащая меньшее количество оксида железа (2,52 %), окрашивала кирпич в красный или красноватый цвета, глина «синюха», химический состав которой не указан исследователем,

в сочетании с другими видами глины окрашивала обожженный материал в красноватый, розовато-желтый или беловато-желтый оттенки.

С целью получения более прочного фабриката, как правило, на различных заводах приготавлились смеси из 3–4 видов глины, а в некоторых случаях для производства кирпича использовался ил. Реже готовились смеси с добавлением белой глины совместно с илом.

На основании изложенного и собственных наблюдений составлена табл. 1.

На основании исследований и табличных данных сделаны следующие выводы:

1. Окраска кирпича, указанная Т. Ф. Саноцким, сопоставима с окраской реальных стеновых материалов, обнаруженных в процессе обследования состояния зданий и сооружений.

2. Цвет образцов кирпича показывает, что глины при производстве стенового материала, как правило, использовались не в чистом виде, а в виде смесей, что позволяло получать кирпич оптимальных цветов, от красного до красноватого.

Важнейшей характеристикой керамического кирпича, который использовался в Санкт-Петербурге в строительном производстве XVIII–XIX веков, являются его размеры. В Санкт-Петербурге формат кирпича регламентировался указом Петра I, определившим его размер

Таблица 1

Фамилии владельцев заводов, составы глиняных смесей и цвет обожженного кирпича

№	Фамилии владельцев кирпичных заводов	Названия глины и их содержание в смеси, %					Цвет кирпича по Саноцкому [4]
		Красная	Синюха	Сизовка	Белая	Ил	
1	И. И. Зараковский, смесь № 1	77,18	32,68	30,16	–	–	Красный
2	И. И. Зараковский, смесь № 2	36,5	34,24	29,25	–	–	Красный
3	И. И. Зараковский, смесь № 3	30,9	34,5	34,2	–	–	Красноватый
4	В. А. Липский и П. И. Шестов, смесь № 1	36,8	35,7	27,4	–	–	Красноватый
5	В. А. Липский и П. И. Шестов, смесь № 2	26,44	25,66	19,73	–	28,0	Красноватый
6	А. И. Петрова	30,15	23,6	18,06	28,11	–	Красный
7	А. Д. Зарудная	53,0	47,0	–	–	–	Красноватый
8	В. А. Громов	–	21,0	40,0	–	18,3	Розово-красный

11×5×2,5 дюйма (280×140×70 мм), и документом «Правила для единообразной и прочной выделки кирпича», вступившим в силу в 1840 году, определяющим размеры 6×3×1,5 вершка (265×133×67 мм). Однако на практике правила соблюдались далеко не всегда, даже при условии, когда каждому заводчику выдавалась в качестве образца стандартная форма «заклеймя печатью».

Практикой было установлено, что разноформатный кирпич усложнял перевязку каменного материала и вызывал много жалоб со стороны строителей. Однако керамисты не сразу поняли, что нельзя получить заданный формат кирпича исходя из размера сырца при формовке. По этой причине долгое время — почти до конца XIX века — не удавалось стабилизировать габариты стенового материала. На каждом заводе после обжига выходил фабрикат, отличный от таковых на других предприятиях. Стабилизации размеров кирпича мешали и предпочтения потребителей, которым, как отмечает Т. Ф. Саноцкий, нравился кирпич потолще. Заводчики в угоду таковым увеличивали его толщину на $\frac{1}{8}$ (5,6 мм) и даже на $\frac{1}{4}$ вершка (11,1 мм). Кирпич с такими размерами (267×133×67...78 мм) имел лучший сбыт.

Формат кирпича, выпускаемого в петровское время, удалось установить на основании обмеров, произведенных во время ремонтно-восстановительных работ на 60 объектах и археологических изысканий, выполненных в XX веке. Так, одно из первых кирпичных строений Санкт-Петербурга — Летний дворец Петра I (1710–1714 гг.), сооружалось из кирпича, имеющего размеры: (288...255)×122×(77...49) мм; Дворец Меншикова в Петербурге (1710–1716 гг.) возводился из кирпича, имеющего габариты (266...244)×(133...111)×(66–55–49) мм; Здание 12 коллегий (1722–1742 гг.) выстроено из кирпича (266...255)×(133...111)×(49...44) мм; Дворец Меншикова в Ораниенбауме (1710–1720 гг.) сооружался из кирпича, габариты которого составляли 288×144×44 мм, стены Гостиного Двора (1761–1788 гг.) сделаны из кирпича с размерами (266...255)×(133...122)×55 мм; у Академии художеств (1764–1788 гг.) стены выше цоколя изготовлены из кирпича, имевшего габариты 255×122×55 мм; Мраморный дворец (1768–1785 гг.) — размеры

кирпича (266...255)×122×55 мм; Эрмитажный театр (1783–1787 гг.) — размеры кирпича (266...255)×(122...111)×(55...49) мм; Инженерный замок (1797–1800 гг.) — размеры кирпича (266...255)×(133...111)×66 мм [3].

Стены Петропавловской крепости одевались камнем вплоть до 1787 года. В этой длительной и важной с точки зрения укрепления главного бастиона на Певе работе, для улучшения ее архитектурно-художественных качеств использовали кирпичи с достаточно разнообразными размерами: (270...250)×(180...130)×(65...55) мм. Стены куртин бастионов сооружались из кирпича, размеры которого отличались на 10 мм: (265...255)×(122...111)×(65...55) мм [5].

На основании изложенного можно утверждать, что во времена Петра I максимальная длина кирпича составляла 288 мм, ширина — 180 мм, толщина — 77 мм. Минимальные размеры кирпича были таковы: длина — 244, ширина — 111, толщина — 44 мм. Таким образом, различие размеров кирпича было велико: по длине до 40 мм, по ширине до 70 мм, по толщине до 30 мм: (288...244)×(180...111)×(77...44) мм.

Во второй половине XVIII века габариты петербургского кирпича несколько стабилизировались, а изменения в размерах произошли, главным образом, у длины кирпича — он стал меньше почти на 20 мм. Уменьшился и разброс в размерах по ширине и по толщине кирпича. Такая закономерность в эволюции кирпича была установлена при обследовании и обмере ряда государственных зданий и архитектурных памятников Санкт-Петербурга.

Это позволило отметить, что разброс размеров кирпича, выпускаемого во второй половине XVIII века, заметно уменьшился по сравнению с первой половиной, что очевидно из сопоставления максимальных и минимальных размеров стеновой керамики: (266...255)×(133...111)×(66...49) мм.

Разнообразие размеров кирпича, применяемого в строительстве зданий Санкт-Петербурга, объясняет и архитектор Иван Лем, построивший Военно-медицинскую академию в Петербурге в 1798 году. И. Лем описывал производство кирпича и его размеры так: «Кирпич делается разной меры, для стен длиною в 6, шириной в 3, толщиной в 2 и 1/2 вершка (267×133×34 мм), но для

других в здании частей имеет различные виды» [6].

В конце XVIII — начале XIX века в размерах строительного кирпича мало что изменилось. Кирпичи по-прежнему изготавливались ручным способом. Размеры кирпича были разнообразны: некоторые были равны годуновскому «государеву кирпичу» (7×3×2 вершка, то есть 312×134×89 мм), но большая часть была значительно меньших размеров.

В 1811 году Инженерным департаментом Военного министерства впервые в России издается «Урочный реестр по части гражданской архитектуры». В нем указывается, что кирпич должен иметь обыкновенно 6×3×1,5 вершка (267×133×67 мм) и разделяется на четыре сорта: «железной, полужелезной, красной и алой».

Опубликованные в России в 1847 году первые обстоятельные «Правила для единообразной и прочной выделки кирпича»¹ подтверждали справедливость выбранного размера кирпича, вошедшего в дальнейшем в употребление вплоть до начала XX века: это все тот же размер 267×133×67 мм. Размер нового образца, названного «казенным», впервые был указан не по сырцу, как это делалось в России начиная с XVI века, а по готовому изделию.

В Деле № 4 Департамента военных поселений все же указывается размеры сырца (точнее формы) кирпичей до 1847 года и после выхода в свет «Правил». Размеры сырца в вершках, получаемые в условиях петербургского производства, до 1847 года были таковы: $6\frac{2}{8} \times 3\frac{1}{8} \times 1\frac{5}{8}$ (284×169×68 мм); после 1847 года — $6\frac{4}{8} \times 3\frac{5}{16} \times 1\frac{5}{8}$ (284×146×68 мм) [7].

После вступления в силу «Правил» в порядке эксперимента на кирпичных заводах в Киеве, Динабурге, Бобруйске, Омске, Оренбурге и др. на протяжении трех лет проводились испытания с целью стабилизации размеров кирпича. В процессе таковых учитывались количество глины, необходимой для выпуска 100 тысяч штук сырца, топлива (дров), длительность обжига и, что самое важное, — выход кирпича высокой прочности [7]. Эксперименты показали, что на всех

заводах размеры сырца были довольно близки друг к другу, но при этом не удалось получить обожженный фабрикат рекомендованного размера.

Совершенно очевидно, что главными причинами неудачных экспериментов были связаны с различием химического состава глин, технологией сушки и обжига. Разброс в размерах кирпича, получаемый на различных российских заводах, был таков: (6,5...6,89)×(3,25...3,5)×(1,43...1,65) вершка ((289...307)×(144...156)×(64...72) мм).

Что же касается петербургских кирпичных заводов, то даже при отсутствии достаточной информации по рассматриваемому вопросу, можно утверждать, что задача, связанная с получением кирпича строго заданных размеров, была не менее проблематичной. По этой же причине многие заводы выпускали кирпич различных размеров вплоть до начала XX века. Такой вывод сделан нами на основании обмера более 500 образцов кирпича, извлеченных при обследовании зданий Санкт-Петербурга, построенных во второй половине XIX века, то есть после выхода в свет «Правил» от 1847 года.

Приведем далеко не полные данные, связанные с изучением кирпича, выпущенного главным образом в XIX в. Так, обмер 60 образцов кирпича, выпускаемого заводом Петра Беляева, основанного в 1850 году, с учетом погрешности в 5 мм показал большое разнообразие размеров по всем параметрам: (265...235)×(130...110)×(75...60) мм. Лишь 7–8 образцов можно было отнести к установленному «Правилами» эталону.

Завод «Товарищество обработки строительных материалов» (Т.О.С.М.), открытый в 1853 году, выпускал продукцию, еще в меньшей степени отвечающую установленным требованиям. Различия в размерах кирпича по 20 образцам были таковы: (260...230)×(130...112)×(75...65) мм. Завод Владимира Ренненкампа, основанный в 1857 году — через 10 лет после выхода в свет «Правил», выпускал хороший стеновой материал, однако и он не отличался стабильными размерами по всем параметрам: (265...240)×(125...110)×(75...65) мм.

Ряд предприятий, начавших работать в 1875 году, выпускали продукцию следующих размеров: заводы Пироговых — (270...240)×(135...115)×(80...70) мм; Стрелина —

¹ Правила для единообразной и прочной выделки кирпича, долженствующего употребляться как в С.-Петербурге, так и в других местах России, на казенных и частных заводах. Утв. воен. министром 24 янв. 1847 г. 2-е изд. СПб.: тип. Деп. военных поселений, 1850. 21 с.

(270...243)×(140...105)×(75...65); Витовского — (265...240)×(130...110)×(75...70) мм.

Завод братьев Ивана и Владимира Лядовых, основанный незадолго до выхода в свет «Правил», в 1841 году и просуществовавший 40 лет, также не мог добиться стабильных размеров готовой продукции: (261...235)×(130...110)×(73...60) мм.

Назовем еще ряд заводов, вступивших в строй в последние годы XIX века, частично механизировавших процессы производства. Это завод Дмитрия Тырлова-Жданкова (1893 г.), Анны Богданович (1897 г.), Евгении Спечинской (кирпичи с клеймом в виде подковы). Эти заводы также не могли изготавливать керамический кирпич стабильных размеров по причинам, упомянутым выше, к каковым следует отнести и одну из важнейших причин нестабильности обожженного фабриката — ручное формование, которое имело место на многих кирпичных заводах.

Нестабильность размеров кирпича была результатом и другой серьезной причины. Заводчики часто в целях получения прибыли выпускали кирпич уменьшенных размеров. Дело в том, что кирпич оценивался «с тысячи штук», поэтому уменьшение размеров кирпича было выгодно изготовителям. Выгода определялась и тем, что кирпич меньшего размера было легче и быстрее сушить и обжигать.

Максимальные и минимальные размеры продукции вышеперечисленных заводов были такими: длина 275–230 мм; ширина 158–105 мм; толщина 83–60 мм. Особенно грешили, выпускающая кирпичи уменьшенных размеров по длине и ширине, заводы братьев Лядовых, П. А. Беляева, Т.О.С.М. (Товарищество обработки строительных материалов), А. Е. Богданович. Однако такие отклонения от заданных «Правилами» размеров были несистематическими.

Приведем еще один пример, связанный с нарушениями заданных размеров кирпича одним из ведущих производителей стеновой керамики — заводом В. Ренненкампа. Кирпичи этого завода, отличающиеся высокой прочностью, были обнаружены в стенах многих зданий Санкт-Петербурга. Исследование показало, что среди 38 обмеренных образцов материалов не нашлось ни одного кирпича, соответствующего установленному эталону. Фотофиксация габаритов девяти кирпичей показывает разнообразие разме-

ров стенового материала, а результаты обмера их были таковы: «ВР.43» (265×120×62 мм), «ВР.13» (280×140×72 мм), «ВР.100» (252×122×73 мм), «ВР.79» (250×125×70 мм), «ВР.101» (260×122×56 мм), «ВР.27» (270×132×55 мм), «ВР.46» (252×124×65 мм), «ВР.99» (245×115×68 мм), «ВР.37» (270×130×71 мм). Причины разброса размеров кирпича, выпускаемых заводом Ренненкампа, в основном те же самые, что и на других заводах. Результаты обмеров показывают разнообразие размеров кирпичей, выпускаемых в различные годы работы завода: длина их составляла от 245 до 280 мм; ширина — от 115 до 140 мм; толщина — от 55 до 73 мм. Большой разброс цифр свидетельствует о том, что заводу, работавшему на протяжении 53 лет, не удалось добиться стабилизации размеров выпускаемой продукции, что могло быть связано с переходом от ручной формовки кирпича к машинной, изменением режима сушки и обжига, а также коммерческими соображениями.

Однако другие данные наших исследований показывают, что завод Ренненкампа стремился к стабилизации размеров кирпича, о чем свидетельствует следующий факт. При обследовании нами одного из зданий Петербурга (Невский пр., д. 68/40, дом М. И. Лопатина, построенный в середине XIX века) обнаружены кирпичи, изготовленные четырьмя различными формовщиками-порядовщиками, номера которых по два раза показаны при клеймении: «ВР.10» (265×126×66 мм), «ВР.19» (267×125×65 мм), «ВР.51» (268×127×65 мм), «ВР.137» (266×126×66 мм). При обмере изделий установлено, что габариты кирпича отличаются друг от друга на 1–5 мм, то есть почти в пределах погрешностей, допускаемых даже современным ГОСТ.

Несмотря на то что результаты исследования показывают, что во второй половине XIX века многие заводы не выпускали кирпич рекомендованных размеров — 6×3×1,5 вершка (267×133×67 мм), все же ряд заводов (И. Малецкого, «Лесной» Казенный завод, И. П. Поршнева, В. А. Ратькова-Рожнова) производили кирпич оптимальных габаритов. К этому стремились и другие заводы: Казенный кирпичный, Товарищество обработки строительных материалов и завод Пироговых, выпускающие кирпичи наилучшей ширины.

Продукция большей части кирпичных заводов не соответствовала эталону по толщине.

Если рассматривать габариты продукции кирпичных заводов XIX века с точки зрения современного ГОСТа, то отклонения от эталона продукции того времени выглядят вполне допустимыми.

Большое количество петербургской стеновой керамики, накопленное нами на протяжении многих лет, позволило визуальным и инструментальными методами изучить свойства строительного материала, прошедшего эксплуатацию на протяжении от 100 до 200 лет в зданиях различного назначения [8].

К концу XIX века качество петербургского кирпича вполне удовлетворяло требованиям «Правил», сформулированных в середине этого столетия. В то же время стали все более возрастать требования к качеству кирпича и к методам его контроля. Почти отказались от определения прочности кирпича по его цвету, по звону и по его излому. Возникла потребность в поисках методов контроля, определяющих качество кирпича измерительным способом. Таковыми стали в конце XIX века опыты по сопротивлению кирпича раздроблению, разработанные А. Еленкиным и Н. А. Белелюбским. А. Еленкин в своей статье, опубликованной в 1883 году, подробно описывающей такие опыты, отмечал, что «... суждение о качестве кирпича по его наружному виду не всегда может быть правильно, а в таких случаях, когда дело идет об употреблении его в части построек, подверженных значительному грузу, наружный осмотр кирпича не может дать вполне правильного представления о степени его твердости, то единственным средством для правильного решения вопроса является определение степени сопротивления кирпича раздроблению посредством опыта». Главное условие правильности выполнения опытов такого рода, как отмечал исследователь, заключалось в том, чтобы плоскости тела, подвергающиеся непосредственному давлению, были совершенно ровные и параллельные. Поскольку кирпич любой выделки, ручной или машинной, никогда не имеет плоскостей ровных и параллельных, то необходимо было для решения этой проблемы между соприкасающимися плоскостями кирпича и пресса помещать прокладки — намоченный картон, войлок, резину и т. п. [9]. Свои первые

испытания А. Еленкин производил с кирпичами с заводов Варшавы и ее окрестностей. Кирпичи, изготовленные на разных заводах, имели разнообразные размеры: длину — от 10,25 до 11 дюймов (260–280 мм), толщину — от 2,7 до 3 дюймов (68–75 мм).

Большое количество фактического материала, прошедшего многолетнюю эксплуатацию, обнаруженного, главным образом, при обследовании зданий, ремонтно-восстановительных работах и случайных поисках, позволили определить их свойства с точки зрения современного государственного стандарта (ГОСТ 530–2012).

В соответствии с требованиями стандарта и поставленными задачами определялись следующие свойства стенового материала, обнаруженного в процессе обследования памятников архитектуры зданий и сооружений Санкт-Петербурга: прочность при сжатии и изгибе, водопоглощение, объемная масса, морозостойкость, содержание растворимых солей. Результаты перечисленных испытаний приведены в табл. 2.

Данные исследования позволили сформулировать следующие выводы (табл. 2):

1. Причинами разрушения кирпичей, обнаруженных в дефектном состоянии, были эрозия, солевая коррозия и биодеструкция.

2. Эрозия кирпича возникала главным образом в результате образования льда в поровой структуре материала с возникновением кристаллизационного давления около 0,22 МПа.

3. Солевая коррозия кирпича возникала в результате образования в поровой структуре стенового материала многоводных кристаллогидратов, которые были обнаружены на основании рентгенофазового анализа. Таковыми оказались $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na} \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSiO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$, которые в порах кирпича создавали кристаллизационное давление в пределах от 0,21 до 0,44 МПа [10].

4. Биодеструкция кирпича возникала из-за проникновения в поры стенового материала тионовых и нитрифицирующих бактерий, которые развивались при наличии благоприятных условий: увлажнении материала, присутствии биомассы, атмосферной пыли и др. Продуктом жизнедеятельности тионовых бактерий была серная кислота, а нитрифицирующих — азотная,

Таблица 2

**Фактические физико-механические характеристики кирпича, извлеченного из стен
обследованных зданий и сооружений**

№	Наименование зданий и сооружений. Год постройки	Фамилия владельца кирпичного завода и год основания завода	Прочность, МПа		Сухой остаток водной вытяжки из кирпича, г/л	Морозостойкость, циклы	Объем открытых пор, см ³ /г
			при сжатии	при изгибе			
1	Главное Адмиралтейство, 1714–1823 гг.	Казенный завод, начало XIX в.	9,8	1,8	1,35	–	0,075
2	Петропавловский собор, колокольня, начало XVIII в.	Казенный завод, 1880 г.	6,5	1,2	1,12	–	0,175
3	Дворец Меншикова, балюстрада, Ораниенбаум, начало XVIII в.	К. А. Балашов, первая треть XIX в.	5,9	1,1	1,80	–	0,260
4	Троицкий собор, стены подвала, Измайловский пр., 1828–1835 гг.	И. Г. Торкачев, И. Ф. Филиппов, 1899 г.	6,2	1,3	1,58	–	0,182
5	Гостинный Двор, Перинная линия, стены первого этажа, 1757–1785 гг.	И. Т. Стрелин, 1875 г.	8,5	1,6	1,32	–	0,110
6	Исаакиевский собор, кирпичные стены чердака, 1818–1858 гг. (рис. 1, 2)	Казенные заводы, 1880 г.	4,4	0,9	2,12	–	0,221
7	Гостиница «Англетер», стены первого этажа, Вознесенский пр., 10/24, с 1856 г. (рис. 3)	Братья К. Д. и Ф. Д. Захаровы, 1813 г.	6,0	1,2	1,98	25	0,268
8	Храм Воскресения Христова (Спас на Крови), кладка цокольного этажа, 1883–1907 гг.	Я. Ф. Метлер и К°, 1903 г.	13,8	2,7	0,96	25	0,076
9	Дом страхового общества «Саламандра», стены второго этажа, Гороховая ул., 4, с 1911 г.	Д. И. Тырлов-Жданков, 1873 г.	9,5	1,8	1,28	25	0,162
10	Гостиница «Астория», Большая Морская ул., 39, 1908–1912 гг.	Г. П. Муркен, 1896 г.	9,0	1,8	1,14	25	0,105
11	Жилой дом, Невский пр., 72, с 1860 г.	И. К. Харченко, 1854 г.	7,9	1,5	1,79	25	0,118
12	Гостиница «Балтийская», Невский пр., 57, с 1878 г.	М. П. Мартынов, 1878 г.	11,9	2,0	1,14	25	0,140
13	Казанский мост через канал Грибоедова, кирпичные своды	Казенный завод, начало XIX в.	5,6	1,1	1,88	–	0,130
14	Кирпичная ограда кладбища Александро-Невской лавры	Казенный завод, конец XIX в.	4,8	0,9	1,92	–	0,216

обладающие разрушительными свойствами по отношению к кирпичной кладке [11].

5. Увеличение объема открытых пор керамического материала приводило к уменьшению его прочности на сжатие и изгиб и снижало его морозостойкость.

6. Повышенное содержание растворимых солей в кирпиче было причиной деструкции кирпича, а в итоге и всей кирпичной кладки.

Многолетние визуальные и измерительные исследования продукции петербургских заводов, работавших в XVII–XIX вв., позволили сделать следующие выводы:

1. В результате многовековой эволюции петербургский кирпич приобрел размеры, приближающиеся к оптимальным. Работа с кирпичом такого формата стала более удобной для каменщиков при сооружении кирпичных конструк-

Рис. 1. Высолы на кирпичной кладке чердака Исаакиевского собора (внешняя стена южной части)

Рис. 2. Образцы кирпичей в дефектном состоянии, извлеченные из кирпичных стен чердака Исаакиевского собора

ций. По этой причине он стал более востребован для различных видов кладки, что способствовало повышению производительности труда в процессе строительства.

2. Прочность петербургского кирпича к концу XIX века увеличилась, его физико-механические характеристики улучшились, о чем свидетельствуют инструментальные, тогда еще не ставшие систематическими «опыты по раздроблению кирпича». При разломе исследуемого кирпича почти не выявлялись такие дефекты, как трещины, слоистость, скругление ребер и углов, наличие закраин, каверн и крупных минеральных включений.

Фактические свойства кирпича, обнаруженного в результате обследования зданий и археологических поисков, соответствовали маркам

Рис. 3. Деструкция внутренних стен первого этажа гостиницы «Англетер»

М75 (у образцов XVIII века) и М75, М100 (у образцов XIX века) по ГОСТ 530–2012.

3. Кирпич в результате стабилизации режима обжига материала в гофмановских печах, а также оптимизации компонентов керамической шихты приобрел более стабильный цвет — краснорозовый, что позволило отказаться от классификации его по цветовым признакам.

Кирпичи петербургских заводов, изготовленные в XVIII–XIX веках, являются уникальными артефактами, отражающими уровень науки, техники, производства и культуры.

Библиографический список

1. Русский архитектурный трактат-кодекс XVIII века. Должность архитектурной экспедиции; под ред. Д. Е. Аркина // Архитектурный архив. Вып. 1. М.: Изд-во Академии архитектуры СССР, 1946. 144 с.
2. Караулов Е. В. Каменные конструкции, их развитие и сохранение. М.: Стройиздат, 1966. 243 с.

3. Кинд В. А., Окорок С. Д. Строительные материалы. Их получение, свойства и применение / под общ. ред. В. А. Кинда. Л.; М.: НКТП СССР, 1934. 684 с.

4. Саноцкий Т. Ф. Кирпичное производство на р. Неве и ее притоках. СПб.: Изд-во А. Э. Винеке, 1904. 103 с.

5. Степанов С. Д. Санкт-Петербургская Петропавловская крепость. История проектирования и строительства. СПб.: Белое и черное, 2000. 238 с.

6. Лем И. Начертание древних и нынешнего времени разнородных зданий. СПб.: Печ. при I Кадетском Корпусе иждивением И. Глазунова, 1803. Ч. IV. 18 с.

7. Коноров А. В. К истории кирпича в России XI–XX вв. // Труды НИИ естествознания и техники АН СССР. 1956. Т. 7. С. 178–224.

8. Инчик В. В. Опыт обследования состояния кирпичных стен зданий, сооружений и памятников архитектуры, подвергшихся солевой коррозии // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2001. № 1 (4). URL: <http://georeconstruction.net/journals/04/09/09.htm>

9. Еленкин А. П. Опыт над сопротивлением кирпича раздроблению // Инженерный журнал. 1883. № 1.

10. Инчик В. В. Высолы и солевая коррозия кирпичных стен: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2000. 47 с.

11. Инчик В. В. Биодеструкция строительных материалов // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 4 (33). С. 154–162.

References

1. *Russkiy arkhitekturnyy traktat-kodeks XVIII veka. Dolzhnost' arkhitekturnoy ehkspeditsii* [Russian architectural treatise code of the XVIII century. Position of architectural expedition]. Ed. by Arkin D. E. *Arkhithekturnyy arkhiv* [Architectural archive]. Iss. 1. Moscow, Izdatel'stvo Akademii arkhitektury SSSR Publ., 1946, 144 p.

2. Karaulov E. V. *Kamennye konstruktzii, ikh razvitie i sokhranenie* [Stone designs, the development and preservation]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1966, 243 p.

3. Kind V. A., Okorokov S. D. *Stroitel'nye materialy. Ikh poluchenie, svoystva i primenenie* [Construction materials. Production, properties, and application]. Ed. by Kind V. A. Leningrad; Moscow, NKTP SSSR Publ., 1934, 684 p.

4. Sanotskiy T. F. *Kirpichnoe proizvodstvo na r. Neve i ee pritokakh* [Brick production on the Neva River and its tributaries]. St. Petersburg, A. Eh. Vineke Publ., 1904, 103 p.

5. Stepanov S. D. *Sankt-Peterburgskaya Petropavlovskaya krepost'. Istoriya proektirovaniya i stroitel'stva* [Peter and Paul Fortress in St. Petersburg. History of design and construction]. St. Petersburg, Beloe i Chernoe Publ., 2000, 238 p.

6. Lem I. *Nachertanie drevnikh i nyneshnego vremeni raznorodnykh zdaniy* [Design of various ancient and present time buildings]. St. Petersburg, I-st Kadetskiy Korpus Glazunova Publ., 1803, Pt. IV, 18 p.

7. Konorov A. V. *K istorii kirpicha v Rossii XI–XX vv.* [To the history of brick in Russia during the period from the XI century to the XX century]. *Trudy NII estestvoznaniya i tekhniki AN SSSR* [Proc. of scientific research institute of natural sciences and engineering at the Academy of Sciences USSR]. 1956, vol. 7, pp. 178–224.

8. Inchik V. V. *Opyt obsledovaniya sostoyaniya kirpichnykh sten zdaniy, sooruzheniy i pamyatnikov arkhitektury, podverghshikhsya solevoy korrozii* [Experience of inspecting the condition of building brick walls, constructions and monuments of architecture which have undergone salt corrosion]. *Rekonstruktsiya gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo – Reconstruction of the cities and geotechnical construction*, 2001, no. 1 (4). Available at: <http://georeconstruction.net/journals/04/09/09.htm>

9. Elenkin A. P. *Opyt nad soprotivleniem kirpicha razdrobleniyu* [Experience over the brick resistance to smashing]. *Inzhenernyy zhurnal – Engineering journal*, 1883, no. 1.

10. Inchik V. V. *Vysoly i solevaya korroziya kirpichnykh sten. Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk* [Salt efflorescence and salt corrosion of brick walls. Author's thesis of Dr. Sci. Tech. diss.]. St. Petersburg, 2000, 47 p.

11. Inchik V. V. *Biodestruktsiya stroitel'nykh materialov* [Biodeterioration of construction materials]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2012, no. 4 (33), pp. 154–162.