ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 691.421-431

Е.В. Белановская

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ДЛЯ РЕСТАВРАЦИОННОГО КИРПИЧА ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ XVII – НАЧАЛА XX ВЕКОВ

В статье приведены результаты физико-механических испытаний кирпича XVII – начала XX вв., краткая технология изготовления кирпича на территории Вологодской области до начала XX в., а также составы для реставрационного кирпича по историческим технологиям.

Керамический кирпич, памятники архитектуры, разработка составов.

The article presents the results of physical and mechanical tests of the brick of the XVIIth – beginning of the XXth century, the technology of brick making on the territory of Vologda region before the beginning of the XXth century and the compositions for the restoration brick based on historical technology.

Ceramic brick, architectural monuments, composition development.

Сохранение архитектурного наследия – одна из ведущих проблем современного градостроительства. В настоящее время на территории России десятки тысяч памятников архитектуры находятся в состоянии, требующем проведения реставрационных работ. Особенно это касается каменных зданий православных храмов, разрушенных в XX в. При реставрации зданий рекомендуется использовать те же материалы и технологии, которые применялись и при их строительстве. В данной статье представлены результаты разработок составов керамического кирпича для реставрации зданий XVII – начала XX вв., расположенных на территории бассейна р. Шексны Вологодской области.

Ранее были приведены данные, свидетельствующие об использовании на рассматриваемой территории для возведения зданий храмов местных материалов для кладки – кирпича и кладочного раствора [2]. Судя по архивным источникам, в XVII – XVIII вв. рядом с будущей постройкой вырабатывали кирпич ручным способом и обжигали его в напольных печах. В XIX – нач. XX вв. по берегам р. Шексны располагалось более десяти кирпичных заводов и более ста мелких кустарных мастерских по производству кирпича. Особенно много их было в южной части современного Череповецкого района, в настоящее время занятой водами Рыбинского водохранилища. Из кирпича с использованием местных глин и были построены каменные храмы XVII – нач. XX вв. на данной территории.

По данным Департамента природных ресурсов Вологодской области на территории бассейна р. Шексны в Вологодской области имеется 27 месторождений кирпичных глин объемом более 50 млн. м^3, пригодных для изготовления кирпича марки М «100-150». Также по данным Департамента имеются около 1 млрд. м^3 перспективных участков. Кроме того, по архивным источникам было выяснено, что в 1930-е гг. проводились исследования почв пришекснинского района коллективом Краеведческого музея г. Череповца под руководством М.Е. Калинина с целью выявления месторождений кирпичных глин и строительства на них заводов по производству керамического кирпича [3]. В ходе этих исследований были определены 9 перспективных участков месторождений глин объемом около 55 млн. м^3. По результатам исследований Ленгипрогор 1950-х гг. указаны еще 8 перспективных участков месторождений глин, не числящихся на балансе Вологодской области, с общим запасом сырья около 7 млн. м^3. В результате суммарный запас кирпичных глин на территории бассейна р. Шексны Вологодской области (с учетом перспективных участков) составляет более 1 млрд. м^3. Данные месторождения в настоящее время не используются. Таким образом, здесь имеются достаточные запасы сырья для изготовления кирпича при возможной реставрации заброшенных зданий православных храмов.

Проведенные исследования физико-механических характеристик образцов кирпича XVII – нач. XX вв. показали, что предел прочности на сжатие у них составляет 4,3 – 11,3 МПа [1]. Однако можно предположить, что механическая прочность кирпича в кладке стен рассматриваемого региона выше, чем определенная в ходе испытаний, так как для исследований были отобраны кирпичи не из самой кладки, а находившиеся на земле рядом с полуразрушенными зданиями (что допускается нормами) [4], т.е. они были в наибольшей степени подвержены разрушающим факторам, таким, как: атмосферная влага, переменные температуры, грунтовые воды и т.д. – в течение, вероятно, нескольких десятилетий.

По архивным и литературным источникам конца XIX – нач. XX вв. были определены основные этапы

производства глиняного кирпича на территории Вологодской области:

1. Добыча глины.
2. Формовка кирпича.
3. Сушка кирпича.
4. Обжиг кирпича.

Глину добывали осенью, затем складывали в гряды и оставляли на зиму. Вымораживанию придавали очень большое значение, поскольку при этом качество глины значительно улучшалось благодаря ее разрыхлению. Причем, в XVIII в. глину вымораживали не менее двух лет, в XIX в. – не менее года, в XX в., судя по архивным источникам, вымораживание глины не производилось, что явилось причиной снижения качества кирпича к началу XX в. Формовку кирпича начинали производить весной с использованием деревянных форм. Для этого способа применялись формы без дна и специальные скамьи с Г-образным выступом. Сушили кирпич в специальных проветриваемых сараях. Кирпич укладывали плашмя или на ребро. При укладке на ребро промежутки между кирпичами в начале сушки выполняли около 9 см, а по мере высыхания сырца промежутки уменьшали до 3 – 4 см. Степень высыхания кирпича определялась, во-первых, по изменению цвета, во-вторых, в изломе он должен быть одноцветным, без темного пятна в середине, и, в-третьих, при ударе – издавать чистый и ненизкий звук. Кирпич, помещенный в сушильных сараях, во время сушки требовал очень тщательного ухода. Уход за сырцом во время сушки заключался в том, чтобы умело управлять притоком воздуха посредством щитов сушильного сарая. Эти щиты выполнялись из соломы и устанавливались в промежутке между свесом крыши сушильного сарая и землей. Самым опасным при сушке сырца являлся допуск в сушильный сарай сильного сквозного ветра, от которого сырец дает трещины. Продолжительность сушки кирпича-сырца при благоприятной погоде составляла 14 дней, причем 8 дней кирпич должен был быть расположен плашмя, а остальные 6 дней – укладывался на ребро. Хорошо просушенный сырец безопасно мог пролежать всю зиму.

Обжиг чаще всего производился в «напольных» печах, которые складывали особым способом из кирпича, предназначенного для обжига. Печь по возможности защищали от дождя и ветра. От дождя над ней строился шатер из досок, а от ветра – кругом ставили щиты. Крыша шатра должна была быть такой высоты, чтобы расстояние над сложенным сырцом было бы не менее 2 м, а лучше – 3 – 4 м. По окончании обжига печь требовала 10 – 14 дней для охлаждения, после чего приступали к разбору кирпича. В общей сложности на обжиг одной партии уходило 30 дней.

В ходе проведения рентгенофазового анализа была определена температура обжига кирпича, которая не превышала 900º С, так как муллита в исследуемых образцах обнаружено не было.

На основе проведенных исследований было принято решение об изготовлении реставрационного кирпича по исторической технологии из местного глинистого сырья.

В качестве сырья была использована глина месторождения Нова Череповецкого района, вымороженная в течение двух лет и перетертая через сито № 5. Химический состав данной глины следующий:

SiO_2 – 62,7 %, Al_2O_3 + TiO_2 – 23,7 %, CaO – 7,25 %, MgO – 1,88 %, FeO + Fe_2O_3 – 3,82 %, Na_2O – 0,004 %, K_2O – 0,002 %.

Гранулометрический состав и область применения глины данного месторождения представлена на диаграмме В.В. Охтина (рис. 1). Состав содержит глинистой фракции 40 %, пылевидной 45 %, песчаной 15 % и изображен на рис. 1 точкой А.

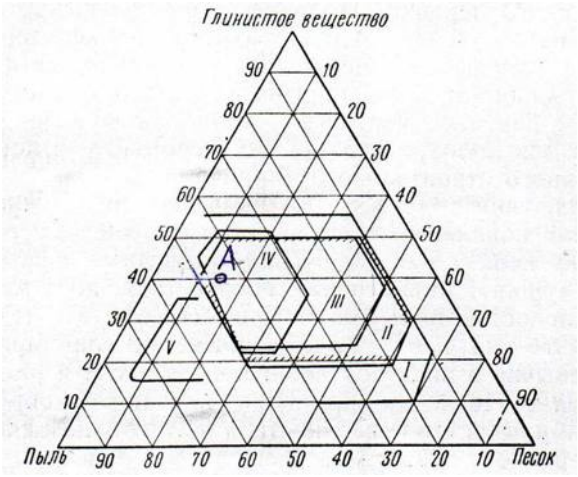


Рис. 1. Промышленное назначение глин в зависимости от их гранулометрического состава. Глины, пригодные для изготовления: I – полнотелого кирпича, II – дырчатого кирпича, III – черепицы, IV – дренажных труб, V – гончарных и других изделий, не требующих морозостойкого черепка

В качестве отощающей добавки использовался песок Коштинского месторождения Череповецкого района крупностью 0 – 1,25. Пластичность глиняной массы определялась сгибанием жгутиков из глиняного теста диаметром 1,5 – 2 см и длиной 15 – 20 см. Введение отощающей добавки производилось до получения умеренно пластичной массы.

Далее было произведено определение влажности глиняной массы, которая составила 25 %, по формуле:

$$W = \frac{100\left(m_1\left(m_1 - m_2\right)\right)}{m} = \frac{100\left(37{,}8 - 32{,}77\right)}{19{,}88} = 25\,\%,$$

где m_1 – масса бюксы с навеской до высушивания, г; m_2 – масса бюксы с навеской после высушивания, г; m – масса сухой навески, г.

Для получения умеренно пластичной массы требуется к 400 г влажной глины добавить 150 г песка (в пересчете на глину в сухом состоянии в соотношении 2/1). Пластичность определялась сгибанием жгутиков из глиняного теста диаметром 2,5 – 3 см длиной 20 см (рис. 2).



Рис. 2. Определение пластичности глиняной массы

Так как г. Череповец, расположенный на рассматриваемой территории, – крупный промышленный центр, и его предприятия (металлургический комбинат и ОАО «Фосагро») являются источником образования большого количества отходов, было решено выполнить серию составов с их использованием (рис. 3).

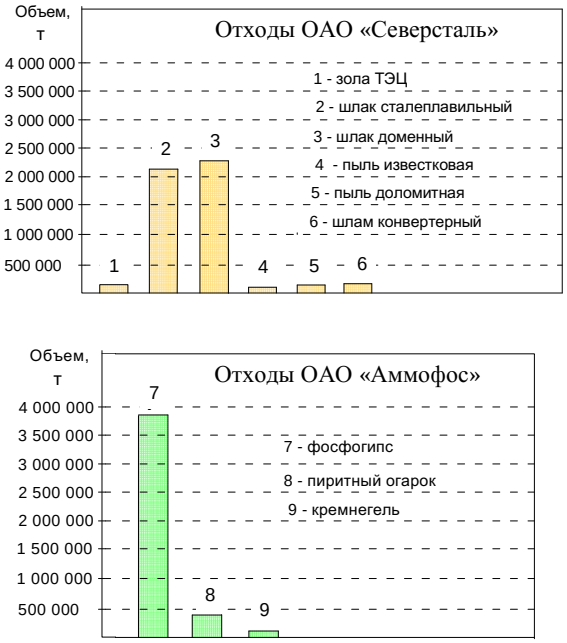


Рис. 3. Отходы промышленных предприятий г. Череповца

В настоящее время имеется большое количество исследований в области использования отходов металлургического и химического производства для изготовления глиняного кирпича, в частности, использование зол ТЭЦ до 40 % как отощающе-пластифицирующей добавки, пиритного огарка в количестве 5 – 10 %, применяемого для снижения температуры обжига и улучшения цветовых характеристик, граншлака в количестве 5 – 25 % как отощающей добавки, фосфогипса в количестве до 5 % для интенсификации процесса сушки. В результате были выполнены следующие составы (см. таблицу):

Таблица

Составы для выполнения реставрационного кирпича

Номер состава	Состав			$R_{сж}$, МПа
	глина	песок	добавки	
1	2	1	–	8,7
2	3,4	1	Зола ТЭЦ 10 %	6,8
3	2,5	1	Зола ТЭЦ 15 %	7,2
4	2,2	1	Пиритный огарок 5 %	6,32
5	1,8	1	Пиритный огарок 10 %	4,32
6	2,5	1	Граншлак 10 %	7,6
7	2,7	1	Граншлак 15 %	8,3
8	2,9	1	Граншлак 20 %	10,44
9	1,8	1	Фосфогипс 5 %	6,3

Формовка образцов кирпича выполнялась ручным способом в формах 7,07×7,07×7,07 см. Сушка производилась в нормальных тепло-влажностных условиях в течение 1 месяца. Обжиг образцов осуществлялся в муфельной печи при температуре 900 ºС в течение четырех часов с постепенным подъемом температуры.

Испытания по прочности на сжатие полученных образцов показали, что наиболее высокие результаты имеют образцы с добавкой граншлака в количестве 20 % по массе ($R_{сж}$=10,44 МПа). Кроме того, процесс сушки образцов с добавкой граншлака происходит значительно быстрее, чем в остальных случаях.

В результате проведенных исследований в качестве составов для реставрационного кирпича были рекомендованы состав № 1 без добавок и состав № 8 с добавкой граншлака в количестве 20 % по массе, как наиболее подходящие по физико-механическим свойствам к историческому кирпичу.

Литература

1. *Белановская, Е.В.* Долговечность кирпичной кладки памятников архитектуры XVII – начала XX вв. Вологодской области / Е.В. Белановская, В.С. Грызлов // Строительные материалы. – 2009. – № 4. – С. 113 – 114.

2. *Белановская, Е.В.* Проблемы восстановления каменных памятников архитектуры Русского Севера / Е.В. Белановская, В.С. Грызлов // Жилищное строительство. – 2009. – № 3. – С. 20 – 22.

3. *Калинин, М.Е.* Глины Череповецкого района / М.Е. Калинин // Архив ЧМО. – Ф. 25.

4. Методика определения физического износа гражданских зданий: утв. приказом по Министерству коммунального хозяйства РСФСР 27.10.70. – М., 1970.