

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
при ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ПРОБЛЕМЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИСТОРИИ

Сборник научных статей

Москва



Издательство РАГС

2008

Здесь располагались резиденция царя и дома царской семьи. Наряду с руководителями коллегий и приказов в этом престижном районе приобретали дома и канцелярские служащие. Дома служащих в Петербурге, особенно в первое десятилетие со дня основания города, практически не отличались от их московских дворов, тем более, что при переезде они везли с собой не только личные вещи, но и мебель, утварь, украшения и другие предметы обихода.

Жизнь вносила свои коррективы, поэтому существовало множество проблем, связанных с переводом служащих на службу из Москвы в Петербург. Дорогая питерская жизнь не могла сравниться со старорусским бытом в насиженных московских имениях, и это, естественно, оказывало влияние и на повседневную жизнь государственных служащих, и на организацию их служебной деятельности в коллегиях, канцеляриях, приказах на новом месте службы.

© Черемисина Я.С.

ОПЫТ РАСЧЕТА ТРУДОЗАТРАТ НА СТРОИТЕЛЬСТВО СМОЛЕНСКОЙ КРЕПОСТИ. 1596–1602 годы

С XIV–XVII вв. до наших дней сохранилось значительное количество каменных и кирпичных оборонительных сооружений – кремлей, крепостей, городских фортификаций. Фундаментальное изучение памятников военного зодчества началось более 150 лет назад. При этом основное внимание уделялось времени возникновения памятников, их конструкции и эволюции. Собственно процесс строительства и трудозатраты на него обычно оставались вне поля зрения исследователей.

Расчет трудозатрат на возведение архитектурного памятника позволяет оценить масштабы прилагаемых усилий, и, соответственно, значимость, придаваемую этому сооружению. К настоящему времени было выполнено лишь несколько подобных расчетов. В.В. Косточкиным и Я. Н. Трофимовым были проведены расчеты трудозатрат на строительство Московского кремля 1366–1367 гг., опубликованные в работе Н. Н. Воронина¹. Такой расчет был произ-

¹ Воронин Н.Н. Московский кремль (1156–1367 гг.) // Материалы исследования по археологии СССР. 1958. № 77. С. 62–65.

веден и для церкви Покрова на Нерли¹. Основываясь на этих расчетах, С. В. Заграевский выполнил сравнительный расчет условной стоимости трудозатрат на строительство из белого камня и из кирпича и показал, что храм из белого камня должен был обходиться дороже такого же кирпичного в 10,1 раза². В настоящей статье будет предпринята попытка расчета трудозатрат на возведение одного из самых известных монументальных сооружений конца XVI – начала XVII в. – Смоленской крепости 1596–1602 гг.

К концу XVI в. Смоленск приобрел ключевую роль как пограничная крепость на западном рубеже Московского государства. В 1590 г. было заключено двенадцатилетнее перемирие с Польшей (Речью Посполитой). По его окончании можно было ожидать новой войны с Польшей, поэтому сразу же после подписания мирного договора со Швецией в 1595 г. царь Федор Иоаннович повелел заложить в Смоленске мощную каменно-кирпичную крепость. Подготовка к ее строительству началась в декабре 1595 г. Весной 1596 г. была утверждена смета строительства, и в Смоленск выехал Борис Годунов, торжественно заложивший первый камень. В начале 1603 г. кончалось перемирие с Польшей, поэтому к концу 1602 г. строительство крепости было спешно завершено. 5 ноября 1602 г. состоялась церемония ее официального освящения.

Работами руководил известный «городовой мастер» Федор Савельевич Конь³. В связи с особой важностью крепости царским указом предписывалось со всей Руси направить в Смоленск каменщи-

¹ См.: Воронин Н.Н. Памятники Владимиро-Суздальского зодчества XI–XIII вв. М., 1945. С. 49.

² См.: Заграевский С.В. Юрий Долгорукий и древнерусское белокаменное зодчество. М., 2002. С. 141–143.

* Возможно, стена начала строиться еще в 1587 или 1588 г., но, даже если и так, до 1596 г. работы продвигались крайне медленно (См.: Орловский И. Смоленская стена: 1602–1902. Смоленск, 1902. С. 12–15). Основное время строительства, несомненно, приходится на период 1596–1602 гг.

³ О нем см.: Белогорцев И.Д. Зодчий Федор Конь. Смоленск, 1949; Косточкин В.В. Государев мастер Федор Конь. М., 1964; Раппопорт П.А. Зодчий Бориса Годунова // Культура Древней Руси. М., 1966.

ков, кирпичников и гончаров¹. По свидетельству летописи, Смоленск строили «всеми городами Московского государства. Камень возили из всех городов, а камень имали, приезжая из городов в Старице да в Рузе, а известь жгли в Белском уезде у Пречистые в Верховье»². Месторождений белого камня вблизи Смоленска не было, и его доставляли из отдаленных мест – из Старицы и Рузы. Известь также была привозной, из деревни Верховье Бельского уезда. В самом Смоленске и Смоленском уезде добывали глину и изготавливали кирпич, для чего все кирпичные сараи и обжигательные печи, включая частные и монастырские, были отписаны на государя³. До окончания возведения крепости под страхом смертной казни было запрещено всякое каменное строительство по стране.

Смоленская крепость – не кремль, т. е. цитадель внутри города, а крепостная городская стена, защищавшая весь город. Общая протяженность стен составила 2488,5 сажени (5375 м), «с круглыми башнями и земляными крепостями – 3038 сажень с аршином и полудесятым вершком» (6563 м)⁴. По смете Гурия Вахрамеева, стены в среднем имели толщину 5,0 м и высоту 9,7 м без зубцов, с зубцами – 12,9 м, с кровлей – еще больше. Вдоль стен располагалось 38 башен, среднее расстояние между башнями равнялось 158 м. 16 многогранных (круглых) башен чередовалось с 13 глухими прямоугольными. 9 воротных башен также были прямоугольными⁵. Стены сложили из облицовочных кирпичных кладок с забутовкой пространства между ними щебнем, бутовым камнем и валунами на известковом растворе. Забутовка шла на треть высоты стены⁶, выше – сплошная кирпичная кладка.

¹ См.: Новый летописец. Гл. 50 // Полное собрание русских летописей (далее: ПСРЛ). Т. XIV. С. 47.

² См.: Новый летописец. Гл. 72 // Там же. С. 54.

³ См.: Орловский И. Указ. соч. С. 16–18.

⁴ См. там же. С. 27.

⁵ См.: Андреев Н.В. Очерки по истории культуры на Смоленщине: Очерк первый: История культуры в Смоленском крае с IX столетия до начала XIX века // Материалы по изучению Смоленской области. Смоленск, 1952. Вып. 1. С. 143. Иванов Ю.Г. Старинные крепости России. Смоленск, 2004. С. 162–166; Смоленская крепость. Смоленск, 2005.

⁶ См.: Орловский И. Указ. соч. С. 27.

Стены и башни завершались кирпичными зубцами, над которыми располагалась деревянная кровля. Цоколь стены высотой 1,5 м облицовали белым известняком.

Основополагающее значение для расчета материалов, необходимых на строительство Смоленской крепости, имеет смета на постройку участка стены длиной «62 сажени с полусаженью и с четью аршина» (135,18 м) на месте Королевского пролома, где поляки ворвались в крепость в 1611 г. Смета была составлена в 1692 г. Гурием Вахрамеевым, о котором упоминалось выше. В связи с важностью этого документа приведем его полностью:

«Буде великие государи укажут заделать тот пролом городою каменною стеною, и под ту стену ров доведется выкопать шириною 3 сажени [6,5 м], в глубину на 2 с. [4,3 м], а толщина и вышина той стены будет против прежних городовых стен, а прежним городою стенам толщина сверх буту и откосу 2 с. с аршином [5,0 м], вышина до городовой выстилки пол-5 сажени [4,5 сажени – 9,7 м], а от выстилки перилам и зубцам вышина пол-2 сажени [1,5 сажени – 3,2 м]; и в техже вышеписанных саженьях доведется быть круглой грановитой башне вышиною до зубцов 10 сажень [21,6 м], а зубцам вышина пол-2 сажени [1,5 сажени – 3,2 м]; шириною та башня и с стенами 8 сажень [17,3 м], стенами толщина сверх буту и откосу 2 сажени [4,3 м]. А к тому делу надобно: 6500 свай 3-х аршинных толщиною в 4 вершка, 650 сажень бутового дикаго камня [1404 м] [100 свай и 10 сажень камня на сажень – 2,16 м], 9650 возов глины [150 возов на сажень], 12600 камней белых, аршинных толщиною по 5 вершков, в ширину [0,5 аршина 200 камней на сажень]; двадцать сот тридцать две тысячи кирпичу [2,032,000 кирпичей – около 4000 кирпичей на сажень стены], 6500 бочек извести, 20 000 воз песку, да на связи связного железа 1200 пуд [19656 кг], прутowego 300 пуд [4914 кг] да лесу 100 бревен 6-ти саженных, 750 бревен 4-х саженных, 2000 бревен 3-х саженных, 10 000 тесниц 3-саженных, 500 досок 2-саженных, 15 возов черемхового прутья, 10 связок лык, 500 веревок по 5 саж., 4 ступы с железными обручами, 120 сажень [259,2 м] канату, 6 чанов, 10 стоек, 60 ушатов, 300 шаек, 100 ведр, 400 ночевок, 50 лопат железных, 100 заступов, 700 лопат, 50 ло-

мов, 10 кулаков железных, 1000 лубов, 2000 шестиков, 20 гребков железных, 10000 гвоздей двоетесных, однетесных тож»¹.

Взяв за основу расход материалов по смете Гурия Вахрамеева на восстановление участка стены протяженностью 135,18 м и экстраполировав эти данные на всю крепостную стену протяженностью 6563 м, Н.В. Андреев и Д.П. Маковский рассчитали необходимое количество материалов для возведения Смоленской крепости. Результаты расчетов были опубликованы в двух работах², правда, в них данные о количестве кирпича и извести не совпадают. В более ранней совместной работе Н.В. Андреев и Д.П. Маковский утверждают, что на строительство потребовалось 150 млн штук кирпича и 50–60 тыс. т извести. Во второй работе, более поздней, Н.В. Андреев, по-видимому, произведя перерасчет, указывает, что кирпича потребовалось 100 млн штук, а извести – 320 тыс. бочек, или 104,832 тыс. т³.

Простой расчет с поправочным коэффициентом 48,6 (а именно во столько раз общая протяженность крепостной стены больше участка Королевского пролома) дает цифры, близкие к цифрам, приведенным Н.В. Андреевым. Таким образом, в дальнейших расчетах мы будем оперировать данными второй из указанных работ Н.В. Андреева⁴, отсутствующие же в ней цифры будут дополнены взятыми из первой работы⁵. При этом данные по количеству глины и дров для изготовления кирпича, а также необходимое число подвод для его перевозки, будут уменьшены

¹ Цит. по: Орловский И. Указ. соч. С. 19–20. (В квадратных скобках – примечания И. Орловского и наши пересчеты на современную систему мер.)

² См.: Андреев Н.В., Маковский Д.П. Доисторические и исторические памятники города Смоленска и его окрестностей. Смоленск, 1948. С. 36; Андреев Н.В. Очерки по истории культуры на Смоленщине. Очерк первый: история культуры в Смоленском крае с IX столетия до начала XIX века // Материалы по изучению Смоленской области. Смоленск, 1952. Вып. 1. С. 142–143.

³ Принимаем, что старинная бочка вмещала около 20 пудов извести (См.: Юнг В.Н. Основы технологии вяжущих веществ. М., 1951. С. 39), а пуд был равен 16,38 кг.

⁴ См.: Андреев Н.В. Указ. соч. С. 142–143.

⁵ См.: Андреев Н.В., Маковский Д.П. Указ. соч. С. 36.

в полтора раза, а количество дров для обжига белого камня – увеличено вдвое (в связи с необходимостью пересчета на меньшее количество кирпича и большее количество извести).

Таким образом, по расчетам Н.В. Андреева и Д.П. Маковского, на строительство крепостной стены потребовалось 100 млн штук кирпича, 620 тыс. облицовочных блоков белого известняка, 320 тыс. бочек извести, 320 тыс. свай, миллион возов песка, 320 тыс. пудов полосового железа, 150 тыс. пудов пруткового железа, миллион гвоздей, 142 тыс. четырехсаженных бревен, 750 тыс. двухсаженных досок, миллион возов песка. Для изготовления кирпича потребовалось 28 млн м³ глины и 267 тыс. м³ дров для его обжига. Для обжига извести необходимо было 300 тыс. м³ дров. Для перевозки кирпича потребовалось 453 тыс. подвод, для перевозки бутового камня из Рузы и Старицы – 300 тыс., извести из Бельского уезда – 300 тыс., для перевозки дров – 557 тыс. подвод. Учитывая миллион возов песка, получаем, что суммарно использовалось 2,6 млн подвод.

На всех видах работ по возведению Смоленской крепостной стены было занято не менее 300 тыс. человек, из которых около сотни тысяч человек были привлечены на подвозку, переноску кирпича, бутового камня, извести, дров; несколько десятков тысяч человек занимались непосредственно строительством стены, многие тысячи людей заготавливали дрова. По мнению исследователей, перевозку кирпича пытались заменить передачей его по конвейеру – выстраивали цепь крепостных крестьян, преимущественно женщин, стариков и детей, которые передавали кирпич за кирпичом по цепи. Такие цепи порой состояли из 40–50 тыс. человек и растягивались на 40–50 км¹. (И. Орловский справедливо заметил, что к таким сообщениям нужно относиться с осторожностью, так как подобные рассказы относятся ко многим выдающимся сооружениям²).

Попробуем более детально рассчитать трудозатраты на каждый вид работ*.

¹ См.: Андреев Н.В., Маковский Д.П. Указ. соч. С. 36.

² Орловский И. Указ. соч. С. 18–19.

* Строительные нормативы для нижеследующих расчетов взяты по изданию: Рошефор Н.И. Иллюстрированное Урочное положение. М., 1928 (Ч. I); 1929 (Ч. II). Само по себе Урочное положение, указывающее нормы

Для строительства Смоленской крепости применялся кирпич¹, сделанный по стандартам московского «кирпичного станка» и обожженный «на красно». Размер кирпича составлял 7,25×1,75×3,5 вершка, или 32,6×7,9×15,8 см. Вес кирпича достигал 1 пуда 3 фунтов (17,6 кг)². Для изготовления кирпича, по Рошефору (Указ. соч. Ч. II. С. 27–33), требуется проведение следующих операций: выемка глины (0,21 человеко-день на 1 м³), мятье глины с песком и тщательное перемешивание лопатами или ногами, а также переноска к месту выделки кирпича (0,52 человеко-дня на 1 м³), выделка кирпича (1,2 человеко-дня и 3,7 м³ глины на тысячу кирпичей), правка кирпича и наблюдение за его сушкой (0,33 человеко-дня на тысячу кирпичей), загрузка кирпича в печь (1 человеко-день на тысячу кирпичей), обжиг кирпича в периодически действующих печах с подноскою дров (0,45 человеко-дня и 3,92 м³ дров^{**}), высадка из печи, сортировка, укладка в клетки (1,33 человеко-дня). Во время выделки и обжига получается около 20% брака, поэтому, чтобы получить сто миллионов штук кондиционного кирпича, нужно рассчитывать на изготовление 125 миллионов штук. Для этого потребовалось:

выработки и потребное количество материалов для строительных работ, было написано сжато и порой нечетко. Граф Н.И. де-Рошефор, известный инженер-архитектор, работавший во второй половине XIX в., проиллюстрировал «Урочное положение» многочисленными комментариями, рисунками и примерами. Так родился его знаменитый труд «Иллюстрированное Урочное положение», впервые увидевший свет в 1906 г. Эта работа стала настольной книгой всех строителей и проектировщиков и выдержала двенадцать изданий. Нами использовано 11-е издание, в котором произведен перерасчет на метрические меры.

¹ Термин появился в XIV в. и на протяжении этого столетия постепенно вытеснил термин «плинфа» (См.: *Раннопорт П.А.* Строительное производство Древней Руси. СПб., 1994. С. 56).

² *Орловский И.* Указ. соч. С. 18.

* Непрерывно действующие печи появились только в 60-х гг. XIX в. (*Рошефор Н.И.* Указ. соч. Ч. II. С. 34).

Печи небольшой производительностью за один цикл (до 50 тыс. штук кирпича), а, вероятно, именно таковы были печи конца XVI в. (см. ниже), потребляли 3,9 м³ дров, в отличие от более производительных, для которых требовалось 3,1–3,7 м³ дров. (Там же. С. 32.)

объем переработанной глины	462,5 тыс. м ³
дров	490 тыс. м ³
выемка глины	97 125 человеко-дней
мятье и переноска глины	
к месту выделки	240 500 человеко-дней
выделка кирпича	150 000 человеко-дней
правка и наблюдение за сушкой	
кирпича	41 250 человеко-дней
загрузка кирпича в печь	125 000 человеко-дней
обжиг кирпича	56 250 человеко-дней
высадка кирпича из печи,	
<u>сортировка</u>	<u>166 250 человеко-дней</u>
Итого	876 375 человеко-дней

Глину для кирпича обычно заготавливали осенью, когда рабочие руки дешевле. В случае срочных работ, к которым можно отнести и возведение Смоленской крепости, выемку глины могли производить и летом. Зимой земля мерзлая, и выемка глины слишком трудоемка. На это время года добытую ранее глину обычно оставляли вымораживаться, т. е. разрыхляться вследствие перемен температуры (морозы, оттепель). Таким образом, сезон заготовки кирпича длился около 150 дней¹. Процесс обжига кирпича занимал до двух недель; иногда цикл работы печи оценивают в две с половиной или три недели².

Для наших расчетов примем, что за сезон (150 дней) каждая печь использовалась десять циклов. Размеры печей и их загрузка неизвестны. Можно провести лишь примерный расчет на основе аналогий. Древнесмоленские печи, обнаруженные на Протоке и на ул. Пушкина и датируемые концом XII – началом XIII в., предположительно производили за один цикл 4–5 тыс. штук плинфы³. В отличие от тонкой плинфы, брусковый кирпич конца XVI в. можно было укладывать не в 10, а в 25 слоев. Такова была средняя высота насадки в печах XIX–начала XX в.

¹ См.: *Рошефор Н.И.* Указ. соч. Ч. II. С. 27; *Раннопорт П.А.* Указ. соч. С. 22, 113.

² См.: *Рошефор Н.И.* Указ. соч. Ч. II. С. 33; *Раннопорт П.А.* Указ. соч. С. 22–23.

³ *Раннопорт П.А.* Указ. соч. С. 22.

при обжиге дровами (при хороших сухих дровах допускалась насадка до 30 рядов)¹.

Каждая печь той же площади, что и раскопанные образцы XII – XIII вв., могла произвести за один цикл до 12,5 тыс. штук кирпича, а за сезон – 125 тыс. За семь сезонов (с весны 1596 г. по осень 1602 г.) каждая такая печь могла произвести 875 тыс. штук кирпича, а для производства 100 млн (с учетом 20% брака) требовалось 143 печи.

По смете Гурия Вахрамеева, для облицовки стены на месте Королевского пролома требовалось «12600 камней белых, аршинных толщиной по 5 вершков, в ширину 0,5 аршина». Вероятно, размер камней подбирался близким размеру камней, использовавшихся примерно столетием ранее. Таким образом, можно заключить, что использовались каменные блоки размером 72×22,5×36 см; объем одного блока составлял 0,058 м³. Тогда 620 тыс. облицовочных блоков белого известняка составят 35 960 м³. Для выламывания 1 м³ слоистой породы, к которой относится и известняк, по нормам XIX–XX вв., требовалось 0,82 человеко-дня².

Для указанного количества известняка это составит 29 487,2 человеко-дня. Однако это лишь трудозатраты, необходимые для валовой переработки указанного количества камня. В реальности количество камня, которое представляло собой качественные каменные блоки, составляло лишь 10–20% от общего количества переработанной породы. 80–90% составлял бут, недаром огромным количеством невывезенного бута завалены все старинные каменоломни.

Каменные плиты обычно разрабатывали горизонтально в закрытых каменоломнях, бут и известь – чаще в открытых карьерах. Разработку камня, как правило, вели со стороны высоких берегов рек – так было удобнее добираться до товарных пластов и грузить

¹ См.: Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. II. С. 33.

^{*} Н.В. Андреев и Д.П. Маковский (Указ. соч. С. 35) полагали, что было выстроено до пятисот «кирпичных заводов», которые работали непрерывно. Однако, как показал вышеприведенный расчет, даже при сезонной работе для производства требуемого количества кирпича необходимо всего 143 печи.

² См.: Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. II. С. 21.

блоки и бут в лодки летом или в сани зимой. Вход располагался около 10–15 м по вертикали от верха склона и настолько же выше уреза воды. Добычу вели и зимой, и летом. Из каменоломен вывозился камень, обработанный грубо. Финальную обработку (получистую и чистую) производили мастера-белокаменщики (а не каменодобытчики) уже на строительной площадке. При этом в бут и известь уходило еще 20–30% объема. В результате «коэффициент полезного действия» древнерусских каменодобытчиков, разрабатывавших блоки белого камня, составлял лишь около 10%. Таким образом, трудозатраты по добычанию блоков белого известняка на облицовку составят не 29 487,2 человеко-дня, а в десять раз больше – 294 872 человеко-дня. Учитывая образование большого побочного количества бута как в процессе разработки известняковых плит, так и на месте строительства, мы не будем отдельно считать трудозатраты на выработку бута и камня для извести.

На месте строительства камень выгружался, складировался, подбирался по размеру и подвергался финальной обработке. В отличие от более раннего времени квадры XVI–XVII вв. обрабатывали очень тщательно. Если в домонгольское время и в конце XIV–XV в. поверхность квадров была покрыта характерными бороздками – насечками от инструментов, а в конце XIII–начале XIV в. квадры обрабатывали вообще лишь получисто, то поверхность квадров XVI–XVII вв. чрезвычайно гладкая. Вероятно, ее подвергали дополнительной шлифовке песком, растираемым деревянными или железными «гладилками». Насечки от инструментов уже не видны. Одну из сторон квадра оставляли необработанной (точнее, обработанной грубо). Блоки укладывали в стену этой необработанной стороной внутрь, что обеспечивало лучшую сцепку облицовки с забутовкой.

Квадровая кладка цоколя стен Смоленской крепости велась более или менее регулярными рядами в основном в технике готической перевязки, когда в каждом ряду тычковые квадры чередуются с ложковыми, т. е. один блок расположен длинной стороной, другой торцевой, затем опять длинной стороной и т. д. Тогда при принятых размерах каменного блока 72×22,5×36 см получаем, что каждый блок имеет площадь поверхности 4×0,36м×0,72м + 2×0,225м×0,36м = 1,2 м². 620 тыс. облицовочных блоков белого из-

вестняка, израсходованных на Смоленскую крепость, будут иметь площадь поверхности 744 000 м². Именно такую площадь требовалось обработать грубо еще в каменоломнях. На это потребовалось 480 624 человеко-дня¹. Непосредственно на строительной площадке блоки подвергали получистой и чистой обработке, но уже не с шести, а только с пяти сторон. При готической перевязке это позволяло сэкономить на обработке 0,081 м² и 0,259 м² поверхности на каждом блоке (при тычковом и ложковом положении соответственно). В среднем это дает экономию 0,17 м² на каждом блоке, а для 620 тыс. блоков – 105 400 м². Т. е. получистой и чистой обработке подвергали не 744 000 м², а только 638 600 м² поверхности каменных блоков. На это потребовалось: для получистой обработки – 689688 человеко-дня, для чистой – 862 110 человеко-дня. Всего на обработку поверхности квадров ушло 2 032 422 человеко-дня.

Как говорилось выше, известь возили из дер. Верховье Бельского уезда. Негашеную (обожженную) известь, или «кипелку» (СаО), получали из известняка (СаСО₃), обжигая его в специальных печах. При этом известняк теряет СО₂, в результате чего негашеная известь весит меньше, чем исходный известняк, на 44%. Таким образом, для получения 320 тыс. бочек, или 104 832 т извести, потребовавшихся для строительства Смоленской крепости, нужно было переработать 187 200 т, или около 87 070 м³ известняка, считая, что 1 м³ известняка в среднем весит 2150 кг².

До сих пор остается открытым вопрос о том, какого типа были печи для обжига известняка, – периодические или непрерывно действующие. Обнаруженные остатки печей для выжигания извести в Киеве и Суздале не позволяют однозначно отнести их к тому или иному типу: уступ на внутренних стенках, встречающийся в первом, и во втором вариантах, мог быть в печах

¹ См.: Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. II. С. 70. В качестве образца для расчетов принят подмосковный мячковский твердый кремнистый известняк, для которого заграты на обработку составляют (человеко-дня на м²): грубо – 0,646, получисто – 1,08, чисто – 1,35.

² Старинная бочка вмещала около 20 пудов извести (См.: Юнг В.Н. Указ. соч. С. 39), а пуд был равен 16,38 кг.

³ См.: Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. II. С. 40.

обоих типов¹. Как бы то ни было, в дер. Верховье, несомненно, действовали не временные, а постоянные печи большой производительности. В таких печах на обжиг 1 м³ расходуется около 1,5 м³ дров^{**} и требуется 1,04 человеко-дня на кладку печи, насадку камня, обжиг и выгрузку камня из печи². Для обжига указанного выше количества известняка потребовалось 130 605 м³ дров и было затрачено 90 553 человеко-дня.

Гасить «кипелку» выгоднее всего прямо в тесто на строительной площадке. Для этого отрывали так называемую творильную яму, дно и стенки которой были обшиты досками. В XIX – начале XX в. творильные ямы делали небольшого размера (длинной и шириной по 2 м и глубиной 1 м), предпочитая увеличивать число творильных ям, а не их размеры³.

Раньше, похоже, была обратная ситуация – число ям приносилось в жертву их размерам. Так, для возведения церкви в Волковыске была устроена творильная яма более 50 м² площадью⁴. Считается, что строительный раствор тем лучше, чем свежее известь и старее сделанное из нее тесто. Лучшим по качеству признается раствор, заготовленный впрок, т. е. для следующего года. Однако для сохранения своих качеств раствор требует специальных условий, так как тесто, подвергшееся воздействию мороза и воздуха, будет рассыпаться в порошок⁵. Поэтому, а также в силу спешности работ, думается, смоленские строители использовали только что приготовленное известковое тесто.

¹ См.: Ранняпорт П.А. Указ. соч. С. 44.

^{*} Юнг В.Н. (Указ. соч. С. 44) считает, что постоянные печи периодического действия для обжига извести применяли в Москве с XV в.

^{**} Обнаруженные в строительных растворах некоторых смоленских памятников кусочки древесного угля (См.: Ранняпорт П.А. Указ. соч. С. 46) указывают, что для получения извести использовались дрова, а не каменный уголь.

² См.: Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. II. С. 39.

³ Там же. С. 41.

⁴ См.: Зверуго Я.Г. О строительном материале храма XII в. на Волковыском замчице // Тезисы докладов на конференции по археологии Белоруссии. Минск. 1969. С. 161.

⁵ См.: Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. II. С. 41.

Петрографический, как и химический, анализ строительного раствора Смоленской крепости до сих пор не проводился. Поэтому нельзя точно сказать, каково было соотношение в строительном растворе извести, песка и цемьянки (мелкотолченый кирпичный бой или керамика). Тем не менее можно провести некоторые аналогии. Все строительные растворы XI – XII вв. отличаются высоким содержанием вяжущего компонента (в среднем 30–50% и выше). В качестве заполнителя в некоторых регионах (Киеве, Переяславле, Новгороде и др.) использовалась исключительно цемьянка, служившая прекрасной добавкой, придававшей раствору гидравлические свойства, т. е. способность схватываться во влажной среде. Песок здесь, вероятно, вообще не добавляли, он попадал в тесто только в качестве примеси к извести или к цемьянке (содержание песка от 1 до 5%).

Противоположная ситуация наблюдается во владимиро-суздальской архитектуре, где основной компонент заполнителя – песок (70–80% и выше), а доля цемьянки не превышает 1,5%. Количество известкового вяжущего в растворах здесь самое высокое – до 80%¹. Памятники Смоленска XII – XIII вв. занимают промежуточное положение. Здесь заполнитель чаще всего состоял из двух частей – цемьянки (от 25 до 80%, обычно 40–60%) и песка (от 10 до 40%, обычно 15–25%), а количество вяжущего варьировалось от 25 до 90% (обычно 40–60%)². Разнообразие состава строительных растворов в памятниках одного времени, а иногда и в различных частях одного памятника, свидетельствует о неустойчивости рецептуры приготовления строительных растворов в Смоленске XII–XIII вв.

В целом соотношение вяжущего (извести) и заполнителя в домонгольской Руси варьировалось от 1:3 до 4:1, но чаще всего составляло 1:1 или 2:1, т. е. раствор был очень «жирным», с высоким содержанием вяжущего (в современных известковых растворах со-

¹ См.: *Раппопорт П.А.* Указ. соч. С. 45–46; *Медникова Е.Ю., Раппопорт П.А., Селиванова Н.Б.* Древнерусские строительные растворы // Советская археология. 1983. № 2. С. 152–161.

² См.: *Медникова Е.Ю., Раппопорт П.А., Селиванова Н.Б.* Изучение древнесмоленских строительных растворов // Краткие сообщения Института археологии АН СССР (далее: КСИА). 1978. Вып. 155. С. 44–56.

отношение обычно равно 1:3 или даже 1:4). Высокое содержание вяжущего использовалось в строительных растворах Смоленска и позднее. К сожалению, более поздние памятники изучены значительно хуже, и анализы проводились крайне редко, что не позволяет делать обобщающих выводов.

Мы располагаем данными анализа лишь одного памятника Смоленска XVI в. – кладки стены собора Духова монастыря. Здесь содержание вяжущего составляет 70%, цемьянка отсутствует полностью, а на долю песка приходится 5%. Дабы исключить случайную ошибку, приведем для сравнения данные анализов примерно того же времени из других регионов. Анализ кладки № 3 (конец XV – начало XVI в.) и № 4 (XVII в.) стены церкви в Новогрудке показал, что содержание вяжущего составляет 25–60%, основной заполнитель – песок (25–60%); цемьянка полностью или почти полностью отсутствует¹. Близкий состав имеет и строительный раствор замка Гедимины в Вильнюсе (XV в.)². Песок является единственным или основным заполнителем в строительных растворах крепостных сооружений Ивангорода, причем соотношение извести и песка в образце, датированном XV в., составляет около 1:2,5, а в образце, относящемся к XVII в., – 1:1³. В крепости Остров исследовались строительные растворы двух периодов – 1425–1450 гг. и около 1500 г. Растворы и того, и другого строительного периодов имеют известково-глинистый состав с содержанием песка от 10 до 50%; цемьянка, по-видимому, отсутствует⁴. Крепостной ансамбль Фуны (XV в., Крым) также

¹ См.: *Селиванова Н.Б.* Опыт петрографического изучения строительных растворов построек Новогрудского детинца // КСИА. 1982. Вып. 172. С. 83–89.

² См. там же. С. 89.

³ В обоих случаях соотношение указано в пересчете на сухое вещество. См.: *Юнг В.Н.* О древнерусских строительных растворах // Сборник научных работ по вяжущим материалам. М., 1949. С. 241–244, 253–257.

⁴ См.: *Медникова Е.Ю.* К вопросу о качестве извести в древнерусских строительных растворах // КСИА. 1982. Вып. 172. С. 89–91. Проводился только химический анализ растворов. Петрографический анализ не проводился, поэтому о наличии или отсутствии цемьянки и ее количественном содержании можно лишь догадываться.

демонстрирует использование песка в качестве заполнителя без применения цемьянки; содержание вяжущего варьируется от 35 до 97%, в среднем составляя 50–70%¹.

Таким образом, к XVI в. русские зодчие по не вполне понятной причине отказываются от использования в качестве заполнителя цемьянки и переходят почти исключительно на песок. Для наших расчетов это имеет принципиальное значение, так как мы можем не учитывать трудозатраты на толчение кирпича. Кроме того, вышеприведенные выкладки позволяют примерно рассчитать необходимое количество песка. Предположим, соотношение вяжущего и песка составляло 2:1, что близко к содержанию вяжущего в кладке стены собора Духова монастыря в Смоленске. Тогда для получения строительного раствора из 104 832 т или 121 193 м³ «кипелки» потребовалось 133 657 человеко-дня, 49 724 м³ песка и 310 540 м³ воды². Объем строительного раствора составил 132 596 м³.

Чтобы рассчитать трудозатраты по созданию фундаментов, нужно суммировать трудозатраты на рытье рвов, кладку бутовых фундаментов, обратную засыпку рвов и разравнивание излишков земли. По сообщению Гурия Вахрамеева, под стену копался ров шириной 3 сажени [6,5 м] и глубиной 2 сажени [4,3 м]. На рытье рвов нужна была работа землекопов из расчета 0,1 человеко-дня на 1 м³ земли + дополнительно два раза по 0,07 человеко-дня при глубине рва более 2,8 м³. Суммарно при общей протяженности стен с башнями 6563 м объем вынудой земли составил 6,5×4,3×6563=183 435,85 м³. На это потребовалась работа землекопов в объеме 44 024,6 человеко-дня. Для бучения фундамента по известковому раствору нужна была работа каменщиков в объеме 95 386,6 человеко-дня и рабочих в объеме 75 208,7 человеко-дня⁴.

По сведениям И. Орловского, в качестве бута в фундамент Смоленской крепости широко закладывали каменные ядра, кото-

рые металы как защитники, так и атакующие; эти ядра во множестве валялись в окрестностях. При ломке стены в XIX – начале XX в. ядра были вынуты и помещены в городской музей¹. Для обратной засыпки рвов нужна была работа землекопов в объеме 18 893,9 человеко-дня². Разравнивание излишков земли потребовало дополнительно 9538,7 человеко-дня землекопов³. Всего на создание фундаментов было затрачено: 44 024,6+95 386,6+75 208,7+18 893,9+9 538,7=243 053 человеко-дня.

Для дальнейших расчетов нужно определиться с размерами башен. Эти размеры значительно варьировались. Многие башни не сохранились, и об их размерах можно лишь догадываться. Поэтому для удобства расчетов примем некие средние значения. Многогранные башни были массивнее прямоугольных. Примем, что диаметр многогранных башен был 15 м, а ширина прямоугольных башен (глухих и воротных) – 10 м. При этом будем считать, что прямоугольные башни имели в плане квадрат, т. е. ширина их была равна толщине. Высоту и тех, и других башен без зубцов примем равной 15 м (это среднее значение; несомненно, были как более высокие, так и более низкие башни). Высоту зубчатого парапета как стен, так и башен, будем считать равной 3,2 м.

Чтобы рассчитать трудозатраты на покрытие крыши стен и башен, нужно знать площадь поверхности крыши. Естественно, кровли в Смоленской крепости не сохранились. Поэтому здесь придется опираться на гипотетические цифры. Будем считать, что стены и башни были крыты двускатной кровлей в два теса, т. е. в два ряда досок. Высоту крыши для стен (от зубцов до коня) примем равной 1,5 м, шатров для башен – 6 м. Крыши немного выступали за линию стен, скажем, на полметра с каждой стороны. Тогда для стены длину боковой поверхности крыши можно рассчитать по теореме Пифагора, зная, что половина длины основания – 3 м (общая длина 6 м складывается из 5 м ширины стены + 2×0,5 м), высота – 1,5 м:

$$x = \sqrt{(3^2 + 1,5^2)} = 3,35 \text{ м}$$

¹ См.: Орловский И. Указ. соч. С. 23.

² Из расчета 0,103 человеко-дня на 1 м³ (Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. I. С. 80, 85).

³ Из расчета 0,052 человеко-дня на 1 м³. (Там же. Ч. I. С. 85.)

¹ См.: Кирилло В.П. Крепостной ансамбль Фуны (1423–1475 гг.). Киев, 2005. Стр. 260.

² Принимаем, что 1 м³ «кипелки» в среднем весит 865 кг (Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. II. С. 40). См. там же. С. 46.

³ См.: Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. I. С. 77, 80.

⁴ Из расчета 0,52 человеко-дня каменщиков и 0,41 человеко-дня рабочих на 1 м³. (Там же. Ч. II. С. 59.)

Площадь поверхности крыши при длине стен 5375 м составит: $2 \times 5375 \times 3,35 = 36\,012,5 \text{ м}^2$. Для покрытия крыши такой площади в два теса потребовалось 6194,2 человеко-дня работы плотников¹.

Многогранные башни будем считать круглыми. Тогда площадь поверхности их крыши можно рассчитать как площадь боковой поверхности круглого конуса:

$$S_{\text{бок}} = \pi r l,$$

где r – радиус основания ($7,5 + 0,5 = 8 \text{ м}$), а l – образующая ($l = \sqrt{r^2 + h^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ м}$);

$$S_{\text{бок}} = 3,14 \times 8 \times 10 = 251,2 \text{ м}^2.$$

Площадь поверхности крыши прямоугольных башен рассчитывается как боковая поверхность правильной пирамиды:

$$S_{\text{бок}} = 0,5 p a,$$

где p – периметр основания ($4 \times 11 = 44 \text{ м}$), а a – апофема или высота боковой грани ($a = \sqrt{5,5^2 + 6^2} = 8,1 \text{ м}$).

$$S_{\text{бок}} = 0,5 \times 44 \times 8,1 = 178,2 \text{ м}^2.$$

Площадь крыши 16 многогранных (круглых) башен составит $16 \times 251,2 \text{ м}^2 = 4019,2 \text{ м}^2$, а 22-х прямоугольных башен (глухих и воротных) – $22 \times 178,2 \text{ м}^2 = 3920,4 \text{ м}^2$. Общая площадь крыши башен равна $7939,6 \text{ м}^2$. Для покрытия крыши такой площади потребовалось 1190,9 человеко-дня работы плотников², а суммарно трудозатраты на кровлю стен и башен Смоленской крепости составили $6194,2 + 1190,9 = 7385$ человеко-дней.

Башни имели четыре этажа, из которых нижний был на уровне земли, а верхний – под крышей, у зубчатого парапета³. Таким образом, в каждой башне нужно было навести три моста. Положим, для каждого моста требовалось 5 балок длиной в среднем 8 м. Тогда для наведения одного моста в башне нужно было

¹ Из расчета 0,172 человеко-дня на 1 м^2 поверхности (Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. I. С. 180).

² Из расчета 0,15 человеко-дня на 1 м^2 поверхности (Там же. Ч. I. С. 181).

³ См.: Орловский И. Указ. соч. С. 29.

затратить 4,8 человеко-дня¹, на одну башню уходило 14,4 человеко-дня, а на 38 башен – 547 человеко-дня плотников.

Для расчета трудозатрат на возведение лесов нужно знать площадь наружной поверхности стен и башен. Очевидно, леса возводили только до уровня боевого хода. Зубчатый парапет и столбы для крыши строили, стоя уже на боевом ходу. Тогда при длине стен 5375 м и высоте (по смете Гурия Вахрамеева, 9,7 м «до городской выстилки») получаем, что площадь стен (считаем обе стороны стены) была $5375 \times 9,7 \times 2 = 104\,275 \text{ м}^2$. При высоте строения до 10 м на 1 м^2 стены строения требуется 0,139 человеко-дня на возведение лесов². Таким образом, на всю протяженность стен потребовалось 14 494,2 человеко-дня.

Многогранные башни будем считать круглыми с радиусом 7,5 м. Тогда площадь их боковой поверхности будет равна произведению длины окружности основания на высоту:

$$S_{\text{бок}} = 2\pi r h = 2 \times 3,14 \times 7,5 \text{ м} \times 15 \text{ м} = 706,5 \text{ м}^2.$$

Площадь боковой поверхности прямоугольных башен равна: $4 \times 10 \text{ м} \times 15 \text{ м} = 600 \text{ м}^2$.

Всего многогранных башен 16. Их суммарная площадь: $16 \times 706,5 \text{ м}^2 = 11\,304 \text{ м}^2$. Суммарная площадь прямоугольных башен (глухих и воротных): $22 \times 600 \text{ м}^2 = 13\,200 \text{ м}^2$. Общая площадь башен: $11\,304 + 13\,200 = 24\,504 \text{ м}^2$. С увеличением высоты трудозатраты на возведение лесов возрастают. При высоте строения до 16 м на 1 м^2 стены строения требуется 0,182 человеко-дня³, а на $24\,504 \text{ м}^2$ – 4459,7 человеко-дня. Общие трудозатраты на возведение лесов потребовали работы плотников в объеме 18 954 человеко-дня.

Строительные работы по возведению каменных или кирпичных строений обычно велись с середины апреля по середину сен-

¹ Из расчета 0,96 человеко-дня на одну балку длиной 8 м (Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. I. С. 191).

² Там же. С. 124.

³ См.: Рошефор Н.И. Указ. соч. Ч. I. С. 124. Некоторые башни были выше, и на возведение лесов для них теоретически могли потребоваться большие трудозатраты. Но, с другой стороны, мы в расчетах площади боковой поверхности башен принимаем общую площадь без учета примыкающих стен. Последние же должны существенно уменьшить трудозатраты на возведение лесов для башен.

тября, т. е. строительный сезон составлял около пяти месяцев¹. Однако в случае Смоленской крепости работы продолжались дольше, о чем свидетельствует следующее сообщение летописи: некий «Смольянин Ондрей Дедешин» во время осады Смоленска поляками подсказал Сигизмунду III, «что з другую сторону град худ, делан в осень»². Поляки стали обстреливать именно этот участок укреплений и вскоре проделали в нем брешь. Вероятно, из-за спешности работ строительство на этом участке продолжалось вплоть до первых заморозков, из-за чего строительный раствор плохо схватился.

Для расчета трудозатрат на кладку кирпично-бутовой стены примем, что внешние кирпичные стенки, как и зубцы, имели толщину в 3 кирпича, или около 1 м. Между внешними стенками находился слой бута толщиной $5\text{ м} - 2\text{ м} = 3\text{ м}$. Для упрощения расчетов будем полагать, что слой бута доходил до самого верха стены. Высота кирпичных стен меньше общей высоты стен на 1,5 м цоколя. Поэтому, по аналогии с вышеприведенными расчетами, получаем, что площадь кирпичных стен до боевого хода равна $5375 \times 8,2 \times 2 = 88\,150\text{ м}^2$, площадь башен $- 16 \times 635,85 + 22 \times 540 = 10\,173,6 + 11\,880 = 22\,053,6\text{ м}^2$. Общая площадь: $110\,203,6\text{ м}^2$. На такую площадь кирпичной кладки потребовалось 69 428 человеко-дня каменщиков³. Сюда нужно прибавить трудозатраты на возведение зубчатого парапета, который, согласно Гурию Вахрамееву, имел высоту 3,2 м. Толщина его составляет примерно 3 кирпича, а общая протяженность (стены и башни) – 6563 м. Между зубцами устроены амбразуры, которые уменьшают площадь кладки примерно на треть. Поэтому общая площадь зубчатого парапета равна $3,2 \times 6563 \times 2/3 = 14\,001\text{ м}^2$. На такую площадь кладки потребовалось 8 820,6 человеко-дня каменщиков. Объем бутовой кладки составил $6\,563\text{ м} \times 9,7\text{ м} \times 3\text{ м} = 190\,983,3\text{ м}^3$. На забутовку была затрачена работа каменщиков в объеме 99 311,3 человеко-дня и работа подсобных рабочих в объеме 78 303,2 человеко-дня⁴.

¹ См.: *Раннопорт П.А.* Указ. соч. С. 113.

² Новый летописец. Гл. 266 // ПСРЛ. Т. XIV. С. 111.

³ Из расчета 0,63 человеко-дня на 1 м^2 стены при толщине стены в 3 кирпича (*Рошефор Н.И.* Указ. соч. Ч. II. С. 106).

⁴ Из расчета 0,52 человеко-дня каменщиков и 0,41 человеко-дня рабочих на 1 м^3 стены (*Рошефор Н.И.* Указ. соч. Ч. II. С. 59).

Для кладки цоколя стены на растворе из $35\,960\text{ м}^3$ блоков белого известняка потребовалось 25 891,2 человеко-дня каменщиков и 14 743,6 человеко-дня подсобных рабочих¹, всего 40 634,8 человеко-дня. Суммарно на кладку стен потребовалось: $69\,428 + 8\,820,6 + 99\,311,3 + 78\,303,2 + 40\,634,8 = 296\,498$ человеко-дня.

Перед стенами крепости был устроен ров, который, где это было возможно, наполнялся водой². Добытую при рытье рва землю насыпали с наружной стороны рва в виде невысокого вала³. Эта пологая насыпь (гласис) прикрывала основание стены от вражеского огня и одновременно превращала атакующего противника в прекрасную мишень для защитников на стене. Гласис и большая часть рвов не сохранились, поэтому их точная протяженность, как и ширина и глубина рвов на разных участках, неизвестны. В связи с этим для расчета трудозатрат по устройству рвов придется прибегнуть к эмпирическому методу. На сохранившихся участках ров имеет ширину около 10 м и отстоит от стены также примерно на 10 м. Глубина рва должна была превышать 2 м, в противном случае ров легко преодолеть⁴. Будем считать, что глубина рва в середине (самой глубокой точке) достигала 2,8 м.

¹ Из расчета 0,72 человеко-дня каменщиков и 0,41 человеко-день рабочих на 1 м^3 (*Рошефор Н.И.* Указ. соч. Ч. II. С. 65).

² О существовании рвов вокруг всей крепости сообщает И. Орловский (Указ. соч. С. 47). До настоящего времени рвы сохранились лишь на незначительных по протяженности участках, большей частью они были засыпаны. Ничего не говорят источники и об общей протяженности рвов. На некоторых изображениях Смоленска (например, гравюре В. Гондиуса) ров как будто отсутствует, на других (например, гравюре Г. Келлера 1610 г.), – несомненно, присутствует. Возможно, ров отсутствовал со стороны реки и в тех местах, где его заменяли глубокие овраги. Не имея возможности точно установить общую протяженность рва, мы будем полагать, что ров присутствовал со всех сторон крепости, но при этом будем считать, что он имел незначительную глубину, что должно компенсировать возможную погрешность в трудозатратах, если в реальности он отсутствовал на некоторых участках.

³ См.: *Орловский И.* Указ. соч. С. 47.

⁴ См.: *Клюц, Полевая фортификация.* СПб., 1888. С. 12.

Чтобы узнать общую протяженность рва, примем длину окружности крепости $p = 6563$ м (длина стен с башнями). Тогда радиус будет равен:

$$r_{\text{стены}} = p_{\text{стены}} / 2\pi = 1045 \text{ м.}$$

Мы приняли, что ров отстоит от стены на 10 м. Соответственно радиус окружности для рва составит $1045 + 10 = 1055$ м, а длина окружности рва (т. е. искомая протяженность рва):

$$p_{\text{рва}} = 2\pi r_{\text{стены}} = 6625,4 \text{ м.}$$

Чтобы вычислить объем вынудой при рытье рва земли, представим ров в разрезе как равнобедренный треугольник с основанием 10 м (ширина рва) и высотой 2,8 м (наибольшая глубина рва). Тогда объем рва будет равен половине объема параллелепипеда, который вычисляется как произведение его длины на площадь основания. Основание в нашем случае представляет собой ромб с диагоналями 10 м и 5,6 м ($2 \times 2,8$ м). Площадь ромба равна половине произведения диагоналей, т. е. $0,5 \times 10 \times 5,6 = 28 \text{ м}^2$. Объем параллелепипеда составит $28 \text{ м}^2 \times 6625 \text{ м} = 185\,500 \text{ м}^3$, а объем рва – половину от этого значения, т. е. $92\,750 \text{ м}^3$. Для выкапывания такого количества земли деревянными с железным лезвием лопатами (именно такие лопаты предпочитались землекопами вплоть до XX в. ввиду их легкости¹; как видно из сметы Гурия Вахрамеева, на 700 подобных лопат в конце XVII в. приходилось всего 50 железных) потребовалось 15 768 человеко-дней работы землекопов².

Значительных трудовых затрат потребовала перевозка блоков облицовочного известняка из Старицы и Рузы, а также извести из дер. Верховье Бельского уезда. Грузоподъемность великорусской телеги составляла около 490 кг^3 . 620 тыс., или $12\,400 \text{ м}^3$ блоков известняка весят $26\,660 \text{ т}^4$, а 320 тыс. бочек извести – $104\,832 \text{ т}$ (см. выше). Тогда для перевозки блоков известняка потребовалось 54 408 подвод, а для перевозки извести – 213 943 подводы.

Вышеприведенные значения абсолютные, т. е. они получены для одного оборота перевозки. В реальности камень добывали, а известь получали постепенно и перевозили партиями, а не единовремен-

менно. Каждая подвода совершала не один, а много оборотов, и поэтому реальное число подвод было значительно (предположительно в несколько десятков раз) меньше, учитывая, что строительство длилось шесть с половиной лет. Перевозку осуществляли и зимой, и летом. Летом могли пользоваться не только подводами, но и лодками или плотами, на которых груз сплавливали по рекам. Зимой обычно предпочитали транспортировку на санях по льду замерзших рек.

Каким маршрутом пользовались для транспортировки камня и извести из Старицы, Рузы и Верховья – неизвестно. Кроме того, неизвестно соотношение вывозимого из Старицы и Рузы камня. Поэтому точный расчет затрат конедней и человеко-дня возчиков невозможен. По подсчетам С. В. Заграевского, в домонгольское время при среднем плече подвоза камня в 500 км на перевозки приходилось до 85% трудовых затрат белокаменного строительства, в послемонгольское время при среднем плече подвоза в 50 км на перевозки приходилось уже 50% трудовых затрат.

В случае Смоленской крепости плечо подвоза как из Старицы, так и из Рузы или Верховья, был более 200 км по прямой, а по рекам или дорогам – предположительно в 1,5–2 раза больше¹. В связи с этим можно предположить, что на перевозку пошло от 50 до 85% всех трудовых затрат. Однако указанные выше трудовые затраты требуются для такого строительства, когда все здание возведено из белого камня. В случае Смоленской крепости основным материалом служил производившийся на месте кирпич. Поэтому в данном случае трудовые затраты на перевозку вряд ли превысили 50%.

Таковы лишь основные трудовые затраты на возведение Смоленской крепости 1596–1602 гг. Конечно, в расчете не учтены многие детали, например, вбивание свай под фундамент², побелка крепостной стены³, устройство девяти ворот, опускаемых решеток в трех во-

¹ Орловский И. (Указ. соч. С. 18) считает, что расстояние от Верховья до Смоленска – около 200 верст, а от Старицы до Смоленска – 342 версты.

² Есть предположение, что, помимо свай, под фундамент стены на некоторых участках сооружали деревянные срубы, забитые землей. Впрочем, эти срубы вполне могут оказаться остатками более древнего деревянного укрепления (См. там же. С. 23–24).

³ См.: Хозеров И. М. Новые данные о смоленской городской стене. Смоленск, 1930. С. 8 и далее. По мнению автора, смоленская крепостная

¹ См.: Рошефор Н. И. Указ. соч. Ч. I. С. 78.

² Из расчета на 1 м^3 земли для рвов глубиной до 1,4 м – 0,1 человеко-дня + 0,07 человеко-дня при увеличении глубины до 2,8 м (Там же. С. 77, 80).

³ См. там же. Ч. II. С. 335.

⁴ 1 м^3 известняка в среднем весит 2150 кг (Там же. С. 40).

ротах, подземных галерей (слухов), кирпичных столбов, на которые наряду с зубцами опиралась двускатная крыша, арок с внутренней стороны стен крепости, бойниц, машикулей на башнях, дозорных вышек (чердаков) наверху шатровых крыш башен, а также работа кузнецов по оправке инструментов и др.

Основные результаты расчетов представлены в таблице 1. Из нее видно, что 51% всех трудовых затрат относится к работе по обтесыванию камня. Следующим по трудоемкости было изготовление кирпича (22%). Процесс кладки и забутовки стен требовал незначительной работы (7%), примерно равной ломке камня в каменоломнях. Далее по трудоемкости идут создание фундамента (6%), приготовление строительного раствора (3%) и обжиг известняка (2%). Остальные мероприятия потребовали менее 1% от общих трудовых затрат.

Любопытно сравнить полученные результаты с результатами расчетов трудовых затрат по строительству Московского кремля 1366–1367 гг.¹ В расчет трудовых затрат по Смоленской крепости не вошла работа по доставке камня и извести, поэтому для адекватного сравнения трудовых затрат в процентном отношении в таблице мы приводим также данные по Московскому кремлю без учета транспортной составляющей, которая оказалась равной 548 000 человеко-дней. Таблица демонстрирует схожее распределение трудовых затрат по рассматриваемым стройкам.

Суммарные трудовые затраты на возведение Смоленской крепости превышают трудовые затраты на строительство Московского кремля без учета транспортной составляющей в 8,4 раза. Это, однако, не должно удивлять, так как Смоленская крепость имела примерно втрое больший периметр оборонительных сооружений, в 2,5 раза более толстые и в 1,2 раза более высокие стены, а также более чем вчетверо большее число башен (см. табл. 2). Поэтому даже без учета разницы в количестве башен трудовые затраты на возведение Смоленской крепости должны быть в девять раз больше.

стена 1596–1602 гг. была не только выбелена, но еще и раскрашена «в кирпич» полосами шириной в три ряда кирпича.

¹ См.: Воронин Н.Н. Московский кремль (1156–1367 гг.) // Материалы и исследования по археологии СССР. 1958. № 77. С. 62–65.

Таблица 1
Трудовые затраты на строительство Смоленской крепости (1596–1602 гг.)
и Московского кремля (1366–1367 гг.)
(человеко-дни, в скобках – процент от общих трудовых затрат)

	Смоленский кремль	Московский кремль	Суммарно	Удельный вес	Удельный вес	Удельный вес
Изготовление кирпича	876 375 (22)	294 872 (7)	1 171 247 (22)	15 768 (7)	90850 (9)	1025 000 (113 889)
Ломка камня	294 872 (7)	42 337 (4)	337 209 (6)	4 682 (1)	4682 (менее 1)	1025 000 (113 889)
Теска камня	2 032 422 (51)	279 000 (27)	2 311 422 (43)	18 954 (менее 1)	296 498 (7)	4 010 084 (405 529)
Обжиг известняка	2 032 422 (51)	279 000 (27)	2 311 422 (43)	547 (менее 1)	18 954 (менее 1)	4 010 084 (405 529)
Приготовление строительного раствора	1 332 657 (33)	92 657 (3)	1 425 314 (26)	7385 (менее 1)	7385 (менее 1)	1 425 314 (142 531)
Создание фундамента	243 053 (6)	1 422 26 (1)	1 665 313 (30)	547 (менее 1)	4682 (менее 1)	1 025 000 (113 889)
Покрытие крышей	7385 (менее 1)	учитывалось	учитывалось	учитывалось	учитывалось	учитывалось
Устройство мостов в башнях	547 (менее 1)	учитывалось	учитывалось	учитывалось	учитывалось	учитывалось
Устройство лесов	18 954 (менее 1)	4682 (менее 1)	23 636 (0,4)	15 768 (менее 1)	296 498 (7)	4 010 084 (405 529)
Кладка стен	296 498 (7)	90850 (9)	387 348 (7)	15 768 (менее 1)	296 498 (7)	4 010 084 (405 529)
Устройство рва	15 768 (менее 1)	учитывалось	учитывалось	учитывалось	учитывалось	учитывалось
Суммарно	4 010 084 (105 529)	113 889 (3)	4 123 973 (84)	15 768 (менее 1)	296 498 (7)	4 010 084 (405 529)
Трудовые затраты на уловленные мосты	8,0	19,0	27,0	0,0002	0,0007	0,0006
Трудовые затраты на подъемные мосты	611	518	1 129	0,0015	0,0012	0,0013
Трудовые затраты на мосты	8,0	19,0	27,0	0,0002	0,0007	0,0006

¹ В это значение вошли и некоторые не приведенные в таблице параметры, такие, как доставка камня на 50 км (548 000 человеко-дней), подвозка камня к стенам (3940 человеко-дней) и кузнечные работы по оправке инструмента (30 960 человеко-дней).

Московская крепость (без учета транзитной составляющей)	42 337 (9)	27 9000 (58)	1 620 (месе 1)	9 268 (2)	14 226 (3)	не учтена лоб	не учтена лоб	4 682 (1)	90 850 (19)	не учтена лоб	477 000	53 000	241	8,8
---	------------	--------------	----------------	-----------	------------	---------------	---------------	-----------	-------------	---------------	---------	--------	-----	-----

Таблица 2

Параметры Смоленской крепости (1596–1602 гг.) и Московского кремля (1366–1367 гг.) и основные материалы, потребовавшиеся для их строительства

	Параметры		Основные материалы						
	Периметр укреплений, м	Толщина стен, м	Высота стен, м	Высота зубцов, м	Количество башен	Общий объем кладки, м ³	Кирпич, шт.	Объем облицовочных блоков из вестника, м ³	Строительный раствор, м ³
Смоленская крепость	5375	5,0	9,7	3,2	38	501 741,35 ¹	100 млн	35 960	132 596
Московский кремль	1898	2	8	2,5	9	53 990,43	-	14 371,15	16 730

¹ Этот параметр получен суммированием объема наземной конструкции (произведение высоты, ширины и длины стен с башнями, без учета зубчатого парапета) с объемом кладки фундамента, т. е. $318\,305,5 + 183\,435,85 = 501\,741,35\text{ м}^3$.

Интересными представляются такие параметры, как трудозатраты на условный участок крепости, на погонный метр стены и на кубический метр кладки. За один участок крепости примем прясло с одной прилегающей башней – именно на такие участки была разделена Смоленская крепостная стена, при строительстве насчитывавшая 38 участков¹. Этот параметр мы получаем, разделив суммарные трудозатраты на количество башен крепости. Второй параметр – трудозатраты на погонный метр стены – получаем делением суммарных трудозатрат на общую протяженность стен. Наконец, трудозатраты на кубический метр кладки получаем делением суммарных трудозатрат на общий объем кладки.

Без учета транспортной составляющей получаем следующие результаты. Первый параметр для Смоленской крепости всего вдвое (а не в девять раз, как можно было бы ожидать, исходя из трудозатрат) больше, чем для Московского кремля. Это отражает тенденцию к увеличению числа башен и их более частому расположению в крепостях XVI–XVII вв. по сравнению с крепостями XIV в.

Второй параметр отражает трудоемкость возведения единицы крепости. Как и следует из расчета, он больше для Смоленской крепости, так как она имеет более толстые и высокие стены по сравнению с Московским кремлем. Однако он больше в 2,5 раза, а не в 9 раз. Сказывается удешевление строительства крепостей при использовании кирпича по сравнению со строительством полностью из камня. По мнению С.В. Заграевского, белокаменное строительство было примерно в десять раз дороже кирпичного (за счет более сложной добычи, транспортировки и обработки). При этом исследователь считает, что надежность белокаменных зданий была ниже, чем кирпичных. Кроме того, декоративные качества белого камня также оставляли желать лучшего: в российском климате он быстро становился грязно-серым, а практика очистки камня появилась только в XIX в.²

Строения из кирпича не только более надежны и обходятся дешевле. Кирпич менее требователен к местам добычи – глину подходящего сорта можно найти почти в любом регионе. Соответ-

¹ См.: Андреев Н.В., Маковский Д.П. Указ. соч. С. 37.

² См.: Заграевский С.В. Юрий Долгорукий... С. 19–20, 143.

венно кирпич в меньшей степени привязан к рекам – основным транспортным артериям Средневековья. Поэтому переход в XV в. на кирпич стал революцией в строительном деле. Несмотря на дороговизну камня, белокаменный цоколь часто встречался во многих кирпичных крепостях конца XV – начала XVII вв. (Зарайск, Москва, Нижний Новгород, Смоленск, Тула и др.).

Третий параметр – трудозатраты на кубический метр кладки – для Смоленской крепости (8,0) лишь немногим меньше по сравнению со значением для Московского кремля (8,8). Это вполне объяснимо: стены Смоленской крепости сложены из более дешевого (в отношении трудозатрат) кирпича; кроме того, стены крепостей имеют разную толщину, а, следовательно, и разное соотношение облицовочного материала и забутовки. При сравнении крепостей, сложенных из одинакового материала или имеющих равную толщину стен, этот параметр предположительно даст более интересные результаты.

Подводя итоги, можно сделать несколько важных выводов.

1. Трудозатраты на возведение таких мощных оборонительных сооружений, как Смоленская крепость, были огромны и требовали напряжения всех сил государства.

2. При возведении каменно-кирпичных фортификаций основные трудозатраты шли на перевозку и обтесывание камня и на изготовление кирпича. Собственно возведение крепостных стен было в несколько раз менее трудоемким по сравнению с этими процессами.

3. Каменно кирпичные оборонительные сооружения (с кирпичной облицовкой и заполнением бутовым камнем) при тех же размерах требовали меньших трудозатрат по сравнению с полностью каменными.

Накопление базы данных с расчетами, подобными приведенным здесь, несомненно, позволит выявить важные закономерности в строительстве крепостей из разных материалов и для разных исторических периодов. Только расчеты должны проводиться по единой методике с тождественными исходными данными по трудозатратам на каждый вид работ.

© Носов К.С.