УДК 666.71

© В. В. Инчик, д-р техн. наук, профессор

© А. А. Царенко, аспирант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: lira45@list.ru, Annatsarenko1@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-4-88-94

© V. V. Inchik, Dr. Sci. Tech., Professor

© A. A. Tsarenko, post-graduate student

(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)

E-mail: lira45@list.ru, Annatsarenko1@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ РУЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА КИРПИЧА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ ГУБЕРНИИ В XVIII ВЕКЕ

FEATURES OF MANUFACTURING BRICK IN SAINT-PETERSBURG PROVINCE IN THE XVIII CENTURY

Изложены основы кирпичного производства в Санкт-Петербургской губернии, характеризующиеся на всех этапах применением ручного труда. Показаны особенности выветривания, дождевания и вымораживания глины для улучшения ее пластичности. Изложены особенности формования кирпича-сырца и методов сушки полуфабриката на воздухе (на полянках) или в сараях. Указаны конструктивные особенности временных напольных обжиговых печей, характеристики режимов обжига, обеспечивающих получение качественного кирпича, сортность которого определялась по цвету. Представлена таблица, отражающая технические характеристики обожженного стенового керамического материала, с указанием прочности на сжатие и изгиб, водопоглощения образцов кирпича, прошедших многолетнюю эксплуатацию.

Ключевые слова: кирпич-сырец, отощание, выветривание, дождевание, вымораживание, «ребрение», очелки, «елка», «прогары», «вздышка», «подкормка».

The article presents a description of the brick manufacturing fundamentals in Saint-Petersburg province, which were characteristic at all stages of using the manual labor. The features of weathering, sprinkling and freezing of clay in order to improve its plasticity are shown. The features of the mudbrick moulding and drying methods of semi-finished product in the open air (on meadows or in barns) are discussed. The design properties of temporary floor kilns, characteristics of the firing modes providing high-quality brick, the grade of which was determined by its color, are defined. A table is presented reflecting the technical characteristics of the baked wall ceramic brick, indicating the durability on compression and bending, indicators of water absorption of brick samples that have passed many years of operation.

Keywords: air-dried brick (mudbrick), thinning, weathering, sprinkling, freezing, laying on edge, ochelki (front part of the kiln), fur-tree laying, burnt places, airing, fertilization.

Развитию кирпичного производства на берегах Невы в XVIII веке способствовал целый ряд благоприятных факторов: богатый запас хороших кирпичных глин, удобное водное сообщение, которое удешевляло доставку на кирпичные заводы топлива и транспортировку кирпича к местам строительства.

Устройство кирпичного завода, определение его местоположения и мощности начиналось

с поисков залежей глины. Пригодность глины к изготовлению кирпича определялась практическим путем по «наружным признакам» и по ее способности прилипать к пальцам.

Глину испытывали и другими способами. Если глина, «будучи взята на зуб», скользила, то это означало, что она жирная, и кирпич, изготовленный из нее, при сушке и обжиге будет давать трещины.

Для отощания слишком жирной глины брали песок речной или ямный, который содержал больше окиси железа, окрашивающий кирпич в более красивый цвет, чем речной песок.

Глину, выкопанную из карьера, перекладывали на тачки и подвозили к заводу, где сваливали в кучи. В осеннее время глину подвергали дальнейшей обработке: выветривали, вымораживали, а затем замачивали [1]. Для вымораживания и выветривания глину оставляли в грядах, которые имели высоту 1 м, а ширину до 2 м. На протяжении зимнего периода глина, находясь под воздействием внешней среды: температуры, атмосферных осадков и влажного воздуха, становилась более пластичной и менее засоленной. Гряды периодически перекапывались и поливались водой, которая, попадая в трещины и поры материала, замерзая, превращалась в лед, «разрушая связь между частицами глины», что приводило к ее размельчению и увеличению пластичности.

После вылеживания глины на протяжении не менее одного года она загружалась в яму, обитую внутри досками [2, 3]. Хорошо размоченная глина в дальнейшем подвергалась мятью с помощью людей или лошадей. Глиняная масса, снятая с тока, прежде чем она поступала на формовочный стол, для улучшения пластичности подвергалась сечению. Когда глина подсыхала, для улучшения пластичности ее поливали водой из лейки.

Для определения пригодности глиняного теста к дальнейшей работе (проверки его однородности и пластичности) из куска глины делали брусок, разрезали его медной проволокой на 3-4 части. Если разрезы во всех частях были однородны, тесто считалось готовым к формованию сырца [4].

На заводах, производство которых доходило до 50 000 и более кирпичей в год, нередко применяли примитивные глиномялки, которые приводились в действие одной лошадью (рис. 1).

Формование сырца представляло собой трудоемкий технологический процесс, обеспечивающий кирпичу правильные геометрические формы и прочность. При формовании сырца применяли форму (станок), которая изготовлялась из липовых досок, имеющую следующие размеры: 286×143×75 мм. Формование проводилось на деревянном столе, который устанавли-

вался или под крышей сарая, или на полянке под тентом (рис. 2).

Чтобы предотвратить прилипание глины к стенкам формы, она обсыпалась мелким песком или смачивалась водой. В первом случае операция называлась «формование с песком»; во втором — «формование с водой». При формовании сырца с песком поступали следующим образом: рабочий брал с избытком глину, делал из нее комок, обваливал его в мелкопросеянном песке, а затем с силой бросал ком глины в форму, которая предварительно также обсыпалась песком. Формовщик вдавливал глиняную массу в станок так, чтобы она заполняла ее углы и канты. Излишнее количество глины снималось с краев формы с помощью правила. Затем рабочий опрокидывал форму на землю и простукивал ее так, чтобы сырец вышел из нее без дефектов.

Кирпич-сырец, отформованный «мокрым способом», требовал меньшего времени для сушки, чем таковой, приготовленный из той же глины, но отформованный с песком.

На кирпичных заводах с ручным производством формовщики различной квалификации могли выделять от 300 до 400 кирпичей за смену. Формование кирпича требовало от рабочего определенной квалификации, физических усилий и сноровки, в противном случае глиномасса в форме «не получала следуемой компактности во всем объеме» и сырец выходил из формы с недостаточно резкими кантами и углами.

Предварительная сушка сырца осуществлялась на полянках, которые посыпались щебнем, песком, а затем утрамбовывались. Полянки имели уклон для стока воды в водоемы. На полянках сырец выкладывался плашмя, рядами с промежутком между каждым кирпичом в 3 см, а между рядами в 9 см.

Кирпич-сырец сушился на полянке до тех пор, пока он не достигал твердости, позволяющей брать его в руки, не допуская повреждения. В таком состоянии сырец «ребрили», т. е. ставили на узкую грань кирпича. В последней стадии сушки, когда сырец становился твердым, его ставили на ребро в три или пять ярусов, по две штуки в каждом.

Сушка сырца на токах или на грядах была рискованной, особенно если материал попадал

Рис. 1. Общий вид кирпичного завода XVIII в. На переднем плане — глина, готовая для формования; справа — столы для формовки; на заднем плане слева — конная глиномялка; в центре — сарай для сушки сырца; справа вдали — напольная печь для обжига кирпича

под сильный дождь, который мог полностью превратить сырец в брак.

Более эффективной и надежной была сушка в сараях, где его укладывали друг на друга в несколько рядов «кострами», через которые мог свободно проходить воздух [5].

Если при сушке кирпича в сараях возникал сквозняк, то за короткое время он мог привести к возникновению дефектов, среди которых наиболее серьезными были трещины. Приток воздуха регулировался с помощью щитов и подвижных стен сарая, которые перемещали в зависимости от погодных условий.

При благоприятной погоде сушка кирпича занимала не менее 14 суток [6]. После окончания

сушки кирпича-сырца следовала его приемка и браковка, при которой обращалось внимание на отсутствие малейших трещин, горблений и черных пятен. Сырец, не удовлетворяющий этим требованиям, браковался как во время формовки, так и во время сушки.

Сырец браковался при нарушении геометрических форм, наличии трещин и «расселин», которые могли возникнуть при формовании и от перекалывания материала при сушке на полянке, а также от неравномерной и скорой сушки.

В том случае, если сырец сушился на открытом воздухе и попадал под сильный дождь, он становился совершенно негодным для дальнейшей выделки. По принятому на заводах правилу сырец-«дождевик» не браковался, если его крошки не были повреждены.

После сушки следовал обжиг, наиболее длительный и важный процесс производства, который производился в простых временных печах, называемых напольными [7]. Напольная печь состояла из двух продольных наружных стен, имеющих топочные отверстия — очелки, и стен, разделяющих печь на два равных отделения, в одном из которых производился обжиг, а в другом — нагрузка или разгрузка ранее обожженных кирпичей. По своей конструкции напольная печь была рассчитана на обжиг материала в количестве от 50 до 100 тыс. шт. [8] (рис. 3).

Рис. 2. Стол для формования кирпича-сырца с необходимыми принадлежностями

Печь, предназначенная для обжига дровами, имела высоту от 5 до 6 м.

Топочные отверстия, находящиеся в продольной стене, располагались друг от друга так, чтобы от центра одного отверстия до центра другого расстояние составляло от 1 до 1,5 м, высота отверстий — от 0,5 до 0,8 м, ширина — от 0,4 до 0,5 м [9].

Напольные печи не имели ни выложенного кирпичом пола, ни зольников с решетками. В таких печах устраивался тщательно выровненный и уплотненный земляной пол. Нагрузку печей производили рядами, расположенными параллельно поперечной стене. Каждый ряд назывался «елкой», причем возле стены выкладывалась косая «елка», затем за нею шла прямая, потом — снова косая. Между смежными «елками» образовывались треугольные отверстия, которые назывались прогарами. Второй кирпичный ярус выкладывался таким же образом, с той разницей, что косая «елка» была направлена в другую сторону — на косые «елки» другого яруса. Когда нагрузки с двух противоположных сторон печи начинали сближаться на расстояние до метра, дальнейшая нагрузка уже выполнялась «елками», ряд которых располагался параллельно продольным стенам печи. По окончании нагрузки очелки закладывались сырцом и замазывались глиной. Верхняя часть нагрузки засыпалась щебнем и закладывалась дефектным кирпичом в два

ряда так, чтобы швы между «елками» оставались сквозными [10].

Процесс обжига, который указывается в терминах того времени, проходил в три периода: первый — выпарка сырца («малый огонь»); второй — полувзвар («средний огонь»); третий — взвар («большой огонь»).

При обжиге кирпича дровами чаще всего употреблялись осиновые плахи, имеющие длину в 2 аршина и 4 вершка (1,6 м), толщину — в 4-6 вершков (0,2-0,3 м).

Для поддержания большого огня при обжиге истопник («очелочник») должен был соблюдать целый ряд правил, связанных с разведением огня и порядком загрузки печи дровами. Соответствующие действия истопника имели специфические названия: сплошное наполнение очелка дровами называли набойкой; вторую партию дров, которая добавлялась после прогара первой, называли подкормкой [1].

Кирпичная печь работала круглосуточно (не менее 14 суток) до полного обжига всей партии.

После «загребания жара» наступала «вздышка» — период, при котором все дрова сгорали, а новую партию дров («набивку») еще не добавили, при этом очелки в течение двух часов остывали. Такой период был необходим, чтобы очелочные арки не обрушились от слишком сильного и скорого накаливания. Кроме этого, период вздышек во время «среднего огня» строго соблюдался.

Рис. 3. Напольная печь под шатром для обжига кирпича

В противном случае при увеличении времени вздышки нижние ряды кирпича охлаждались, что приводило к растрескиванию материала.

Выпарка влаги из сырца начиналась разведением огня в устье очелков. По густоте отделяющегося от печи пара судили о степени жара и равномерности выпарки. Когда кирпич, укrywавший верхний ряд нагрузки, отпотевал, это свидетельствовало, что испарение влаги из сырца заканчивается. Когда же копоть на кирпичах исчезала, это указывало на то, что первая стадия — раскаливание сырца, видимая только ночью и дающая темно-красный цвет, дошла уже до верхних рядов [9].

Время от начала появления копоты на кирпиче до окончания ее сгорания свидетельствовало о завершении периода малого огня и перехода к огню среднему.

Средний огонь при обжиге возникал, когда очелки набивали дровами сполна и закрывали их железными заслонками. При слишком плотной нагрузке кирпича возникали зажимы, не позволяющие свободному выходу пара из массы обжигаемого материала. Зажимы могли появляться и от недостаточной просушки сырца, а также от засорения прогаров сажей. Зажимы в напольных печах возникали от значительной осадки средней части пода, при которой середина ее нагрузки значительно уплотнялась [11].

Большой огонь при обжиге кирпича, самый важный период производственного процесса, разводили, когда весь кирпич раскалился до-красна. В этот момент все очелки наполняли дровами доверху, отчего «развиваемый от этого жар сильно прокаливает кирпич». Когда вся дровяная набивка сгорала, снова давали вздышку, при которой печь оставалась полтора часа без горящих дров. Это делалось для того, чтобы своды очелков при слишком высокой температуре не спекались. Однако вздышка не продолжалась очень долго, так как печь могла «застудиться», и обжигаемый материал в дальнейшем не прокаливался. После того как своды очелков чернели от копоты, печь набивали дровами снова. Вторую и последующие набивки делали до тех пор, пока верхние ряды кирпича не прокаливались добела. Постепенно при обжиге кирпич подвергался огневой усадке, при этом вся кирпичная пирамида начинала осаждаться. После осадки пирамиды

жар увеличивали «подкормкой», т. е. добавлениями нескольких поленьев по мере сгорания дров. Этот период обжига, называемый «печь на взвар», был завершающим этапом обжига кирпича.

По завершении процесса обжига устья очелков немедленно закладывали дефектным кирпичом (половняком) и замазывали тощей глиной.

Последний период обжига (большой огонь), при котором температура достигала около 900 °С, оказывал наибольшее влияние на качество кирпича. В XVIII столетии в распоряжении мастеров кирпичного дела еще не существовало каких-либо приборов, объективно оценивающих параметры технологических процессов. Однако важными визуальными признаками, свидетельствующими о необходимости завершения обжига, был цвет очелочных сводов и оболочки печи. Главным же показателем, свидетельствующим о том, что обжиг прошел нормально, был вид раскаленного кирпича, который должен иметь светло-красно-лиловый цветовой оттенок и прозрачность, как «белый чистый воск» [9].

Продолжительность обжига зависела от степени влажности сырца, от его плотности, качества дров и погодных условий. При благоприятных обстоятельствах процесс выпарки продолжался от 3 до 6 суток, обжиг при среднем огне — не менее суток, период большого огня поддерживался на протяжении 3 суток. В оптимальных условиях обжиг материала занимал 7–10 суток, в неблагоприятных условиях он мог продолжаться до 17 суток.

Остывание кирпича занимало не менее 7 суток, что обеспечивало материалу прочность и красный цвет. Однако на приневских заводах по причине, связанной с дефицитом кирпича, нередко печи разгружались на третий день после обжига, при этом тачки, в которые загружали еще не остывший кирпич, иногда дымились и даже загорались. При слишком быстром остывании кирпич, перенесенный на воздух, трескался и даже утрачивал красный цвет.

Сортировка кирпича производилась по цвету — красный, алый и железняк, а также по звону и излому. Цвет хорошо обожженного кирпича должен быть красно-лиловый, звон — металлический, излом — ровный, без раковин, слоистости и пустот. Кирпич, соответствующий таким требо-

Физико-технические характеристики кирпичей, обнаруженных при обследовании памятников архитектуры XVIII века в Санкт-Петербурге и его пригородах

Наименование объекта, год постройки	Размеры кирпича, мм	Прочность на сжатие, МПа	Прочность на изгиб, МПа	Водопоглощение, %	Вид кирпича
Стены Петропавловской крепости, 1706–1787 гг.	255×120×65	6,4	1,1	12,6
Большой Меншиковский дворец, Ораниенбаум, 1711–1720 гг.	288×144×44	6,2	1,1	14,9
Палаты Кикина, 1714–1720 гг.	255×123×64	6,0	1,1	15,6
Здание Главного адмиралтейства, 1727–1738 гг.	255×122×46	6,0	1,3	14,2
Смольный собор, 1748–1835 гг.	255×133×55	6,5	1,2	14,4
Зимний дворец, 1754–1762 гг.	266×130×55	5,6	1,1	14,0
Академия художеств, 1764–1788 гг.	254×122×56	6,6	1,6	14,3
«Новая Голландия», 1765–1780 гг.	265×134×66	5,8	1,1	14,2
Дом И. Ф. Фитингофа, 1788 г.	248×122×64	6,8	1,3	14,1
Михайловский (Инженерный) замок, 1797–1800 гг.	244×122×45	6,0	1,1	13,2

ваниям, сортировался как красный. Алый кирпич был результатом недожога, он уступал красному по прочности и морозостойкости. Кирпич пережженный (половняк) имел темно-коричневый цвет. Половняк обладал повышенной прочностью: «давал искры от удара металлом, дурно тешился и слабо соединялся с раствором» [12].

В обожженном материале количество хорошего кирпича составляло около 75 % от всей массы [13].

Так называемый красный кирпич имел вполне удовлетворительные с современной точки

зрения физико-механические характеристики: прочность, долговечность и цвет [10].

При изложенных условиях ручного производства процесс изготовления кирпича продолжался до шести месяцев в году.

С целью изучения фактического состояния кирпича, прошедшего длительные сроки эксплуатации в конструкциях памятников архитектуры XVIII века, на протяжении 50 лет проводились работы, связанные с поисками исторического стенового материала, которые осуществлялись главным образом во время

ремонтно-восстановительных работ сооружений. В таблице представлены данные изучения физико-механических характеристик образцов кирпича и фотографии, отражающие их состояние на момент обнаружения.

Образцы кирпича, представленные в таблице, указывают на дефектность внешнего вида стенового материала и нарушение его геометрической формы. Прочностные свойства стенового материала, обнаруженного на десяти различных объектах, свидетельствуют, с точки зрения современных критериев оценки, что испытанные материалы, прошедшие многолетнюю эксплуатацию, соответствуют марке не выше М75 (ГОСТ 53–2012). Но даже такое качество материала позволяло успешно сооружать здания из кирпича, осуществляя проекты выдающихся зодчих того времени.

Библиографический список

1. Белавенец М. И. Глиноведение. Кирпичное производство. Вывозка глин из залежи, вымораживание, насыщение глины водой и три самые простые способа мятья глины. СПб.: Глиноведение, 1905. 36 с.
2. Поляков-Ковтунов Ф. Б. Кирпичное производство. СПб.: тип. СПб. градонач., 1914. 16 с.
3. Санкт-Петербургские ведомости. 1745. 568 с.
4. Мельников Н. П. Производство кирпича. СПб.: ред. журн. «Технический сборник», 1882. 68 с.
5. Белавенец М. И. Глиноведение. Кирпичное производство. Склады глины напольной обжигательной печи. СПб.: Глиноведение, 1914. 32 с.
6. Белавенец М. И. Глиноведение. Кирпичное производство. Три способа сушки сырца для строительного кирпича без больших затрат. СПб.: Глиноведение, 1913. 42 с.
7. Беловенец М. И. Глиноведение. Кирпичное производство. Обжигание сырца-кирпича дровами в напольных печах. СПб.: Глиноведение, 1905. 18 с.
8. Де Рошфор И. Н. Строительная технология. Часть I, 1869.
9. Покровский Е. Т. Приготовление кирпича. М., 1880.
10. Технический анализ каменных строительных материалов / сост. И. Г. Малюга. СПб.: Печатня С. П. Яковлева, 1902. Ч. I. 156 с.
11. Труды Вольного экономического общества. СПб., 1789. Ч. 39. 121 с.
12. Фон Гергард. О поправлении делания кирпичей // Труды Вольного экономического общества. СПб., 1791. Ч. 44. 258 с.
13. Архитектурный архив / под ред. Д. Аркина. М.: Изд-во Акад. архит. СССР, 1946. 143 с.

References

1. Belavenets M. I. *Glinovedenie. Kirpichnoe proizvodstvo. Vyvozka glin iz zalezhi, vymorazhivanie, насыshchenie gliny vodoy i tri samye prostye sposoba myat'ya gliny* [Clay science. Brick manufacturing. Removal of clay from the deposit, freezing, saturation of clay with water and the three simplest methods of tempering clay.]. In: *Glinovedenie* [Clay science]. Saint-Petersburg, 1905, 36 p.
2. Polyakov-Kovtunov F. B. *Kirpichnoe proizvodstvo* [Brick manufacturing]. Saint-Petersburg, 1914, 16 p.
3. *Sankt-Peterburgskie vedomosti* [Saint-Petersburg Bulletin], 1745, 568 p.
4. Mel'nikov N. P. *Proizvodstvo kirpicha* [Brick manufacturing]. In: *Tekhnicheskii sbornik* [Coll. works on engineering]. Saint-Petersburg, 1882, 68 p.
5. Belavenets M. I. *Glinovedenie. Kirpichnoe proizvodstvo. Skladyvanie napol'noy obzhigatel'noy pechi* [Brick manufacturing. Laying the floor kiln]. In: *Glinovedenie* [Clay Science]. Saint-Petersburg, 1914, 32 p.
6. Belavenets M. I. *Glinovedenie. Kirpichnoe proizvodstvo. Tri sposoba sushki syrtsa dlya stroitel'nogo kirpicha bez bol'shikh zatrat* [Brick production. Three ways of drying raw material for building bricks avoiding high costs]. In: *Glinovedenie* [Clay Science]. Saint-Petersburg, 1913, 42 p.
7. Belovenets M. I. *Glinovedenie. Kirpichnoe proizvodstvo. Obzhiganie syrtsa -kirpicha drovami v napol'nykh pechakh* [Brick manufacturing. Firing of raw brick with wood in the kilns]. In: *Glinovedenie* [Clay Science]. Saint-Petersburg, 1905, 18 p.
8. De Roshfor I. N. *Stroitel'naya tekhnologiya* [Construction technology]. Pt. I, 1869.
9. Pokrovskiy E. T. *Prigotovlenie kirpicha* [Brick manufacturing]. Moscow, 1880.
10. *Tekhnicheskii analiz kamennykh stroitel'nykh materialov* [Technical analysis of stone building materials]. Comp. by Malyuga I. G. Saint-Petersburg, S. P. Yakovlev Publ., 1902, Pt. 1, 156 p.
11. *Trudy Vol'nogo ehkonomicheskogo obshchestva* [Proceedings of the Free Economic Society]. 1789, pt. 39, 121 p.
12. Fon Gergard. *O popravlenii delaniya kirpichey* [On improving the quality of manufacturing bricks] *Trudy Vol'nogo ehkonomicheskogo obshchestva* [Proceedings of the Free Economic Society]. 1791, Pt. 44, 258 p.
13. *Arkhitekturnyy arkhiv* [Architectural archive]. Ed. by Arkin D. Akad. arkhit. SSSR Publ., Moscow, 1946, 143 p.