

МАЙДАН КУСАИНОВ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ВОЗВЕДЕНИЯ**

**зданий и сооружений
из кирпича и камня**

Майдан КУСАИНОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ

зданий и сооружений из кирпича и камня

Астана – 2018

УДК 692 (075.8)

ББК 38.4 я73

К 94

Рекомендовано к печати решением научно-методического
совета ЕНУ им.Л.Н.Гумилева

Рецензенты:

- Мусабаев Т.Т. доктор технич. наук, профессор, ген. директор
РГП «Госградкадастр».
- Утепов Е.С. доктор технич. наук, профессор Карагандинского
Государственного технического университета.
- Шашпан Ж.А. доктор технич. наук, и.о. профессора
ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва

Кусаинов М.

К 94 «Технология возведения зданий и сооружений из кирпича
и камня». Учебник. Издание второе, дополненное. –
Астана: Издательство «Сарыарқа», 2018. – 304 с.

ISBN 978-601-277-231-9

В учебнике представлена традиционная и новейшая технологии возведе-
ния арок, куполов и сводов. Дан анализ особенностей и недостатков кирпич-
ной кладки в советский период развития строительного производства. Выяв-
лены недостатки многослойной кирпичной кладки в XXI веке. Рассмотрена
методика механизации и поточной организации процессов по возведению
многоэтажных зданий из кирпича. Книга предназначена для научных работ-
ников, специалистов проектных и строительных организаций, преподавате-
лей, магистрантов и студентов вузов строительного профиля.

УДК 692 (075.8)

ББК 38.4 я73

ISBN 978-601-277-231-9

© Кусаинов М., 2018

© Издательство «Сарыарқа», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1. История развития конструктивных решений уникальных каменных зданий и сооружений зодчими разных эпох	11
1.1. Каменные конструкции храмов, мечетей и усыпальниц Византии и Азии	11
1.2. Конструктивные методы возведения каменных зданий в Романскую эпоху	23
1.3. Мастерство зодчих Готического периода.....	26
1.4. Архитектура эпохи Ренессанса	28
1.5. Каменные конструкции монументальных зданий и сооружений Руси.....	30
1.6. Кирпичная декорация на фасадах уникальных зданий Средней Азии и Руси	34
2. Традиционные и современные технологии возведения конструктивных элементов монументальных зданий из кирпича.....	41
2.1. Традиционные и современные технологии возведения арок	42
2.1.1. Формы и параметры арок	42
2.1.2. Изготовление приспособлений для кладки арок	49
2.1.3. Подготовка опорных поверхности для арок и установка кружал	57
2.1.4. Подготовка кирпича и приготовление раствора	58
2.1.5. Технология кладки арок	61
2.1.6. Разборка кружал и других приспособлений.....	62
2.1.7. Безкружальный способ кладки кирпичных перемычек	62
2.2. Технология возведения купольных покрытий	65
2.2.1. Технология устройства перехода от квадрата или восьмигранника к круглому основанию под купольных покрытий ..	65
2.2.2. Технология возведения купола.....	80
2.3. Технология возведения цилиндрических сводов.....	104
2.3.1. Общие правила для возведения цилиндрических сводов	105
2.3.2. Выполнение подготовительных процессов.....	107
2.3.3. Секторный способ возведения цилиндрического свода	108
2.4. Возведение крестовых сводов	111

2.4.1. Технология кладки при возведении крестового свода.....	111
2.5. Возведение монастырских сводов.....	119
2.6. Возведение круглых башен с винтовыми лестницами.....	122
2.7. Устройство кирпичной декорации на фасадах	126
2.8. Возведение инженерных сооружений из камня и крупных блоков.....	129
2.9. Особенности конструкций зданий из кирпича советского периода строительного производства	131
2.9.1. Конструкции несущих наружных стен с перевязкой швов по английской и американской системам перевязки швов.....	131
2.9.2. Сравнение несущих стен возведённых по английской и американской системам перевязки швов.....	137
2.9.3. Системы перевязки швов кирпичной кладки для возведения столбов и узких простенков.....	142
2.9.4. Конструкции облегчённых кирпичных, наружных стен малозэтажных зданий.....	147
2.9.5. Ретро конструкции несущих стен с системами перевязки швов прошлых эпох.....	152
2.9.6. Личный пример ретро проектирования и возведения зданий и сооружений из кирпича.....	160
2.10. Неудачные конструкции несущих наружных стен из кирпича в многоэтажных зданиях XXI века	189
2.10.1. Конструктивные и технологические проблемы при возведении наружных многослойных стен систем К-58 и К-69	189
2.10.2. «Температурные ножницы» в наружных, самонесущих многослойных стенах многоэтажных зданий	192
3. Проблемы в обеспечении пространственной жёсткости многоэтажного здания из кирпича	194
4. Обеспечение качества каменных конструкций в процессе кладки и контроль качества готовых конструкций	199
4.1. Общие положения.....	199
4.2. Приспособления, обеспечивающие качество кладки и инструменты для контроля качества готовой конструкции	200
4.3. Контроль качества полуфабрикатов и кирпича	202
4.4. Обеспечение качества конструкции при кирпичной кладке	205

5. Охрана труда и техника безопасности при выполнении каменных работ	209
5.1. Общие мероприятия по охране труда при организации строительной площадки	209
5.2. Техника безопасности при приготовлении и транспортировании раствора	213
5.3. Техника безопасности при производстве каменных работ.....	214
5.4. Техника безопасности при установке лесов и подмостей	218
6. Комплексная механизация и поточная организация спецпотоков по возведению «коробки» многоэтажного здания из кирпича.....	220
6.1. Технологические цепочки и спецпотоки для организации комплексных процессов по возведению «коробки» многоэтажных зданий из кирпича.....	220
6.2. Поточная организация спецпотоков по возведению «коробки» многоэтажных зданий из кирпича.....	225
7. Методика составления проекта производства работ на многоэтажных зданиях из кирпича.....	235
7.1. Область применения.....	235
7.2. Организация и технология частных потоков по возведению «коробки» многоэтажного здания.....	236
7.3. Технологические расчёты	241
7.4. Производство каменных работ в зимнее время	243
7.5. Техника безопасности при производстве каменных работ.....	246
7.6. Ведомость механизмов, оборудования, инвентаря и инструментов.....	247
7.7. Управление качеством строительной продукции.....	249
7.8. Простая калькуляция затрат труда.....	253
7.9. Укрупнённая калькуляция затрат труда	255
7.10. Технологическая нормаль на построение календрного графика возведения многоэтажного здания из кирпича, (вариант – 1)	256
7.11. Технологическая нормаль на построение календрного графика возведения многоэтажного здания из кирпича, (вариант – 2)	257

8. Разнообразие дефектов возникающих в каменных и ж/б конструкциях многоэтажных зданий в процессе возведения и эксплуатации	258
8.1. Дефекты возникающие при нарушениях регламента рабочего проекта и нарушениях технологической дисциплины при возведении каменных конструкций	258
8.2. Дефекты возникающие при длительной эксплуатации зданий и признаки аварийного состояния каменных и сборных ж/б конмструкций	270
8.3. Дефекты монтажа ж/б плит перекрытий и покрытий	276
9. Технология возведения зданий из кирпича в зимних условиях	282
9.1. Принципы кладки кирпича методом замораживания раствора.....	282
9.2. Технология кладки кирпича с применением метода замораживания	284
9.3. Подогрев кладки в зимних условиях	286
9.4. Применение противоморозных добавок (ПМД)	287
9.5. Интенсивная технология зимней кладки	290
Литература	294
Приложения	295

ВВЕДЕНИЕ

В октябре 2012 года, в течении трёх недель, я был в научной стажировке в Италии. Как каменщик специализирующийся на реставрации зданий и сооружений возведённых из кирпича и камня, в процессе научной стажировки, особое внимание уделил изучению причин долговечности зданий и сооружений возведённых в древности и средние века в Милане, Риме, Пизе и Флоренции. Детально рассмотрел древние развалины рядом с Колизеем в Риме. Изучил конструктивные особенности средневекового дома – башни на площади делла Синьория и вереницу зданий на Старом Мосту во Флоренции.

Прежде всего необходимо отметить исключительную монолитность кладки стен зданий и сооружений, что главным образом определило феноменальную долговечность итальянских зданий и сооружений. Кроме высокого качества монолитности кладку древнего Рима, Пизы и Флоренции отличали хорошая совместимость кирпича и кладочного раствора, как по пористости, так и прочности. Зодчие древней и средневековой Италии знали принципы подбора составляющих композитных материалов, в частности кирпичной кладки состоящей из двух составляющих – обожжённого глиняного кирпича и кладочного раствора и вся сложность совмещения пористости и прочности раствора и кирпича заключалась в подборе состава кладочного раствора. Зодчие прошлых эпох сумели подобрать такой раствор, состоящий в определённых соотношениях из извести, пуццоланы (вулканический пепел, от названия городка Поццуоли в Италии) и дробленного кирпича. Именно дробленный кирпич и керамика придают кладочному раствору необходимую пористость. Римляне и греки научились получать пуццолановый цемент путём совместного размола извести и пуццолана, что совместно с дробленным кирпичом создали прочность и пористость совместимую с кирпичом. Доказательство тому отличная степень долговечности зданий и сооружений древней и средневековой Италии. Если сравнивать качество кирпичной кладки даже средневековой Италии с современной кирпичной кладкой то налицо явный регресс. Современному строительному производству стан СНГ далеко до качества кирпичных стен прошлых эпох, прежде всего из за отсут-

ствия монолитности кладки и плохой совместимости кирпича и кладочного раствора по пористости и прочности.

Все проблемы связанные со снижением монолитности начались ещё в СССР, в конце пятидесятых годов прошлого столетия, когда в 1955 году вышло постановление ЦК КПСС и СМ СССР «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» с целью резко удешевить строительство жилых домов. Ведь после Великой Отечественной в развалинах были города и граждане страны жили в основном в бараках и коммунальных квартирах.

Архитекторы были вынуждены проектировать простейшие, типовые «коробки» без излишеств т.е. без промежуточных и основных карнизных поясов, пилястр, арочных перемычек над оконными и дверными проёмами, но это позволило значительно удешевить строительство «коробок» и главное резко ускорить срок сдачи многоэтажных домов. Для снижения сроков возведения жилых многоэтажных домов, к великому сожалению, в это же время приняли вместо английской (цепной) системы перевязки швов – американскую (шестирядную) систему. Дело в том, что американцы разработали шестирядную систему перевязки швов для получения экономической выгоды:

- значительно повысить производительности кирпичной кладки за счет увеличения объёма «забутки» с 25% до 42%;
- полностью использовать весь битый кирпич укладывая её в забутку, (двадцатые годы ещё не применяли поддоны и контейнеры для перевозки и подачи кирпича);
- для укладки кирпича в забутку можно привлечь каменщиков низкой квалификации.

В отличие от американцев, советские каменщики подбадриваемые прорабами, постарались извлечь из американской системы перевязки швов ещё большую выгоду и стали просто бросать в забутку бой кирпича не заполняя раствором вертикальные продольные и поперечные швы и действительно достигали просто стахановскую производительность кладки.

Фактически такая кирпичная кладка, где не обеспечена монолитность кладки стены была расслоена на отдельные тонкие стенки не связанные в пяти рядах между собой, тычковый ряд перекрывающий пять ложковых рядов ломался легко при отсутствии жёсткости и моно-

литности забутки. Как следствие предаварийное и порой аварийное состояние таких зданий через (15-20) лет эксплуатации, а должны стоять без проблем 125 лет. К сожалению пресловутая американская система перевязки швов кирпичной применяется и сейчас в Казахстане и странах СНГ и ситуация ухудшается тем, что в отличие от советского периода развития строительного производства в наши дни каменщиков в большинстве строительных корпорациях и формах не обучают.

В конце девяностых годов прошлого столетия в разгар строительства новой столицы Казахстана в Астане проектировщики приняли для многоэтажных жилых и общественных зданий возводимых из кирпича многослойные несущие наружные стены систем К-58. При старой нормативной базе для теплотехнического расчёта толщины стен было достаточно применять многослойные несущие наружные стены систем К-58, но в 2004 году изменились нормативные требования для теплотехнического расчёта стен, и тогда потребовалась система К-69, которая существует и по сей день. Однако проектные фирмы под экономическим давлением богатых заказчиков увеличивают количество этажей в зданиях из кирпича с многослойными несущими наружными стенами, доводя число этажей до 11-12. Ведущий конструктор проектной компании «Конструктив – А» Гундарева Раиса Никитична напомнила мне, что ещё в СССР, была выпущена типовая серия «Детали многослойных кирпичных и каменных стен жилых и общественных зданий», где серии К-58 и -64 допускаются только для зданий не более 5-и этажей. Все дефекты современных жилых комплексов с многослойными несущими наружными стенами вызваны прежде всего именно нарушением норм проектирования и только после нарушениями технологической дисциплины при возведении таких стен. В первые годы эксплуатации многоэтажных жилых комплексов с многослойными несущими наружными стенами обнаружилось множество дефектов возникших, как по вине проектировщиков, так и от нарушения регламента рабочего проекта, а так же при нарушениях технологической дисциплины при выполнении операций и процессов по возведению многослойных наружных несущих и самонесущих стен. Особые дефекты от воздействия «температурных ножниц» (термин введённый автором), возникают на участках самонесущих наружных стен (торцевые стены, стены лестничных клеток, где сборные ж/б плиты перекрытия

опираются на поперечные несущие стены). Это косые трещины в несущих стенах примыкающих к самонесущим стенам возникающие от воздействия «температурных ножниц». Для нейтрализации действия «температурных ножниц» необходимо инженеру авторского надзора от проектной организации, особенно тщательно контролировать процессы по устройству монолитных ж/б поясов на этажах многоэтажного кирпичного здания и правильного армирования кладки.

В первом разделе обобщён опыт зодчих средних веков, Романского, Готического периодов развития зодчества и мастерство каменщиков эпохи Ренессанса. Раскрыты особенности каменных конструкций Ближней Азии.

Во втором разделе представлена технология возведения арок, куполов, монастырских и крестовых сводов, как традиционная, так и новейшая технология, основанная на изобретениях автора. Выделены особенности технологии возведения зданий из кирпича советского периода развития строительного производства, где раскрыты их недостатки доставшиеся в наследство странам СНГ. Неудачные многослойные, несущие наружные стены из кирпича в 21-м веке.

В третьем разделе раскрыты причины потери пространственной жёсткости зданий из кирпича.

В четвёртом разделе даны рекомендации по обеспечению качества кирпичных конструкций в процессе их возведения и особенности контроля качества готовой продукции.

В пятом разделе представлены инженерные, конструктивные мероприятия по обеспечению охраны труда и техники безопасности при возведении зданий из кирпича.

В шестом разделе дана методика комплексной механизации и точной организации специализированных потоков при возведении многоэтажных зданий из кирпича.

В седьмом разделе представлена методика составления проекта производства работ на возведение многоэтажных зданий из кирпича.

В восьмом разделе выполнен анализ причин возникновения дефектов в каменных и железобетонных конструкциях многоэтажных зданий в процессе эксплуатации.

В девятом разделе даны особые зимние технологии возведения зданий из кирпича и с специальная технология укладки кирпича в условиях сверх сухого и сверх жаркого климата.

1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ УНИКАЛЬНЫХ КАМЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ЗОДЧИМИ РАЗНЫХ ЭПОХ

1.1. Каменные конструкции храмов, мечетей и усыпальниц Византии и Азии

При возведении уникальных (монументальных) зданий для зодчих наиболее сложной задачей было перекрытие ярусов, а затем покрытие здания. Наибольший прогресс творчества зодчих средневековья в создании сводчатых перекрытий и покрытий приходится на период расцвета византийского искусства (V–VI в. в.). В свою очередь Византия, будучи прямой наследницей античной художественной и зодческой культуры и в некоторой степени искусства передней Азии, многое сохранила от этого наследия в своем зодческом искусстве и затем неоднократно в разные периоды передавала его как странам запада, так и древней Руси, Кавказа и Закавказья [1].

Венцом зодчества в период расцвета византийского искусства является храм Святой Софии в Константинополе (530–537 г.г.). Строители храм малоазийские зодчие – Анфимий из Тралл и Исидор из Милета.

На рис. 1.1. схематично изображено конструктивное решение купольного покрытия храма Святой Софии. Купол диаметром 31 м и высотой 55 лежит на опорном кольце, который опирается на паруса и вершины четырех арок. Паруса опираются на эти же арки. Арки опираются на колонны, расположенные по углам центрального квадрата. Распор гигантского купола принят с восточной и западной сторон на два полукупола, которые в свою очередь опираются на своды трех полуцилиндрических ниш.

Купол образован сорока радиальными арками, позволяющими прорезать в нем сорок окон. Причем промежутки между окнами рассчитаны так, что когда солнце заливает светом подкупольное пространство, купол кажется парящим в воздухе. Ни в одном здании мира тех пор человеческий гений не добился столь убедительной победы над материалом.

Но законодательницей архитектурной мысли, и особенно в деле создания различных сводов, все же является Средняя Азия и особенно Самарканд. Еще во II веке зодчие Востока возвели первый купол, опирающийся на паруса (трюмпы). Зороастрийские храмы огня представляли собой квадратные в плане перекрытые куполом сооружения из камня с арками на четырех пилонгах (тип «чортак» – четыре арки) и негасимым светильником внутри.

Архитектура Ирана, Афганистана, Турции, Среднеазиатских ханств базируется на местных строительных материалах (сырец, обожженный кирпич, лессовый и особенно ганчевый растворы).

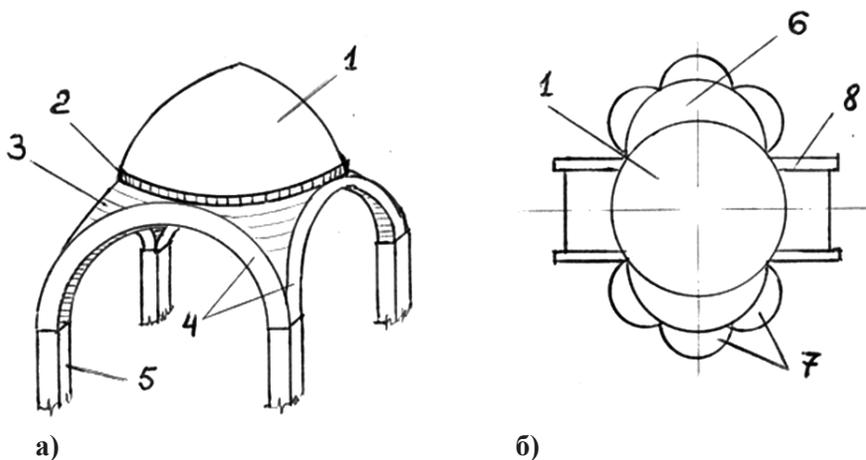


Рис. 1.1. Конструктивное решение купольного покрытия храма Святой Софии в Константинополе (530-537 гг.): 1-купол; 2-опорное кольцо; 3-парус; 4-арки; 5-колонна; 6- полукупола; 7-полуцилиндрические ниши; 8-контрфорсы.

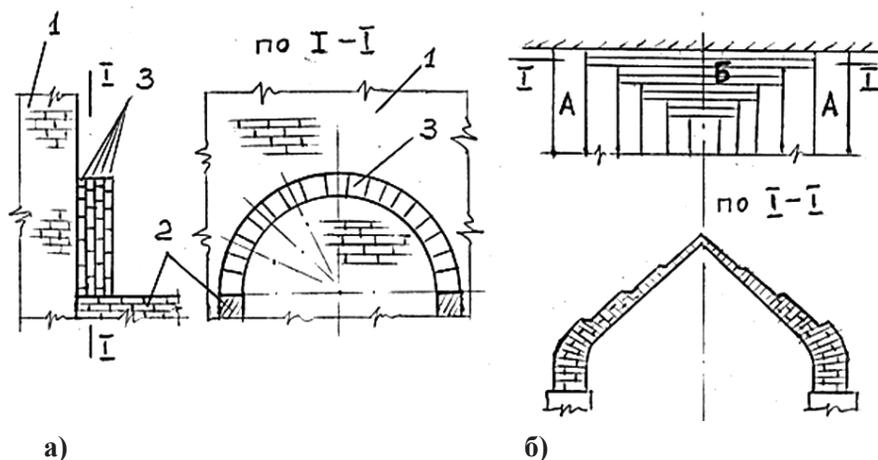


Рис. 1.2. Возведение сводов: а) – кладка сводов без установки кружал и опалубки на тез-ганч растворе: 1 – торцовая стена; 2 – основание свода; 3 – отрезки (арки) свода; б) – комбинированный метод кладки сводов А – зона нормальной (клинчатой) кладки; Б – кладка вертикальными отрезками.

Применение обожженного кирпича и особенно ганчевого раствора (алебастр), схватывающегося за 0.5-0.8 минуты, позволило мастерам средневекового периода в совершенстве разработать методы возведения больших сводчатых перекрытий и покрытий без применения капитальных кружал и опалубки, а также сейсмостойкие сводчатые конструкции.

В Среднеазиатских ханствах, особенно в Самаркандском и Бухарском, для кладки сводов применяли квадратный кирпич: 23x23x3 см, 37x37x4 см, 60x60x5 см, 25x25x6.5 см. наиболее распространен размер кирпича 25x25x6.5 см и половина кирпича 25x12.5x6.5 см=1700 кг/м³.

Для ганч-раствора используется местное вяжущее ганч-алебастр, камни которого обжигаются при $t=1200-1500$ С. при обжиге на камне образуется копоть и по этому молотый ганч получается светло-серого цвета. Из такого ганча (без добавок) получают раствор тез-ганч (быстрый ганч), время схватывания в среднем 0.5-0.8 мин. Добавлением в ганч-раствор лесса (до 25%) можно отдалить время схватывания до

2 мин. Но это уже не тез-ганч – раствор, а просто ганч-раствор. Если камни ганча после обжига очистить от копоти то молотый ганч будет чисто белого цвета и такой ганч называется гуль-ганч и применяется для лепных и штукатурных работ [2].

Для кладки сводов без кружал и опалубки на тез-ганч растворе крайне выгоден квадратный кирпич 25x25x6.5 см. т.к. у него большая площадь постели, а большой размер помогает быстрее ложить при быстросхватывающемся растворе.

СВОДЫ

Своды выкладываются большей частью наклонными отрезками (если кладка на глине) и вертикальными отрезками (если на тез-ганч растворе) в один кирпич.

При кладке первого отрезка (см. рис. 1.2. а., разрез I-I) кирпич плашмя прилепляют к терцовой стене так, что нижние ребра составляют кривую свода. Когда первый ряд прилеплен, мы уже имеем сводик в толщину кирпича или один отрезок. Второй отрезок прилеплен к первому перевязку швов так, что в шельге имеем кирпич, нижнее ребро которого горизонтально. И так далее – все отрезки свода.

Просто и удобно, особенно при остром дефиците на востоке древесины, крайне необходимой для изготовления кружал и опалубки.

Самые большие своды, выложенные в порталах вертикальными отрезками: в Медресе Улучбека в Самарканде – пролет 17.3 м; в мечете Биби-Ханым – пролет 19.6 м; во дворце Ак-Сарай – в Шахризабсе – пролет 22.5 м.

Своды, выложенные отрезками, имеют свои недостатки. Они во время землетрясений расслаиваются по отрезкам, особенно выложенные наклонными рядами (отрезками). Даже выложенная вертикальными отрезками на самом прочном тез-ганч- растворе, она хуже работает. Чем обычная клинчатая кладка (клада по опалубке с перевязкой рядов между собой). Учитывая это с XVI века своды в Средней Азии стали выкладывать по комбинированному методу (см. рис. 1.2. б). В зоне А кладка свода ведется нормальной клинчатой кладкой. В зоне Б кладка свода производится вертикальными отрезками.

АРКИ

Арки класть всегда труднее, т.к. нет торцевой стены, к которой можно прилепить на тез-ганч растворе первый отрезок. По этому при кладке первых рядов (отрезков) любой арки применяют кружало. После завершения кладки 1-ого отрезка арки (он служит как кружало) к нему прилепляют 2-ой, уже без кружала, либо поверх первого укладывают второй ярус кладки.

КУПОЛА (КУПОЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ)

Кладка без кружал легче всего осуществляется в купольных покрытиях любых размеров.

Для того, чтобы на квадрат стен поставить купол, необходимо в углах квадрата устроить переходную конструкцию для поддержания свесов купола. Общее название этих конструкций – паруса (трюмпы или пандативы). Все системы парусов можно разделить на три вида:

- балочные (не дают распора);
- консольные (не дают распора);
- арочно-сводчатые (дают распор).

Балочные паруса наиболее просты в исполнении. В углах квадрата, под углом 45 к стенам, укладывается ряд деревянных (из арчи – не гниющие) или из железа балочек. Не смотря на простату устройства, балочные паруса редко применялись даже древними зодчими и в основном по той причине, что сильно ухудшали интерьер помещения. Но во время правления Тимура в г. Туркестан, в мавзолее Ахмеда-Ясеви балочные паруса сумели искусно замаскировать системой декоративных ганчевых сталактитов. Это один из редких примеров рационального решения парусов не в ущерб архитектурного оформления интерьера.

Консольные паруса в отличии от балочных значительно трудоемки в исполнении, но их предпочитают вместо балочных по уже известной причине. В свою очередь они подразделяются на:

- ячеисто-рельефные (рис 1.3.а);
- треугольные;
- прямоугольно-ступенчатые;
- ступенчато-кольцевые.

Треугольные паруса (рис. 1.3. б) выкладываются напуском горизонтальных рядов под углом 45 к стенам квадрата до получения верху грани восмерика.

Прямоугольно-ступенчатый парус (рис. 1.3. в) – это ряд ступенчато уменьшающихся рамок. По этому они имеют название «прямоугольно-перспективный».

Ступенчатый-кольцевой парус (рис. 1.3. г) очень близок к сферическому (византийскому) и называется «ложно-сферический». Это наиболее простой в исполнении парус, но требует много кирпича и по этому громоздок. По этой причине взамен консольных парусов зодчие стали широко применять арочно-сводчатые паруса. Они значительно облегчают массу парусов и по существу заменяют балочные паруса.

Арночно-сводчатые паруса (рис. 1.3. д) представляю собой арки, перекинутые в углах квадрата, воспринимающие нагрузку от свесов купола и передающие ее на 8 точек стен (по вершинам восьмигранника). В целях защиты парусов арок от опрокидывания распором купол, а также ввиду необходимости прикрыть сверху оставшийся треугольник за аркой, так называемую пазуху сверху оставшийся треугольник за аркой, так называемую пазуху паруса, ее заполняли той или иной кладкой.

Лучшим примером арочно-сводчатых парусов являются паруса мавзолея Исмаила Саманида в Бухаре (конец IX – начало X в.в.).

КЛАДКА КУПОЛОВ

Зодчие востока, в отличии от зодчих западных стран, возводили купола без применения кружал и опалубки. Это было возможно благодаря местному (дешевому) вяжущему – ганчу.

Кладку куполов производили кольцами, которые постепенно наклоняются, т.е. ряды кладки должны всегда иметь направление к центрам кривой, образующей купол (см. рис. 1.4. а).

Кладку купола можно остановить на любом кольце. Для освещения помещения на «прерванном» кольце купола ставится барабан (цилиндрический или граненный) со световыми проемами обычно в виде арок (рис. 1.4. б). Поверх барабана выкладывается маленький куполок.

Купола высокого подъема и конические шатры выкладывались из кирпича на глине и на лессово-ганчевом растворе весьма часто гори-

горизонтальными рядами (мавзолей Чашма-Аюб в Бухаре, XII век). Естественно, этот метод кладки куполов высокого подъема и конических шатров широко применялся в странах Европы, на Руси и в Закавказье, где не было природного ганча. По этому крупные купола и купола с низким подъемом (пологие) всегда возводились с применением опалубки или кружал.

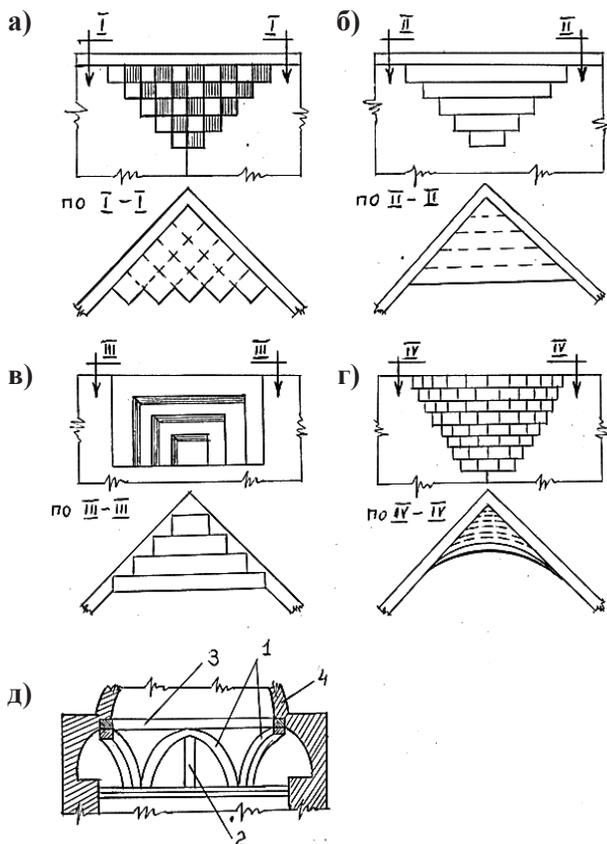
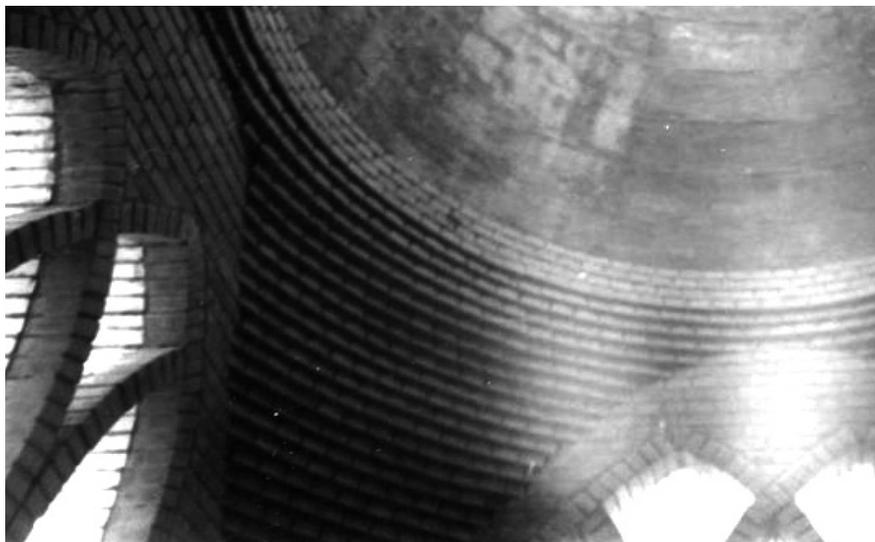


Рис. 1.3. Виды консольных и арочно-сводчатых парусов: а) – ячеисто- рельефный; б) – треугольный; в) – прямоугольно-ступенчатый; г) – ступенчато-кольцевой; д) – арочно-сводчатый: 1 – арочный парус; 2 – подпорная полуарка; 3 – опорное кольцо купола; 4 – купол.



*Фотофакт – 1. Ступенчато-кольцевой парус,
г. Еремантау усыпальница Айман.*



*Фотофакт – 2. Ступенчато – кольцевой парус, ильиновский некрополь,
усыпальница Мынжановых.*



Фотофакт – 3. Ступенчатый арочный парус в мавзолее в Касене.

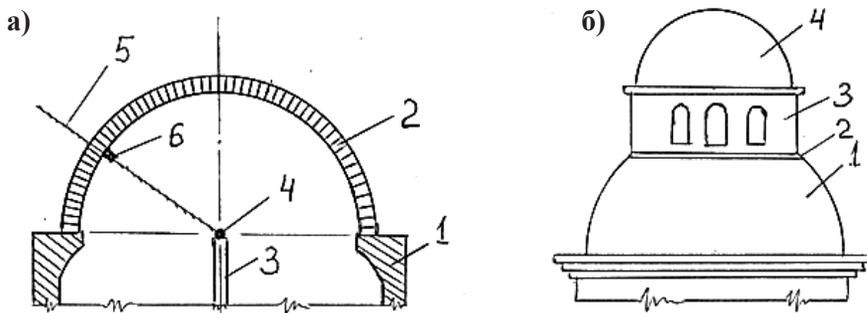


Рис. 1.4. Традиционная технология возведения куполов: а) кладка купола горизонтальными кольцами: 1 – паруса; 2 – горизонтальные кольцами купола; 3 – центральный временный столб; 4 – шарнир; 5 – шнур определяющий радиус кольца и наклон кирпича в кольце; 6 – передвижной копир для установки требуемого радиуса кольца купола. б) купол с промежуточным барабаном: 1 – основной купол; 2 – кольцо купола для опоры барабана; 3 – барабан; 4 – куполок на барабане.

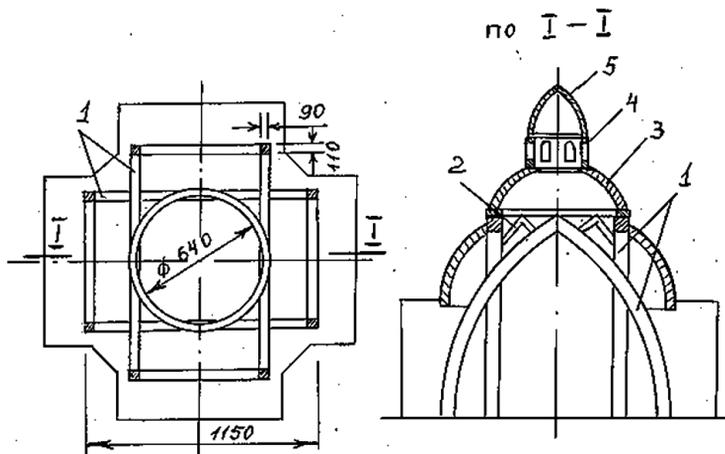


Рис. 1.5. Купол на 4-х пересекающихся арках в базарном сооружении Токи – Саррафон в Бухаре (XVI век): 1 – основные пересекающиеся арки; 2 – двойные щитовидные паруса; 3 – основной купол; 4 – световой барабан; 5 – куполок над барабаном.

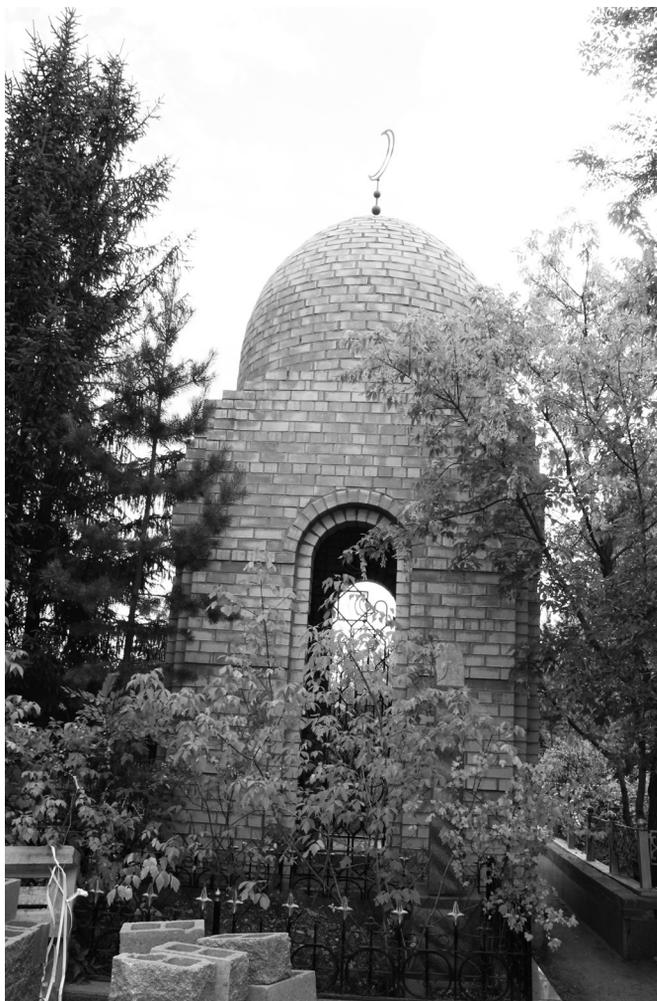
Многовековой опыт возведения куполов различных конструкций, опирающихся на квадрат помещения с парусами различных конструкций в углах, все же показал, что в сейсмических районах они не обеспечивают желаемой долговечности. Зодчие востока в процессе поиска решения этой проблемы разработали удачную конструкцию – купол на четырех пересекающихся арках (рис. 1.5.).

В средней Азии пересекающиеся арки появились в XV в. как элемент блестящей архитектуры Тимуридов и связываются с именем зодчего Кавамеддина Ширази [3]. Из Тимуридского Самарканда эта конструкция перенесена в столицу Шейбанидов – Бухар. В XV в. пересекающейся арки были привилегией усыпальниц, в XVI в. распространились на другие объекты – мечети и ханаки.

Через перекрываемое помещение перекинута четыре пересекающиеся арки и на них с помощью щитовидных парусов ставится купол, диаметр которого значительно уменьшен против стороны квадрата. Трудность этой конструкции заключается в построении четырех арок без кружал и в умелом сочетании кладки в местах пересечения арок.

Четыре арки в центре давали квадрат. Перекинутые в углах парусные арочки образовали 8-ми или 16-гранник. Переход к круглому основанию купола осуществляли сложные щитовидные паруса, монтируемые между завершениями главных пересекающихся арок и угловыми парусными арочками (в углах образовывались паруса в виде половины сомкнутого свода).

Вековая практика показала, что конструкция купола на четырех пересекающихся арках, покоящегося на них как на рессорах, является наиболее устойчивой в сейсмических условиях. Примером такой конструкции может служить купол Саррафон (XVI век) в Бухаре. Диаметр купола 6.4 м при стороне квадрата 11.5 м (см. рис. 1.5.).



Фотофакт – 4. Астана, классический купол возведённый по многовековой традиционной технологии.



Фотофакт – 5. Вид на классический купол с помещения, где видно основание под купол – восмерик.

1.2. Конструктивные методы возведения каменных зданий в Романовскую эпоху

Архитектура сводов Западной Европы значительно отличается от Восточной и своеобразна для романского периода (XI–XII в.в.). Романская архитектура, в основном церковная, опиралась на достижения каролингского периода и развивалась под сильным влиянием в зависимости от местных условий – античного, сирийского, византийского и арабского искусства.

В очертаниях форм преобладают простые вертикальные и горизонтальные линии, также как и полу циркулярные арки, особенно характерны для романского стиля. Они применяются в окнах, дверях, аркадах и сводах.

Особенности романской архитектуры обусловлены в первую очередь применением сводчатых перекрытий и покрытий и системной размещения оконных проемов. Важнейшей конструктивной задачей, вставшей перед строителями в связи с возведением сводов, была нейтрализация их распора, т.е. образующихся в сводах горизонтально направленных сил, стремящихся опрокинуть опоры. Простейшее реше-

ние этой задачи – максимальное утолщение стен и опор, т.е. погашение распора тяжестью инертной массы камня. Отчасти этим объясняется массивность романских зданий, немногочисленность и небольшие размеры их проемов. Однако, стремясь к более экономичному решению, романские зодчие стали разрабатывать конструкции, в которых нейтрализация распора достигалась за счет взаимодействия уравновешивающих друг друга сил.

Важным шагом в этом направлении было создание крестовых сводов, образованных пересечением двух перекрещивающихся под прямым углом отрезков полуциркулярных сводов равного радиуса (см. рис. 1.7.). такой свод оказывает давление лишь на четыре опорные точки, что позволяет значительно облегчить стены и соответственно увеличить количество и размер оконных проемов. **По моему мнению крестовый свод получился совершенно случайно. Католики проектировавшие католический храм хотели, чтобы Господь увидел с небес храм в виде католического креста и по этому решили крестообразно пересечь два цилиндрических свода и при выполнении проекта в пересечении получился крестовый свод.**

В истории развития романской архитектуры первое место принадлежит Франции, где исключительное богатство форм и наиболее последовательное развитие строительных приемов.

Для облегчения стен и увеличения числа оконных проемов и их размеров нейтрализации распора главного, чаще всего полуцилиндрического свода, создавался встречный распор от боковых сводов или полусводов (см. рис. 1.6. а).

В других случаях облегчали тяжесть центрального свода, придавая ему стрелчатое сечение и вводя подпружные арки (см. рис. 1.6 б.).

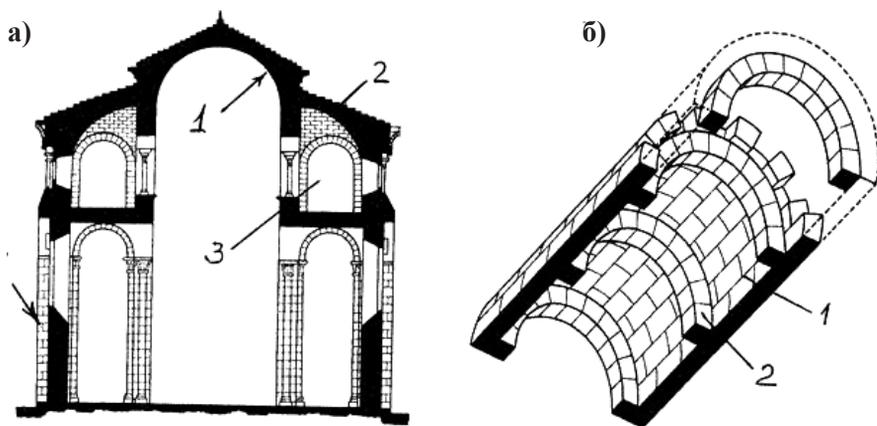


Рис. 1.6. Конструктивные элементы Романский период развития зодчества: а) – поперечный разрез собора: 1 – цилиндрический свод; 2 – полуарка нейтрализующая распор свода т.е. передающая на контрфорс; 3 – оконный проём с мавританской аркой; 4 – контрфорс (подпорная стенка). б) способ облегчения цилиндрического свода: 1 – облегченный свод; 2 – подпружная арка.

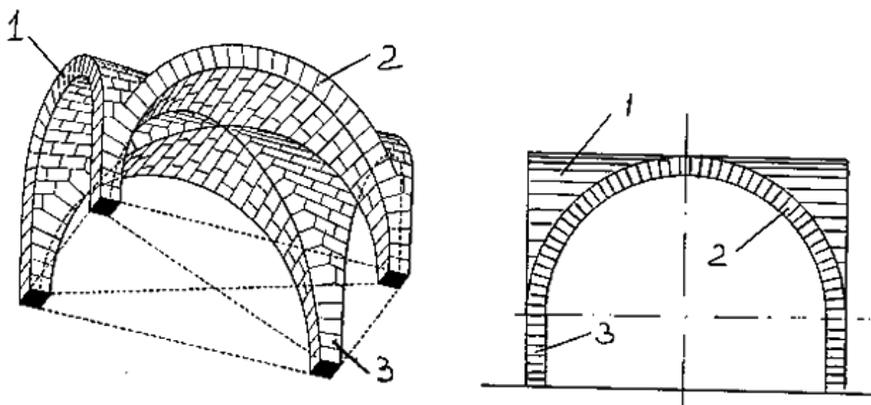


Рис. 1.7. Крестовый свод: 1 и 2 - пересекающиеся цилиндрические своды; 3 – колонны.

1.3. Мастерство зодчих готического периода

В большинстве европейских стран рассвет готики приходится на XIII – XIV в.в. Характерным для этого времени является быстрый рост и процветание городов. Творческая деятельность переходит от монастырей в руки светских мастеров, объединяющихся в цеховые организации. Прямым результатом такого положения являются две черты, отличающие готическое искусство от романовского: усиление рационалистических моментов, с одной стороны, и сильные реалистические тенденции с другой.

Усиление рационализма особенно казалось в области зодчества. Эта система сложилась и полнее выявилась в постройке больших городских соборов Франции, где в первые формировался готический стиль.

Сущность готической конструкции состояла в том, что она создавала как бы каркас или скелет здания, сочетая три главных элемента: свод на нервюрах стрельчатой формы, систему так называемых аркбутанов и мощные контрфорсы (см. рис. 1.12.)

Главный неф делится на ряд прямоугольных отрезков, каждый из которых перекрывается пересекающимся по диагонали стрельчатыми арками (нервюрами). Их тяжесть принимают вертикальные опоры (столбы), распор же передается примыкающим к наружным стенам контрфорсам при помощи полуарок (аркбутанов). Части свода между нервюрами (лотки) отличаются легкостью и почти не увеличивают нагрузку. Стрельчатая форма арок, уменьшая по сравнению с полуциркулярной распор свода, представляется столь же характерной чертой готической архитектуры. Стрельчатый свод постоянно применяется в аркадах, окнах, дверях равно как и в чисто декоративных целях. К наиболее распространенным наружным декоративным формам принадлежат небольшие башенки с остроконечными шпилями на контрфорсах (фиалы), высокие фронтоны над окнами и дверями (пинакли, вимперги), а также бегущие вдоль аркбутанов и по ребрам башенок стилизованные листья (крабы), большое круглое окно (роза), витражи (остекление цветными стеклами).

К шедеврам ранней французской готики принадлежит собор Парижской Богоматери (Нотр-Дам-де-Пари). Строительство начато в

1163 г. и завершено в первых десятилетиях XIII в. Все же собор Парижской Богоматери смотрится гораздо тяжелее построенных позже него (зрелая готика) соборов в Реймсе и Амьене.

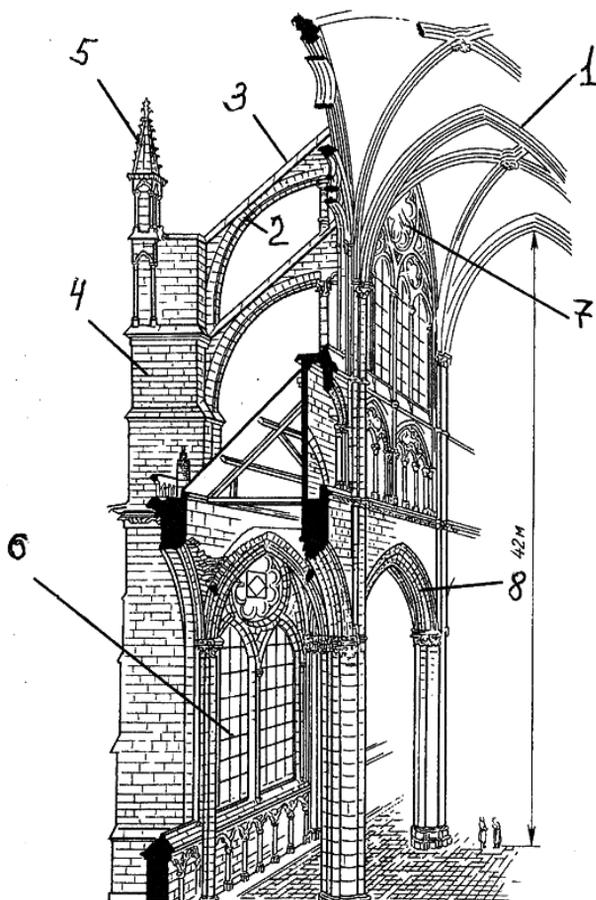


Рис. 1.8. Схематичный разрез готического храма (собор в Амьене): 1 – нервюры (стрельчатые арки пересекающиеся по диагонали квадратного помещения); 2 – аркбутаны (полуарки); 3 – краббы; 4 – контрфорсы; 5 – фиалы (остроконечные шпили); 6 – готические арки над оконными проёмами; 7 – роза; 8 – готическая арка на входе.

1.4. Архитектура эпохи Возрождения

Термин «Возрождение» (ренессанс) появился в XVI веке. Современники считали, что искусство, некогда процветавшее в античном мире, впервые возродилось в их время к новой жизни, а эпоха средневековья, предшествовавшая эпохе Возрождения, была периодом беспросветного варварства и невежества. В эту эпоху в зодчестве из камня и кирпича был использован опыт предшествующих эпох и появились новые конструкции арок и сводов: коробовые, как трёхцентровые, так и пятицентровые, (смотри фотофакт – 6).

Фасады и интерьеры украшались лепными изделиями. Широко применялась декоративная штукатурка и облицовка каменных и кирпичных стен. Все меньше на фасадах уникальных зданий оставляли кирпичную декорацию, заменяя ее резной каменной либо лепной декорацией. Больше уделяли внимания поиску объемно-планировочных форм и соотношению пропорций частей здания, (смотри фотофакт – 7).



Фотофакт – 6. С-Петербург. Коробовая, (пятицентровая) арка.



Фотофакт – 7. С-Петербург. Типичный фасад эпохи Ренессанса.

1.5. Каменные конструкции монументальных зданий и сооружений Руси

Зодческое искусство Руси зародилось в X веке в период рассвета Киевской Руси и связано с зодчеством Византии. Это время княжества князя Владимира (980-1015 г.г.) и его сына Ярослава Мудрого (1019-1054 г.г.) [3].

В X веке городах Киевской Руси появились каменные плиты большого размера и монументальной архитектуры. Стены, начиная от уровня земли, были выложены из тонкого кирпича с толстыми слоями цемянничного раствора (смесь извести и песка с прибавлением толченого кирпича), чередующегося с рядами красного мелкозернистого песчаника. Эта система кладки была принята и в церковной архитектуре Киевской Руси.

Следует отметить связь архитектуры древнерусского государства с Кавказом: план некоторых церквей Киева, Чернигова и Полоцка напоминают план церквей Абхазии и Северного Кавказа. Внутри храмы украшались мозаикой и фресковой живописью, выполненных при участии греческих мастеров.

Стены церквей выложены кладкой из чередующихся рядов кирпича и камня. Плоский кирпич, называемый плинфой, в среднем размером 40x30x3,5 см имеет форму близкую к квадрату. Толщина слоев цемянничного раствора равна толщине кирпича. Элементы этой кладки взяты из византийской архитектуры. Однако полосы раствора на поверхности стен построек Киевской Руси втрое шире, чем ряды кирпича. Это объясняется тем, что ряды кирпича через один были несколько углублены в стену (см. рис. 1.9, а) и закрыты снаружи цемянничным раствором, в результате чего стены были полосатыми, красновато-розового цвета.

Переход от квадратного плана к круглому основанию барабана достигнут при помощи парусов, расположенных в углах между четырьмя подкупольными арками. Все конструктивные приемы перехода от квадрата стен и куполу заимствованы у зодчих Византии, Кавказа и Азии.

В XII в. кирпичные плитки становятся более продолговатыми и более толстыми, приближаясь по форме к современному кирпичу. Кирпич имеет в среднем размер 30x30x5,5 см.

Камень из кладки стен исчезает совершенно. Слои цементного раствора делают тоньше рядов кирпича. Поверхности стен становятся похожими на поверхности современных кирпичных стен. Для перекрытия помещений применяют крестовые своды. В качестве характерного декоративного мотива следует отметить кирпичные пояски из мелких арочек, иногда в соединении с пореберником или сочетании с тонкими полуколоннами.

Новой чертой в Русской архитектуре XII и XIII вв. стало воспроизводство в кирпиче над сводами элементов из деревянного зодчества, а именно «бочки», (см. рис. 1.9, б). Этим приемом было положено начало сооружению над зданием нескольких ярусов кокошников, (см. рис. 1.9, в) получивших широкое распространение в русской архитектуре XV-XVI вв. Кроме этого русские мастера создали новую конструктивную систему ступенчатых арок, согласно которой подкупольные арки расположены на ступень выше, чем цилиндрические своды концов креста. Все эти новшества хорошо видны на фасадах Пятницкой церкви г. Черникова.

Ступенчатые арки и ярусы кокошников получили широкое распространение в архитектуре Московского государства XV-XVII вв. и стали одной из характерных особенностей русской архитектуры того времени.

При строительстве Москвы в XV-XVII вв. наряду с белым камнем в строительстве монументальных сооружений начинают применять кирпич, который в качестве строительного материала имел ряд преимуществ по сравнению с белым камнем (известняком). Известняк добывался в ограниченном количестве пунктов и должен был перевозиться на далекие расстояния, его обработка была трудоемка и давала большой отход материала. По этому, начиная с XVI в., белый камень стал преимущественно применяться как материал для декоративной отделки зданий. Из тесаного камня обычно выкладывались также цокольная часть зданий, подклеты, подвалы.

Кирпич изготавливался разных размеров. Наиболее распространен был так называемый «большой руки» или «большемерный» размером 31x14x8 см (выложены стены Московского Кремля), либо 30x14x7 см (Архангельский собор в Кремле). Своды выкладывались из кирпича

меньшего размера, например 29х11х7 см (Успенский собор в Кремле), толщиной 1 или 1,5 кирпича, а стены сводчатых палат в 3-5 кирпичей. Толщина стен рассчитывалась на погашение распора свода.

В 1474 г. обрушился еще не законченный Строительством Успенский собор – первое новое монументальное здание Кремля, воздвигавшийся под руководством московских мастеров Кривцова и Мышкина. Здание уже было выведено до сводов, когда рухнула северная стена, в толще которой была установлена лестница на хоры, и часть западной стены с хорами [3]. Вызванные исследовать причину катастрофы опытные мастера из Пскова похвалили гладкость тески камня, но признали раствор, на котором было выложено рухнувшее здание «неклеевитым», однако сами от строительства собора отказались. Тогда правительство поручило ехавшему в Венецию русскому послу пригласить в Москву опытного итальянского мастера. Таким оказался известный олонский архитектор Аристотель Фиораванти.

Московские заказчики желали, чтобы Фиораванти строил по русский и предварительно послали его во Владимир и в Север для изучения лучших сооружений древней Руси.

Аристотель Фиораванти при строительстве Успенского собора (1475-1479 г.г.) впервые применил глубокое заложение фундамента (свыше 4 м), под который предварительно были забиты дубовые сваи. Впервые также была применена механизация строительных работ. Кирпич и камень поднимались вверх не вручную, а специальной подъемной машиной.

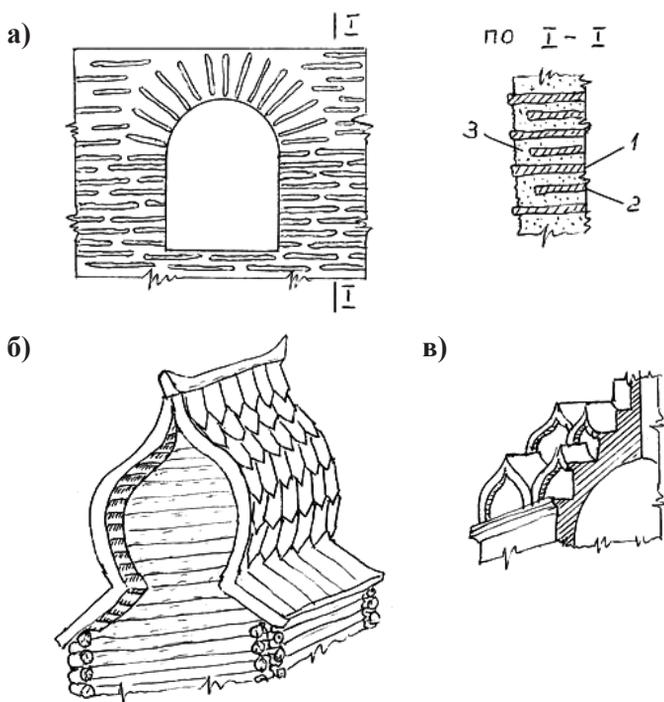
Кирпич для кладки сводов и столбов по указаниям Аристотеля Фиораванти более продолговатый и прочнее, чем было до него в Москве. Применение железных связей и системы крестовых сводов, выложенных в один кирпич, позволило сделать не только стены собора, но и круглые столбы- колонны, несущие центральный барабан, тонкими и стройными «подобно деревьям», по замечанию летописца.

Западное крыльцо собора имеет декоративную обработку в виде двойной арочки с висячей «гирькой» по середине, получившей впоследствии широкое распространение в русской архитектуре (см. рис. 1.9, г).

Гирька – декоративное украшение арочного проема, обычно из резного камня, подвешенное и закрепленное на скрытом в кладке железном стержне.

В 1485–1495 г.г. начали отстраиваться новые (современные) кремлевские стены и башни. Это грандиозное строительство в основном было проведено силами русских зодчих и строителей, но под руководством приглашенных итальянских специалистов крепостного дела. Периметр стен увеличился до 2,5 км, высота стен от 10 до 17 м, толщина – от 3 до 4,5 м. Кирпичные стены имели белокаменный цоколь. Главный выезд в Кремль был по деревянному подъемному мосту через ров и Спасские ворота, которые в древности назывались Фроловскими.

У южных стен от Тайницких ворот был проложен потайной (подземный) ход к реке. Путем устройства плотин на реке Неглинной рвы вокруг стен наполнялись водой в Кремль превращался в остров.



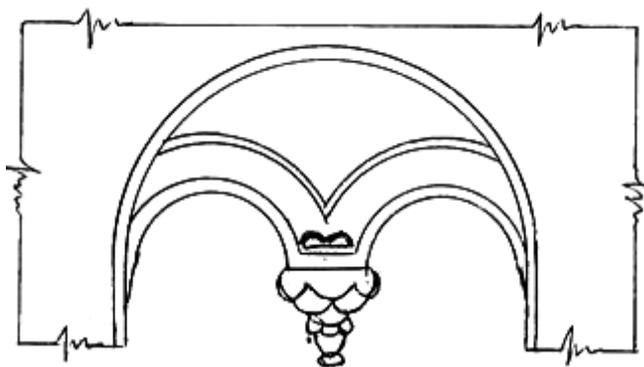


Рис. 1.9. Конструктивные элементы каменных зданий Руси: а) кладка древней Руси: 1 – нормальные ряды кладки; 2 – заглубленные в цемянничный раствор ряды кладки; 3 – цемянничный раствор. б) «бочка» деревянного сруба; в) кокошники под «бочку»; г) декоративное оформление арок оконных проёмов.

1.6. Кирпичная декорация на фасадах уникальных зданий Средней Азии и Руси

Оформление фасадов монументальных зданий кирпичной декорацией стало возможным только при появлении в Средней Азии и на Руси обожженного кирпича, позволившего не оштукатуривать или не облицовывать его камнем. В XII в. появился специальный облицовочный шлифованный кирпич [5]. С появлением обожженного кирпича, роль его универсальна, в монументальном строительстве Средней Азии IX-XI в.в. конструктивная кладка была одновременно и декоративной, не нуждаясь в каких-либо иных традиционных средствах – штукатурке, резьбе, росписи. С появлением обожженного кирпича, пожалуй, в первую очередь были оценены его качества как облицовочного материала, более прочного, долговечного и к тому же удобного при кладке мелких архитектурных членений и деталей, т.е. декорирования кладкой. Обожженным кирпичем стали покрывать фасады или интерьеры сырцовых зданий. Чаще стали возводить из него своды и купола.

В сооружении Кырк-Кыз (I X в.), где стены и своды сложены из сырца, фасады облицованы обожженным кирпичём, но тонким слоем и по этому облицовка не могла существенно влиять на прочность здания. После ее исчезновения сырцовые стены и своды сохранились настолько, что памятник долгое время считался «глиняным».

Первоначально основным декором фасадов из обожженного кирпича служила кладка из сдвоенного кирпича, разделенная половинками вертикально поставленных кирпичей (см. рис. 1.10, а). Затем появилась декоративная кладка на фасаде «в елку» (рис 1.10, б).

Чередование кирпичей, уложенных горизонтально, вертикально, под углом и нормально к плоскости стены, легло в основу декоративной кирпичной кладки.

Это превосходно осуществлено на внутренних и внешних поверхностях мавзолея Саманидов (рис. 1.10, в, г, д, ж). Проявление зодчества понимания художественного эффекта такой кладки – масштабность элементов узора, светотеневой игры – позволяет отнести мавзолей Саманидов к шедеврам орнаментального искусства. Все кирпичные орнаменты были исполнены обязательно из мелкого кирпича, по этому тонок орнамент. Если бы орнамент ложился из крупного кирпича, то узоры состояли бы из грубого сочетания крупных элементов и не было бы гармоничной орнаментации.

В отличие от кирпичной декорации Средней Азии декорация Руси обособляется тем, что орнаментация из кирпича выполняется отдельными поясами очерчивая основание купола, верхние участки барабанов и опоясывая кладку под карнизами, сочетаясь с декорацией карниза. Наиболее широко принимают элементы кирпичной декорации: бегунец (рис. 1.11, а), пореберник (рис. 1.11,б), рельефная аркатура (рис. 1.11, в). При различном сочетании перечисленных выше элементов декорации русские зодчие получали разнообразно декорированные пояса.

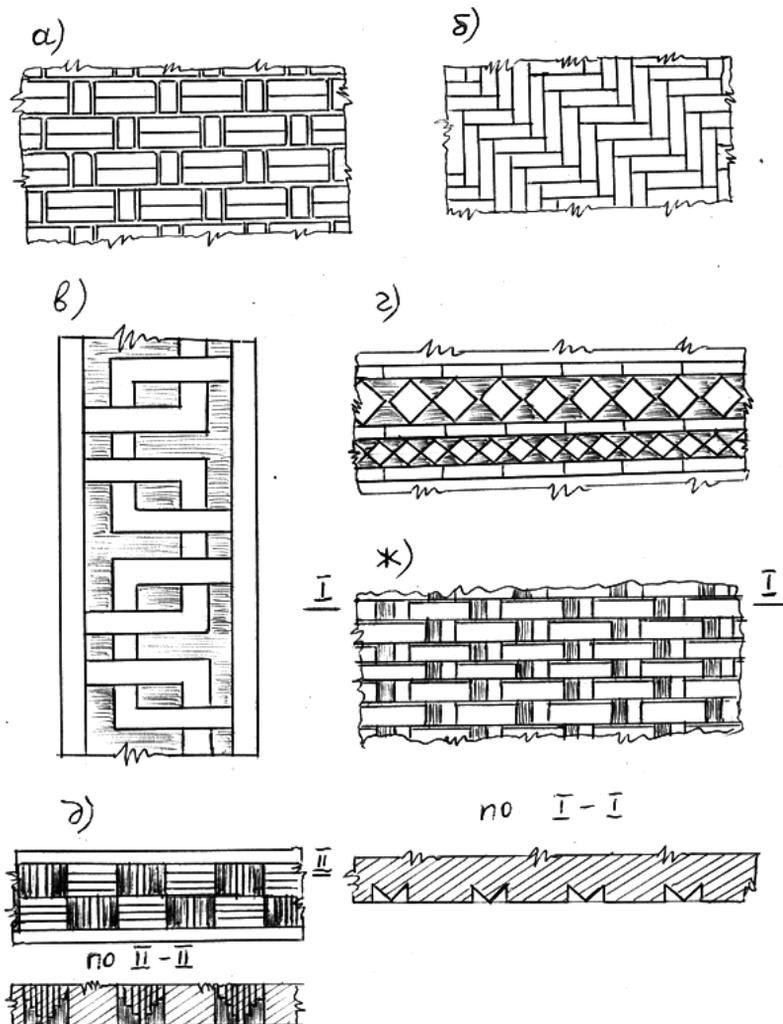


Рис. 1.10. Кирпичная декорация Средней Азии и Казахстана: а) и б) – традиционно применяемая декорация, (плоская); в) – вертикальная, (рельефная) декорация мавзолея Араб – ата; г) – горизонтальная (рельефная) декорация мавзолея Саманидов; д) и ж) – ступенчато – рельефная декорация мавзолея Саманидов.

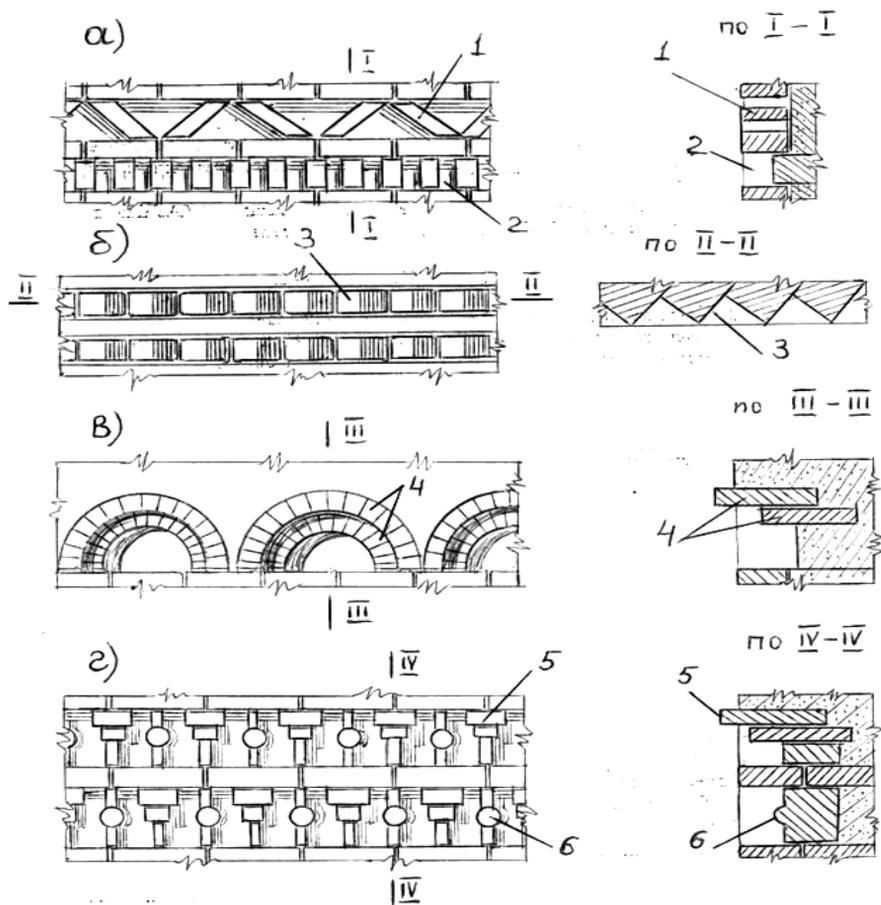
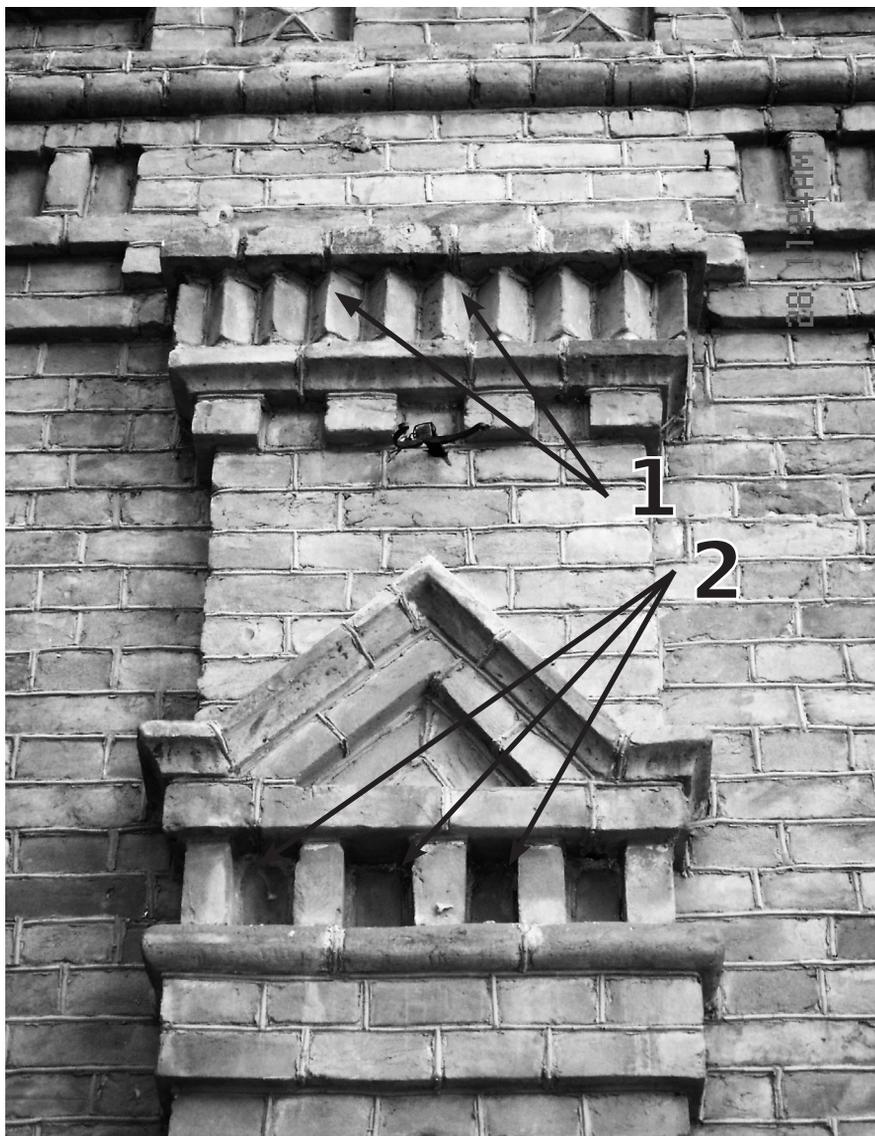
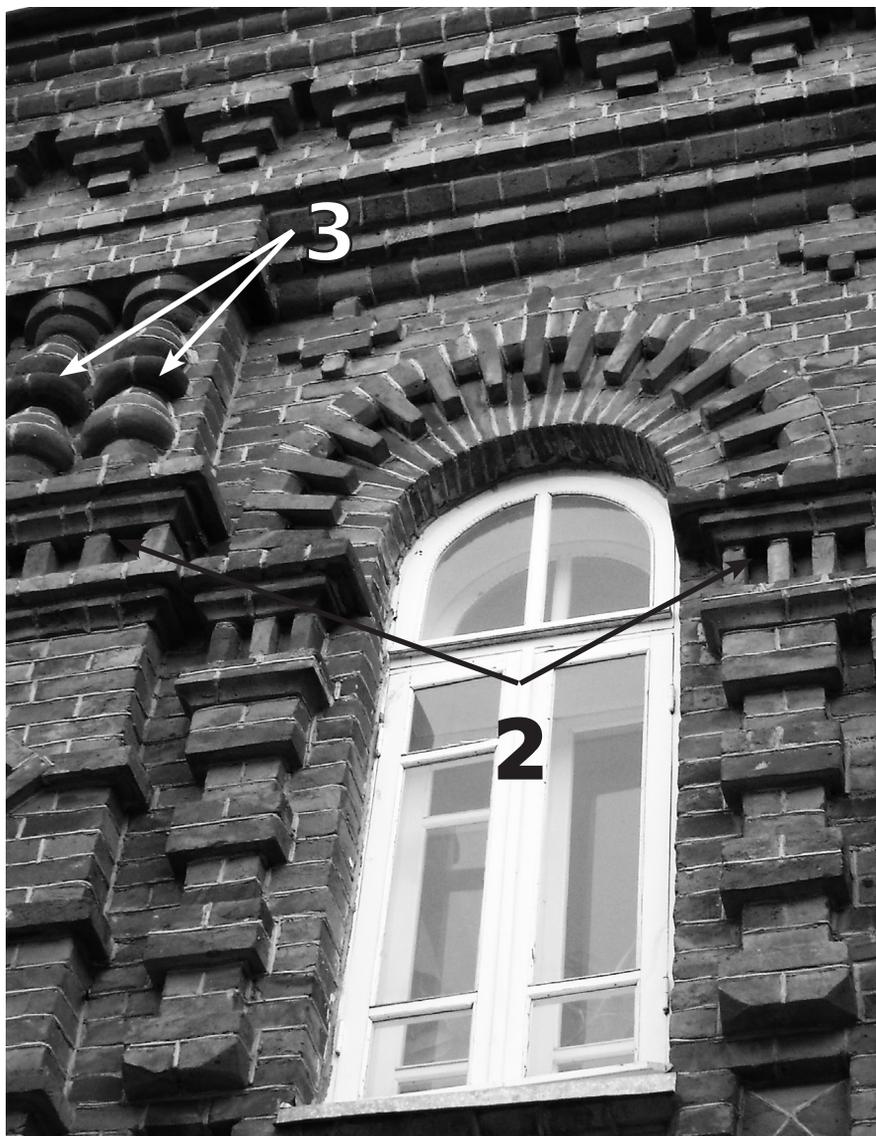


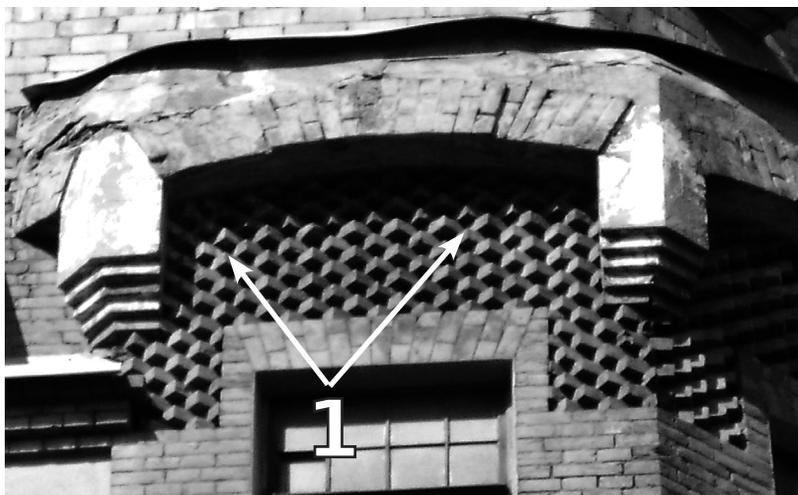
Рис. 1.11. Кирпичная декорация древней и средневековой Руси: а) и б) – кирпичная, (рельефная) декорация фасада Кирилло – Белозёрского монастыря; в) – аркатурный, (рельефный) пояс на барабане церкви Преображения; г) – рельефная горизонтальная декорация на фасаде княжеского дворца в г. Углич: 1 – бегунец; 2 – гнездо; 3 – пореберник; 4 – аркатурный пояс; 5 – уступ; 6 – балясина.



Фотофакт – 8. Астана. Дом купца Моисеева. Рельефная кирпичная декорация: 1 – пореберник; 2 – гнездо.



Фотофакт – 9. Астана. Дом купца Моисеева. Рельефная кирпичная декорация: 1 – уступ; 2 – гнездо; 3 – балсыны.



*Фотофакт – 10. С-Петербург, фрагмент фасада купеческой усадьбы:
1 – рельефная, ячеистая декорация.*



*Фотофакт – 11. С-Петербург, фрагмент фасада купеческой усадьбы:
1 – аркатурный промежуточный пояс; 2 – пореберник.*

2. ТРАДИЦИОННЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МОНУМЕНТАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ КИРПИЧА

Любая мечеть, церковь, храм или дворец, возведённый из камня или кирпича в средние века, состоит из хорошо сбалансированных и увязанных конструктивных частей:

- аркад;
- куполов;
- сводов (цилиндрических, крестовых, монастырских);
- аркбутанов и контрфорсов, воспринимающих распор от куполов и сводов;
- подпружных арок, поддерживающих лотки покрытия;
- нервюр, облегчающих их сводчатые покрытия;
- арочных и клинчатых перемычек над оконными и дверными проемами;
- кирпичной декорации, украшающей фасады зданий.

Способы и приемы кладки перечисленных выше конструктивных частей зданий и сооружений в технической литературе не освещаются по нескольким причинам. Во-первых, древние и средневековые мастера каменных дел свои технологические способы и приемы кладки хранили в тайне и передали мастерство своим детям, внукам и близким родичам. Так было во все времена. В советское время у нас в стране в основном пропагандировалась технология, обеспечивающая быстрые темпы возведения зданий и сооружений. Строительную площадку старались превратить в сборочный «цех», где из крупноразмерных объемных и плоских конструкций собирали здания и сооружения. Строительная индустрия позволяла выпускать сборные железобетонные конструкции и изделия, конструкции из стали, дерева и пластмассы. Кирпич стал второстепенным материалом, т.к. требовал большого количества рабочих при возведении зданий и значительно снижал темп возведения зданий и сооружений. Если еще двадцатые и тридцатые годы были мастера каменных дел, кто хорошо владел технологии кладки сводов, куполов, арок и других конструкций из кирпича и камня, то последующие годы, с вязи с отсутствием заказов на уникальные и

монументальные здания из кирпича, их мастерство не было востребовано. Следовательно, некому было передавать мастерство кладки сложных конструкций из кирпича и камня. Таким образом, мастерство, передаваемое по наследству было практически утеряно. В современной технической литературе предлагается технология кладки простых прямоугольных конструкций современных «коробок», где не требуется высокого мастерства.

В последние годы наше общество поняло, что каждый строительный материал имеет свои возможности. Получившие наконец «свободу» архитекторы стали искать новые формы и конструктивные решения при проектировании уникальных зданий. Сборный и монолитный железобетон далеко не всегда позволяет получить требуемые по замыслу формы. Чаще стали применять кирпич, который позволял получить любую форму как на фасаде, так и в конструкциях перекрытий и покрытий. Но к сожалению многие архитекторы были вынуждены умерить свой авторский пыл, т.к. некому было воплощать их прекрасные проекты из кирпича.

2.1. Традиционные и современные технологии возведения арок

2.1.1. Формы и параметры арок

Формы арок соответствуют архитектурным стилям эпохи. Самая древней, созданной на востоке, является мавританская арка, (смотри рис.2.1, а). Её параметры – $r = l / 2$, где: l – ширина оконного или дверного проёма; r – радиус кривизны арки.

В эпоху Ренессанса (Возрождения) мавританскую арку завершали замковым декоративным, рельефным камнем.

Мавританская арка характерна для Византийской эпохи и Романского периода развития архитектуры.

Стрельчатая, (двухцентровая) арка впервые появилась в VII–VIII веках в Азии, точнее в Таразе, (автор аль-Фараби). Во времена крестовых походов европейцы переняли её назвав, т.е. запатентовав, как готическую, которая характеризует готический стиль (1200–1450 г.г.). Готические арки в готический период развития зодчества украшали

аркады, оконные и дверные проёмы соборов Европы. Наиболее характерны – собор «Нотр-Дам де – Пари», (собор Парижской Богоматери) в Париже.

Готическая арка, в зависимости от соотношения r / l подразделяется на:

- готическую-классическую: $r = l$, (смотри рис. 2.1, б);
- готическая – укороченная арка, $r < l$; (смотри рис. 2.1, в);
- готическая – удлиненная арка, $r > l$; (смотри рис. 2.1, д);
- арка аль-Фараби, $k = (1/5 - 1/7) l$; (смотри рис. 2.1, г);

В готических арках стрелка т.е. точка, где сходятся две полуарки «точка» схождения играет роль шарнира, что важно в сейсмических районах.

Исследования несущей способности арок всех систем показала, что самая прочная и сейсмостойкая арка Аль – Фараби, т. к. при максимальной загрузке две полуарки работают только на сжатие, (смотри рис. 2.2, в), тогда как все другие формы арок имеют изломы в зонах изгиба, (смотри эпюры моментов на рис. 2.2, а, б).

Сегментная (лучковая) арка появилась в эпоху Возрождения и применялась в тех случаях, когда весьма мощный ее распор можно было нейтрализовать довольно широкими простенками, либо погасить распор встречным распором смежных сегментных арок (см.рис.2.2, ж)

Параметры сегментной арки: $r = (0,8 - 0,9) l$, $h = 1/5 l$

Коробовые арки как сегментные появились в эпоху Ренессанса (Возрождения) и определяют зрелый ее период. Точнее это стиль барокко и рококо. Существует три разновидности коробовых арок:

- коробовая арка с тремя исходными точками, (рис.2.1, и);
- коробовая арка с пятью исходными точками, (рис.2.1, к);
- коробовая арка вытянутая вверх (половина эллипса), (рис.2.1, л).

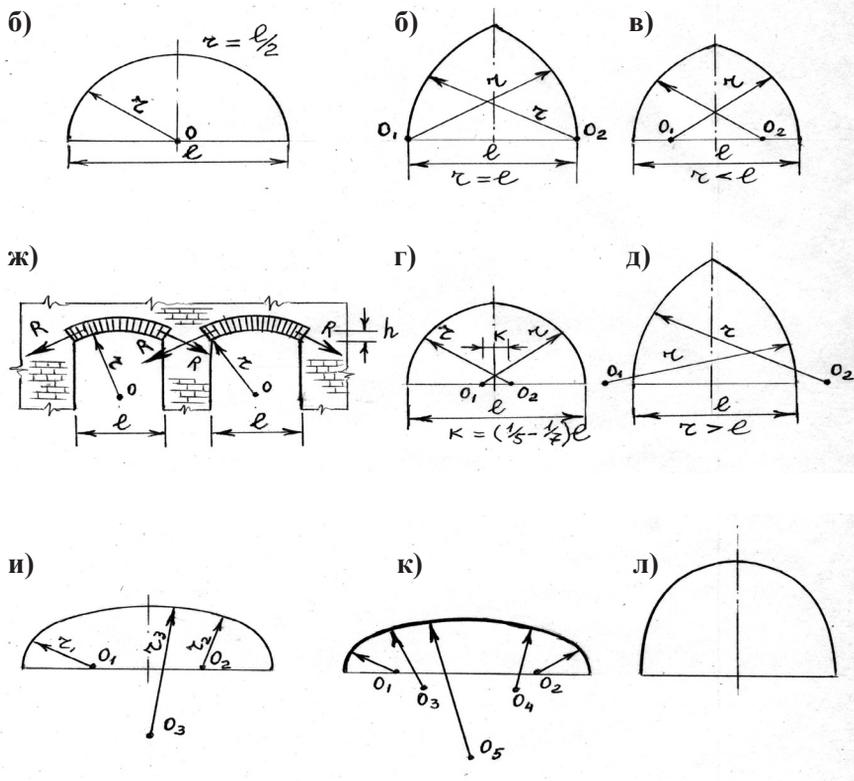


Рис. 2.1. Разновидность форм арок: а) мавританская арка, $r = l / 2$; б) готическая – классическая арка, $r = l$; в) готическая – укороченная арка, $r < l$; г) арка Аль – Фараби, $r = (1/5 - 1/7) l$; д) готическая – удлинённая арка, $r > l$; и) коробовая (трёхцентровая) арка; к) коробовая (пятицентровая) арка; л) вытянутая арка.

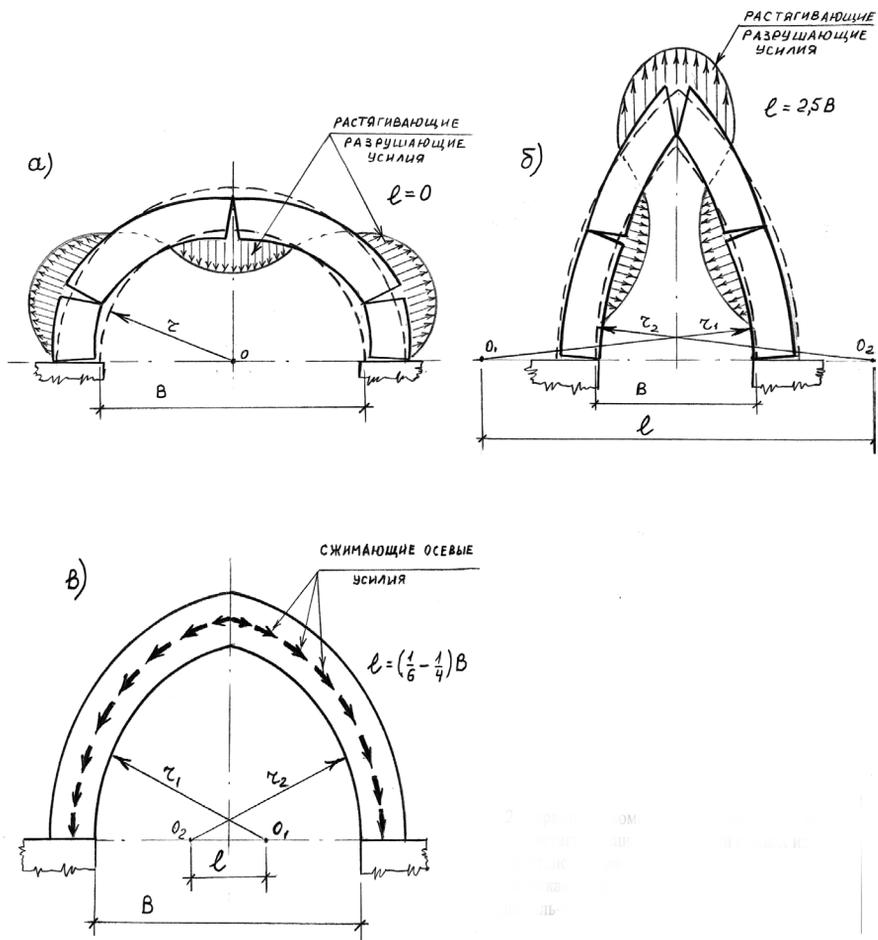


Рис. 2.2. Характер излома арок от перегрузки и эпюры растягивающих напряжений в зонах излома: а) мавританская арка; б) готическая удлинённая арка; в) арка аль-Фараби.

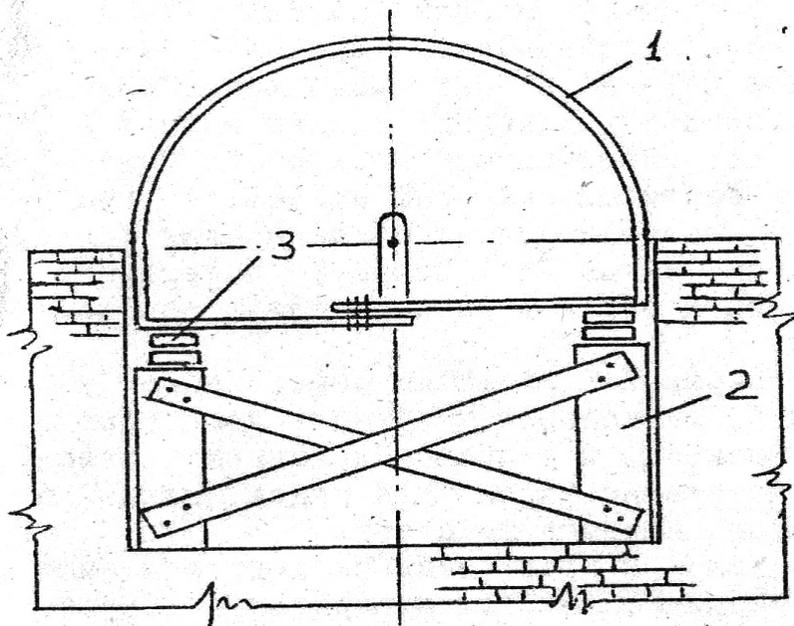


Рис. 2.3. Приспособления для кладки арок: 1 – кружало современное; 2 – стойки; 3 – клинья двойного действия.

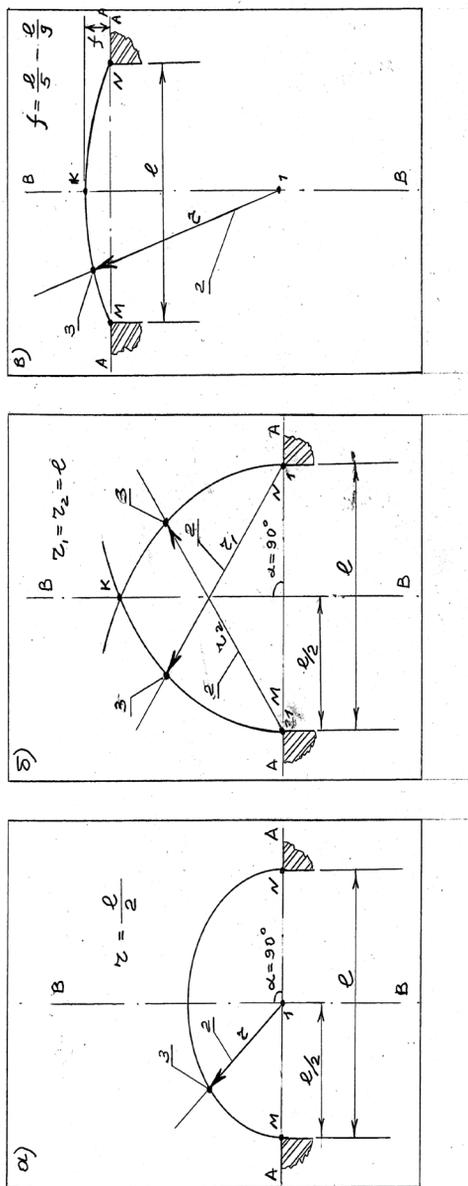


Рис. 2.4. Шаблоны для изготовления кружал арки различных форм: а) мавританской (циркулярной) арки; б) готической (классической) арки; в) лучковой (оси) куда вбиваются гвозди для нанесения радиальных кривых полуарок и арок; 2 — стальной провод диаметром 2-3 мм; 3 — маркер закрепленный на стальном про водке с заданным радиусом.

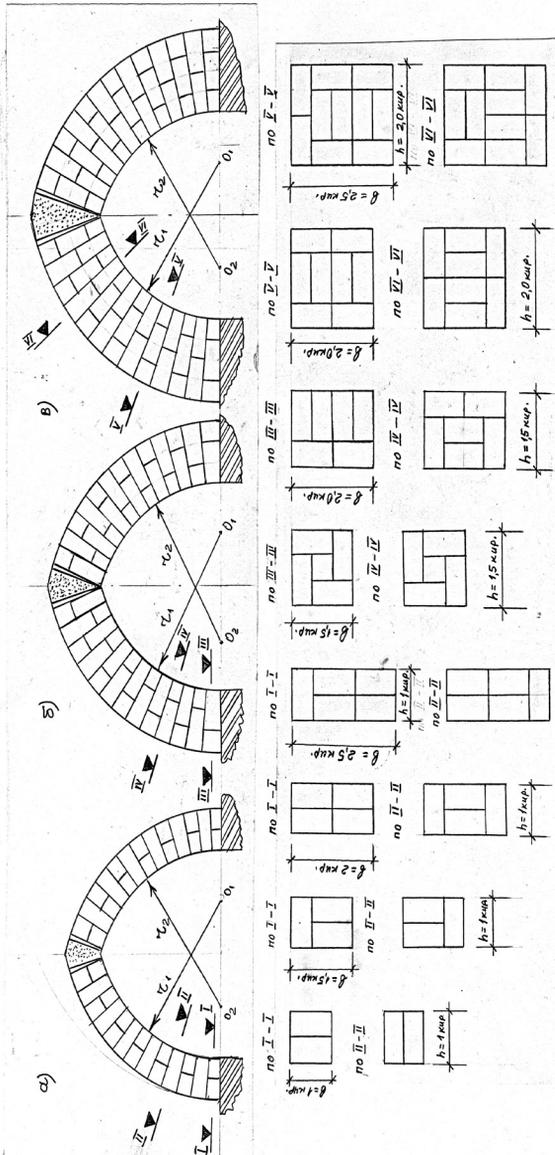


Рис. 2.5. Конструкции арок Аль-Фараби с различными параметрами поперечного сечения: а) арка с высотой сечения $h = 1$ кирп. (250 мм.); ширина $v = 1,0$ кирп.; в = 1,5 кирп.; в = 2,0 кирп.; в = 2,5 кирп.; б) арка с высотой сечения $h = 1,5$ кирп. (380 мм.); ширина $v = 1,5$ кирп.; в = 2,0 кирп.; в = 2,5 кирп.; в) арка с высотой сечения $h = 2,5$ кирп. (640 мм.); ширина $v = 2,0$ кирп.; в = 2,5 кирп.;

2.1.2. Изготовление приспособлений кладки арок

Все приспособления для кладки арок можно разделить на три группы, (рис.2.3):

1. Кружала;
2. Стойки – леса;
3. Клинья.

Кружала различных конструкций предназначены для получения при кладке арки заданной кривизны. По этому рабочая поверхность кружала как бы очерчивает форму арки требуемой кривизны. Изготовление кружала – это наиболее ответственный процесс подготовительного периода.

Стойки-леса с системой связей, обеспечивающие жесткость, предназначены для фиксации в проектном положении кружал.

Клинья, устанавливаемые между кружалами и стойками – лесами, необходимы для быстрого и бездефектного снятия кружал после набора достаточной прочности раствором кладки арок, а также для выверки кружал по установочным рискам.

КРУЖАЛА

Для изготовления кружал любой конструкции необходимо знать правила начертательной геометрии и черчения. На листе фанеры (можно на лист ДВП) при помощи стальной тонкой проволоки и маркера (маркировочный карандаш) вычерчивают шаблон, (рис.2.4. а, б, в).

Правила построения шаблона для изготовления кружала арки

Для изготовления комплектов приспособлений и контроля при изготовлении, а затем при приемке у завода-изготовителя криволинейных элементов для кружал купола и арок, необходимо в натуральную величину построить профили купола и арок. Если для построения профиля арки можно использовать лист фанеры или прессованного древесноволокнистого картона, то в качестве шаблона, для построения профиля купола, приходится искать порой подходящие по габаритам нетрадиционные плоскости. Например, стенку вспомогательного здания, хорошо асфальтированную площадку, приходилось рисовать

профиль купола на хорошо спланированной и уплотненной грунтовой площадке. Для построения циркульных и лекальных кривых профилей куполов используются металлические стержни, вбиваемые в «центры». К стрежню пристегивается, посредством карабина, стальной тонкий тросик или стальной проводок. В зависимости от материала плоскости, профиль кривизны купола очерчивается: стальной чертилкой (по грунту), мелом (по асфальту), графитовым стрежнем (по окрашенной светлой стене).

От верности и точности построения профилей куполов и арок на шаблонах, будет зависеть качество изготовления криволинейных элементов кружал и, конечно, соответствие формы купола или арки по проекту.

Для изготовления шаблона с профилем требуемой арки (в натуральную величину) необходимо иметь: соответствующего размера лист фанеры или прессованного картона, либо подходящую поверхность стены временного здания; знать параметры арки.

Независимо от формы арки **на первом этапе** изготовления шаблона выполняются неизменные операции (смотри рис. 2.4. а, б, в) :

- нанести на шаблон вспомогательную линию А-А проходящую (в натуре) по опорным поверхностям простенков, строго горизонтально;
- нанести на вспомогательной линии А-А вертикальные откосы и грани правого N и левого M простенков, расстояние между гранями N и M равно ширине проема (по зданию);
- нанести вспомогательную линию В-В, которая должна быть строго перпендикулярна линии А-А, и пересекает ее в середине проема, т.е. на расстоянии $l/2$ от любой грани простенков.

На втором этапе изготовления шаблона, в зависимости от формы арки, состав операции различен. Так, для построения на шаблоне готической (классической) арки (смотри рис.2.4.б), необходимо:

- в грани левого и правого простенков в точках N и M вбить гвозди 1 и 2;
- к гвоздям 1 и 2 пристегнуть (карабином) стальные проволоочки 3 и 4;

- отмерить между осями гвоздем - 1 и маркером - 6, гвоздем - 2 и маркером - 5 расстояния, равные $r_1 = r_2$ и зафиксировать маркеры - 5 и - 6 на стальных проводках скотчем, либо проволоочной петлей;
- очертить маркером - 5, начиная с точки М левый профиль арки, до пересечения с линией В-В;
- очертить маркером - 6, начиная с точки N до пересечения с линией В-В, правый профиль арки.

В том случае, если линии левого и правого профилей арки пересекаются в точке - К, находящейся на линии В-В, то профиль классической готической арки построен верно.

Аналогично строятся профили готических, удлиненной и укороченной, арок, с той разницей, что точки - 1 и 2, куда вбиваются гвозди, отстоят от линии В-В на соответствующих форме арки расстояниях.

Для построения мавританской арки (смотри рис. 2.4. а) необходимо:

- вбить в центре (на пересечении линии А-А и В-В) гвоздь - 1;
- пристегнуть к гвоздю карабином стальной проводок - 2;
- отмерить между осями гвоздя - 1 и маркера - 3 расстояние равное $r = V_2$ и зафиксировать маркер проволоочной петлей или скотчем;
- очертить маркером - 3 профиль мавританской арки, начиная с точки - М, до пересечения с точкой - N.

Для построения лучковой арки (смотри рис. 2.4. в) необходимо:

- на линии В-В нанести точку - К, отмеряя расстояние f (по заданию) от линии А-А;
- на линии В-В при помощи штыря - 1 и маркера - 3, соединенных проводком, найти точку, с которой маркером - 3 можно очертить профиль лучковой арки, проходящей по точкам - М, К, N.

По готовому шаблону можно изготовить кружало любой конструкции. Здесь я предложу свою конструкцию «пружинного» кружала, которой пользуюсь уже более двадцати лет. Она очень проста в изготовлении и значительно удобнее всех существующих кружал в эксплуатации и практически ее оборачиваемость измеряется сотнями циклов. К достоинствам «пружинных» кружал можно также отнести малую материалоемкость и возможность сразу же расширять растворные швы «потолочной» части арки.

На рис.2.6. представлены четыре основных типа «пружинных» кружал моей конструкции. Все они изготавливаются из стальной полосы. В зависимости от толщины стены, соответственно и толщины выкладываемой арки, между простенками проема устанавливается от 1 до 4 секций кружал. Ширина стальной полосы на одно кружало 120 мм, расстояние между секциями 60-65 мм.

Из стальной полосы выгибается кружало необходимой кривизны. Кривизна кружала контролируется прикладыванием заготовки к шаблону, нарисованному на фанере, рис.2.4. После окончательного оформления требуемой кривизны кружала на боковые плоскости наносятся риски – 2, по которым кружало устанавливается в проектное положение. Затем на ребре (лицевом) кружало размечаются риски - 3, соответствующие рядам кладки. Цена деления рисок вычисляется по формуле:

$$a = b + c, \text{ мм.}$$

Где: **a** – цена деления рисок;

b - толщина кирпича;

c – толщина растворного шва в потолочной части арки, обычно 10 мм.

Разметка рисок – 3 для кладки рядов арки – это наиболее ответственная операция при изготовлении кружала. До нанесения этих рисок на кружало выполняются расчеты и составляется эскиз на листе миллиметровки (масштабно – координационная бумага). Следует помнить, что количество рядов кладки в арке любой формы должно быть нечетным и нечетный «замковый» ряд всегда должен находиться строго в центре проема, т.е. вертикальная ось последнего «замкового» ряда должна совпадать с вертикальной осью проема. Это главное требование при разметке и нанесении рисок рядов кладки арки.

Для правильной ориентации рисок – 3 к штырю – 5 привязывают шнур – 6. Натянутый и приложенный к риску шнур определяет ориентацию каждой риске.

Не менее ответственной операцией является определение точного положения оси (штыря) – 5, от которой начинается на бумаге построение арки требуемой кривизны, а в производственных условиях – по

строение шаблона, нанесение рисок для рядов кладки и при кладке – определение наклона каждого ряда арки.

Для жесткой фиксации кружала к простенкам посредством винтовых упоров, в нижней части кружала имеются отверстия – 4. Сквозь эти отверстия в кладку простенков врезаются заостренные концы винтового упора.

Для предварительного распорного крепления кружала между простенками проема имеется замок – 7.

Для тех, кто не имеет возможности изготовить «пружинные», многооборотные, универсальные кружала рекомендуются деревянные, рис.2.7.

По шаблону (рис. 2.4.) вырезают из фанеры кружало – 1 в количестве 2-х штук. Заготавливают дощечки – 2. Длина дощечек равна толщине простенка или арки. Прибивая дощечки по верхнему (криволинейному) контуру фанерных кружал, сколачивают объемное кружало. Разметку рисок производят точно также, как и при изготовлении «пружинных» кружал.

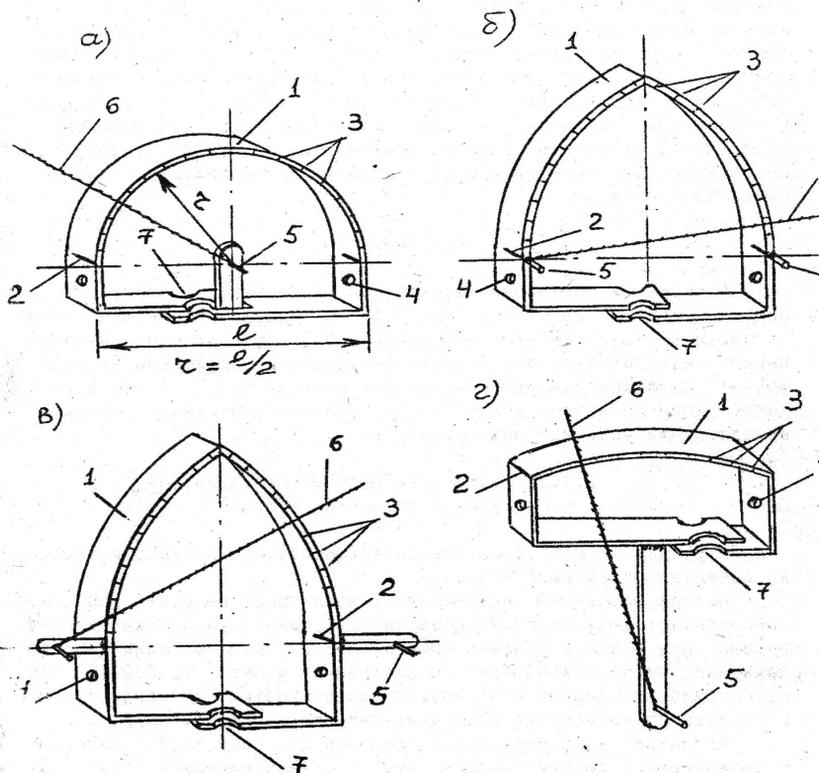


Рис. 2.6. Основные виды новейших «пружинных» кружала конструкций автора книги : а) пружинное кружало для возведения «Мавританской» арки; б) пружинное кружало для возведения «классической готической» арки; в) пружинное кружало для возведения «удлинённой готической» арки; г) пружинное кружало для возведения «лучковой» арки; 1 – пружинное кружало; 2 – установочные риски; 3 – риски для кладки рядов арки; 4 – отверстия для пропуска распорки; 5 – штырь-ось для шнура контролирующего наклон рядов арки; 6 – шнур для контролирования наклона рядов арки; 7 – замок пружинного кружала.

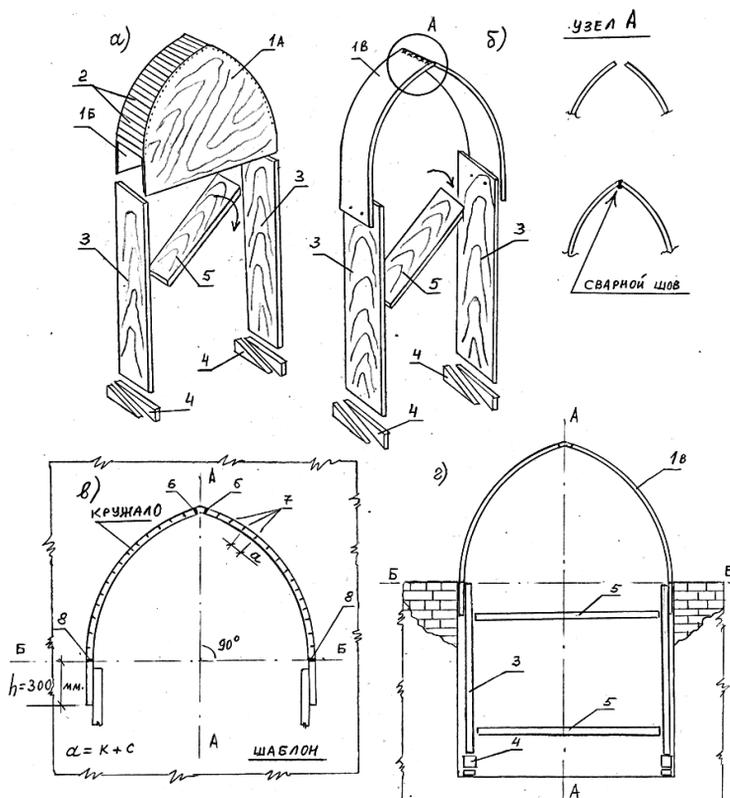


Рис. 2.7. Комплект приспособлений для возведения арки: а) кружало из двух фанерных шаблонов соединённых рейками (конструкция М.Кусаинова); б) пружинное кружало из выгнутых стальных полос (конструкция М.Кусаинова, патент на изобретение № 8969 Республика Казахстан, «Устройство для возведения арок»); в) разметка кружала рисками; г) установка кружала в проектное положение. Условные обозначения: 1А и 1Б – шаблоны вырезанные из фанеры; 1В – полуарка из полосовой стали; 2 – рейки деревянные сечением 60х30 мм; 3 – стойка из необрезной доски; 4 – деревянные двойные клинья; 5 – распорная прижимная доска; 6 – риски для ориентации замкового ряда арки; 7 – рядовые риски для укладки рядовых кирпичей арки; 8 – установочные риски (для установки кружала в проектное положение); (А – А) – ось оконного проёма; (Б – Б) – ось опорных поверхностей арки.

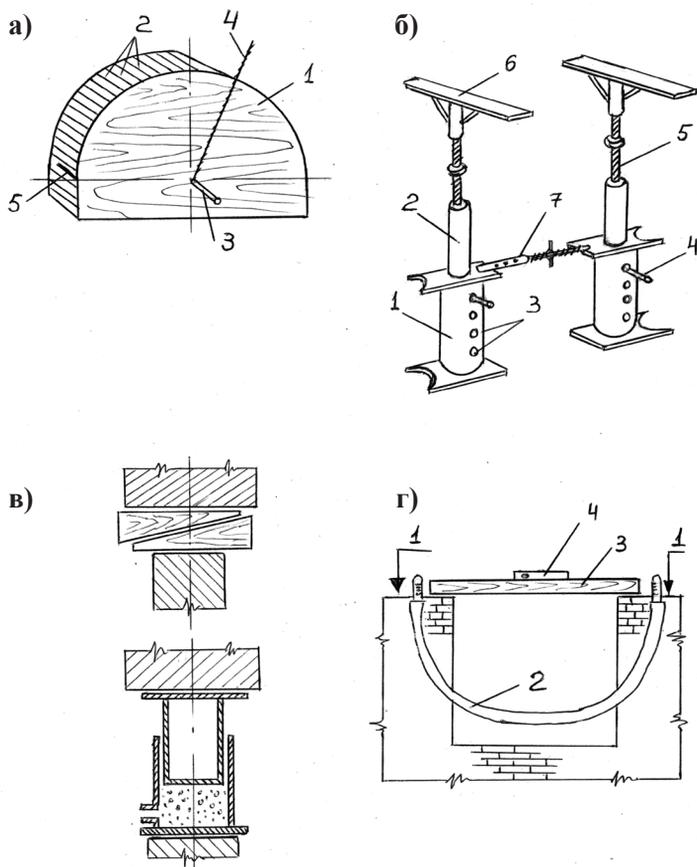


Рис. 2.8. Комплект приспособлений для возведения арок: а) кружало из фанеры; б) универсальные телескопические стойки: 1 и 2 – телескопические трубы-стойки; 3 – отверстия в трубе для «грубой» регулировки высоты установки кружала; 4 – штырь – палец для фиксации телескопических стоек на заданной высоте; 5 – винтовые стержни для «тонкой» регулировки высоты стоек; 6 – опорные пластины для установки кружала; 7 – винтовой упор для фиксации стоек к протенкам. в) типы клиньев: 1 – кружало; 2 – стойка; 3 – двойные деревянные клинья; 4 – нижний металлический цилиндр наполненный сухим песком; г) проверка горизонтальности опорной поверхности арки: 2 – гибкий уровень; 3 – брус; 4 – плотницкий уровень.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ СТОЙКИ

Они необходимы для точной установки по установочным рискам кружал в проектное положение и обеспечения жесткого крепления, рис. 2.8.б Универсальная стойка состоит из телескопической трубы, состоящей из основной трубы – 1, в которую свободно входит подвижная труба – 2. В основной трубе имеются отверстия – 3. Расстояние между осями отверстий (шаг отверстий) равно 60 мм. Подвижная труба фиксируется на заданной отметке стержнем – 4. Для «тонкой» доводки кружал в проектное положение предназначен винтовой стержень – 5, вмонтированный в подвижную трубу – 2, который необходим также для снятия кружал после набора прочности раствором кладки арки. Для установки кружал на стойки применяются сменные опорные пластины – 6, которые свободно вставляются в отверстия подвижной трубы – 2. Для жесткого крепления основных труб – 1 к простенкам применяется винтовой упор – 7, прижимающий основные стойки – 1 к простенкам. Для установки одного кружала необходимы две телескопические стойки.

КЛИНЬЯ

Древние и средневековые мастера каменных дел применяли в основном деревянные клинья, рис. 2.8, в. Иногда применяли мешки из плотной ткани, наполненные песком и для распалубки кружал из мешков высыпался песок. В эпоху Возрождения применяли металлические цилиндры, наполненные сухим песком, рис. 2.8, в – позиция – 4. В моей конструкции телескопические стойки снабжены винтовыми стержнями, выполняющими роль винтовых домкратов.

2.1.3. Подготовка опорных поверхностей для арок и установка кружал

Это один из подготовительных процессов, значительно влияющий на качество возводимой арки. Первой операцией подготовительного процесса будет проверка «горизонта» двух опорных поверхностей арки при помощи гибкого уровня при большом пролете проема (≥ 2 м), при меньшем пролете применяют отфугованный брус и плотницкий уровень, рис.2.8, г. При необходимости опорные поверхности вырав-

ниваются под одну отметку («горизонт») нанесением слоя цементно-песчаного раствора.

Установку комплекта приспособлений (см.рис.2.9.) начинают с укрепления в проеме основных труб – 1 телескопических стоек, которые прижимаются к простенкам винтовым упором – 2. Затем, в зависимости от высоты простенков, устанавливаются подвижные трубы – 4, которые фиксируются стержнями – 3. На опорные пластины – 5 устанавливают необходимое число секций «пружинных» кружал – 6. Каждую секцию кружал устанавливают в проеме так, что для их смещения требуется преодолеть силу трения боковых поверхностей с кладкой простенков, только после этого замыкают замок кружала – 7. «Тонкую» доводку рисок – 8 на кружалах до граней простенков производят винтовыми стержнями – 9. После совмещения рисок с гранями простенков все кружала жестко прижимают к простенкам винтовыми упорами - 9.

Остается последняя операция подготовительного процесса – определение и фиксация оси будущей арки, (рис. 2.10, а). Для этого в распор с верхней гранью простенка (кружала) устанавливается деревянный брус – 1. Продольная ось бруса находится на горизонтальной оси «горизонта» опорных поверхностей. На пересечении вертикальной оси проёма (К – К) и горизонтальной (М – М) «горизонта» опор и будет ось арки, куда прикручивается шуруп – 2. К шурупу привязывают шнур, который необходим для контроля наклона рядов арки.

2.1.4. Подготовка кирпича и приготовление раствора

Если для арок применяется глиняный обожженный кирпич, то он подбирается особым способом:

- простукивается молотком – кирочкой и звук должен быть звонким, если звук глухой, значит кирпич полусырец и его отбраковывают;
- после простукивания качественный кирпич измеряют по шаблону, чтобы он был одинаковой толщины;
- в некоторых случаях надо проверять длину и ширину кирпича, т.к. у некоторых прессформ бывают изношенными пуансоны;
- все грани кирпича должны быть целыми.

Если применяется для кладки арок силикатный кирпич, то проверяются:

- по шаблону толщина кирпича, причем она может быть различной по длине, по этому проверяют оба тычка кирпича;
- отбраковывают также кособокий кирпич;
- кирпич с комковатыми включениями глины также отбраковывается;
- все грани кирпича должны быть целыми.

Раствор для кладки арок должен приготавливаться на месте. Песок для цементно-песчаного раствора должен быть чистым (речным).

Если протландцемент марки 400, то соотношение песок-цемент должно быть 3,5:1, т.е. 3,5 части песка на 1 часть цемента. Консистенция раствора (подвижность) зависит от температуры и влажности воздуха и колеблется от 90 до 130 мм.

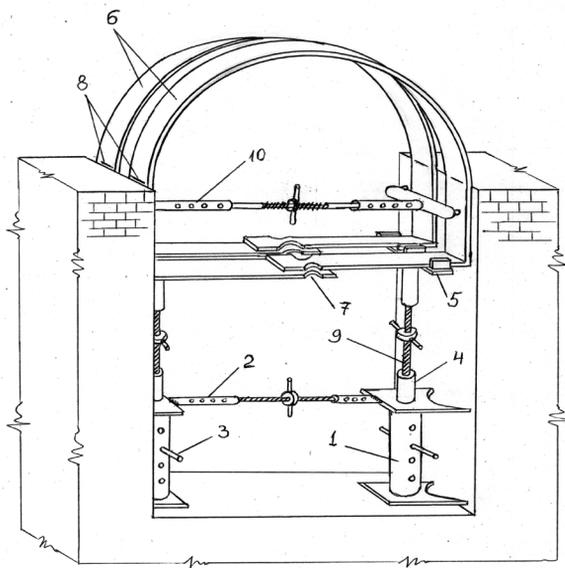


Рис. 2.9. Установка приспособлений для возведения арки: 1 – основная труба телескопической стойки; 2 и 10 винтовые упоры; 3 – стержни – фиксаторы для «грубой» установки высоты стоек; 4 – подвижная труба телескопической стойки; 5 – опорные пластины для кружал; 6 – секции «пружинных» кружал; 7 – замок кружал; 8 – риски для выверки кружал; 9 – винтовые стержни для «тонкой» установки высоты стоек.

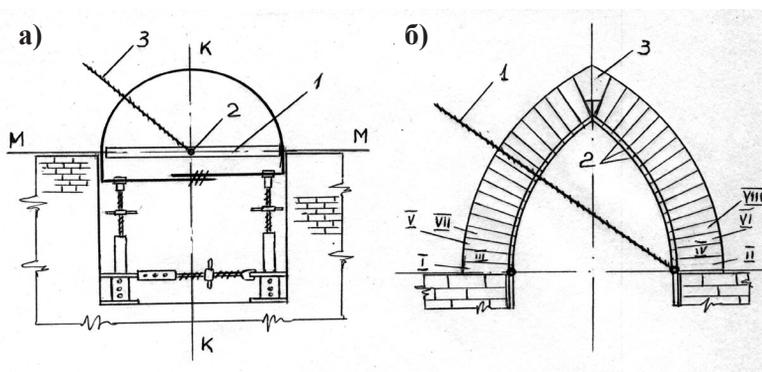


Рис 2.10. Технология возведения арок: а) определение и фиксация оси арки: 1 – деревянный брус; 2 – шуруп; 3 – шнур. б) технология кладки арки: 1 – шнур для определения наклона каждого ряда; 2 – риски обозначающие ряды арки; I, II, III, IV, V, VI, VII..... последовательность кладки рядов арки.

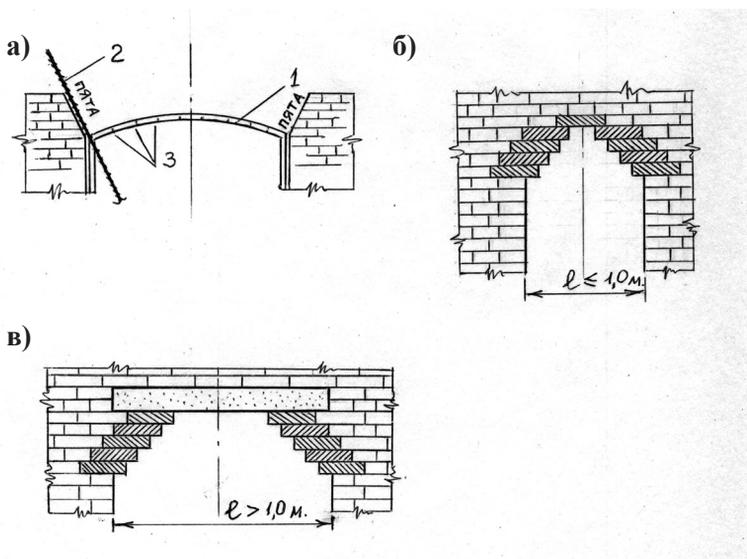


Рис 2.11. Варианты безкружальных перемычек: а) определение наклона пьест для лучковой арки; б) кладка безкружальной перемычки; в) комбинированная перемычка.

2.1.5. Технология кладки арок

Для возведения всех видов (форм) арок применяется одна технология выполнения операции кладки. Несколько отличается подготовкой основания под арку кладка сегментных арок. Основные технологические правила кладки всех видов арок заключается в следующем:

- кладка рядов левой и правой полуарок ведется одновременно (симметрично загружая кружало), рис. 2.10, б. На рисунке последовательность кладки рядов показана римскими цифрами;
- наклон кирпича каждого ряда определяется прикладыванием к продольной оси кирпича натянутого шнура – 1;
- основание каждого ряда кирпича должно вписываться в размер между двумя рисками – 2, нанесенными на ребре кружала;
- через каждые три ряда кладки прикладыванием правила проверяются соответствие лицевой поверхности арки плоскости стены;
- толщина клинчатого растворного шва должна быть: в основании ряда не более 5 мм, в верхней части не более 25 мм;
- особо тщательно подготавливают кирпич для укладки в «замковый» ряд – 3. Его укладывают так, чтобы продольная ось кирпича точно проходила по вертикальной оси (К – К) проема. Это достигается варьированием толщины растворных швов, прилегающих к «замковому» ряду с двух сторон;
- по мере кладки рядов арки, в зависимости от температуры и влажности воздуха, производится с уплотнением через каждые 1,5-2,0 часа опрыскиванием мелкими каплями воды, распыляемыми специальным распылителем.

Технология возведения сегментных (лучковых) арок не отличается от кладки других видов арок. Отличие заключается в кладке наклонных пят (оснований) для арки, (рис. 2.11, а). Кладку наклонных пят начинают после установки кружал. Натяжением шнура определяют наклон каждой пяты (левой и правой). Делают шаблон а по шаблону выкладывают наклонные пяты. Причем длина пяты должна равняться длине ряда кладки сегментной арки что также контролируется прикладыванием шаблона.

2.1.6. Разборка кружал других приспособлений

Разборку кружал, телескопических стоек и других приспособлений в зависимости от температуры воздуха можно производить:

- при $t = 10$ не ранее чем через 12 часов после окончания кладки;
- при t от 10 до 5 не ранее чем через 18 часов;
- при t от 5 до 1, не ранее чем через 24 часа.

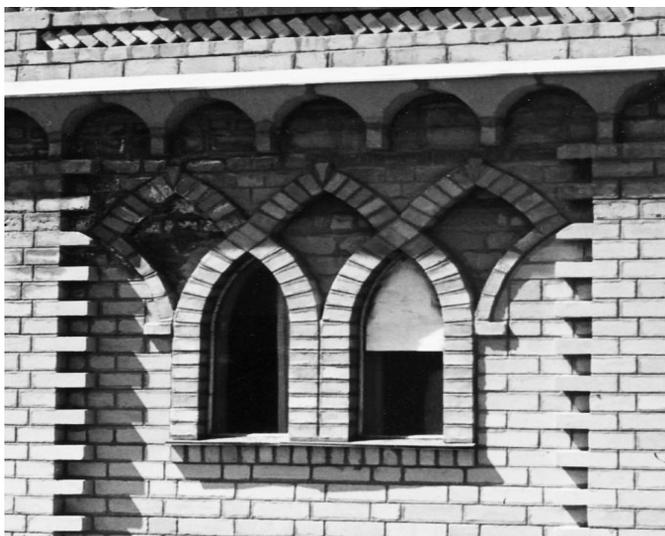
Последовательность разборки следующая. В зависимости от того, что принято в качестве клиньев (деревянные клинья, цилиндры, заполненные песком либо винтовые стержни), в первую очередь выбивают деревянные клинья либо с нижних цилиндров высыпают песок, а если у вас приняты винтовые стержни – 9, то при помощи ключа свинчивают по резьбе стержни. Затем, раскрутив и сняв винтовой упор – 10, (см. рис.2.9), снимают кружала – 6. Далее, раскрутив винтовой упор – 2, снимают телескопические стойки – 1.

2.1.7. Бескружальный способ кладки кирпичных перемычек

Есть различные способы бескружальной кладки кирпичных перемычек над оконными или дверными проемами. Я приведу самый распространенный способ, применявшийся на Руси, (рис. 2.11, б). Он заключается в напуске на правым и левым простенками рядов кладки перемычки на величину не более $\frac{1}{4}$ кирпича

Обычно таким способом возводится перемычка в узких проемах шириной до 1,2 м.

Если надо перекрыть более широкий проем, да еще и снизить высоту перемычки, то применяют комбинированный способ устройства перемычки



Фотофакт – 2.1. Двойная готическая, удлинённая арка с короной, конструкция и возведение М.Кусаинова с использованием пружинных кружал с рисами.



Фотофакт – 2.2. Мавританская арка с «ушами», конструкция и возведение М.Кусаинова с использованием пружинных кружал с рисами.



Фотофакт – 2.3. Мавританские арки Астаны



Фотофакт – 2.4. Детализовка фотофакта – 2.3, узел – А: 1 – жалкое подобие кружала, где отсутствует прочность и жёсткость – соответственно и качество арки.

2.2. Технология возведения купольных покрытий

Комплексный процесс возведения купольных покрытий условно можно разделить на три этапа. При выполнении каждого этапа создается определенная конструктивная часть здания, а все в сочетании образует часть здания с купольным покрытием, (см.рис. 2.12). Конструктивно часть здания, которая будет с купольным покрытием, можно разделить на три яруса:

- I-й ярус – стены, которые в разрезе могут быть квадратными, либо в виде восьмигранника;
- II-й ярус – предназначен для перехода от квадратного или восьмигранного сечения к круглому, которое будет служить основанием для купольного покрытия;
- III-й ярус – это купольное покрытие.

Для возведения каждого яруса соответственно выполняется этап специальных строительных процессов с присущей ему технологией и приспособлениями.

Первый этап по возведению I-го яруса здания, т.е. прямоугольных или восьмигранных в плане стен, достаточно разработан и традиционен. По этому он не будет рассматриваться в данном учебном пособии.

Технологии возведения II-го и III-го ярусов купольного покрытия в технической литературе практически нет по этому в разделе рассматривается моя технология и приспособления, разработанные в процессе длительной практической работы по возведению различных купольных покрытий и прежде всего купольных покрытий усыпальниц (склепов).

2.2.1. Технология устройства перехода от квадрата или восьмигранника к круглому основанию под купольное покрытие

Для того, чтобы на квадрат стен (в плане) поставить купольное покрытие, необходимо в углах квадрата устроить переходную конструкцию для поддержания свесов купола. Общее название этих кон-

струкций – паруса (тормпы или пандативы). Они составляют II-й ярус здания. Все системы парусов разделяют на три вида:

- балочные;
- консольные, рис.2.14, а ;
- арочно – сводчатые, рис.2.20.

Рассмотрим технологию устройства различных видов парусов.

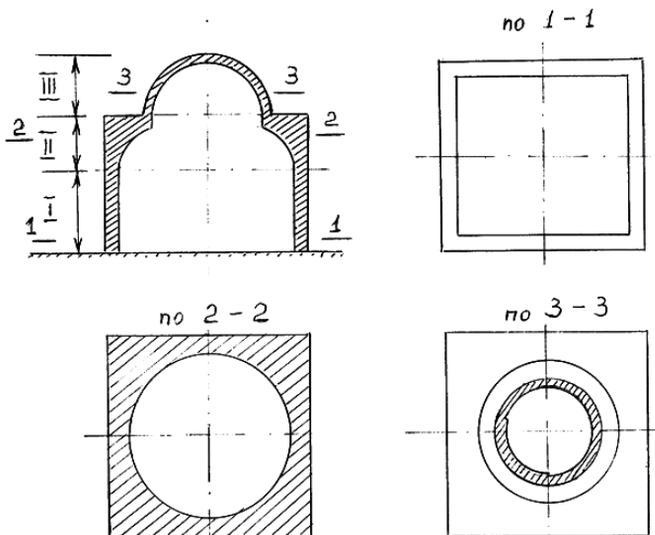


Рис. 2.12. Конструктивные ярусы здания с купольным покрытием:
I – ярус стен; II – ярус парусов; III – ярус купольного покрытия.

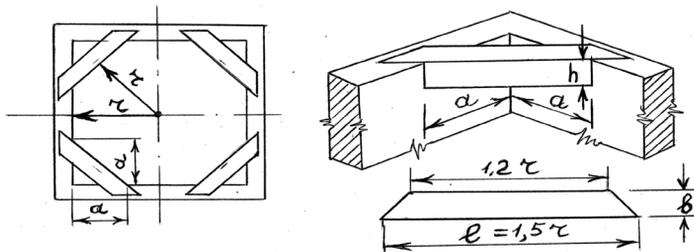


Рис. 2.13. Балочные паруса.

БАЛОЧНЫЕ ПАРУСА

Это самые простые по устройству паруса, но не смотря на технологичность они значительно ухудшают внутренний интерьер подкупольного пространства. К тому же не всегда под рукой могут оказаться железобетонные балочки нужного сечения, длины с достаточно надежным армированием. Рис.2.13.

Балки для паруса должны иметь следующие размеры:

$$l = 1.5 r; \quad b = h = 0.17 r;$$

где: **l** – длинная сторона балки;

r – внутренний радиус основания купола;

b – ширина балки;

h – высота балки.

Для точной установки балок необходимо знать размер привязки:

$$a = 0.7 r$$

До укладки балок при помощи гибкого уровня проверяется и выравнивается «горизонт» всех четырех балочных парусов. Для выравнивания горизонта применяют цементно-песчаный раствор. После укладки балочных парусов они закладываются кирпичной кладкой так, чтобы фасадах не было видно торцов балок. Горизонтальная плоскость всех балок и плоскость последнего ряда кладки стен должны быть на одной отметке – «горизонте».

По верху балок и стен устраивается монолитный железобетонный кольцевой пояс высотой 10 см и шириной, равной толщине купольного покрытия.

СТУПЕНЧАТО-КОЛЬЦЕВЫЕ ПАРУСА

Такие паруса выкладываются из кирпича. Технология кладки таких парусов наиболее проста по сравнению с другими типами парусов, но требует большого расхода кирпича.

В подготовительный период устанавливаются приспособления для кладки ступенчато-кольцевых парусов. Все приспособления разработаны мной и не раз применялись при возведении купольных покрытий.

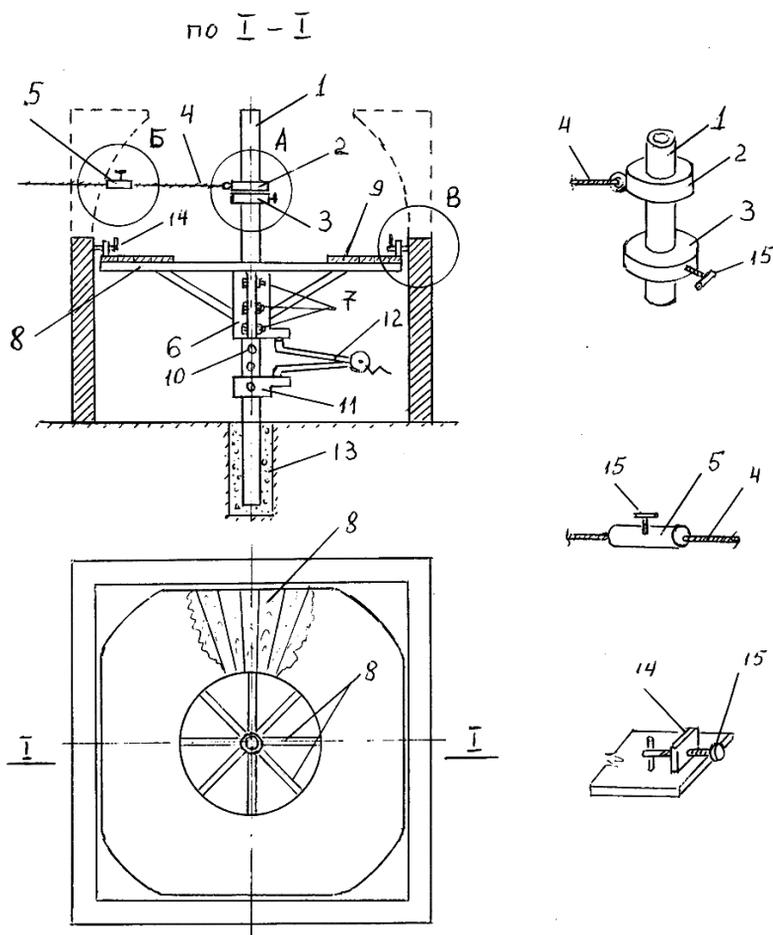


Рис. 2.14. Оборудование и приспособления для возведения ступенчато – кольцевых парусов: 1 – труба-стойка; 2 – подвижное кольцо; 3 – неподвижное (фиксируемое) кольцо; 4 – стальной тросик (диаметр-5 или 6 мм); 5 – подвижная втулка; 6 – разъемная труба скользящих подмостей; 7 – болты стягивающие разъемные трубы; 8 – каркас подмостей; 9 – настил подмостей; 10 – отверстия в стойке-трубе – 1 для перестановки подмостей; 11 – упор для домкрата; 12 – домкрат; 13 – бетонная смесь (бетон класса В-15); 14 – винтовые упоры для фиксации подмостей; 15 – винтовой упор.

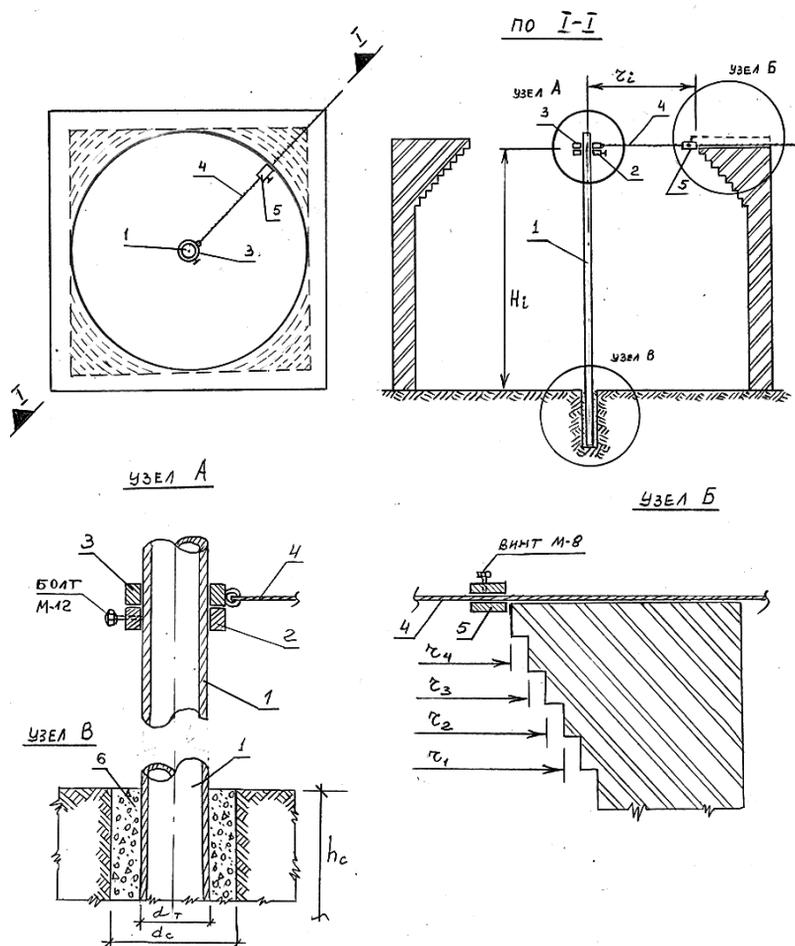


Рис. 2.15. Комплект приспособлений для возведения ступенчато-кольцевых парусов (приспособления М.Кусинова): 1 – труба-стойка; 2 – неподвижное (фиксируемое) кольцо; 3 – подвижное кольцо; 4 – стальной тросик (диаметр-5 или 6 мм); 5 – подвижная втулка; 6 – бетонная смесь (бетон класса В-15); параметры паруса регулируемые комплектом приспособлений: r_i – радиус ступеней; H_i – высота ступеней.

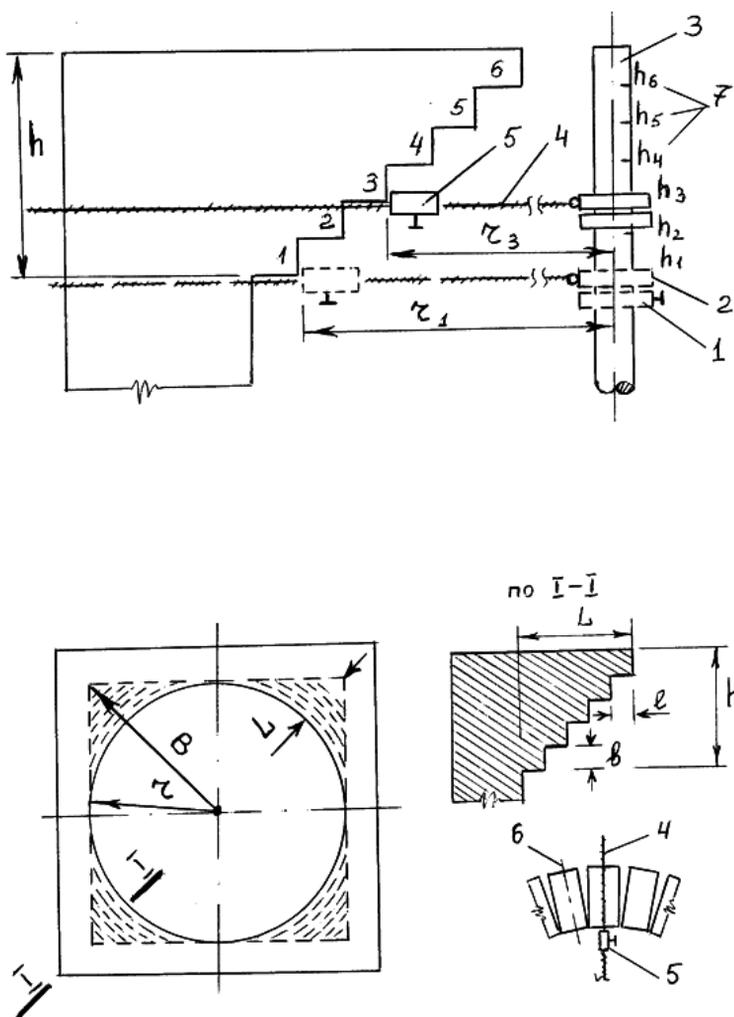


Рис. 2.16. Параметры и приспособления для возведения ступенчато – кольцевых парусов: 1 - нижнее опорное кольцо; 2 – подвижное кольцо; 3 – труба – стойка; 4 – стальной тросик; 5 подвижная втулка с зажимным болтом; 6 – ось кирпича вдоль которой прикладывается тросик – 4; 7 – риски на трубе – стойке.

В геометрическом центре квадрата помещения, рис. 2.15, бурят при помощи рыбацкого ледобура скважину диаметром D_c :

$$1,5 D_t \leq D_c \leq 1,5 D_t$$

Где: D_c – диаметр скважины

D_t – диаметр трубы – стойки

Глубина скважины 1,5 м. В скважину устанавливается труба стойка – 1, длина которой должна быть равна:

$$L = H + h, \text{ м.}$$

Где: H – высота помещения от уровня пола до верха опорного кольца под купол, м; h – глубина заделки трубы в скважину, ($h = 1,2$ м.).

После выверки вертикальности трубы – стойки ее раскрепляют тремя проволочными растяжками заделанными в кладку стен. Только после этого полость скважины заполняется бетонной смесью. Бетонная смесь должна быть литая ($ОК=12\text{см}$).

Уплотнение бетонной смеси в скважине производится длинной шуровкой, (арматура длиной – 1,5 м.). Бетонная смесь в скважину подается порциями, образующими слой не более 30 см. Каждый слой уплотняется шурованием по периметру трубы.

После набора прочности бетоном в скважине растяжки снимаются. Обычно в летнее время для набора 30% прочности от проектной необходимо около 18 часов.

После очистки трубы стойки от набрызга бетонной смеси ее смазывают по всей длине тонким слоем графитовой смазки и проверяют продольное скольжение колец. Нижнее кольцо – 3 фиксируется на необходимом уровне стопорным винтом – 15 и служит основанием для подвижного кольца – 2, которое оснащено серьгой. К серьге крепится стальной тросик – 4, вдоль которого передвигается шаблон – 5 со стопорным винтом – 15. Перемещая шаблон вдоль тросика можно установить любой требуемый радиус закругления очередного ряда ступенчатого паруса.

При желании и возможностях в нижней части трубы – стойки – 1 можно установить разъемные скользящие подмости, состоящие из основной трубы (разъемной) – 6. Секции трубы соединяются болтами – 7. К основной трубе приварены (радиально) прогоны - 8, на которые настиляется настил – 9. Для ступенчатого подъема скользящих подмостей на трубе – стойке – 1 имеются отверстия – 10. Для подъема на очередную ступень ($h = 0,2$ м) в нижнем отверстии специальным штырем фиксируется опорная колодка – 11. На выступы колодки и скользящей трубы устанавливаются лапы домкрата – 12, который поднимает скользящие подмости на очередную ступень.

До кладки ступенчато-кольцевых парусов определяют ее параметры.

В зависимости от принятой величины определяется количество ступеней – n , для выноса в углах квадрата опорных поверхностей под кольцевое основание купола. Зная – n определяют общую высоту яруса парусов – h , (см.рис. 2.16):

$$n = L / \ell, \text{ шт}$$

где : n – количество ступеней яруса парусов;

L – максимальная величина выноса последнего ряда парусов;

ℓ – вынос одного ряда ступеней. ℓk , где ℓk – длина кирпича, ($\ell k = 25$ см.)

$$L = B - r, \text{ см}$$

где: B – расстояние от центра квадрата до внутренней грани угла квадрата;

r – внутренний радиус основания купола.

$$h = b \times n, \text{ см}$$

где: b - высота одной ступени парусов.

$$b = k + c, \text{ см}$$

где: k – толщина кирпича;

c – толщина горизонтального растворного шва, $c = 1,2$ см.

h – высота яруса парусов.

После определения параметров ступенчато-кольцевых парусов все элементы приспособления для кладки настраивается на эти параметры.

На трубе – стойке – 3, отмериванием высоты яруса парусов (h), определяют уровень установки подвижного кольца – 2 для кладки пер-

вого ряда (ступени) парусов, где насчитывается риск. От первой риски, отмеряя величину – h (высота одной ступени), наносят риску для кладки второй ступени паруса и так далее наносят риски всех ступеней, число которых равно – n . Все риски нумеруют. Для каждой ступени парусов определяют радиус закругления – r по формуле (см.рис. 2.16.)

$$r_n = r - [\ell - (n - 1)],$$

где: r – внутренний радиус основания купола;

ℓ – вынос одного ряда ступени паруса;

n – порядковый номер ступени паруса.

Для кладки ступеней парусов подвижное кольцо – 2 устанавливают на соответствующую риску и фиксируют зажимом нижнее опорное кольцо – 1. Затем, перемещая вдоль тросика шаблон – 5, устанавливают требуемый для ступени паруса радиус кривизны.

После настройки шаблона на заданный радиус закругления ступени начинают кладку. Кирпич при кладке ступени паруса ориентируют приложением к продольной оси натянутого тросика (см. рис. 2.16). При этом шаблон должен упираться в тычок кирпича.

После укладки кирпича в ступень паруса на всех четырех углах, подвижное кольцо – 2 переставляют на следующую ступень (риск) и настроив шаблон – 5 на соответствующий радиус закругления, выкладывают очередную ступень паруса и так далее, пока будут возведены все ступени паруса. Когда выкладывается последняя ступень на заданной отметке (горизонта) образуется круглое основание под купол.

ЯЧЕИСТО-РЕЛЬЕФНЫЕ ПАРУСА

Они, в отличие от ступенчато-кольцевых парусов, не требуют установки в центре помещения трубы – стойки со всеми приспособлениями. Для правильной кладки ячеисто-рельефных парусов требуется выполнение расчетов по определению их параметров, рис. 2.17 :

$$a = 0.7 r; \quad n = a / \ell; \quad h = b \times n; \quad b = k + c; \quad \ell = m + c;$$

где: r – внутренний радиус основания купола;

m – ширина кирпича ($m = 12\text{см}$);

k – толщина кирпича;

- c** – толщина растворного шва ($c = 1.2\text{см}$);
- n** – число ячеек вдоль стены;
- h** – высота яруса парусов;
- a** – параметр привязки паруса к углу (внутреннему) квадрата.

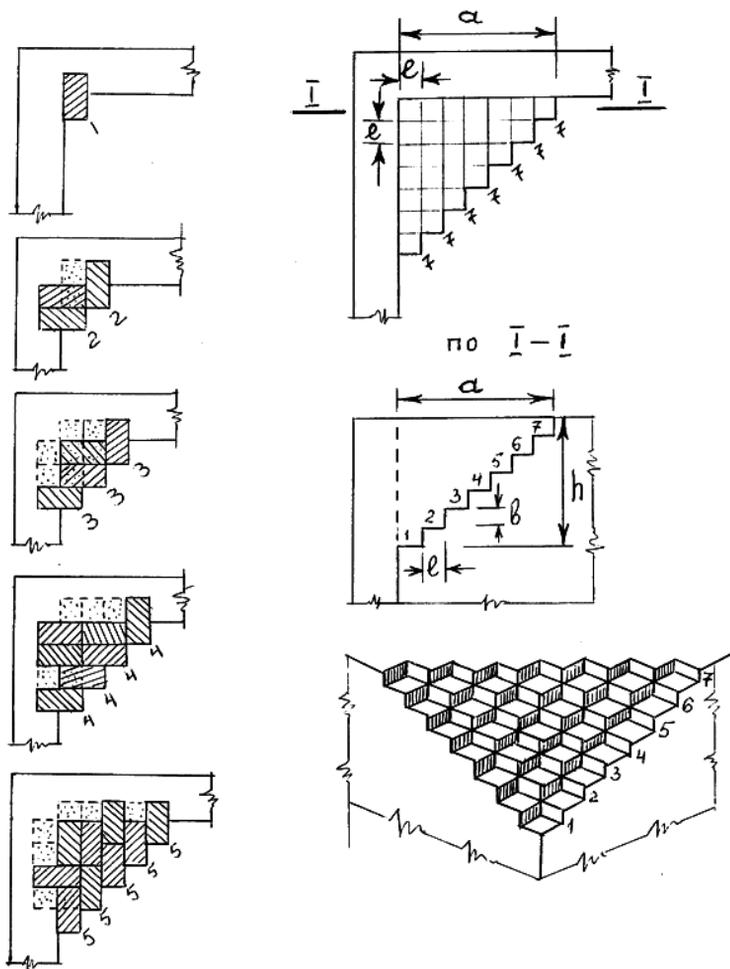


Рис. 2.17. Технология возведения ячеистых парусов; 1, 2, 3, 4, ряды ячеистых парусов от 1-го до 7-го.

ТРЕУГОЛЬНЫЕ ПАРУСА

До укладки кирпича в ступени (консоли) треугольных парусов необходимо определить их параметры (см.рис.2.19) по формулам:

$$L = B - r$$

$$n = L/e$$

$$h = b \times n$$

$$b = k + c$$

$$a = 0.7 r$$

где: r – внутренний радиус основания купола;

k – толщина кирпича;

c – толщина горизонтального растворного шва;

B – расстояние от центра квадрата до внутренней грани угла квадрата;

L – максимальная величина выноса треугольных парусов;

ℓ – вынос одной ступени (консоли), $\ell = 5-6$ см;

n – число ступеней в ярусе паруса;

h – высота яруса парусов.

Укладка кирпича в каждую ступень паруса с перевязкой швов представлена на рис.2.19.

АРОЧНЫЕ ПАРУСА

Это наиболее распространенные в Средней Азии и Узбекистане паруса и по всей видимости, из-за малой материалоемкости яруса парусов.

До начала возведения арочных парусов определяют их параметры, см.рис.2.20 :

$$a = 0.7 R$$

$$d = 0.9 R$$

$$b = 0.17 R$$

$$h = d/2 + c$$

$$r = d/2$$

где: R – внутренний радиус основания купола;
 d – пролет арочного паруса;
 b – ширина арочного паруса;
 h – высота яруса арочных парусов;
 c – толщина арочного паруса;
 r – радиус закругления арочного паруса.

Для кладки арочных парусов изготавливают пружинные кружала особой конструкции, рис. 2.20, б. Так как в ярусе парусов нет проемов и соответственно простенков, то крепление кружал к основанию требует особых крепежных деталей. Под эти крепления в углах стен пробивают шлямбуром отверстия и в них вбивают деревянные пробки.

После выверки положения кружал по параметру привязки – а и проверки вертикальности кружал, крепежные детали фиксируются к стенам в углах квадрата гвоздями.

Технология кладки арок представлена в разделе 2.1.

После завершения кладки арочных парусов устанавливаются кружала для кладки в углах квадрата подпорных полуарок, см.рис.2.20, б.

Одновременно с кладкой полуарок выполняется кладка прямоугольных участков в ярусе парусов. Затем по I ярусу парусов бетонируется опорное кольцо – основание под купол.

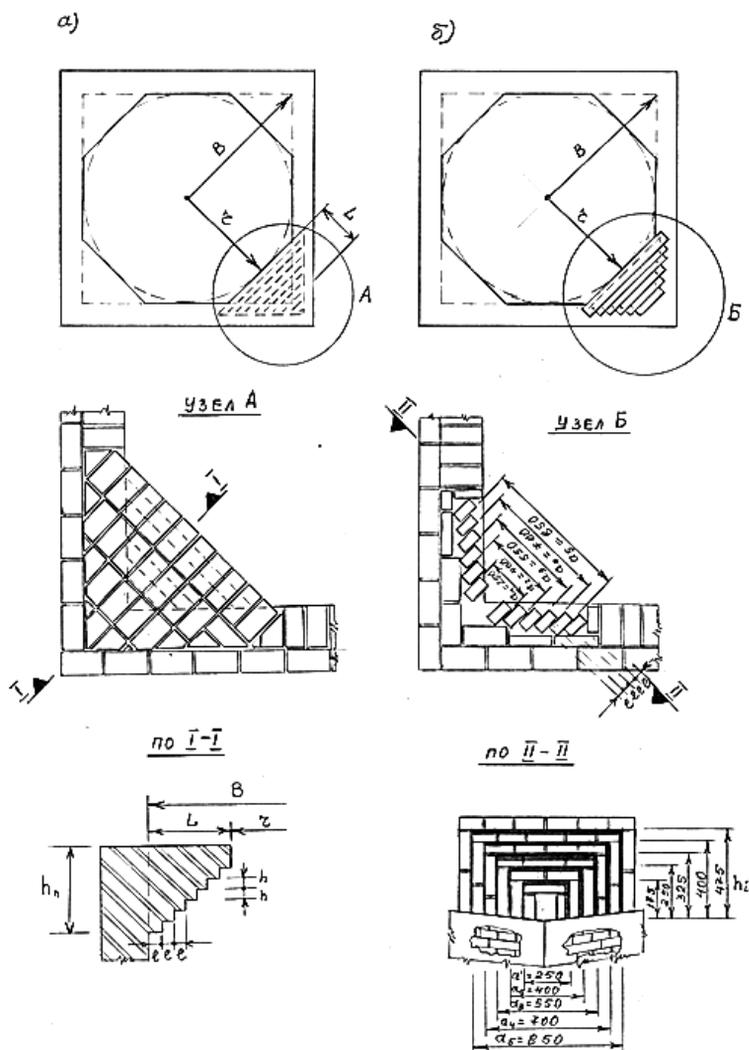


Рис. 2.18. Треугольные и рамочные паруса: а) треугольные паруса; б) рамочные паруса; ℓ – вынос ступеней треугольных и рамочных парусов ($\ell = 10-30$ мм.); a_1, a_2, a_3, \dots – пролёты рамок; h_1, h_2, h_3, \dots – высота рамок.

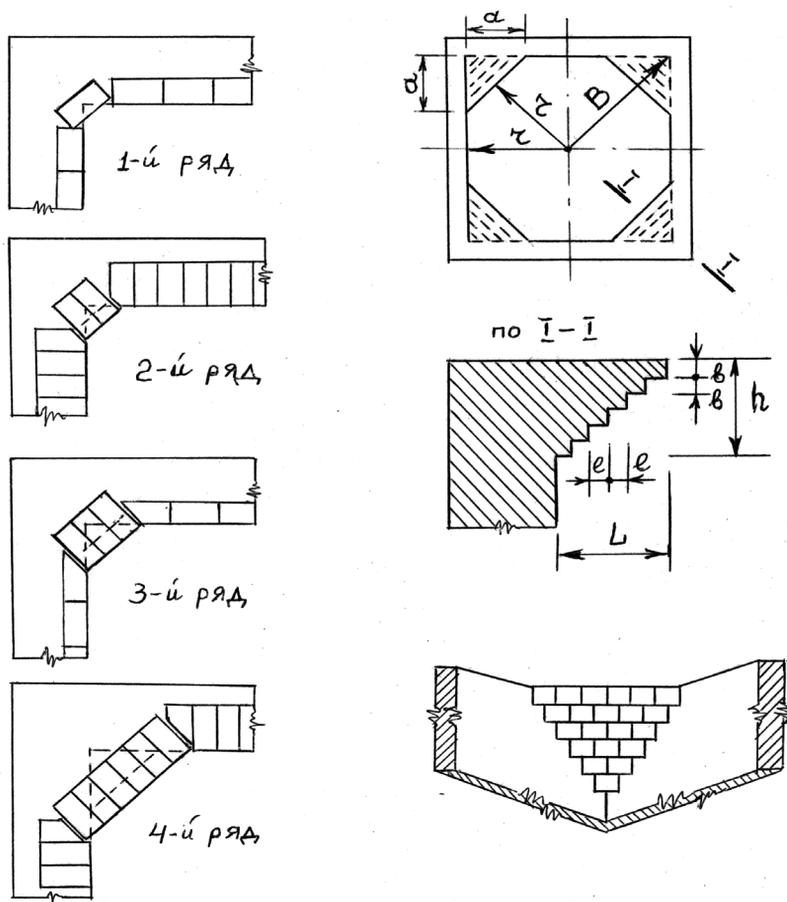


Рис. 2.19. Параметры и технология возведения треугольных парусов.

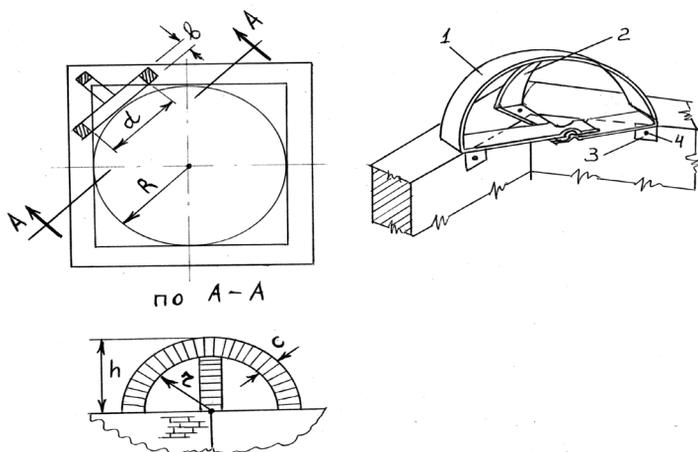


Рис. 2.20. Параметры и технология возведения арочных парусов: а) параметры арочного паруса; б) пружинное кружало: 1 – кружало для основной арки; 2 кружало для подпорной арки; 3 и 4 фиксация кружала к стенам.

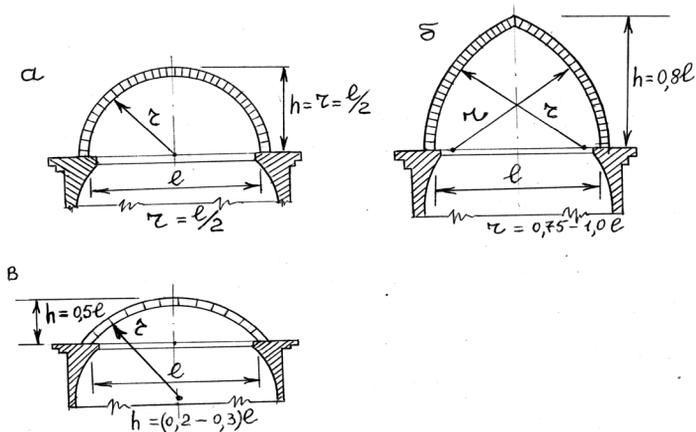


Рис. 2.21. Формы куполов и их параметры: а) сферический купол; б) шлемовидный купол; в) пологий купол.

2.2.2. Технология возведения купольных покрытий

По форме поперечного сечения куполов, рис.2.21. их можно классифицировать на купола сферические с полу циркулярным профилем, с сегментным профилем, шлемовидные с двухцентровым среднеазиатским профилем, пологий с европейским профилем. В поперечном сечении купола всегда видна форма одного из типов известных арок.

При изготовлении кружал, для кладки куполов применяют методику построения кривых (шаблонов) соответствующей арки, см. раздел 2.1.2. (кружала).

Шаблон для изготовления меридиальных стержней опалубочного блока для возведения купола

Профиль купола в натуральных размерах значительно превосходят профили арок перекрывающих оконные и дверные проемы. Поэтому, в качестве шаблона, для построения профиля купола необходимы плоскости соответствующих размеров: стена временного или второстепенного здания, асфальтированная площадка, хорошо спланированная и уплотненная грунтовая площадка.

Методика построения профиля купола на выбранном шаблоне не отличается от методики построения профилей арок. В вертикальном разрезе, рассекающем купол пополам, всегда можно разглядеть арку одной из известных форм. Если невозможно построить полный профиль купола, можно начертить сегмент (полуарку) профиля купола (смотри рис. 2.22.б) в следующей последовательности:

- на шаблоне чертится хорда **M-N**;
- на стальном проводе фиксируют петлями металлический штырь – 1 и маркер, либо чертилку – 3. Расстояние между осями штыря 1 и чертилкой равно величине – r_1 ;
- пробными установками металлического штыря – 1 производится поиск центра – O_1 , с которой чертилка очертит сегмент (**M-N**). Это и есть шаблон для выгиба меридиальных стержней опалубочного блока для возведения купола.

По способу возведения купольного покрытия можно выделить:

- купола, возводимые на цементно-песчаном растворе без применения кружал;
- купола, возводимые на цементно-песчаном растворе с применением кружал.

С применением кружал различных конструкций возводят обычно пологие купола полуциркулярного или сегментного профиля.

Без применения кружал возводят купола высокого подъема, имеющие в поперечном разрезе форму вытянутой стрельчатой (двухцентровой) арки.

В Средней Азии все формы куполов выкладываются без кружал (по шаблону), но для этого необходим специальный быстросхватывающийся раствор (тез-ганч), который является местным материалом.

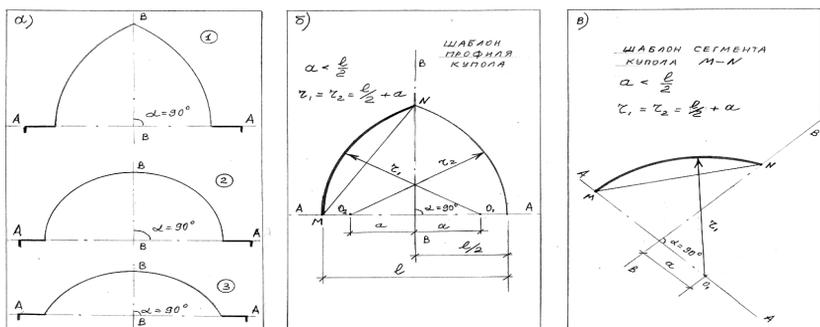


Рис. 2.22. Шаблоны для изготовления меридиальных стержней секторной опалубки для возведения купола: а) профили куполов; б) шаблон полного профиля купола шлемовидной формы; в) шаблон сегмента купола; 1 – профиль купола шлемовидной формы (в разрезе купола видна готическая арка близкая к форме арки аль-Фараби; 2 – профиль купола сферической формы (в разрезе купола видна мавританская арка); 3 – профиль пологого купола (в разрезе видна лучковая арка).

По способу возведения купольного покрытия можно выделить:

- купола, возводимые на цементно-песчаном растворе без применения кружал;

- купола, возводимые на цементно-песчаном растворе без применения кружал.

С применением кружал различных конструкций возводят обычно пологие купола полуциркулярного или сегментного профиля.

Без применения кружал возводят купола высокого подъема, имеющие в поперечном разрезе форму вытянутой стрельчатой арки.

В Средней Азии все формы куполов выкладываются без кружал (по шаблону), но для этого необходим специальный быстросхватывающийся раствор (тез-ганч), который является местным материалом.

Бескружальные способы возведения куполов высокого подъема на цементно-песчаном растворе

Многолетний опыт возведения куполов различных форм позволил разработать несколько бескружальных способов возведения куполов высокого подъема. Приведу два наиболее удачных способа:

- возведение куполов высокого подъема укладкой кирпичей в ряду (кольце) горизонтально основанию, уступами.
- возведение куполов высокого подъема с использованием стержней-фиксаторов (изобретение N 6200 «Способ возведения свода», Кусаинов М.К. Фендт Ю.Б., национальное патентное ведомство Республики Казахстан, 18.12.1996 г.);

На рис. 2.23 и 2.24. представлены приспособления и технология кладки куполов высокого подъема укладкой кирпичей в ряду (кольце) горизонтально основанию, уступами. Это самый простой способ возведения куполов.

В подготовительный период устанавливаются приспособления для кладки рядов (колец) купола. Естественно, что каждый ряд кольца имеет только свой диаметр. Причем, диаметр каждого последующего ряда-кольца всегда меньше предыдущего. На рис.2.23. схема сборки приспособлений. На стойку-трубу – 1 прикручивают трубу – 2 (телескопический). На трубу – 2 надевают два подвижных кольца – 3 и 4, к которым крепится шаблон – копир – 5. Причем, верхнее кольцо 4 фиксируется на заданной отметке стопорным кольцом 4. Кривизна шаблона соответствует кривизне профиля купола. На шаблоне нанесены

риски – 6. Расстояние между смежными рисками складывается из толщины кирпича и толщины горизонтального растворного шва.

До установки колец – 3 и 4 поверхности соприкосновения колец с трубой смазываются графитовой смазкой.

Для кладки 1-го и 2-го ярусов купола применяют скользящие подмости, собранные на опорной трубе – 7, имеющие настил – 8. Для ступенчатого подъема скользящих подмостей применяются: домкрат, подвижный упор и специальный штырь, см.рис. 2.23.

Один ярус кладки купола равен 60 см. Для кладки третьего яруса купола по внешнему периметру купола на углы стен устанавливают инвентарные подмости.

Кирпич для кладки купола подбирают тщательно (см. подраздел 2.1.4.). Раствор приготавливают только на месте (см. там же).

При кладке ряда (кольца) купола кирпич ориентируют так, чтобы продольная ось кирпича была на одной линии, проходящей через вертикальную ось шаблона – 5 и трубы – 2, (см.рис. 2.24, а), а торец кирпича упирался гранью в соответствующую риску шаблона. Одновременно обеспечивается строгая горизонтальность постели кирпича.

После замыкания ряда (кольца) купола обеспечивается статическая устойчивость кладки ряда, что позволяет укладывать кирпич в следующий ряд купола.

Бескружальный способ возведения куполов высокого подъема на цементно-песчаном растворе основан на выпуске (напуске) каждого последующего ряда (кольца) относительно нижележащего на величину:

$$\ell < 1/3 m$$

где: m – длина кирпича

ℓ – величина напуска кирпича.

При кладке рядов купола величина ℓ все время увеличивается, но не должна превышать $1/3 m$.

В некоторых случаях в последних рядах укладывают не целый кирпич, тогда величина ℓ соответственно уменьшается на размер K , где: K – срубленная часть кирпича.

Следует помнить, что кирпич в каждом ряду купола укладывается строго горизонтально.

Особым образом завершается вершина купол (см.рис. 2.24, б). Для кладки последних двух рядов (колец) купола кирпич обтесывают, придавая ему клиновидную форму. При кладке последнего ряда внутренний диаметр кольца должен быть не менее 50 см. На слой раствора, ($b = 15$ мм) укладывают металлический диск – 2, оснащенный фиксаторами – 1 и стержнем – 3. Поверх диска укладывают жесткую бетонную смесь, которой придают сферическую форму. Поверх сформированной бетонной верхушки купола расстилают полиэтиленовую пленку – 5, которая необходима для защиты бетона от потерь влаги, необходимой для гидратации цемента. Пленка прижимается кольцом – 6.

На фотофактах – 2.5, 2.6., 2.7., 2.8. представлены купола возведённые по моей технологии уступами колец – рядов.

На рис. 2.25. представлены приспособления и технология возведения купола с использованием стержней-фиксаторов. Кривизна купола очерчивается перемещениями копира, слагающегося из скольжения подвижного кольца – 3 вдоль трубы – 1 и передвижения подвижной втулки – 5 вдоль стального тросика – 4, (параметр – r).

Для временной фиксации наклонно укладываемых кирпичей в пределах ряда (кольца), используются дугообразные стержни – 7, вставляемые в серьги – 6, которые ввинчиваются в конические втулки – 8. Завинчивая или развинчивая серьги – 6, можно регулировать угол наклона кирпичей в ряду (кольце) купола.

После укладки и фиксации стержнем последнего в ряду (кольце) кирпича, заделываются все вертикальные растворные швы цементно-песчаным раствором при помощи специальных шприцов. По мере заделки вертикальных швов, снимаются стержни-фиксаторы – 7, серьги – 6 и конические втулки – 8, которые затем устанавливаются для временной фиксации укладываемых кирпичей последующего ряда (кольца) купола.

Если нет возможности изготовить стержни-фиксаторы – 7, серьги – 6 и конические втулки – 8, то для наклонной фиксации кирпичей в ряду (кольце) купола можно применить гипсовые марки – 11, (см. рис. 2.25, в).

Все кирпичи в ряду (кольце) укладываются насухо, причем каждый кирпич фиксируется двумя гипсовыми марками. Пока гипсовые марки

сохраняют пластичность, наклон кирпича выверяется копиром (подвижной втулкой – 5), который временно (несколько секунд) фиксирует заданное положение кирпича. После укладки последнего кирпича в ряду (кольце) купола, горизонтальные и вертикальные растворные швы заполняются цементно-песчаным раствором, (при помощи специальных шприцов) и расширяются.

На фотофактах – 2.9., 2.10., 2.11., 2.12 представлены купола возведённые не по моей технологии по моей технологии, где хорошо видны нарушения, как конструктивные, так и технологические, которые снижают эстетический вид усыпальниц и долговечность сооружений.

На рис. 2.26. представлен второй вариант технологии возведения купола с использованием стержней-фиксаторов и вариант завершения вершины купола. Если нет возможности изготовить металлический обруч и диск для возведения сборно-монолитной вершины, можно изготовить непосредственно на куполе монолитную, армированную проволочной арматурой, вершину. Для этого, при укладке кирпичей последнего ряда (кольца), в вертикальные швы устанавливают проволочную арматуру – 5, связывают арматуру на вершине. Подкручивая винтовую опору – 3, подводят выпуклую опалубку – 4 и прижимают к кирпичам последнего ряда – 1. После этого укладывают жесткую бетонную смесь – 6 и формируют сферическую поверхность и настилают целлофановую пленку – 10, которую прижимают кольцом – 11. После набора прочности бетоном вершины, раскручивая винтовую опору – 3, опускают выпуклую опалубку.

Для возведения сборно-монолитной вершины купола (см.рис.2.26, в), после укладки последнего ряда (кольца) – 1, измеряют диаметры колец по верхней и нижним граням (оно коническое) и изготавливают конические металлическое кольцо – обруч – 2. К нижней части кольца приваривают диск – 3. К центру диска приваривают стержень – шпиль – 4, длина стержня 80 см, диаметр 30 мм. На верхнем конце стержня резьба.

Сборную металлическую конструкцию укладывают на цементно-песчаный раствор так, чтобы между гранями кирпичей последнего ряда – 1 и металлическим кольцом – 2 не было зазоров. После выверки конструкции, в полость укладывают жесткую бетонную смесь

– 5, уплотняя ее специальной трамбовкой, формируют сферическую поверхность вершины купола. Поверх сформированной бетонной поверхности настилается целлофановая пленка – 6, которая прижимается кольцом – 7.

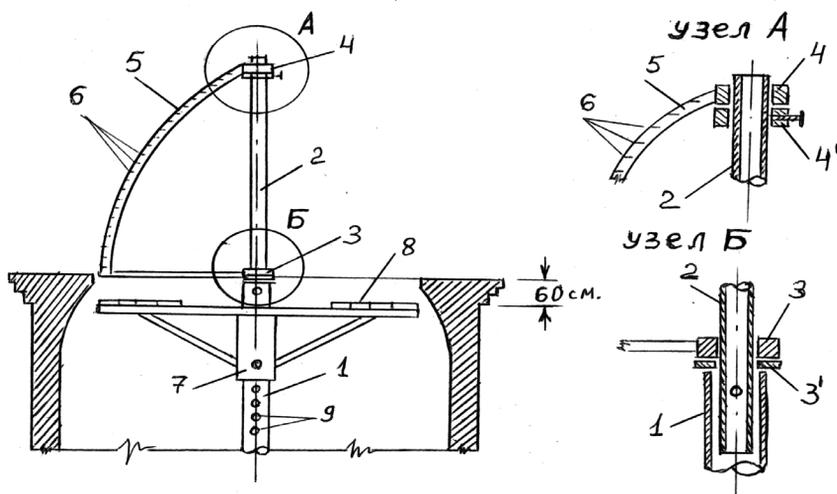


Рис. 2.23. Приспособления для кладки купола, уступами, по копиру, без кружала: 1 - основная труба-стойка; 2 - дополнительная труба для шаблона-копира; 3, 4 - соответственно верхнее и нижнее кольца для крепления копира; 5 шаблон - копир; 6 - риски для кладки рядов - колец; 7 - опорная труба подмостей; 8 - настил подмостей; 9 - отверстия для ступенчатого подъёма подмостей; 3' и 4' - шайбы.

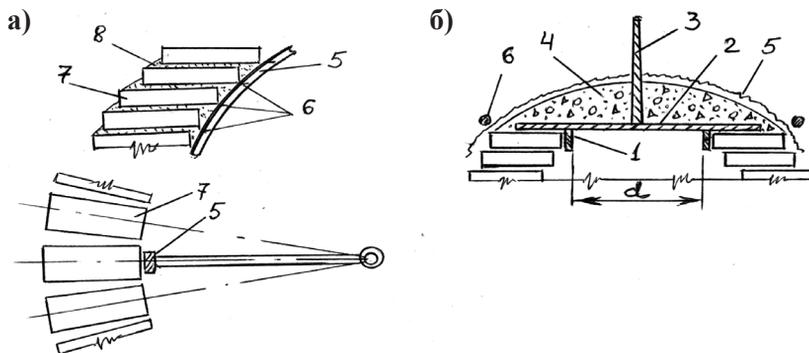
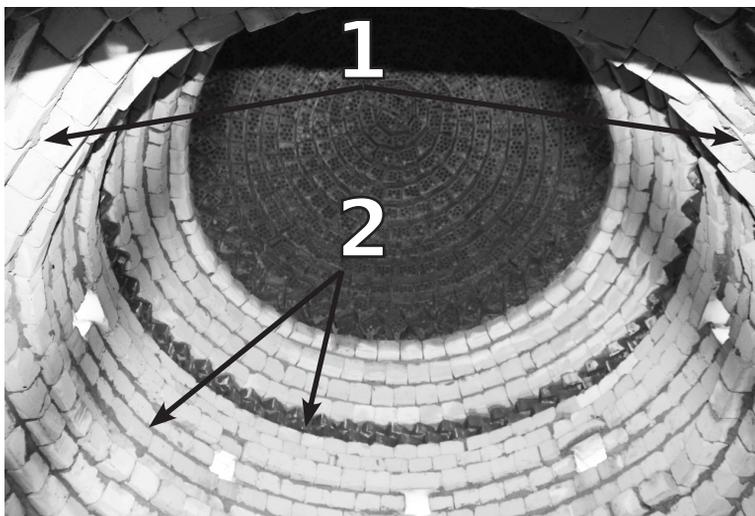


Рис. 2.24. а) кладка рядов – колец купола по шаблону – копиру: 5 – шаблон – копир; 6 – риски; 7 – ориентация кирпича по копиру; 8 – растворный косой шов. б) бетонирование вершины купола: 1 – фиксатор; 2 – стальной диск; 3 – шпатель; 4 – жёсткая бетонная смесь; 5 – полиэтиленовая плёнка; 6 – прижимное кольцо.



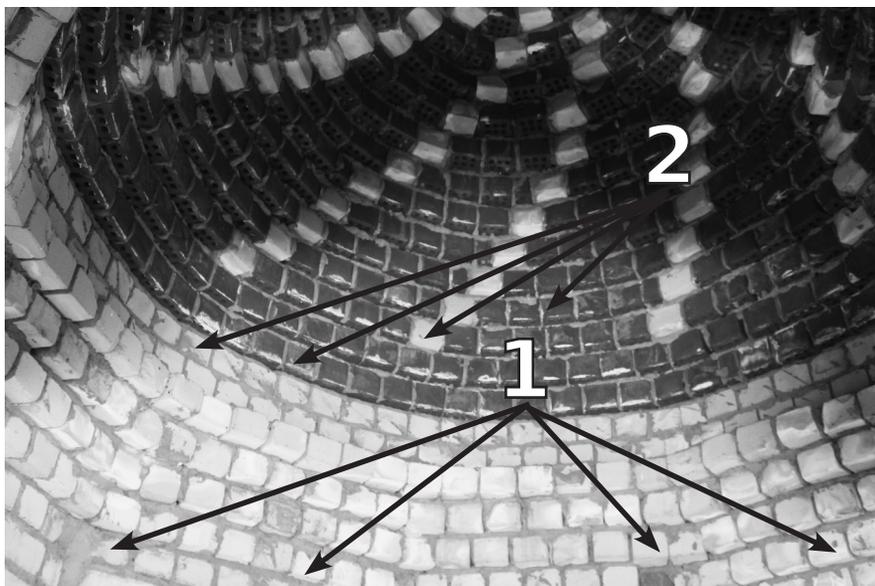
Фотофакт – 2.5. Купол возведённый по уступчатой технологии опирающийся не на паруса, а на восьмигранное основание, вариант – 1. Декорация двумя цветами кирпича.



Фотофакт – 2.6. Купол возведённый по уступчатой технологии, внутренний вид: 1 – вместо парусов грани восьмигранника стен; 2 – уступчатые кольца-ряды купола.



Фотофакт – 2.7. Купол возведённый по уступчатой технологии опирающийся не на паруса, а на восьмигранное основание, вариант – 2. Декорация двумя цветами кирпича, на куполе по спирали.



Фотофакт – 2.8. Купол возведённый по уступчатой технологии, внутренний вид: 1 – место парусов грани восьмигранника стен; 2 – уступчатые кольца-ряды купола.

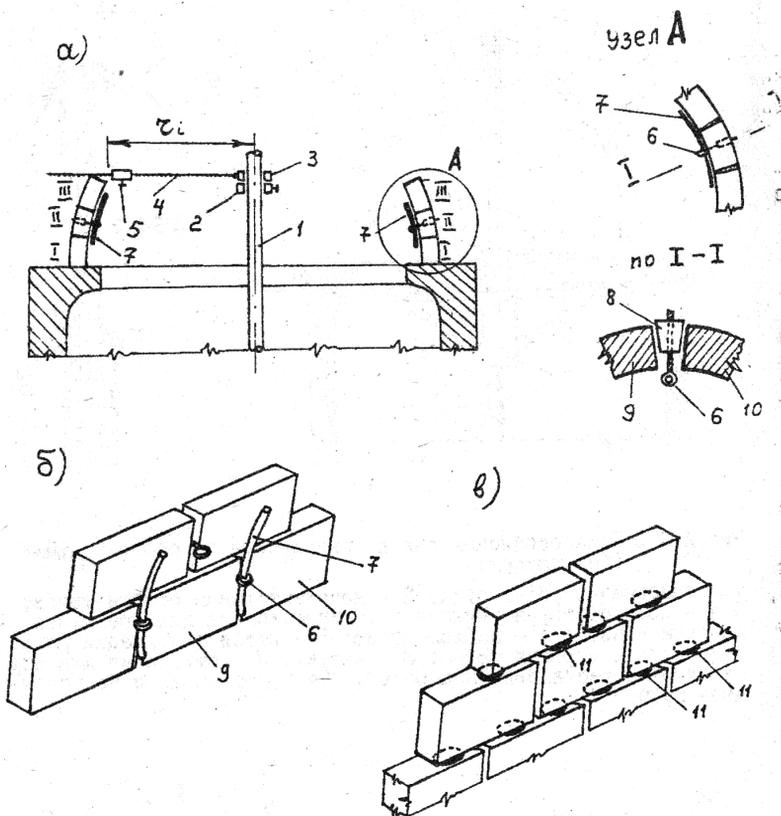
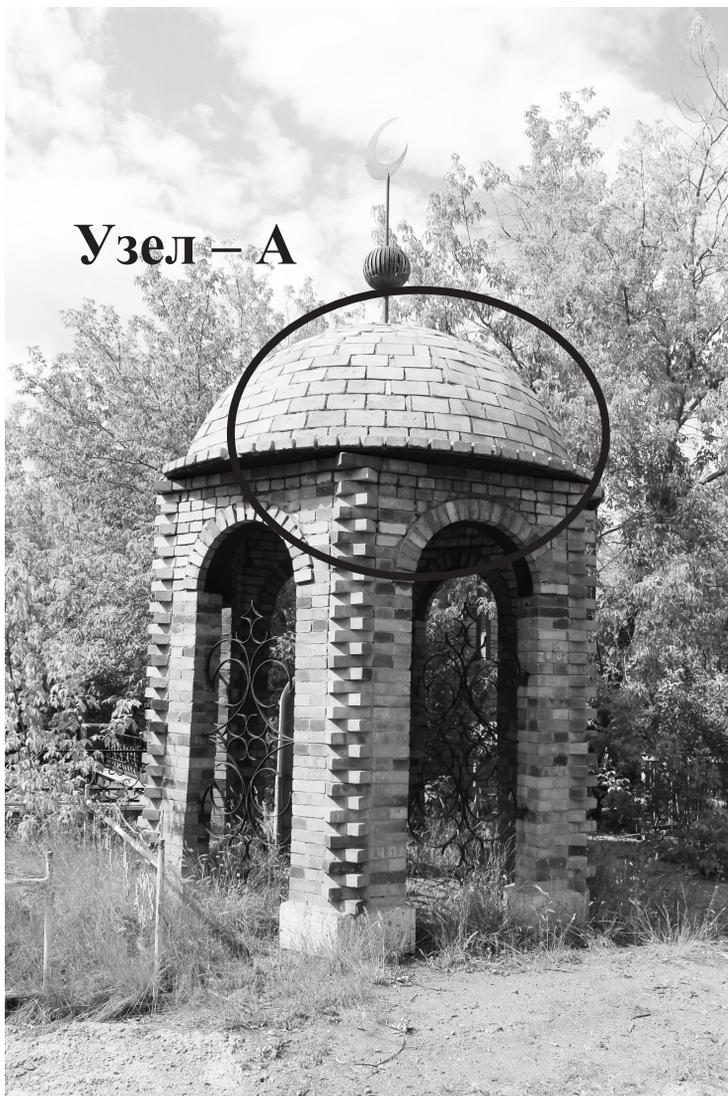


Рис. 2.25. Возведение купола, без кружала, с использованием стержней, фиксаторов: а) приспособления для копирования кривизны купола; б) временная фиксация кирпича в ряду, (кольце) стержнями – фиксаторами; в) временная фиксация кирпича в ряду, (кольце) гипсовыми марками: 1 – труба-стойка; 2 – неподвижное (фиксируемое) кольцо; 3 – подвижное кольцо; 4 – стальной тросик (диаметр-5 или 6 мм); 5 – подвижная втулка; 6 – стержень с серьгой; 7 – стержень – фиксатор вставленный в серьгу; 9, 10 – соседние кирпичи в ряду, (кольце); 11 – гипсовая марка.



Узел – А

Фотофакт – 2.9. Купол сферический возведённый так же на восьмигранных стенах, но конструкция купола традиционная.



Фотофакт – 2.10. Детализовка фотофакта – 2.9, узел – А: 1 – стальной круглый диск вместо карниза и парусов как основа для арматурного каркаса – опалубки для возведения купола, что то чужеродное в естественном конструктиве из кирпича.



Фотофакт – 2.11. Внутренний вид купола: 1 – арматурный каркас – опалубки для возведения купола опирающийся на стальной диск, резко ухудшает внутренний интерьер усыпальницы.



Фотофакт – 2.12. Купол сферический возведённый так же на восьмигранных стенах, но конструкция купола традиционная.



Фотофакт – 2.13. Внутренний вид купола: 1 – арматурный каркас – опалубки для возведения купола опирающийся на стены восьмигранника и частично на балочные паруса, 2 – балочные паруса из сборных ж/б перемычек.

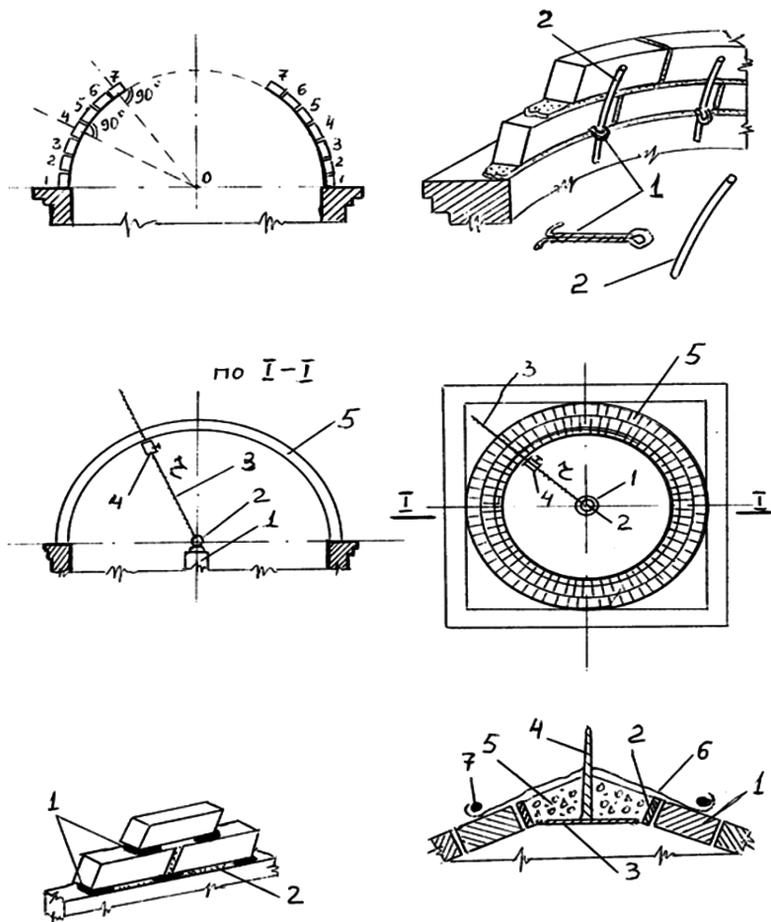


Рис. 2.26. Вариант – 2, возведения купола, без кружал с использованием стержней фиксаторов: а) копир на центральной столбе – 1; на шарнире – 2 стальной тросик – 2; копир – тулка – 4; 5 – сфера купола очерчиваемая копиром – 4. б) 1 – гипсовые марки; 2 – раствор. в) бетонная вершина купола: 1 – последний ряд – кольцо; 2 – стальной обруч; 3 – стальной диск приваренный к обручу; 4 – шпиль; 5 – жёсткая бетонная смесь; 6 – полиэтиленовая плёнка; 7 – прижимное кольцо.

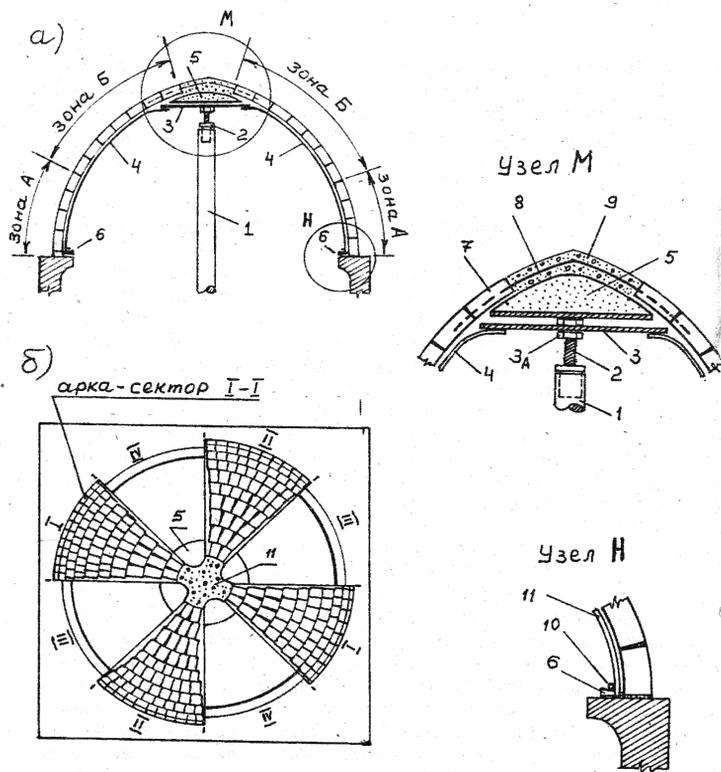


Рис. 2.27. Оборудование и технология возведения купола арочно – секторным способом: а) последовательность кладки рядов парного сектора купола; б) последовательность кладки парных секторов купола: 1 – стойка – труба; 2 – втулка с резьбой; 3 – подвижный диск с секторной опалубкой; 4 – секторная опалубка; 5 – неподвижный диск со сферической вершиной из бетона; 6 – деревянные клинья; 7 – последний ряд кладки левого сектора опирающийся на неподвижный диск; 8 – вертикальная арматура, (А – III, диаметр 8 мм.); 9 – жёсткая бетонная смесь; 10 – поперечная арматура, (А – I, диаметр 6 мм.); 11 – вертикальный стержень каркаса поворотной, секторной опалубки; (I – I), (II – II), (III – III), (IV – IV) – парные секторы купола.

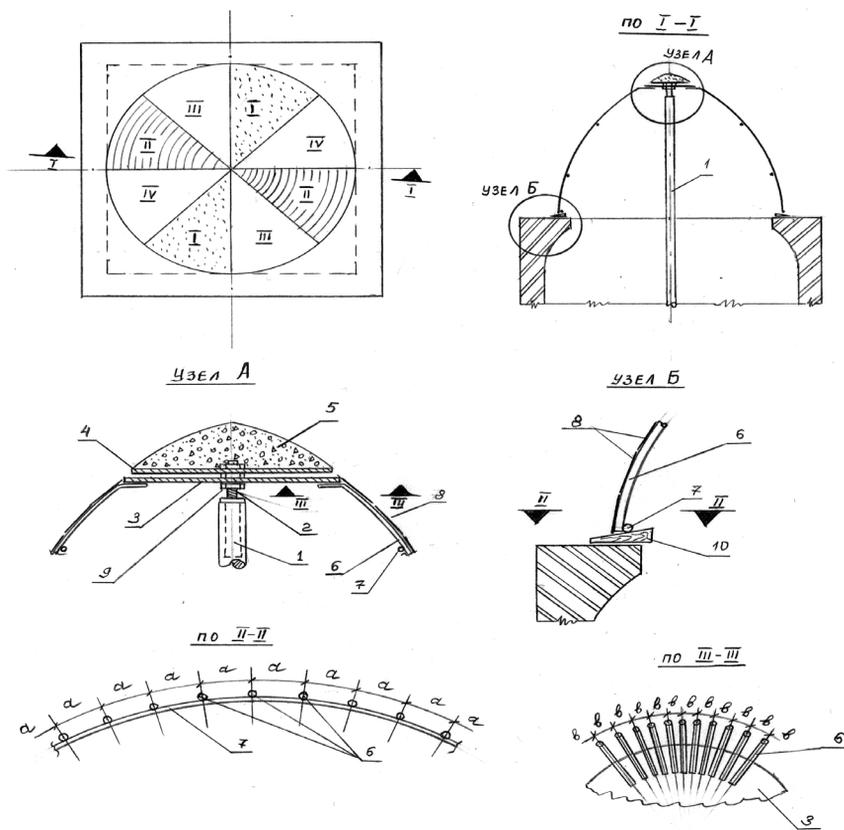


Рис. 2.28. Комплект приспособлений М.Кусаинова, (патент на изобретение №2117739 Российская Федерация) для возведения купола арочно-секторным способом, с проёмами: 1 – труба-стойка, диаметр (60-100)мм; 2 – опорная втулка с резьбой (М-32 до М-45) с тремя гайками; 3 – нижний подвижный диск, диаметр (800-1000) мм., толщ. 8 мм.; 4 – верхний неподвижный диск, диаметр (720-960) мм., толщ. – 8 мм.; 5 – сфера из бетона (жесткая бетонная смесь); 6 – меридиальные стержни секторной опалубки (диаметр 16-20 мм., шаг у основания $a = 120-150$ мм., (смотри разрез II-II); шаг крепления к диску $b = (6-10)$ мм, (смотри разрез III-III); 7 – радиальные стержни соединяющие меридиальные стержни; 8 – обшивка каркаса опалубки (кровельная сталь шириной 200 мм.); 9 – гайки; 10 – деревянные клинья.

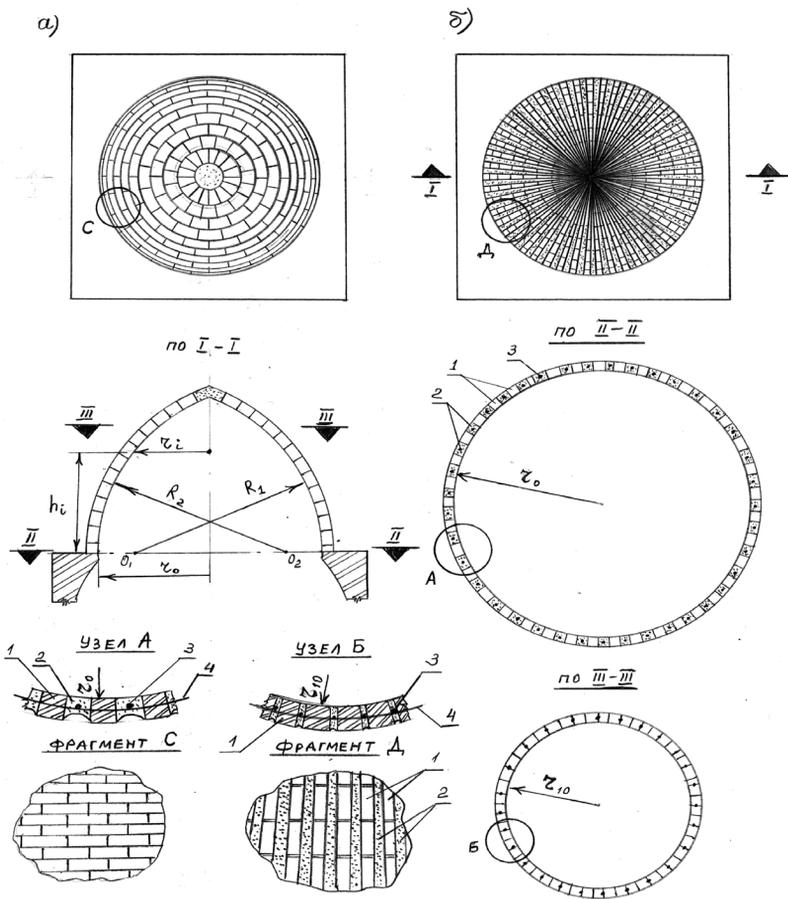


Рис. 2.29. Комплект приспособлений М.Кусаинова и технология возведения купола из композитного материала: а) традиционный способ укладки кирпича с перевязкой между рядами-кольцами в полкирпича, (см. узел – фрагмент – С); б) новейший способ возведения купола из композитного материала, (комбинация кирпича и монолитного железобетона): 1 – кирпичные полуарки сходящиеся в замке, (см. узел – А и фрагмент – Д); 2 – монолитные ж/б полосы между кирпичными полуарками равные по толщине полуаркам; 3 – вертикальная арматура, (А-III, диаметр 8 мм.); 4 – поперечная арматура, (А-I, диаметр 6 мм.).

Технология возведения шлемовидных куполов с применением вращающейся, секторной опалубки

На рис. 2.27, 2.28 представлены приспособления и технология возведения куполов любой формы арочно-секторным способом (решение о выдаче патента Российской Федерации на изобретение по заявке 96122536 от 20.11.1996 г. Куцаинову М.К. и Фендт Ю.Б. «Способ возведения купола и устройство для его осуществления». Е04G41/36).

Известно, что на цементно-песчаном растворе без применения кружал (опалубки) невозможно возвести пологие купола. Устройство сплошной опалубки значительно повышает стоимость и затраты труда на возведение купола. Аочно-секторный способ возведения куполов более чем в четыре раза уменьшает площадь опалубки и соответственно трудоемкость возведения купола. Возможность укладки кирпичей насухо с последующем заполнением швов цементно-песчаным раствором позволяет значительно повысить производительность работ и упростить выверку насухо уложенных кирпичей.

Основным элементом комплекта приспособлений (см.рис. 2.27.а,б) является арочная, секторная опалубка 4, которая вращается вокруг осевой трубы – 1 и устанавливается в соответствующих секторах окружности основания. В пределах каждого сектора возводится парная (симметрично осевой трубе – 1) секция купола, представляющая собой арку. Из арок-секций составляется купол. Размер сектора равен 1/8 части купола.

Секторная, арочная опалубка – 4 крепится сваркой к подвижному диску – 3, который вращается вокруг втулки – 2, в то же время подвижный диск – 3 с секторной опалубкой – 4 может подниматься и опускаться вращением гайки 3А.

Подготовка основания, изготовление секторной опалубки, установка секторной опалубки

Основание под первый ряд (кольцо) купола выравнивается устройством цементно-песчаной стяжки. За исходную высотную отметку берется наивысшая точка основания. На поверхности основания маркером привязанным к шнуру очерчивается окружность (см.рис. 2.28).

Линия окружности обозначает на основании внешнюю поверхность секторной опалубки и соответствует внутреннему диаметру первого ряда (кольца) купола. Наносят риски обозначающие границы секторов. Секторы (парные) обозначены римскими цифрами. По линии окружности и рискам в соответствующие секторы круга устанавливают секторную опалубку.

Комплект приспособлений для возведения купола с оконными проемами арочно-секторным способом

В комплекте приспособлений основной конструкцией является сферическая секторная опалубка (смотри рис. 2.28. а, позиции 6, 7, 8), которая состоит из меридиальных стержней - 6, радиальных стержней - 7 и обшивки - 8.

Меридиальные стержни выгибаются по шаблону. Сборка элементов секторной опалубки производится особым образом: каждый меридиальный стержень устанавливается на строго размеченное основание (с шагом по расчету). Верхний конец меридиального стержня (специально загнутый) подводится под низ подвижного диска, и после выверки по вертикали (стержень должен быть в створе с осью трубы-стойки) приваривается к нижней поверхности подвижного диска - 3. Таким образом, привариваются все меридиальные стержни, которые дополнительно соединяются параллелями - 8 и обшиваются узкими листами оцинкованной, кровельной стали.

Для изготовления каркаса секторной опалубки (см.рис. 2.28.) выгибают из стержней ($d=10-12\text{мм}$) дуги каркаса. Верхний конец дуг приваривают к нижней плоскости подвижного диска - 3 (см.рис. 2.28. а, узел А). Нижние концы дуг приваривают к поперечному стержню, повторяющему кривизну сектора окружности. Выпуклую поверхность каркаса обшивают листами кровельной стали. причем ширина листов не должна превышать 30 см.

Для выгибания стержней можно использовать два отрезка из рельса. Установив их на расстоянии 20-22см, уложив на них стержень, удалами легкой кувалды выгибают до необходимой кривизны.

Установка секторной, арочной опалубки в проектное положение производится следующим образом (см. рис. 2.27, а). Через отверстие

подвижного диска – 3 (снизу) пропускается втулка – 2 и фиксируется гайкой. Затем на верхний конец втулки 2 вставляется неподвижный диск 5 и тоже фиксируется гайкой. Вся система поднимается и устанавливается в проектное положение введением нижнего конца втулки 2 в верхнее отверстие трубы – 1. При этом основания секторной, арочной опалубки – 4 должны опираться на подготовленное основание в соответствующие секторы окружности (по рискам). Выверку положения секторной опалубки производят подкручиванием гайки – 3А на втулке – 2 и перемещениями клиньев – 6.

Технология укладки кирпича в пределах сектора и последовательность возведения секторов купола

Технология укладки кирпича в пределах каждого сектора производится особым способом (решение о выдаче Российской Федерации на изобретение по заявке 96122616 от 20.11.1998 г. «Способ возведения свода», Е04В7/08). Для снижения трудоемкости кладки сфера купола разбита на зону А и зону Б. В пределах зоны А кирпич укладывают традиционным способом, т.е. укладывая каждый кирпич на постель из цементно-песчаного раствора. В зоне Б все кирпичи укладывают насухо, по всей поверхности зоны. Причем последний верхний ряд кирпичей – 7 обязательно должен лежать на сферической поверхности неподвижного диска – 5 (см.рис. 2.27, а). В вертикальных швах, при необходимости, устанавливают деревянные клинья. После укладки последнего ряда кирпичей, швы заполняются цементно-песчаным раствором (жидким), используя специальные шприцы. По мере заполнения швов раствором, деревянные клинья удаляются и раствор в швах расшивается с уплотнением.

Особым образом выполняется «замок» двух смежных секторов-арок (см.рис. 2.27. узел М). Арматура (проволочная), уложенная в вертикальных швах, на вершине (в «замке») связывается особым образом. Затем в «замок» укладывают жесткую бетонную смесь. По мере уплотнения бетонной смеси формируется сферическая вершина купола. После набора прочности бетоном «замка», секторно-арочная опалубка опускается (выбиваются клинья 6 и откручивается гайка 3А, см.рис. 2.27, а). Освободившаяся секторная опалубка разворачивается на 90

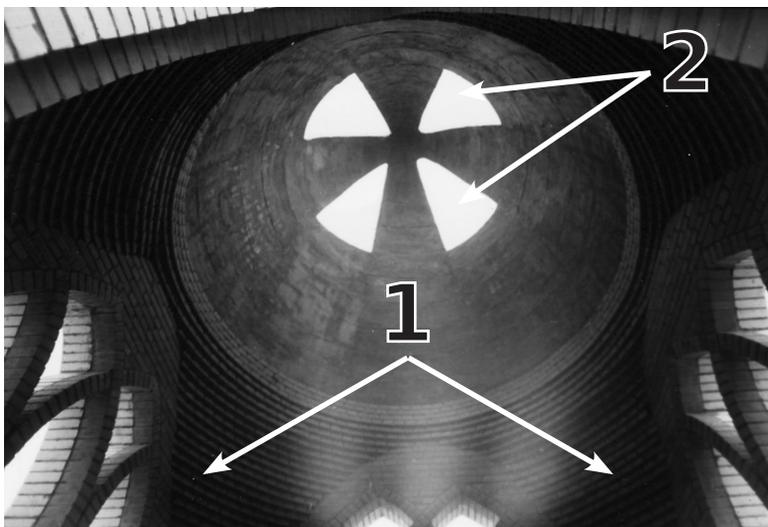
относительно возведенных парных секторов (I-I) и устанавливается в проектное положение (подкручиванием гайки – 3А и установкой клиньев – 6). Технология укладки кирпича в секторах II-II ничем не отличается от приведенной выше. Аналогично возводятся секторы III-III и IV-IV. В секторах III-III и IV-IV кладку в секторах можно не доводить до «замка» (вершины). При этом у вершины образуются световые проемы.

На фотофакте – 2.14. представлен общий вид на купол из композитного материала. На фотофакте – 2.15. видны оконные проемы треугольной формы и ступенчато – кольцевые паруса. На фотофакте – 2.16. хорошо видна комбинация кирпича и монолитного железобетона на куполе.

На фотофакте – 2.17. представлен процесс возведения второго парного сектора купола.



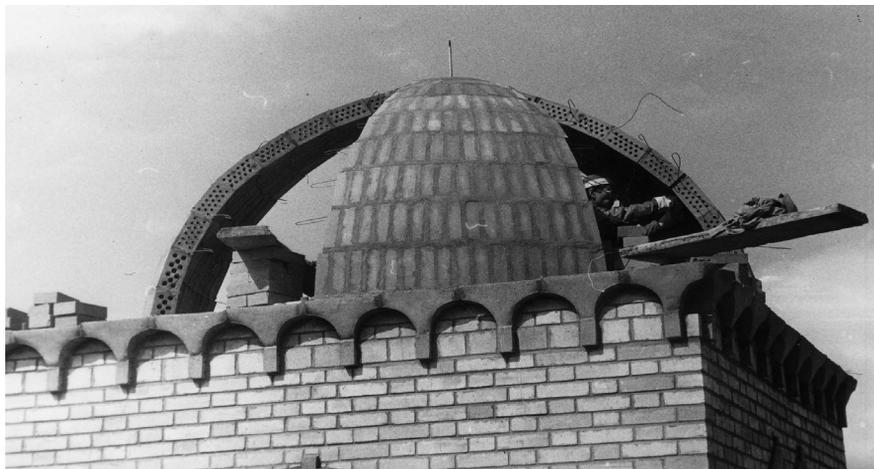
Фотофакт – 2.14. Усыпальница спроектирована и возведена Майданом Кусаиновым летом 1999 года . Ильиновский некрополь в 16 км. юго-западнее г. Астаны. Диаметр купола 5,5 м. Технология возведения запатентована автором проекта.



Фотофакт – 2.15. Вид на ступенчато – кольцевые паруса и купол с помеще-
ния: 1 – ступенчато – кольцевые паруса; 2 – оконные проёмы в куполе.



Фотофакт – 2.16. Вид на аркатурный карниз и купол: 1 – аркатурный
карниз; 2 – купол из композитного материала, (комбинация кирпича и моно-
литного ж/б.



Фотофакт – 2.17. Процесс возведения купола по новейшей технологии М.Кусаинова, (авторское свидетельство №)

2.3. Технология возведения цилиндрических сводов

Цилиндрические оболочки, возводимые из кирпича или природного камня, в отличие от монолитных железобетонных, в поперечном сечении имеют форму циркулярной арки с параметрами: $r = \ell/2$, где: r – радиус кривизны; ширина (пролет) перекрываемого здания, см.рис. 2.35.,а.

Встречаются своды, имеющие в поперечном сечении форму сегментных арок и с параметрами (рис. 2.29, а, б): $h = (\ell^2/8 - 1/5)$, где: h – стрела подъема свода; ℓ – ширина перекрываемого пролета.

Для перекрытия этажей чаще используют своды, имеющие в сечении форму сегментной арки, но при этом следует помнить, что чем меньше стрела подъема – h , тем больше усилие распора – R . Для нейтрализации распора чаще применяют эффект встречного распора, который возникает от смежных сводов. Реже применяют контрфорсы и пилястры. В производственных и складских помещениях распор нейтрализуют металлическими затяжками.

2.3.1. Общие правила для возведении цилиндрических сводов

Приведенные ниже правила при проектировании цилиндрических сводов и при приемке подвозимых на объект строительства материалов:

- при ширине перекрываемого пролета до 18 м применяют кирпич марки не ниже 75, при ширине пролета более 18 м кирпич должен быть марки 100;
- камни из тяжелого, легкого и автоклавного цементного ячеистого бетона, а также пиленные природные камни должны быть марки не ниже 5;
- при ширине пролета сводов до 12 м, допускается применение пиленных природных камней марки не ниже 25, при этом толщина сводов должна быть не менее 90 мм.
- применение бетонных камней, изготовленных из топливных шлаков от сжигания бурых и смешанных углей, для кладки сводов не допускается;
- для кладки применяют раствор марки не ниже 50, изготовленный на обычном портландцементе марки не ниже 400; шлаковый и пуццолановый портландцементы, а также другие виды медленно твердеющих цементов применять нельзя;
- стрела подъема – h принимается от $(1/2 \text{ до } 1/8) \ell$; ℓ – ширина перекрываемого пролета);
- при ширине пролета до 20 м, кирпич в своде укладывают плашмя ($1/4$ кирпича), при $L > 20$ м. кирпич укладывают на ребро ($1/2$ кирпича);
- чем больше стрела – h , тем меньше величина распора – R .

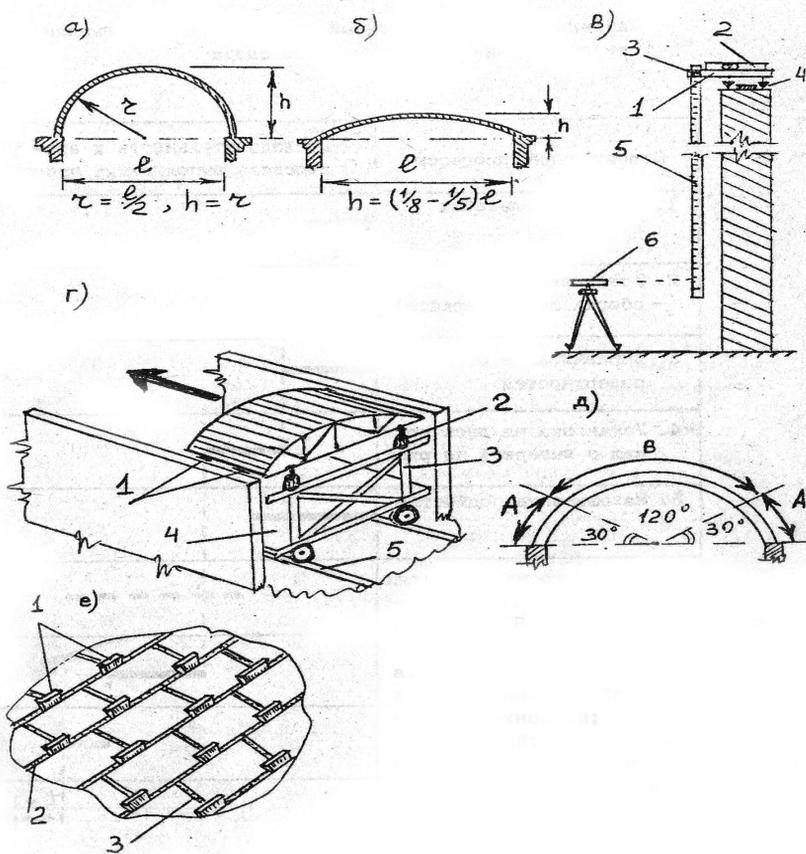


Рис. 2.29. Возведение цилиндрических сводов: а) и б) – формы цилиндрических сводов; в) – выравнивание «горизонта» опорных поверхностей; г) – оборудование для возведение цилиндрических сводов: 1 – опалубка-кружало; 2 – домкраты; 3 – каркас для кружала; 4 – колёсная платформа; 5 – рельсовый путь; д) – деление цилиндрического свода на секторы; е) – технология «сухого» способа укладки кирпича в цилиндрический свод в секторе – В: 1 – деревянные клинья; 2 – продольные растворные швы; 3 – поперечные швы

2.3.2 Выполнение подготовительных процессов

В подготовительный период выполняются различные процессы, но наиболее ответственны три процесса:

- изготовление оборудования ;
- проверка «горизонта» и выравнивание опорных поверхностей ;
- установка по рискам в проектное положение кружал.

На укрупненном графике, рис. 2.30, показана последовательность и взаимная зависимость при совмещении процессов подготовительного периода.

Рассмотрим подробно несколько ведущих процессов подготовительного периода.

Пока мастерских изготавливаются кружала, на строительном объекте выравнивается основание под цилиндрический свод установкой растворных маяков. Затем по маякам выполняется растворная выравнивающая стяжка. Для устройства растворных маяков используются нивелир и мерная стальная лента, оснащенная специальным угольником, см.рис. 2.29, в. Предварительно специальными измерениями определяется наивысшая отметка стен, которая берется за исходную отметку верха растворных маяков.

Вдоль левого и правого основания (верх стен) через каждые 1,5 м устанавливают растворный маяк. Верхняя плоскость растворного маяка выравнивается под заданную отметку при помощи угольника – 1, на котором закреплен плотницкий уровень – 2. В специальный зажим угольника – 3 закреплена мерная стальная лента. Для точной установки на заданный уровень угольника – 1 имеются два регулировочных винта – 4. Выверку заданной отметки контролируют по риску «0» на нижнем конце стальной ленты, которая должна быть совмещена с перекрестием нивелира – 6.

После установки всех растворных маяков по поверхности стен (смоченных водой) расстилается цементно-песчаный раствор марки – 75. Поверхность выравнивающей стяжки заглаживается правилом, устанавливаемым на плоскости двух смежных растворных маяков. После окончания заглаживания поверхностей выравнивающей стяжки на

нее настиляется целлофановая пленка, предохраняющая потерю влаги, необходимой для гидратации цемента.

При установке кружал в проектное положение их выверяют в пространстве, совмещая четыре риски – 1 кружал (по две на каждое основание) с внутренними гранями стен (основания), см.рис. 2.29, г.

Выверку в пространстве по рискам производят домкратами – 2, которые установлены на каркасе – 3, смонтированном на платформе – 4, перекатываемой по направляющим, (брусья) – 5.

Для выполнения операций процесса кладки цилиндрического свода на стены навешивают консольные подмости. Для укладки кирпича во второй ярус свода применяют подмости.

2.3.3. Секторный способ возведения цилиндрического свода

Существующие способы возведения цилиндрических сводов значительно трудоемки. Они требуют укладку каждого кирпича в каждый ряд свода на заранее уложенную и выровненную растворную постель. Причем до укладки очередного кирпича надо создать растворную заготовку под вертикальный растворный шов. Все это многодельное и следовательно трудоемко. **Я предлагаю свой способ возведения цилиндрических сводов, позволяющий значительно уменьшить трудоемкость работ (решение о выдаче патента Российской Федерации на изобретение по заявке 96122616 от 20.11.1998 г.).**

Он заключается в разбивке всей сферы возводимого свода на два сектора – секторы – А и сектор – Б, (см.рис. 2.29), д. Секторы – А симметрично расположены с левой и правой стороны свода и находятся в пределах угла 45 от горизонта. В секторах – А наибольшая крутизна сфер свода. По этой причине кирпич в них укладывается традиционным способом, причем на растворе малоподвижном (погружение конуса 80 мм).

В секторе – В (это пологая часть свода) кирпич укладывается насухо, но в горизонтальные швы (стыки) при этом вставляют шаблон – планки – 1. Они обеспечивают строго заданную толщину швов кладки, (см.рис. 2.29, е). После полного заполнения сектора – В кирпичом, проверяют наличие в швах всех необходимых шаблонов и после это-

го заливают швы цементно-песчаным раствором литой консистенции (погружение конуса 140 мм). По мере заполнения швов раствором шаблоны удаляют. Уплотняют раствор в швах поверхностным вибратором либо простукиванием кувалдочкой по кирпичам. Раствор подается растворомасосом.

Кирпич в секторах – А и В укладывают с перевязкой швов (в полкирпича).

Длительность технологического перерыва при температуре наружного воздуха $t = 10$ не менее 12 час.

При температуре наружного воздуха от 10 до 5С продолжительность выдерживания свода не менее 18 ч. При температуре от 5 до 1 время выдерживания свода 24 часа.

Отсчет времени начинается с момента окончания уплотнения раствора в швах кладки сектора – В.

Для перестановки кружала на последующий участок, равномерно подкручивая домкраты, медленно опускают кружало и перекатывают его на новый участок.

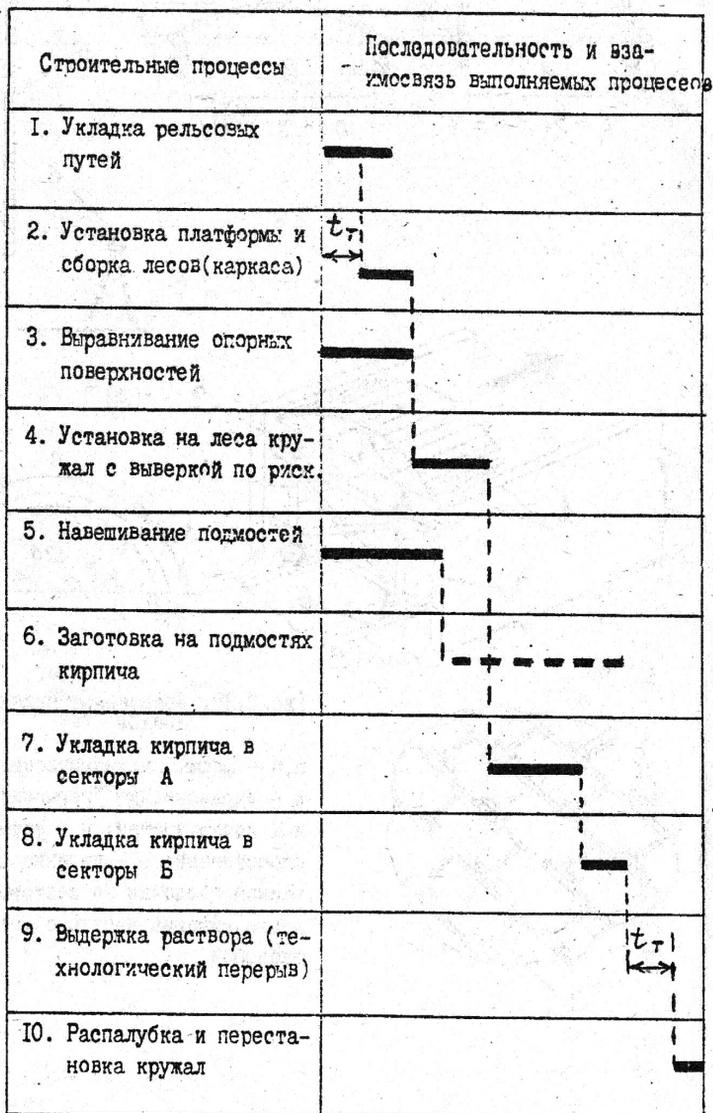


Рис. 2.30. Технологическая нормаль взаимосвязи процессов по возведению цилиндрического свода.

2.4. Возведение крестовых сводов

Крестовые своды наиболее экономичны по расходу материалов и удобны для покрытия больших помещений. Только крестовые своды позволяют передавать нагрузки от покрытия на четыре «точки» – опоры (колонны), что позволяет хорошо освещать всю глубину помещения на всех уровнях, включая и подсводные сферы (см.рис. 2.32, а). Все перечисленные преимущества крестовых сводов – достижение зодчих Романского периода архитектуры.

Общие правила по требованиям к качеству кирпича, камней, раствора и правила возведения крестового свода аналогичны правилам, приведённым в подразделе 2.3.1. данного учебника. Отличие заключается в форме конструкции кружал, приспособлений, поддерживающих кружала в проектном положении.

2.4.1. Технология кладки при возведении крестового свода

При возведении крестового свода с секторно-кружальной переставной опалубки (см.рис. 2.31.) **технология кладки свода в пределах каждой секции основана на нашей технологии кладки (решение о выдаче патента Российской Федерации на изобретение по заявке 96122616 от 20.11.1998 г. «Способ возведения свода», Е04В7/08),** позволяющей значительно упростить процесс кладки и уменьшить трудоемкость операций. Для этого сфера свода в пределах сектора делится на зоны – А и Б. В зоне – А кирпич укладывается традиционным способом, т.е. укладывая каждый кирпич на постель из цементно-песчаного раствора, заполняя по ходу кладки вертикальные растворные швы. Подвижность раствора для клаки в зоне А-90 мм погружения стандартного конуса.

Зона – Б представляет пологую часть сферы свода, где кирпич, с соблюдением правил перевязки швов, укладывается насухо по всей зоне – Б, но с установкой в продольных швах шаблонов (клиньев), см. рис. 2.29, е. Затем швы заливаются цементно-песчаным раствором (подвижность – 140 мм погружения стандартного конуса). По мере заливки раствором швов кладки, шаблоны извлекаются, а раствор в

швах уплотняется поверхностным вибратором, либо простукиванием кирпичей молотком.

Наиболее сложная операция при кладке – это теска кирпича, укладываемого вдоль криволинейных линий А-В и А-Д (см.рис. 2.31, а).

При возведении крестового свода с цилиндрической опалубки (катушей), способом арки-отрезки (см.рис. 2.33), в пределах одной установки цилиндрической опалубки, кладка ведется по зонам – А и Б аналогично вышеприведенной технологии. Отличие заключается в способе перестановки опалубки, т.е. цилиндрическая (катушечная) опалубка опускается и перекачивается по направляющим – 5 к последующему месту установки. Опалубка винтовыми домкратами поднимается до упора с нижней поверхностью ранее уложенного отрезка-арки. Укладка кирпича производится также по зонам – А и Б, но с перевязкой с ранее возведенным отрезком-аркой, вдоль вертикально штрабы. Таким образом, перестановками скользящей цилиндрической опалубки, возводят свод в пределах сектора. Затем скользящую цилиндрическую опалубку перемещают к опорам противоположного сектора и кладка отрезков-арок выполняется аналогично вышеприведенной технологии. После возведения сводов по оси Б-Б, направляющие – 5 и цилиндрическая опалубка переставляются для возведения свода по оси А-А.

При возведении крестового свода по сплошной опалубке, установленной во всех четырех секторах, можно применить опять нашу технологию (см.рис. 2.29), которая приведена выше. Наиболее сложные операции при кладке – это теска кирпича и перевязка швов кладки тесаными кирпичами по линии стыка (пересечения) двух цилиндрических сводов.

На рис. 2.35 и 2.36. представлены технологические нормали на возведение крестовых сводов различными способами.

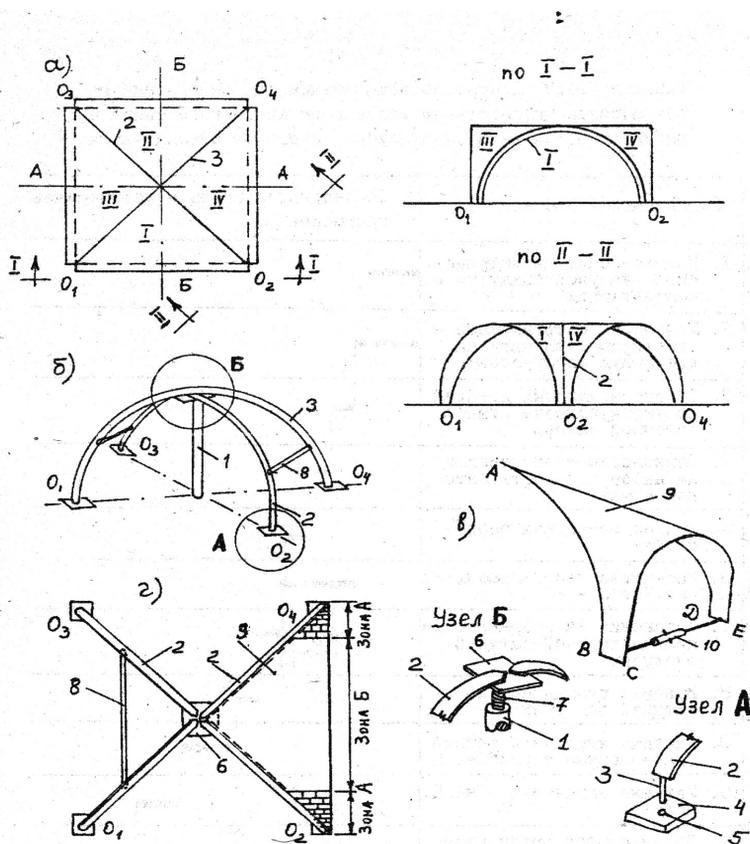


Рис. 2.31. Технология возведения крестового свода при использовании секторно-кружальной опалубки: а) – конструкция крестового свода; б) – сборка оборудования для кладки секторов свода; в) – секторно – кружальная опалубка; г) технология кладки свода в пределах сектора; O_1, O_2, O_3, O_4 – опоры арок-пересечений цилиндрических сводов (А – А) и (Б – Б); I, II, III, IV – секторы крестового свода; 1 – временная стойка; 2 – арка – пересечение (O_2-O_3); 3 – арка – пересечение (O_1-O_4); 4 – фундамент; 5 – отверстие в фундаменте; 6 – опорная плита; 7 – винтовой стержень; 8 – распорка; 9 – секторно-кружальная, переставная опалубка; 10 – тяга с тальрепом.

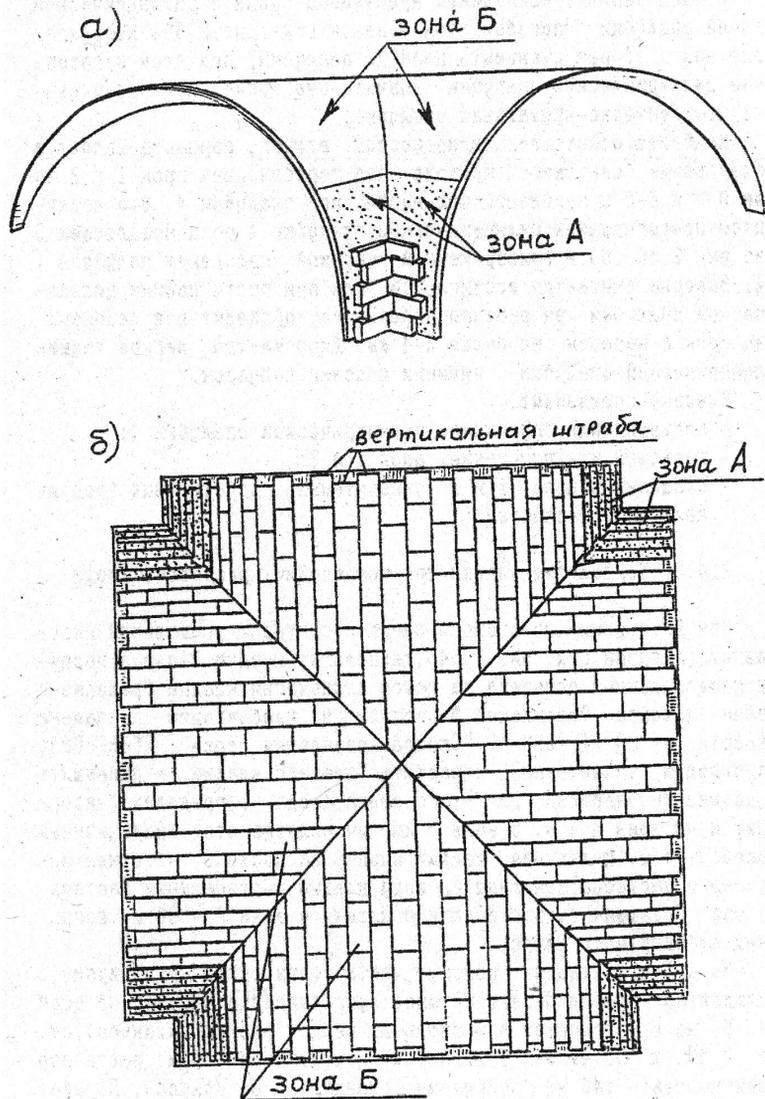


Рис. 2.32. Технология возведения крестового свода: а) деление крестового свода на зоны; б) перевязка швов кладки в зоне Б (вид сверху).

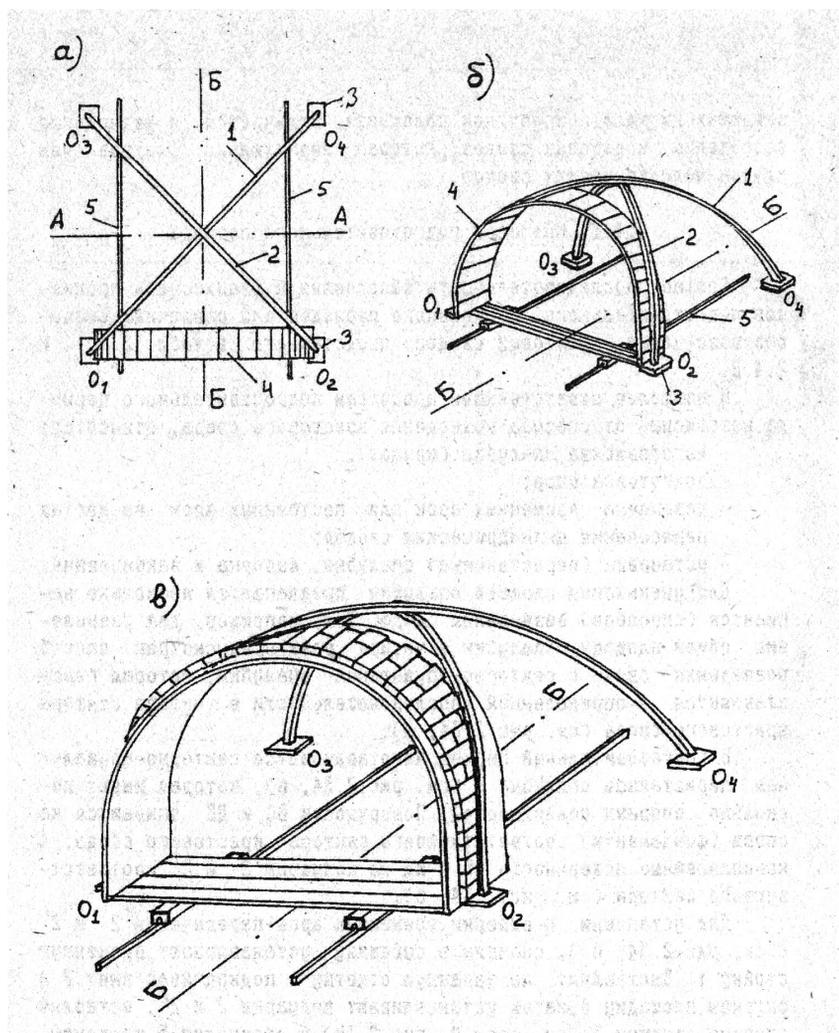


Рис. 2.33. Технология возведения крестового свода с цилиндрической опалубки способом «арки – отрезки»: а) сборка оборудования; б) аксонометрическое изображение собранного оборудования; в) технология кладки свода арками-отрезками; 1 и 2 арочные опоры на пересечении цилиндрических сводов из сборного железобетона; 3 – фундамент; 4 – цилиндрическая опалубка; 5 – направляющие.

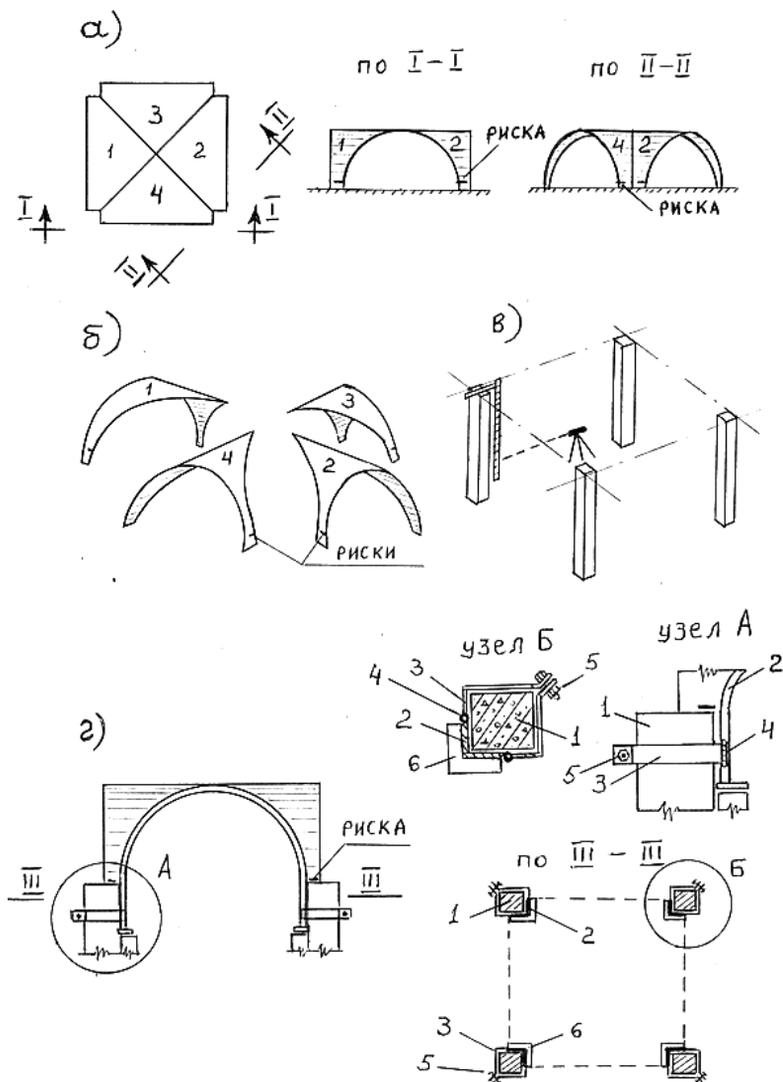


Рис. 2.34. Технология возведения крестового свода по сборным ж/б колоннам: 1 – ж/б колонна; 2 – секторное кружало; 3 – хомут – затяжка; 4 – шарнир; 5 – болт; 6 – опора под секторное кружало.

Строительные процессы	Последовательность и взаимосвязь выполняемых процессов
1. Изготовление секторно-кружальной опалубки	
2. Установка временной центральной стойки	
3. Выравнивание опорных поверхностей, устройство технологических отверстий	
4. Установка временных арок на местах пересечения цилиндрических сводов	
5. Установка приставных подмостей	
6. Установка секторно-кружальной опалубки	
7. Выверка и фиксация секторно-кружальной опалубки	
8. Укладка кирпича в зону А сектора свода	
9. Укладка кирпича насухо в зону Б сектора свода	
10. Заливка швов кирпичной кладки в зоне Б литым цементно-песчаным раствором	
11. Технологический перерыв (выдержка раствора)	
12. Снятие и перестановка секторно-кружальной опалубки	
13. Установка секторно-кружальной опалубки в противоположный сектор свода	

Рис. 2.35. Технологическая норма взаимосвязи процессов по возведению крестового свода при использовании переставной секторно-кружальной опалубки.

Строительные процессы	Последовательность и взаимосвязь процессов
1. Изготовление цилиндрической -катучей опалубки и направляющих	
2. Установка сборных железобетонных полуарок на временную опору-стойку	
3. Сварка закладных деталей полуарок, заделка стыков бетонной смесью	
4. Технологический перерыв на набор прочности бетонном стыке	
5. Снятие временной опоры-стойки	
6. Установка направляющих в пролёте А - А	
7. Установка на направляющие цилиндрической-катучей опалубки	
8. Выверка цилиндрической -катучей опалубки	
9. Укладка кирпича в зонах А традиционным способом	
10. Укладка кирпича в зоне Б насухо	
11. Заливка швов между насухо уложенными кирпичами литым цементно-песчаным	
12. Технологический перерыв, выдержка раствора в швах кладки	
13. Распалубка и перекатка по направляющим цилиндрической-катучей опалубки	

Рис. 2.36. Технологическая норма взаимосвязи процессов по возведению крестового свода при использовании катушек цилиндрической опалубки, способом «арки – отрезки».

2.5. Возведение монастырских сводов

Монастырский свод в отличие от крестового свода передает нагрузку от покрытия равномерно на все стены, которые служат опорной поверхностью под такой свод. Величина распора от свода на стены (см. рис. 2.37, а,б) зависит от величины стрелы подъема – h . Чем больше стрела подъема – h , тем меньше величина распора – R . Это необходимо учитывать при проектировании кривизны ската монастырского свода. Условно, монастырский свод получается закруглением продолженных четырех стен, которые пересекаются в местах встречи.

Общие правила по возведению монастырских сводов и требования к качеству материалов изложены в подразделе 2.3.1. данного учебного пособия. Они аналогичны для всех типов сводов.

Состав и последовательность выполнения процессов подготовительного и основного периодов по возведению монастырских сводов представлен на рис. 2.38.

Своеобразие монастырских сводов позволяет значительно уменьшить размеры кружал и этим уменьшить расход материалов на их изготовление и соответственно трудоемкость работ подготовительного периода.

Если возводится симметричный монастырский свод, перекрывающий квадратное в плане помещение, то изготавливаются кружала секторного типа (см.рис. 2.37, б), которые по площади в два раза меньше сплошного кружала под весь свод. После выкладывания свода в секторах – 1 и 2 кружала переставляются в секторы – 3 и 4.

Если возводится монастырский свод, перекрывающий прямоугольный в плане зал, то изготавливается сплошное кружало, но под «зеркальную» половину свода (см.рис. 2.37,в), которое также в два раза меньше по площади, чем кружало под весь свод.

Если возводится монастырский свод над помещением, где длина свода в несколько раз превышает его ширину, то изготавливается два типа кружал, которые значительно снижают общую материал емкость кружал.

Технология выполнения операции по проверке опорных поверхностей под свод и их выравнивание под заданный «горизонт» устрой-

ством растворяемых маяков изложена в подразделе 2.3.2 данного учебного пособия.

Технология установки в проектное положение (по рискам) кружал и приспособления, применяемые для этого, аналогичны изложенным в подразделе.

Технология укладки кирпича в свод «насухо» с последующей заливкой швов литым раствором аналогична технологии кладки в секторах Б при возведении цилиндрических и крестовых сводов (см. подразделы 2.3.2. и 2.4.2.).

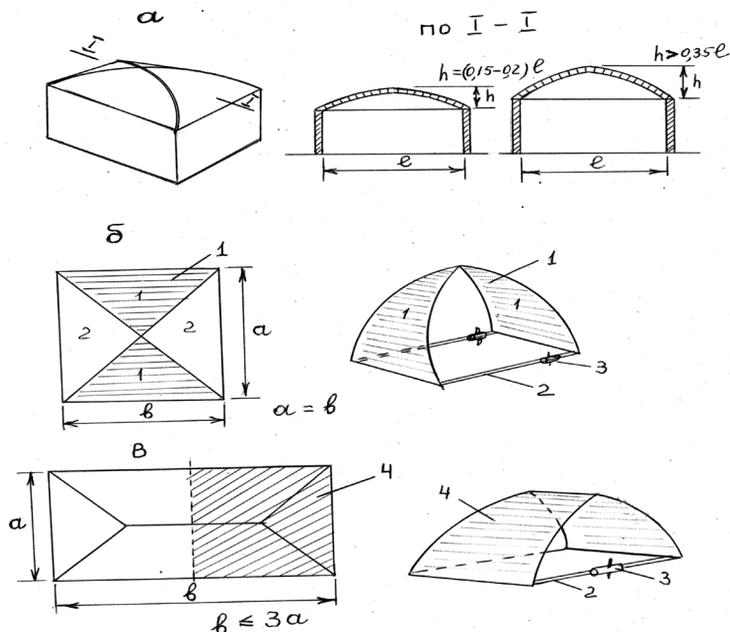


Рис. 2.37. Технология возведения монастырского свода: а) виды монастырских сводов; б) монастырский свод над квадратным помещением; в) монастырский свод возводимый «зеркальным» способом: 1 – секторное кружало; 2 – распорки; 3 – талреп для выверки с снятия кружала; 4 – «зеркальное» кружало.

Строительные процессы	Последовательность и взаимосвязь выполняемых процессов
1. Изготовление кружал	
2. Установка стоек и связей под кружала	
3. Установка подмостей	
4. Выравнивание монтажного горизонта опор	
5. Установка домкратов и кружал	
6. Выверка и закрепление кружал	
7. Заготовка кирпича на подмостях	
8. Укладка кирпича насухо с подкладкой шаблонов	
9. Заливка швов свода литым раствором	
10. Уплотнение раствора в швах пов. вибратором	
11. Технологический перерыв (выдержка раствора)	
12. Распалубка кружал	

Рис. 2.38. Технологическая нормаль взаимосвязи процессов по возведению монастырского свода.

2.6. Возведение круглых башен с винтовым лестницами

Круглые башни с винтовыми лестницами в нашем регионе возводятся при строительстве мечетей, где в комплексе здания возводят минарет. Круглые полубашни примыкают к усадьбам, где вмонтированы марши винтовых лестниц. В средние века и эпоху Возрождения круглые башни и полубашни с винтовыми лестницами возводились в соборах, замках и дворцах.

Существуют различные конструкции винтовых лестниц. Если в средние века для возведения винтовых лестниц применяли гранитные плиты (марши), которые вмуровывались в кладку круглых башен, то в эпоху Возрождения лестничные марши винтовых лестниц изготавливались из металлических листов. На Руси в XV века в монастырях винтовые лестницы возводились из кирпича, что требовало особого искусства кладки арочных маршей-ступней с виртуозным исполнением перехода арочек – ступеней в центральный опорный (осевой) столб.

В настоящее время разработаны различные конструкции винтовых лестниц от стационарных до сборных, собирающихся веером вокруг осевой трубы. Конструкция сборных винтовых лестниц, позволяющая менять угол раздвижки маршей-ступней, а при необходимости вообще убирать все марши в один сектор, очень сложна в изготовлении.

Предлагаю свою конструкцию винтовой лестницы, простой в изготовлении и технологичной в устройстве маршей при кладке круглой башни.

Прежде чем заказывать металлические элементы винтовой лестницы (марши, осевая труба-стойка) необходимо выполнить технологические расчеты по определению параметров винтовой лестницы, см.рис. 2.39.а.

В зависимости от высоты этажа – H определяется высота одного марша-ступени – h и угол разворота марша-ступени относительно ниже расположенной ступени. Варьированием параметров – h и добиваются такого разворота спиралей (витков) винтовой лестницы, при котором параметр H – расстояние между двумя витками (спиралями) было выше роста человека ($H > 2.0$ м). Это необходимо для того, чтобы

человек, поднимающийся по винтовой лестнице, головой не задевал за выше расположенные спирали лестницы.

На рис.2.39, б представлены элементы винтовой лестницы. Металлический марш-ступень – 2 приваривается электродуговой сваркой к верхней грани втулки – 1. Для придания жесткости маршу снизу приваривается косынка – 3.

Обязательными условиями при изготовлении марша-ступени будут:

- диаметр (внутренний) втулки должен быть $d_1 \leq 1.2 d_2$, где:
 d_2 - диаметр трубы стойки, на которую одевается втулка марша-ступени;
- высота втулки равна высоте марше-ступени – h ;
- длина марша-ступени l должна быть на 15 см больше расчетной ширины, т.к. конец марша закладывается в кладку круглой башни на 15 см.

Технология возведения винтовой лестницы

Предлагаемая конструкция винтовой лестницы предусматривает одновременную укладку маршей и кладку стен круглой башни. Каждый марш опирается на две «точки». Один конец марша замоноличивается цементно-песчаным раствором к осевой трубе – стойке – 1, (см. рис. 2.39.в), другой конец закладывается в стену круглой башни.

Для установки в проектное положение очередного марша над плоскостью ранее уложенного марша выкладывается ярус стены круглой башни (высота яруса кладки равна высоте марша-ступени – h). На осевую трубу – 1 одевается втулка марша-ступени – 2. На плоскость марша – 4 устанавливается плотницкий уровень для выверки марша-ступени. При выверке проверяется горизонтальность марша и угол разворота марша относительно оси нижележащего марша. После окончания выверки полость втулки – 2 заливается цементно-песчаным раствором – 3 (подвижность – 140 мм. погружения стандартного конуса).

При кладке ярусов стен круглой башни применяют шаблон – 8, который закреплен на стальном тросике – 7, привязанном к съемному кольцу – 6, который оснащен застёжкой – 9.

Таким образом, укладываются все марши-ступени винтовой лестницы.

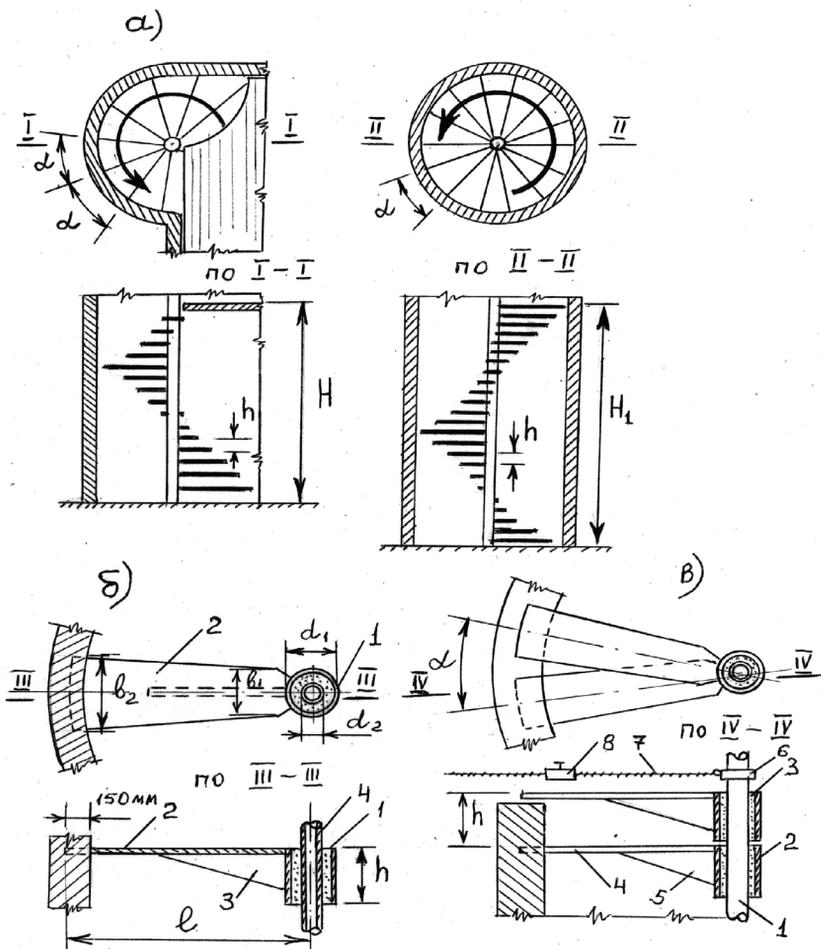


Рис. 2.39. Технология устройства винтовых лестниц: а) параметры винтовых лестниц; б) конструкции винтовых лестниц; в) технология установки маршей винтовых лестниц; 1 – труба – стойка; 2 – втулка из трубы; 3 – косынка;



Фотофакт – 2.18. Фрагмент винтовой лестницы конструкции М.Кусаинова на минарете мечети Богенбай батыра в п. Косшы, вид сверху на ступени.



Фотофакт – 2.19. Фрагмент винтовой лестницы конструкции М.Кусаинова на минарете мечети Богенбай батыра в п. Космы, вид на ступени снизу, где видны косынки – 1.

2.7. Устройство кирпичной декорации на фасадах

На фасадах современных зданий, возведенных из кирпича, редко увидишь даже хорошо расшитые швы кладки и не найдешь даже простых элементов кирпичной декорации, не говоря об аркатурных промежуточных и карнизных поясах.

Если при изготовлении сборных железобетонных стеновых панелей нет возможностей создать объемную декорацию, то при возведении зданий из кирпича такая возможность всегда есть. Надо этим воспользоваться при проектировании зданий из кирпича.

Мелкие размеры облицовочного кирпича позволяют получить декорацию любого объема (рельефа), хватило бы фантазии. Совсем по-

другому будет смотреться фасад, декорированный объемной кладкой, да еще в два-три цвета (красный, белый и темно-синий кирпич).

Рассмотрим несколько вариантов кирпичной рельефной декорации на фасаде при кладке стен с одновременной облицовкой лицевым кирпичом (рис. 2.40, а, б). Причем кирпич можно применять двух-трех цветов. Особо тщательно надо расшивать швы кладки, причем с уплотнением раствора в швах.

Связь облицовки с кладкой стены осуществляется «тычковыми» кирпичами – 1. В зависимости от характера рельефности декорации, тычковый кирпич может углубляться в толщу стены на глубину – **а** (**а** = 4-5 см), либо укладывается под углом к плоскости фасада.

Для оформления фасада декоративными поясами из кирпича можно рекомендовать различное чередование известных (рельефных) элементов кирпичной декорации, (см. рис. 2.40, в, г). Элементы древне-русской декорации из кирпича: «бегунец» – 2 (рис. 2.40, г), «пореберник» – 3, «выхлопец» – 4. Все они дают на фасаде рельефный декоративный узор.

Для декоративного оформления кирпичных карнизов предлагается аркатурный карнизный пояс (рис. 2.40, д), где главный элемент-арочка – 5, изготавливается на месте в специальных разборных формах. Для получения красной арочки применяют красный цемент, а для получения светло-серого цвета (под силикатный кирпич) применяют белый цемент.

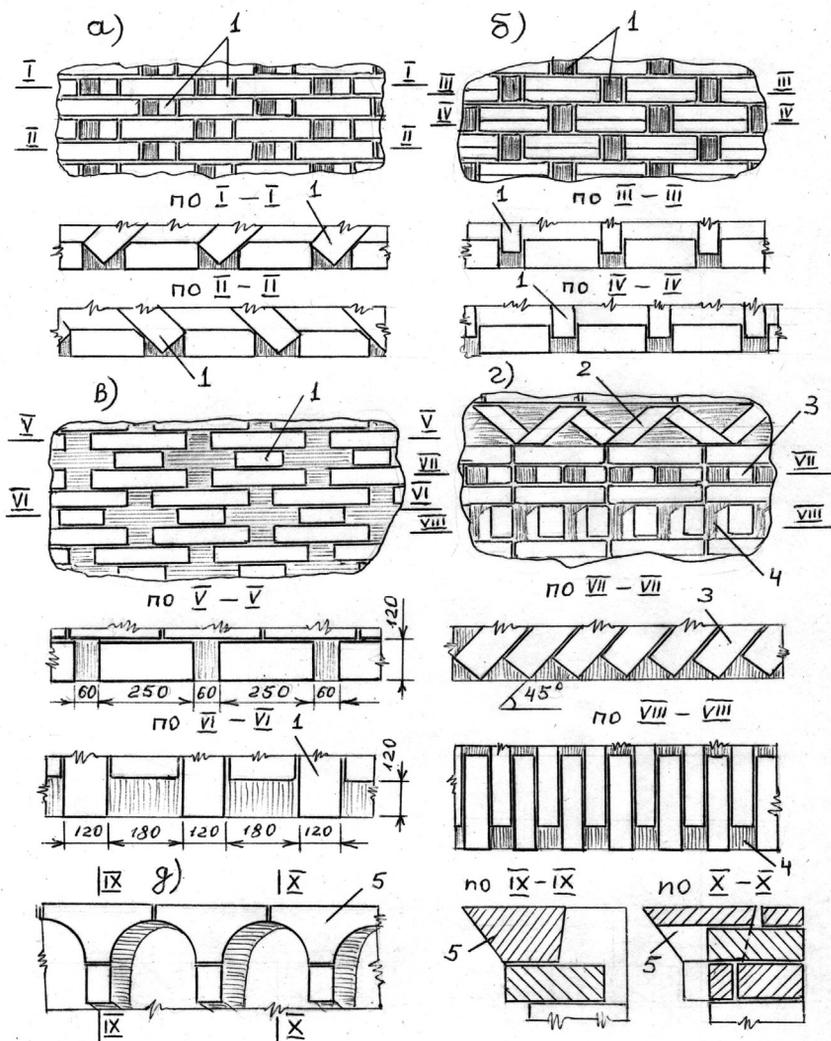


Рис. 2.40. Кирпичная декорация предлагаемая автором книги: 1 – «поребрик» в шахматном порядке; 1¹ – «выхлопец» в шахматном порядке; 1¹¹ – тычок в разбежку; 2 – «бегунец» в полосу; 3 – «поребрик» в полосу; 4 – «выхлопец» в полосу; 5 – аркатурный пояс из бетонных блоков.

2.8. Возведение инженерных сооружений из крупных блоков и камней

К инженерным сооружениям, возводимым из крупных блоков и камней можно отнести:

- арочные мосты через небольшие речки, овраги и балки;
- арочные путепроводы над дорогами;
- арочные трубы в насыпях железных и автомобильных дорог.

В отличие от арочных труб, арочные мосты и путепроводы могут быть многопролетными (см. рис. 2.41, а,б,в). Технология возведения арочных мостов, путепроводов и труб аналогична технологии возведения сегментных арок и цилиндрических сводов, имеющих в продольном сечении форму сегментной арки. Отличие заключается в масштабах и габаритах сооружения. Так длина одного пролета арочного моста колеблется от 12 до 30 м, ширина от 8 до 20 м. Причем каждый пролет опирается на массивные опоры. Возникают особые сложности по устройству и установке в проектное положение кружал в условиях речной акватории.

На рис. 2.41, г представлено два способа установки кружал для возведения арочных пролетов моста. Для установки кружал - 6 для левого арочного пролета на дно реки устанавливают ряжевые опоры - 3 (в виде сруба, заполненного камнями). По ряжевым опорам устанавливают леса - 4. Между лесами устанавливают подкосы - 5. Вся эта система поддерживает кружала - 6 в проектное положение и придает им жесткость и устойчивость. Правый арочный пролет моста возводится точно из таких же кружал, лесов и подкосов, но все это держится на сваях - 7, забитых в дно реки.

Для подачи на кружала крупных бетонных блоков или гранитных камней (массой от 50 до 200 кг) применяется кран, установленный на барже, где также сложены штабеля бетонных блоков или гранитных камней. Баржа перемещается лебедкой (на барже). Анкер для троса лебедки вбит на левом и правом берегах реки. Для фиксации положения баржи применяют четыре якоря.

Арочный пролет моста возводят укладкой бетонных блоков на растворе с последующей сваркой закладных деталей, симметрично загру-

жая кружало от концов к середине, где замыкают арку замковым блоком или камнем, аналогично кладке сегментной арки или свода.

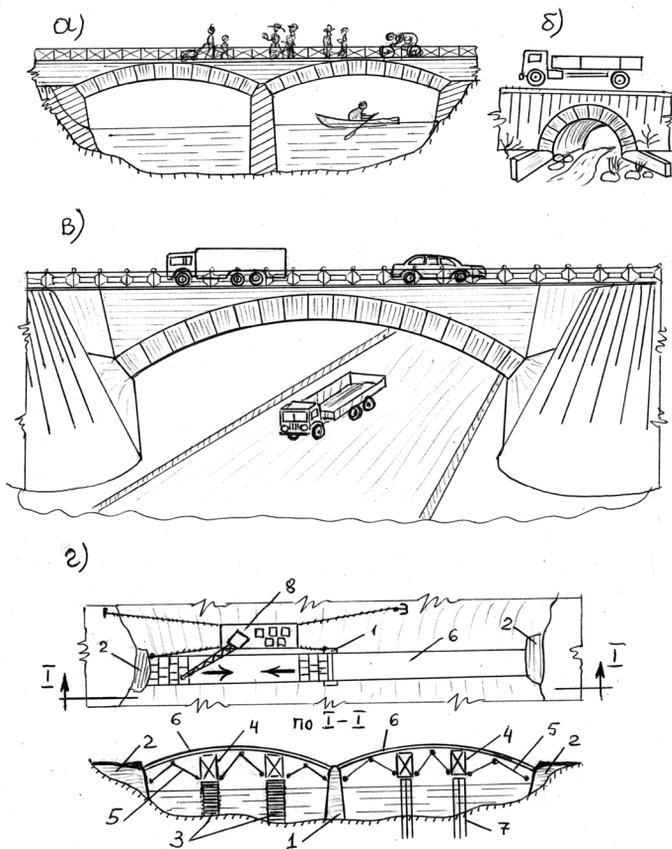


Рис. 2.41. Технология возведения инженерных сооружений: а) арочный двух пролётный мост из каменных блоков; б) прочная «труба» под полотном дороги; в) арочный путепровод из каменных блоков; оборудование для возведения арочных мостов: 1 – промежуточная опора моста; 2 – береговые опоры моста; 3 – временные ряжевые опоры; 4 – временные рамные опоры; 5 – временные подкосы; 6 – опалубка – кружало; 7 – временные свайные опоры; 8 – монтажный кран на понтоне зафиксированный якорями.

2.9. Особенности конструкций зданий из кирпича возведённых в советский период строительного производства

2.9.1. Конструкции несущих стен с перевязкой швов по английской (цепной) и американской (многорядной) системам перевязки швов

Английская система перевязки швов кирпичной кладки существующая в Европе со средневековья в Советском Союзе во времена холодной войны (после Великой Отечественной войны) эту систему перевязки швов не могли назвать английской и по этому во всех справочниках и учебниках она названа «цепной» или «однорядной». В дореволюционной России, в период становления советской власти и вплоть до Великой Отечественной войны, английская система перевязки швов была основной. В 1955 году, когда было принято постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР об устранении излишеств в проектировании и строительстве и после этого архитекторам разрешалось проектировать только простые наружные стены т.е. без колонн, пилястр, поясков, карнизов, арочных перемычек и объёмной кирпичной декорации на фасадах. Проектировщики в деле упрощения конструкции стен и значительного повышения производительности кирпичной кладки приняли роковую для советского периода и сейчас для стран СНГ американскую систему перевязки швов кирпичной кладки, которую во времена «холодной войны» называли «многорядной» системой перевязки швов. В двадцатые годы прошлого столетия прагматичные американцы разработали эту систему перевязки швов как экономичную и обеспечивающую высокую производительность кирпичной кладки. Именно по этому американскую систему перевязки швов приняли, как основную, в конце 1956 года проектировщики и строители СССР. Рассмотрим подробно и сравним английскую и американскую системы перевязки швов.

Общие правила для кирпичной кладки с любой системой перевязки швов

Раскладку кирпичей и камней в слоях кладки и чередование слоев производят в определенной последовательности, которую называют системой перевязки швов кладки. Слои кладки из камней правильной формы называют рядами кладки.

Горизонтальные швы имеют среднюю толщину 12 мм. для кирпича и 15 мм. для природных камней, а вертикальные швы должны иметь толщину 10 мм. для кирпича и 15 мм. для природных камней. Допускаемая толщина отдельных швов от 8 до 15 мм.

Толщину стен и столбов принимают кратными половине или целому кирпичу или камню, исключение составляют армированные перегородки в V4 кирпича. В большинстве случаев кирпич в кладке укладывают плашмя, т. е. на постель, в отдельных случаях, например при кладке карнизов, кирпич укладывают на ребро - боковую ложковую грань.

Толщину сплошной кирпичной кладки назначают кратной 0,5 кирпича, поэтому стены могут иметь следующую толщину: полкирпича – 12 см.; кирпич – 25 см.; полтора кирпича – 38 см.; два кирпича – 51 см.; два с половиной – 64 см.; три кирпича – 77 см.

Высота рядов кладки складывается из высоты кирпича или камней и толщины горизонтальных швов раствора. При средней толщине слоя раствора 12 мм. и кирпича 65 мм. высота ряда кладки составит 77 мм., при толщине утолщенного кирпича 88 мм. – соответственно 100 мм. Таким образом, при кирпиче толщиной 65 мм. на 1 м кладки по высоте размещается 13 рядов, при кирпиче толщиной 88 мм. – 10 рядов.

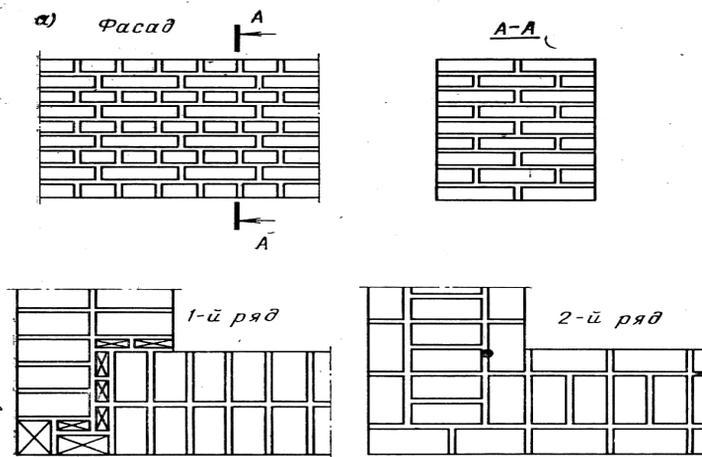
Прямоугольность формы и изготовление камней и кирпичей в соответствии со стандартами позволили установить определенный порядок и взаимосвязь их расположения в конструкциях, обеспечивающих целостность и монолитность кладки. Достигают этого за счет укладки камней по так называемым системам перевязки кладки.

Все разработанные и применяемые на практике системы перевязки соответствуют правилам разрезки кладки. Для каменной кладки различают перевязку вертикальных, продольных и поперечных швов. Перевязка продольных швов необходима для того, чтобы кладка не

расслаивалась вдоль стены на более тонкие составляющие и чтобы возникающие от приложенной нагрузки напряжения в кладке распределялись равномерно по всей ширине стены. перевязка поперечных швов необходима для продольной связи между отдельными кирпичами, обеспечивающей перераспределение нагрузки на соседние участки кладки и сохранение монолитности стены при возможных неравномерных осадках, температурных деформациях и т. п. Перевязку поперечных швов выполняют ложковыми и тычковыми рядами, а продольных – только тычковыми.

Английская система перевязки швов кирпичной кладки

Английская система перевязки швов применима при кладке стен из всех видов кирпича и камней. Кладку выполняют чередованием через один тычковых и ложковых рядов, при этом каждый вертикальный шов между кирпичами или камнями нижерасположенного ряда перекрывают кирпичами или камнями следующего ряда (рис.2.9.1.). Вертикальные поперечные швы при такой системе перевязки перекрывают на 1/4 кирпича за счет применения кирпичей четверток и трехчетверток и осуществляя перевязку для продольных швов в полкирпича.



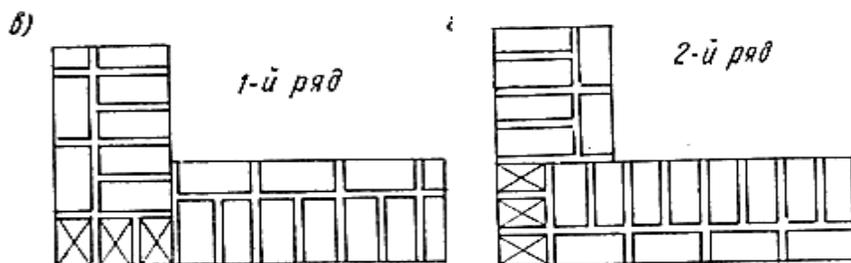


Рис. 2.9.1. Английская система перевязки швов кирпичной кладки: а – фрагмент фасада и разрез; б – прямой угол при толщине стены в 2 кирп.; в – прямой угол при толщине стены в 1,5 кирп.

Многолетний опыт эксплуатации зданий возведённых по английская система перевязки швов кирпичной кладки высветил значительные преимущества этой системы по сравнению с американской системой. Анализ сравнения двух основных систем перевязки швов в Советском Союзе и сейчас в странах СНГ будет приведён в подразделе 2.9.2.

Американская система перевязки швов кирпичной кладки

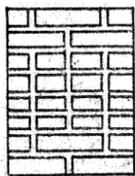
Американская, (шестирядная) система перевязки швов кирпичной кладки, в которой поперечные вертикальные швы перекрывают в каждом ряду, а продольные вертикальные - только через 5 горизонтальных рядов, т. е. система перевязки предусматривает чередование в наружных верстах шести рядов кирпича – одного тычкового и пяти ложковых (рис. 2.9.2.). При такой кладке поперечные швы в смежных ложковых рядах сдвинуты на 1/2 кирпича, а продольные перекрывают лишь кирпичом 6-го ряда. Особенность кладки в том, что пять рядов подряд укладывают одними ложками вдоль стены, в этом значительное преимущество кладки по отношению к кладке, возводимой по английской системе перевязки швов ,так как укладка кирпичей в забутку значительно проще, чем верстовых камней.

Прочность у американской кладки меньше на (2-5)%, чем у английской, но она имеет ряд преимуществ:

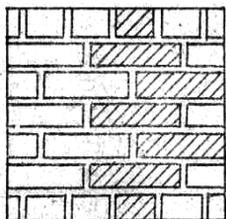
- проще и быстрее выполнение работ;
 - для работы не требуются кирпичи-трехчетвертки;
 - в наружные версты укладывают в 1,3 раза меньше целого кирпича;
- ча;
- объем забутки у английской кладки 25%, а у американской – 42%;
 - используют любой бой кирпича для забутки.

Как недостаток системы перевязки можно отметить значительное усложнение выполнения кладки в зимних условиях при отрицательных температурах. Это обусловлено тем, что замерзание раствора в продольных вертикальных швах может вызвать выпучивание наружных или внутренних верст кладки толщиной в 1/2 кирпича, которые не имеют поперечной перевязки на высоту пяти рядов.

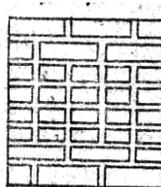
Разрез – 2 кирп.



Фрагмент фасада



Разрез – 2,5 кирп.



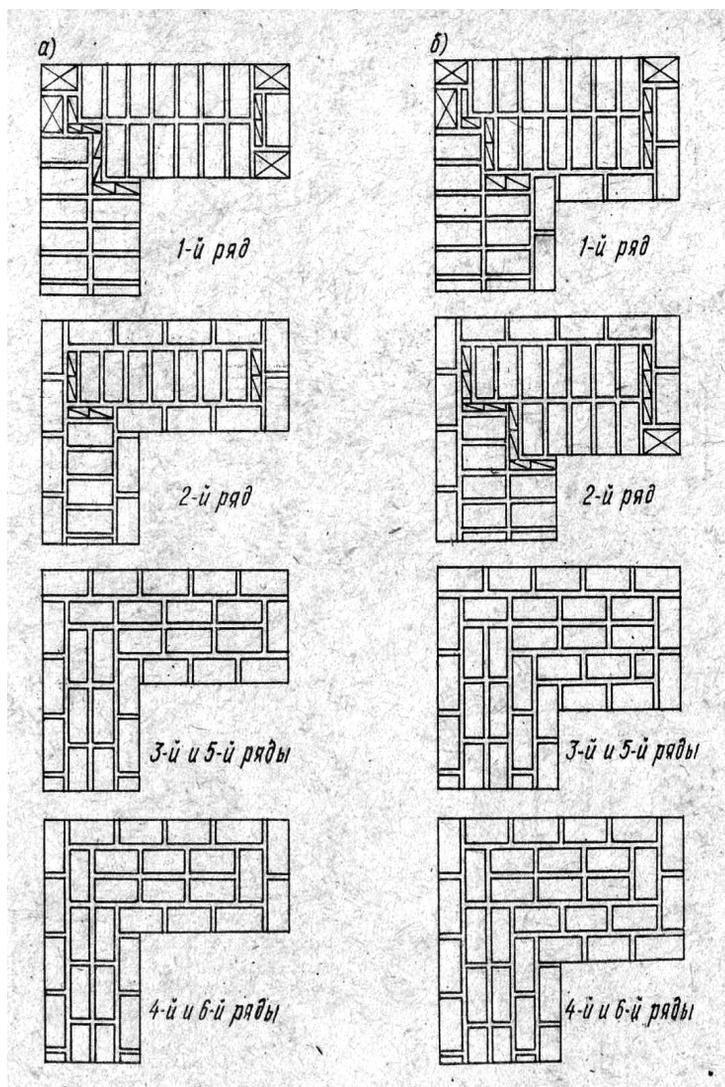


Рис. 2.9.2. Американская система перевязки швов кирпичной кладки: а – прямой угол при толщине стены в 2 кирп.; б – прямой угол при толщине стены в 2,5 кирп.

2.9.2. Сравнение несущих стен с возведённых по английской и американской системам перевязки швов

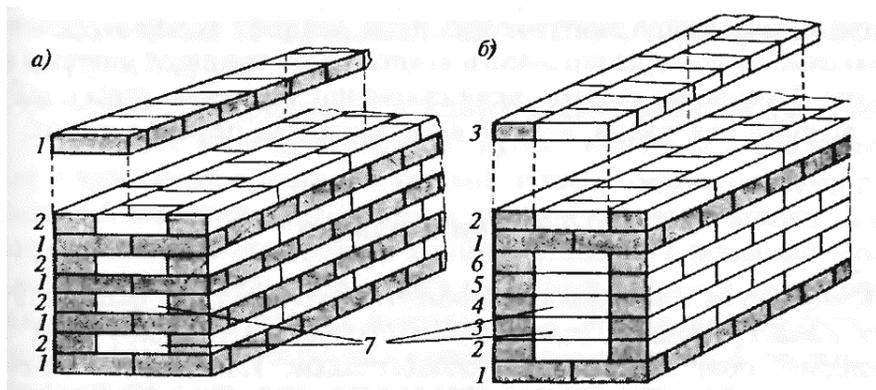


Рис. 2.9.3. а) – английская система перевязки швов кирпичной кладки; б) – американская система перевязки швов кирпичной кладки: 1 – тычковые ряды; 2 – ложковые ряды; 7 – забутка.

Длительный срок эксплуатации зданий из кирпича возведённых по английской и американской системам перевязки швов кирпичной кладки показал значительные преимущества кладки возведённой по английской системе перевязки швов и именно для бывшего СССР и теперь для стран СНГ. Почему именно для стран СНГ. Дело в том, что американцы разработали шестирядную систему перевязки швов для получения экономической выгоды:

- значительно повысить производительности кирпичной кладки за счет увеличения объёма «забутки» с 25% до 42%, (смотри рис. 2.9.3. позицию – 7);
- полностью использовать весь битый кирпич укладывая её в забутку, (двадцатые годы ещё не применяли поддоны и контейнеры для перевозки и подачи кирпича);
- для укладки кирпича в забутку можно привлечь каменщиков низкой квалификации.

В отличие от американцев, наши каменщики подбадриваемые прорабами, постарались извлечь из американской системы перевязки

швов ещё большую выгоду и стали просто бросать в забутку бой кирпича не заполняя раствором вертикальные продольные и поперечные швы и действительно достигали просто стахановскую производительность кладки. Фактически такая кирпичная кладка, где не обеспечена монолитность стены была расслоена на отдельные тонкие стенки не связанные в пяти рядах между собой, тычковый ряд перекрывающий пять ложковых рядов ломался легко при отсутствии жёсткости и монолитности забутки, (смотри рис. 2.9.4, где видны стадии разрушения такой кладки и фотофакты – 2.9.1., 2.9.2., 2.9.3.).

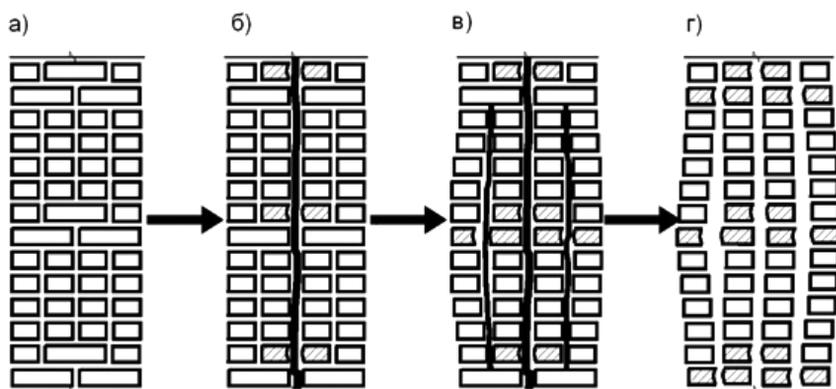


Рис. 2.9.4. Этапы разрушения кирпичной кладки возведённой по американской системе перевязки швов : б) первая стадия разрушения наружной стены; в) вторая стадия разрушения стены; г) предаварийное состояние стены.

Опыт технического обследования кирпичных зданий как Советского периода строительного производства и современных жилых комплексов показал, что принятая в конце пятидесятых годов прошлого столетия американская система перевязки швов, при вопиющих нарушениях технологической дисциплины, причём поощряемой прорабами, у которых требовали максимального сокращения сроков возведения зданий и совершенно не контролировали качество кирпичной кладки, в конечном счёте здания из кирпича имели очень низкий уровень стартовой надёжности. Как следствие предаварийное и порой ава-

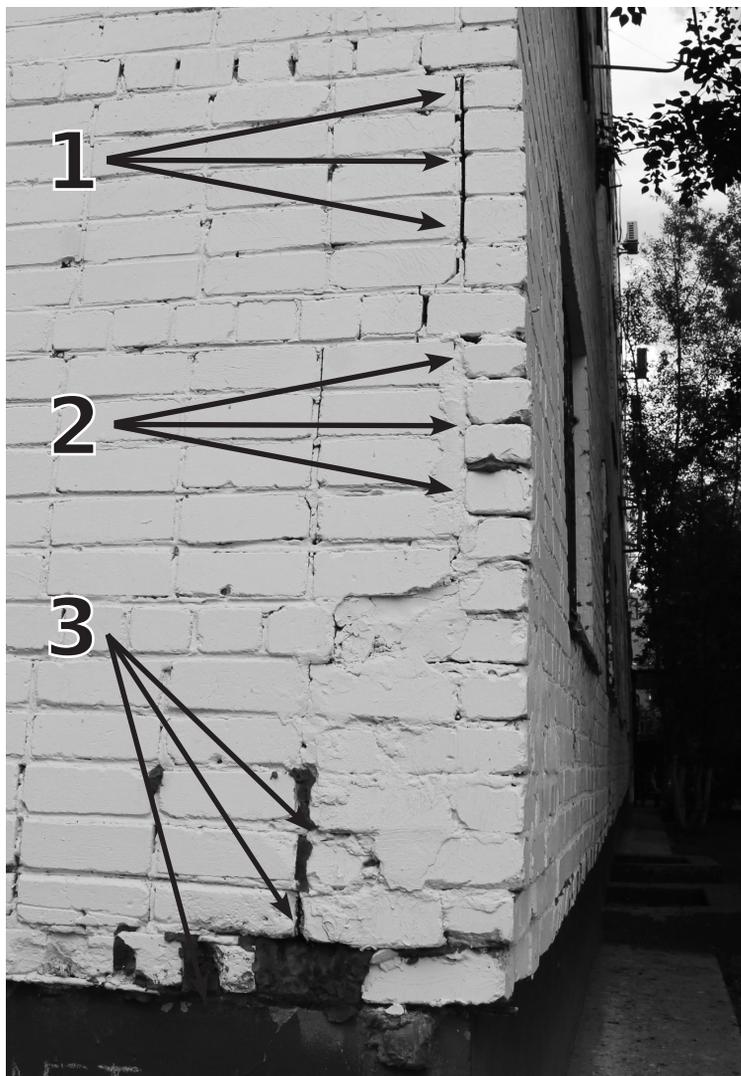
риное состояние таких зданий через (15-25) лет эксплуатации, а должны стоять без проблем 125 лет. На фотофактах – 2.9.1, 2.9.2, 2.9.3, 2.9.4. представлены типичные дефекты характерные кирпичным стенам возведённым только по американской системе перевязки швов, причём выполненной именно каменщиками добивавшихся высокой производительности кладки исключением нескольких обязательных операций процесса кладки: полного заполнения вертикальных продольных швов между наружной, внутренней верстой и забуткой; полного заполнения вертикальных поперечных швов в кладке забутки.



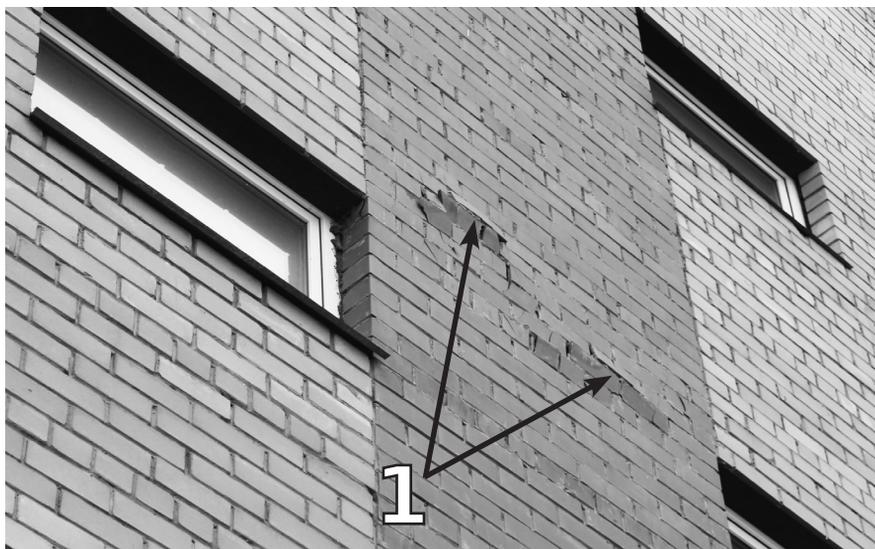
Фотофакт – 2.9.1. Фрагмент фасада в уровне подоконника окна 4-го этажа, (кладка 1982 г.): 1 – значительный выпор наружной версты кладки подоконного участка стены; 2 – выпор наружной версты.



Фотофакт – 2.9.2. Фрагмент фасада в уровне подоконника окна 5-го этажа, (кладка 1982 г.): 1 – значительный выпор и обрушение наружной версты кладки подоконного участка стены.



*Фотофакт – 2.9.3. Фрагмент фасада в уровне цоколя (кладка 1982 г.):
1 – деформационная трещина шириной до 9 мм, возникшая при выпоре наружной версты; 2 – ранее возникшая деформационная трещина заделана раствором; 3 – трещины заделанные монтажной пеной.*



Фотофакт – 2.9.4. Фрагмент фасада в уровне 4-го этажа, (кладка 2008 г.): 1 – вытор и разрушение наружных стенок многощелевого лицевого кирпича при расслоении забутки и наполнении вертикальных продольных пустот влагой, которая превращаясь в лёд вытерла наружную версту.

2.9.3. Системы перевязки швов кирпичной кладки для возведения столбов и узких простенков

Трехрядная система перевязки швов

Трехрядную систему перевязки швов в лаборатории каменных конструкций ЦНИПС разработал профессор Л.И. Онищик, который за основу взял американскую, (шестьрядную) систему перевязки швов. В этой системе перевязки швов последовательно чередуются сначала один ряд тычковый, а затем три ложковых. Применяется она только при возведении столбов, а также узких (шириной до 1 м) простенков.

Для увеличения прочности такой кладки можно осуществить ее армирование, укладывая в горизонтальный ряд армирующую сетку. Укладываются они не реже, чем в каждый пятый ряд. Если зигзагообразные сетки имеют арматуру лишь в одном направлении, то в смежных

слоях они устанавливаются взаимно перпендикулярно. В колоннах и простенках армирование осуществляется всегда, какими бы ни были нагрузки.

Армированная каменная кладка – специфика ее в том, что для повышения прочности в швы укладывают арматурные сетки или отдельные стержни (рис. 2.9.5.). Для поперечного армирования применяют прямоугольные проволочные сетки или сетки «зигзаг». Расстояние между стержнями сетки при их диаметрах 3...8 мм должно быть в пределах 30... 120 мм. Сетки «зигзаг» целесообразно располагать в двух смежных рядах так, чтобы расположение прутков в них было взаимно перпендикулярным. Сетки по вертикали укладывают по проекту, но не реже чем через 5 рядов кладки. Обычно прямоугольные сетки имеют диаметр стержней до 5 мм, «зигзаг» – от 5 до 8 мм. Для обеспечения защитного слоя раствора необходимо, чтобы толщина швов кладки превышала диаметр проволоки не менее чем на 4 мм.

Для продольного армирования диаметр сжатой арматуры должен быть не менее 3 мм, а растянутой – 8 мм. Армирование осуществляют стержнями или сетками, размещенными как в самой кладке, так и рядом с ней с наружной стороны, крепление с кладкой во втором случае осуществляют хомутами, заделанными в кладку. Для предохранения армирования от коррозии в сухих условиях эксплуатации марка раствора должна быть не менее 25, во влажных условиях – не менее 50.

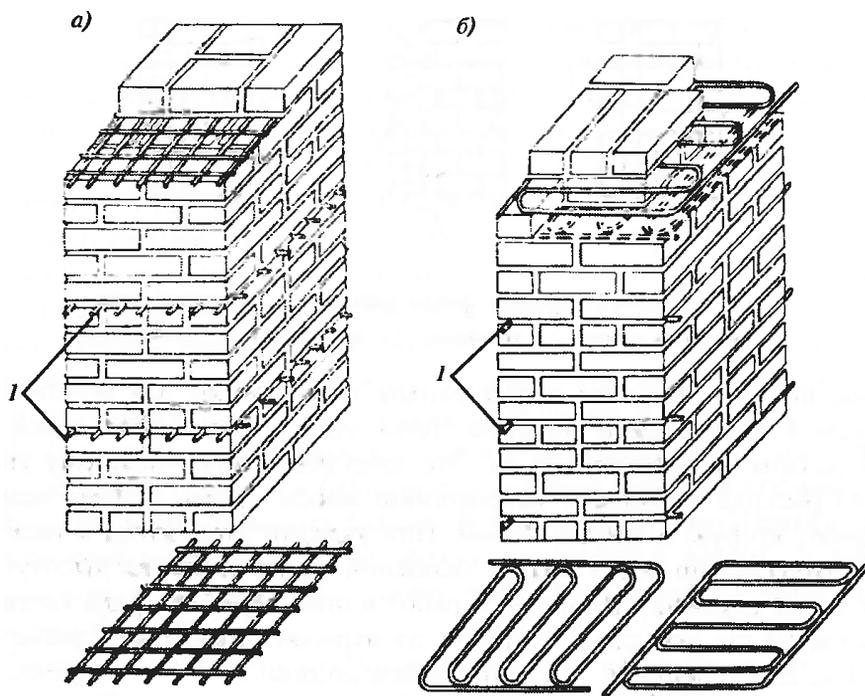


Рис. 2.9.5. Армирование кирпичных столбов и простенков: а - прямоугольными сетками; б - зигзагообразными сетками; 1 - выступающие концы прутков сеток

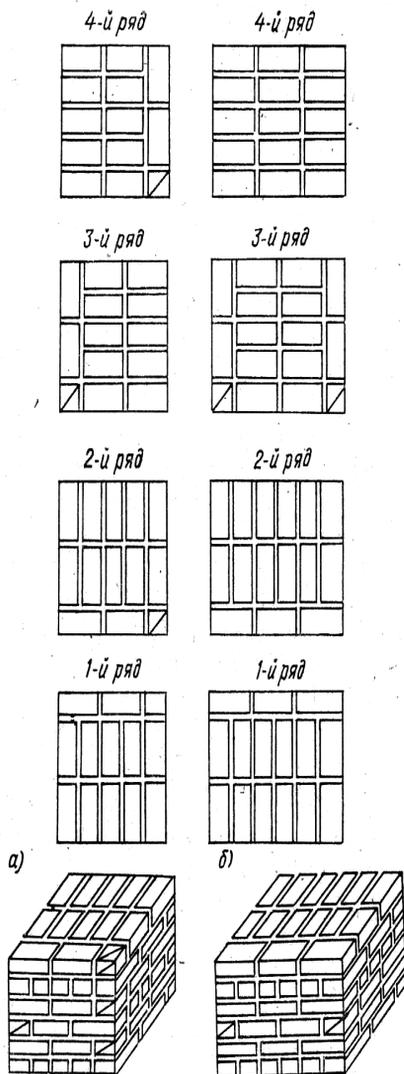


Рис. 2.9.6. Трехрядная система перевязки швов профессора Л.И. Онищика при кладке столбов, 2,5 x 2,5 кирп. и 2,5 x 3,0 кирп.

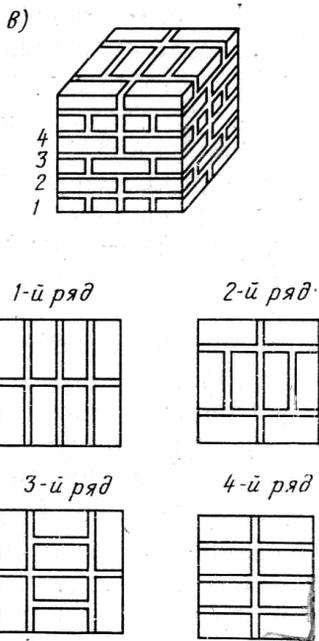


Рис. 2.9.7. Трёхрядная система перевязки швов профессора Л.И. Онищика при кладке столбов, 2 x 2 кирпич.

В различных справочниках, и учебниках систему перевязки швов профессора Л.И. Онищик для возведения столбов называют трёхрядной системой, либо четырёхрядной, а на самом деле и те и другие называя по разному видят одну систему перевязки швов – профессора Л.И. Онищик.

Одни называя её – трёхрядной, считая только ложковые ряды и не учитывая тычковый. Другие называют её – четырёхрядной, учитывая не только ложковые, но и тычковый ряд.

Аналогично идёт путаница в наименованиях других систем перевязки швов. Американскую систему перевязки швов одни называют шестирядной учитывая пять ложковых и перекрывающий тычковый, другие её называют просто – многорядной. Более запутана в названиях английская система перевязки швов кирпичной кладки. Одни называя

её – однорядной, считали только ложковый ряд, не учитывая тычковый. Другие называют её – двухрядной, учитывая не только ложковый, но и тычковый ряд.

Расход кирпича на 1 кубический метр полнотелой кладки

Для того, чтобы перед началом строительства ориентировочно подсчитать количество кирпича и раствора, можете воспользоваться таблицей 2.9.1.

Расход кирпича и раствора на 1 куб.м кладки в зависимости от толщины стены и оформления. Таблица 2.9.1.

Наименование работ	Материалы	Ед. изм.	Норма расхода при толщине стен, кирпичей			
			1,0	1,5	2,0	2,5
Кладка стен наружных и внутренних из кирпича глиняного обыкновенного или силикатного одинарного полнотелого с простым архитектурным оформлением	Кирпич Раствор	шт м ³	400 0,221	395 0,234	394 0,24	392 0,245
То же из кирпича пустотелого	Кирпич Раствор	шт м ³	400 0,223	395 0,236	394 0,242	392 0,247
То же из кирпича глиняного и силикатного модульного	Кирпич Раствор	шт м ³	300 0,205	295 0,216	294 0,222	292 0,227
Кладка стен наружных и внутренних из кирпича глиняного обыкновенного или силикатного одинарного полнотелого со средним архитектурным оформлением	Кирпич Раствор	шт м ³	- 0,237	402 0,241	400 0,24	398 0,245

2.9.4. Конструкции облегчённых кирпичных наружных стен малоэтажных зданий

В советский период строительного производства для возведения одно и двухэтажных зданий и верхних этажей многоэтажных зданий применяли облегчённые наружные стены разработанные ещё в 1938 году инженером лаборатории каменных конструкций ЦНИПС Н.С.Поповым, [6].

Кладка состоит из двух параллельных ложковых стенок с перевязкой тычками через 3...5 рядов, иногда и более. Образовавшуюся полость заполняют теплоизоляционной засыпкой, легким бетоном, блоками или плитами утеплителей. Для большей жесткости конструкции при стенах в два и менее кирпичей тычковые ряды устраивают в разных уровнях в шахматном порядке. Применение облегченных кладок позволяет снизить расход кирпича на 30...40%, значительно сократить трудоемкость и стоимость работ, (смотри рис. 2.9.8.).

Другой вариант облегченных наружных стен разработанный инженером Н.С. Поповым – **колодцевая** кладка, (смотри рис. 2.9.8. д).

Колодцевая кладка в облегченном варианте создает стены шириной в 51 см. При этом поперечные переемы выполняются через каждые 3 кирпича в ряду и ширина теплоизоляционной прослойки в углах должна несколько уменьшаться. Для засыпки пустот применяется керамзит, шлак и любые другие сыпучие материалы. Пенопластовую крошку использовать не рекомендуется. Она со временем превращается в пыль, что могут подтвердить специалисты, которым приходится реконструировать подобные стены. По этому мне при проектировании самонесущих стен главного корпуса Российского посольства в Астане пришлось принять решение, заполнить пустот между двумя ложковыми рядами пенополистиролбетоном и через каждые пять рядов кладки связывать ложковые ряды арматурной сеткой, (смотри рис. 2.9.9.).

Особенности технологии облегченной кирпичной кладки. Конструктивное отличие применяемых видов облегченной кирпичной кладки отражается на технологии и организации строительного процесса по сравнению с сплошной кладкой. Чтобы не допустить больших потерь при расстилании раствора на узкие параллельные стенки толщиной в полкирпича, вместо растворной лопаты для расстилания раствора применяют специальный металлический лоток с ручками; стеновой материал раскладывают на стене не стопками, а по одному кирпичу. Укладывают кирпич на раствор, как правило, вприжим, тщательно заполняя вертикальные и горизонтальные швы. Завершающие 3–4 ряда кладки выполняют сплошным способом, укрепив ее арматурой.

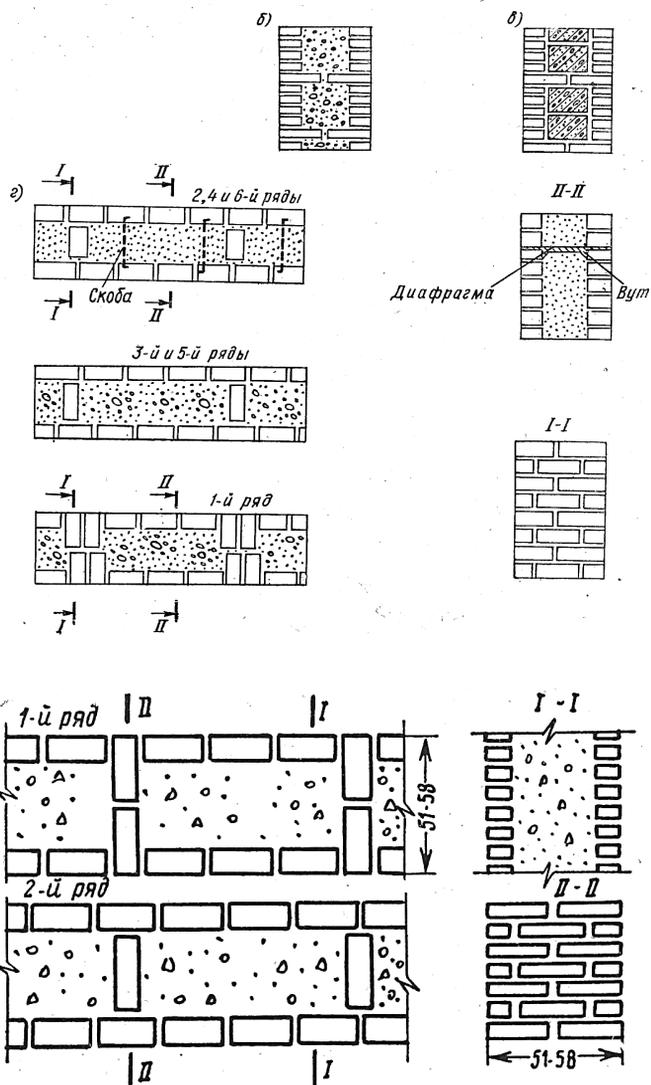


Рис. 2.9.8. Конструкции облегчённых кирпичных наружных стен:
 а) и б) кирпично-бетонные; в) кирпично-блочные; г) кирпично-бетонная
 кладка с узлами жёсткости; д) колодезная.

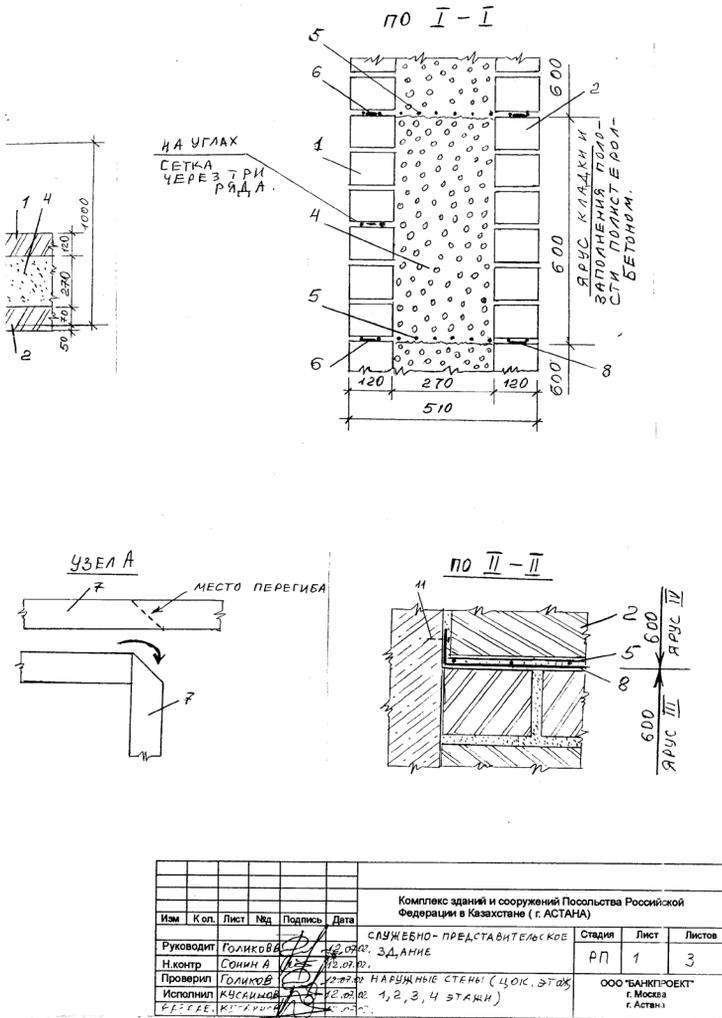


Рис. 2.9.9. Конструкция облегчённой, самонесущей кирпичной наружной стены здания Российского посольства в Астане: 1 – наружная верста из лицевого, полнотелого кирпича; 2 – внутренняя верста из силикатного кирпича; 4 – пенополистиролбетон; 5 – арматурная сетка связывающая вёрсты кладки; 6 и 8 – анкерные пластины для крепления стены к колоннам каркаса.

Трёхслойная кладка с плитным утеплителем

Трёхслойная кладка с плитным утеплителем позволяет возводить основные стены толщиной от 38 до 43 см, когда используется полный кирпич. При использовании пустотелого материала толщину можно уменьшить на 25 см. Слой утеплителя составляет от 5 до 20 см. Поверх него укладывается облицовочная кладка в полкирпича. Для того чтобы облицовка хорошо держалась, используют металлическую перевязь в виде кладочной сетки, проволоки или высечки, прессовки.

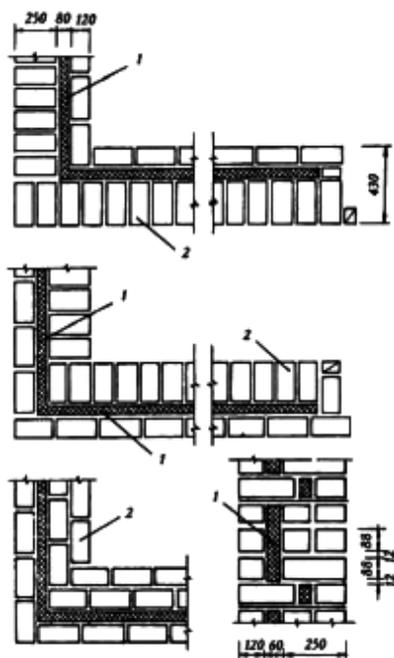


Рис. 1 Кладка с прослойкой (60 мм) для утеплителя (в мм):
1 - утеплитель, 2 - кладка

Рис. 2.9.10. Трёхслойная кладка с утеплителем: 1 – утеплитель толщ. 60 мм.

При этом варианте расход кирпича сокращается на 15-20% по сравнению со сплошной кирпичной кладкой стены толщиной 51 см и на 35-40% – стены толщиной 64 см. Сопротивление теплопередаче стены

при использовании в качестве утеплителя минеральной ваты увеличивается на 60%, при использовании пенополистирола – на 100%, на 35% уменьшается расход раствора и на 10% снижаются трудозатраты. Для возведения таких стен может быть использован как полнотелый, так и эффективный (пустотелый) кирпич. Лицевые ряды кладки перевязывают с основной стеной через 4-6 рядов. Наружную сторону таких стен, как правило, штукатурят для снижения вероятности продувания.

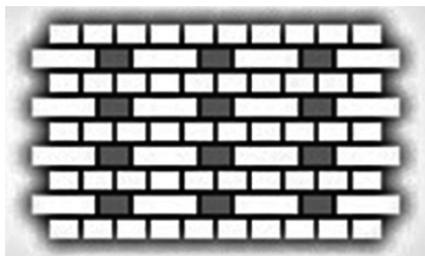
Применять облегчённые кладки нужно крайне осмотрительно. По прочности и устойчивости такие стены заметно уступают однородным. К тому же в процессе эксплуатации невозможно проверить, что происходит с внутренним заполнением.

2.9.5. Ретро конструкции несущих стен с системам перевязкой швов прошлых эпох

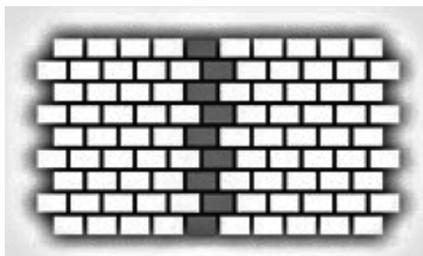
В XXI-м веке возрастает интерес к системам перевязки швов кирпичной кладки средних веков и особенно Готической эпохи зодчества.

В начале этого раздела подробно рассмотрены традиционные и новейшие технологии возведения арок, куполов, цилиндрических, монастырских и крестовых сводов. В этом подразделе рассмотрим некоторые системы перевязки швов, которые необходимы при проектировании и особенно при возведении усадеб в ретро стиле.

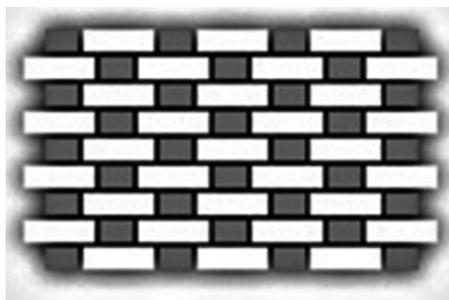
Основные системы перевязки швов в средние века



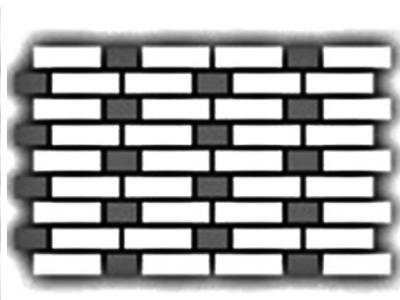
Голландская система



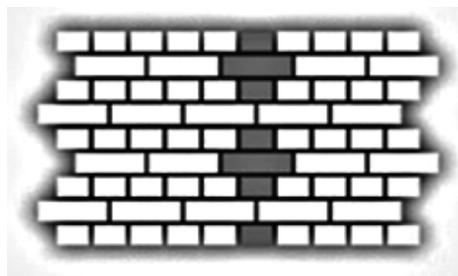
Тычковая система



Фламандская система



Вендская система



Английская система

Рис. 2.9.11. Основные системы перевязки швов кирпичной кладки средних веков в Европе.

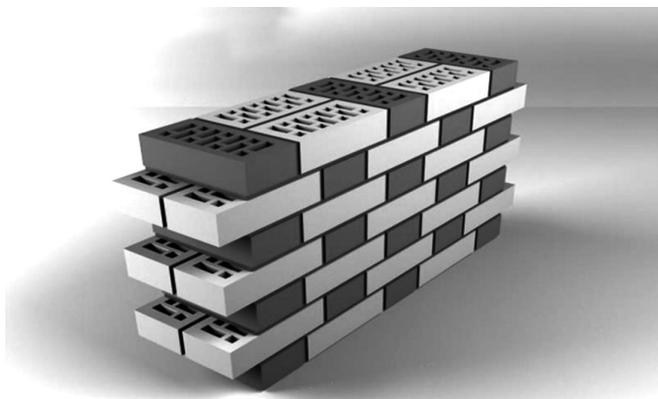
Вендская система перевязки швов кладки, (смотри рис. 2.9.11 и фотофакт 2.9.5) – наиболее древняя кирпичная кладка в Европе (Ломбардия XII век, Силезия – XII-XIII век, Мазовия, Малая Польша – XIII век). В XIII веке использовалась в Галицко-Волынском княжестве. Характерна для зодчества Волыни. В Великом княжестве Литовском появилась в начале XIV века. В течение XV в. постепенно вышла из употребления и была заменена на более совершенную **готическую**.

В Средние века немцы вендами (нем. Wenden) называли всех славян, живущих по соседству. Состоит из слоя в которых два ложка чередуются одним тычком. (Второй ряд в идеальной лицевой кладке сдвигается на 1/4 часть кирпича относительно предыдущего ряда в одном направлении).

Вендскую систему перевязки швов ещё называют Балтская (балтийская) – такой термин предложен Абрамаускасом, исходя из того, что такой тип кладки распространен в регионе Балтийского моря. Надо отдельно отметить, что в «моде» в XII-XVI веках были готическая и вендская кладка – кирпичи часто красились в черный, коричневый, зеленый и желтый цвета, что придавало строению нечто «иерусалимское». Все-таки замки строились не просто так, из соображений сугубо военной целесообразности, – немецкие рыцари-храмовники воспринимали их как Земной Иерусалим (тот, настоящий, южный, с Гробом Господним, был им недоступен).



Фотофакт – 2.9.5. Фрагмент крепостной стены в Кёнигсберге, где видна вендская система перевязки швов. Готическая или фламандская система перевязки швов кладки, (смотри рис. 2.9.11 и фотофакт 2.9.6.)



Фотофакт – 2.9.6. Готическая, (фламандская) система перевязки швов кирпичной кладки.

В течение XV века вендская система перевязки швов постепенно вышла из употребления и была заменена на более совершенную готическую, (смотри фотофакт – 2.9.6.). Да, именно более прочную так как в каждом ряду тычковый кирпич чередуется не через два ложковых кирпича, а через один. Готическая система перевязки швов кирпичной кладки так же называется польской т.к. она преобладает над другими системами перевязки швов именно в Польше. На рис. 2.9.12. хорошо видна полная перевязка швов в прямом угле, что обеспечивает высокую прочность стен и это доказано временем.

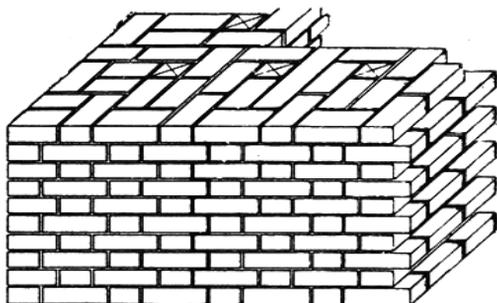


Рис. 2.9.12. Перевязка швов в прямом угле по готической системе перевязки швов.



Фотофакт – 2.9.7. Ерименгау. Усыпальница девушке Айман. Стены возведены по готической, (фламандской) системе перевязки швов кирпичной кладки автором книги.

Тычковая система перевязки швов кирпичной кладки

Тычковая система перевязки швов широко применялась в Москве в начале XIX века, затем в С-Петербурге. Прежде всего она предназначена для крепостных стен так как тараном разбивать тычковую кладку труднее и следовательно значительно дольше. По этому крепостные

стены в Италии, да отдельные участки стен Московского Кремля возведены по тычковой системе перевязки швов, (см. рис. 2.9.13 и фотофакт – 2.9.8 и 2.9.9).

д)

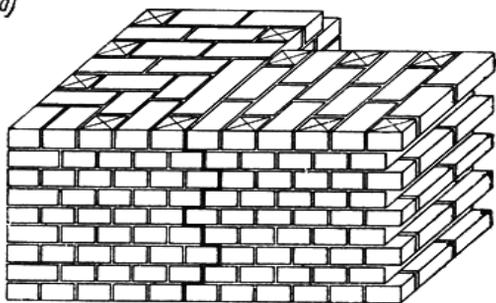
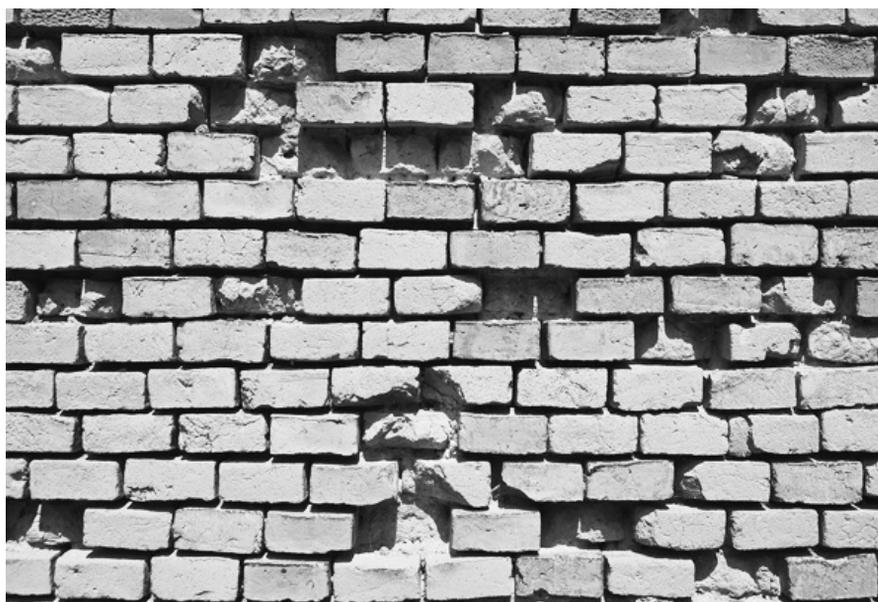


Рис. 2.9.13. Перевязка швов в прямом угле по тычковой системе перевязки швов.



Фотофакт – 2.9.8. Тычковая система перевязки швов кирпичной кладки. Италия, фрагмент крепостной стены.



Фотофакт – 2.9.9. С-Петербург. Здание возведённое из кирпича по тычковой системе перевязки швов.

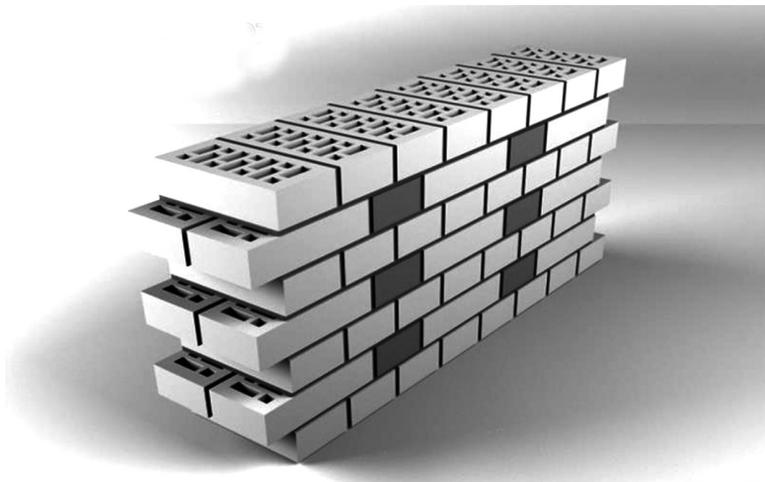
Английская, (крестовая) система перевязки швов кирпичной кладки

Английская система перевязки швов, её ещё называют крестовой, в Советском Союзе её по идеологическим соображениям называли цепной, либо однорядной, и порой двухрядной. Кладку выполняют чередованием тычковых и ложковых рядов, при этом каждый вертикальный шов между кирпичами или камнями нижерасположенного ряда перекрываются. Это одна из древнейших систем перевязки швов в Европе и только Голандская система перевязки швов её превосходит, но по широте применения ей нет равных. До 1958 года английская, (крестовая) система перевязки швов кирпичной кладки была основной системой в Казахстане, (см. фотофакт – 2.9.10).



Фотофакт – 2.9.10. Астана. Фрагмент фасада усадьбы купца Моисеева:
1 – кладка по английской, (крестовой) системе перевязки швов;
2 – лучковая арка с объёмной декорацией.

Голландская система перевязки швов кирпичной кладки



Фотофакт – 2.9.11. Голландская система перевязки швов кирпичной кладки.

Голландская система перевязки швов кирпичной кладки представляет собой перевязку, при которой один ряд укладывается только тычком, а следующий – чередованием ложка и тычка. Это система перевязки швов обеспечивает самую высокую прочность кладке стен, но она в то же время самая трудоёмкая и только по этому не так популярна как английская и готическая системы перевязки швов. В странах СНГ её практический нет.

2.9.6. Личный пример ретро проектирования и возведения зданий и сооружений из кирпича

Реконструкции средней школы в посёлке «Ундрус»

В начале декабря 2002 ко мне с просьбой обратился директор ТОО «Кыпшак» К. Карбаев, который попросил разработать рабочий проект реконструкции средней школы в посёлке «Ундрус» Астраханского района Акмолинской области. Причём фасады должны быть в национальном стиле.

Почему он обратился именно ко мне. Дело в том, что проезжая мимо Ильинского некрополя К. Карбаев обратил внимание на усыпальницу с куполом спроектированную и возведённую мной лето 1999 года и он уже знал кто работает в национальном стиле. За декабрь месяц 2002 года я с коллегой А. Сониным выполнил обмерные работы и разработал эскизный проект и после согласования с заказчиком, к началу марта 2003 года, завершил работы по рабочему проекту.

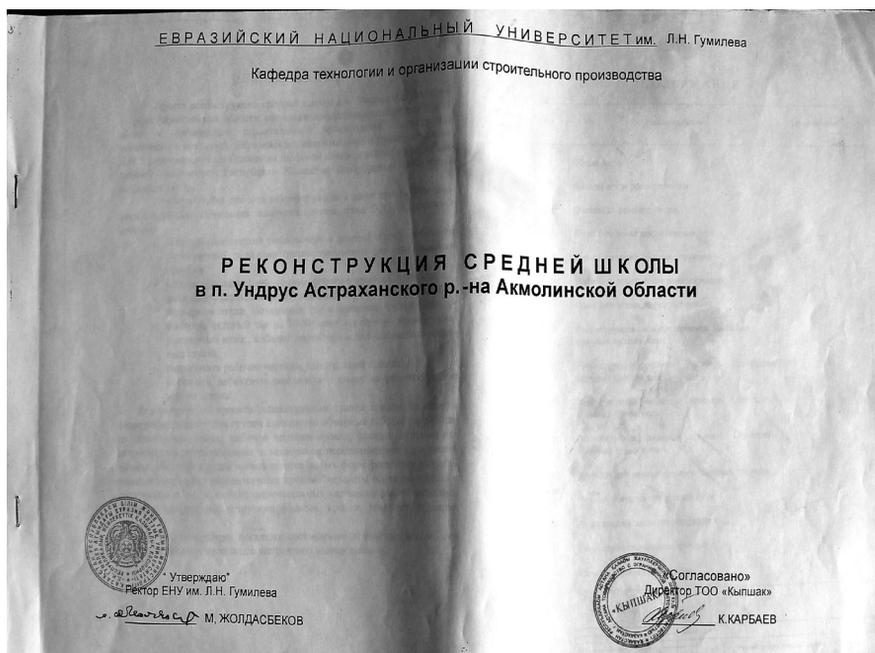


Рис. – 2.9.14. Титульный лист рабочего проекта реконструкции средней школы в посёлке «Ундрус» Астраханского района Акмолинской области.

Для превращения здания школы, внешне похожей на казарму, во дворец знаний я предложил прямоугольные оконные проёмы превратить в двойные проёмы с арками аль-Фараби, что можно было осуществить очень просто, (смотри фотофакт – 2.9.20 и 2.9.21 и др. фотофакты).

Рабочий проект реконструкции средней школы в посёлке «Ундрус» Астраханского района Акмолинской области был безвозмездно передан директору ТОО «Кыпшак» К. Карбаеву в год поддержки аула объявленный Президентом Республики Казахстан Нурсултаном Назарбаевым.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Проект реконструкции средней школы в п. Ундрус Астраханского р-на Акмолинской области выполнен сотрудниками кафедры технологии и организации строительного производства Естественно-технического института Евразийского Национального университета им. Л.Н. Гумилева в порядке оказания шефской помощи школе в год, объявленный Президентом Республики Казахстан Назарбаевым Н.А. годом поддержки аула.

При разработке проекта реконструкции здания школы учитывались следующие пожелания заказчика (руководства ТОО «Кыпшак» и школы):

- с целью сокращения теплопотерь в зимний период и защиты от солнечной радиации летом уменьшить размеры оконных проемов;
- придать фасадам современные формы в национальном стиле;
- выполнить перепланировку помещений 1-го и 2-го этажей - на первом этаже, объединив два помещения (класса) предусмотреть актовый зал на 70-80 мест, на втором этаже – компьютерный класс, кабинет директора и два специализированных класса;
- разработать рабочие чертежи конструкций кровли;
- составить дефектную ведомость и смету на реконструкцию здания школы.

Для разработки проекта реконструкции здания школы на первом этапе работы проектная группа выполнила обмерные работы, разработала поэтажные планы, рабочие чертежи кровли, фасадов, которые использовала для согласования с заказчиком перепланировок помещений здания. На втором этапе велись поиски новых форм фасадов и разрабатывались варианты реконструкции кровли. Варианты согласовывались с заказчиком и после выбора окончательных вариантов разрабатывались рабочие чертежи реконструкции фасадов, кровли, помещений здания школы.

Третий этап работы посвящен составлению дефектных ведомостей на капитальный ремонт и реконструкцию здания школы.

Рис. – 2.9.15. Общая часть рабочего проекта реконструкции средней школы в посёлке «Ундрус».

СОДЕРЖАНИЕ

Лист	Наименование	Примечание
1	Общая часть	
2	Фасады после реконструкция	
3	Фасады до реконструкции	
4	План 1-го этажа после реконструкции	
5	План 1-го этажа до реконструкции	
6	План 2-го этажа после реконструкции	
7	План 2-го этажа до реконструкции	
8	Реконструкция оконных проемов. Двойные арочные проемы типа 1	
9	Реконструкция оконных проемов. Одинарные арочные проемы типа 2.	
10	Реконструкция оконных проемов. Одинарный арочный проем типа 3.	
11	Реконструкция оконных проемов. Одинарные арочный проем типа 4.	
12	Кружала для возведения арок оконных проемов.	
13	Трехступенчатая порталная арка.	
14	План кровли после реконструкции	
15	План стропильных конструкций	
16	Конструкции и узлы кровли.	

Реконструкция средней школы в п. Ундрус						
Изм.	К.оп.	Лист	№	Подпись	Дата	
	Руководит.	Бакенов		<i>[Подпись]</i>	12.01.03	ОБЩАЯ ЧАСТЬ
	ГМП	Кусинов		<i>[Подпись]</i>	12.01.03	
	ГАП	Кусинов		<i>[Подпись]</i>	12.01.03	
	Н.контроль	Санин		<i>[Подпись]</i>	12.01.03	Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева кафедра ТКОСП
	Исполнил	Кусинов		<i>[Подпись]</i>	12.01.03	
		Стадия	Лист	Листов		
		РП	1	16		

Рис. – 2.9.16. Содержание рабочего проекта реконструкции средней школы в посёлке «Ундрус».

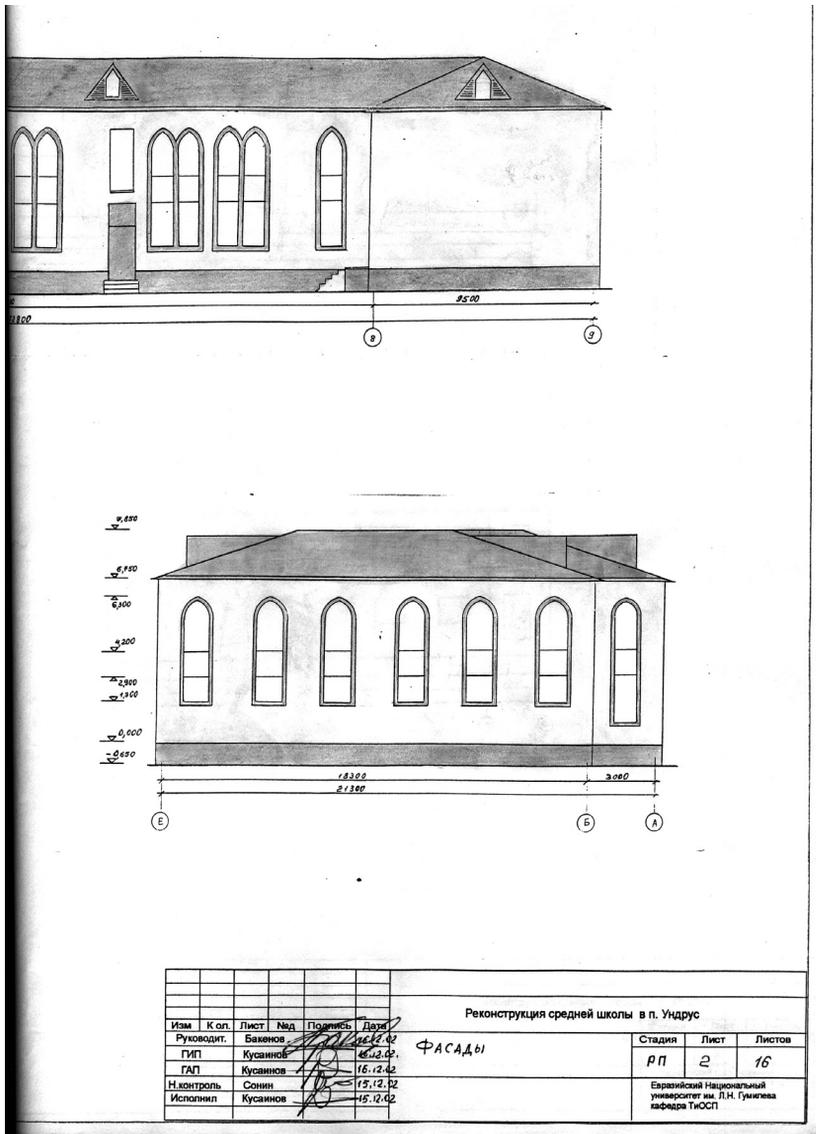


Рис. – 2.9.17. Фрагмент рабочего проекта реконструкции средней школы в посёлке «Ундрус».



Фотофакт – 2.9.13. Фасады школы в п. «Ундрус» до реконструкции, действительно как казарма.



Фотофакт – 2.9.14. Фасады школы в п. «Ундрус» после реконструкции.



Фотофакт – 2.9.15. Фасад спортивного зала школы до реконструкции.



Фотофакт – 2.9.16. Фасад спортивного зала школы после реконструкции.



*Фотофакт – 2.9.17. Фасад школы в осях
Б(9-4), А(4-1) до реконструкции.*



*Фотофакт – 2.9.18. Фасад школы в осях
Б(9-4), А(4-1) после реконструкции.*



Фотофакт – 2.9.19. Фасад школы в осях Д(4-8) после реконструкции.



*Фотофакт – 2.9.20. Фасад школы в осях Д(5-8)
в процессе реконструкции.*



Фотофакт – 2.9.21. Вид на реконструируемые оконные проёмы в осях Б(5-6).



Фотофакт – 2.9.22. Фрагмент интерьера после реконструкции.

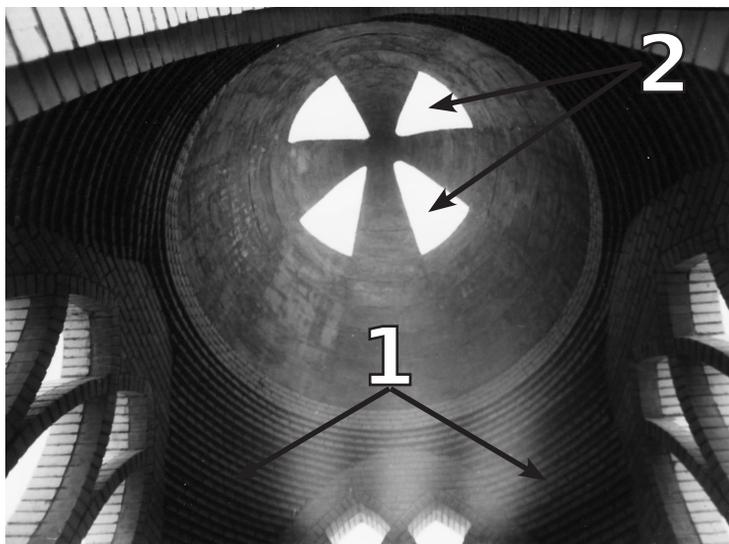


Фотофакт – 2.9.23. Фрагмент входной группы в осях Д(4 – 5): трёхступенчатая арка аль-Фараби; 2 – двойные арки аль-Фараби.

**Проектирование и возведение усыпальницы
на Ильиновском некрополе**



Фотофакт – 2.9.24. Усыпальница спроектирована и возведена Майданом Кусаиновым летом 1999 года. Ильиновский некрополь в 16 км. юго-западнее г. Астаны. Диаметр купола 5,5 м. Технология возведения запатентована автором проекта.



Фотофакт – 2.9.25. Вид на ступенчато – кольцевые паруса и купол с помещением: 1 – ступенчато – кольцевые паруса; 2 – оконные проёмы в куполе.



Фотофакт – 2.9.26. Вид на аркатурный карниз и купол: 1 – аркатурный карниз; 2 – купол из комозитного материала, (комбинация кирпича и монолитного ж/б.

Проектирование и возведение усыпальницы знатной кыпчакской женщине на городском кладбище



*Фотофакт – 2.9.27. Усыпальница спроектирована и возведена
Майданом Кусаиновым в сентябре 2000 года .*



Фотофакт – 2.9.28. Вид на усыпальницу с северного направления.



Фотофакт – 2.9.29. Вид на усыпальницу с юго-западного направления.



Фотофакт – 2.9.30. Усыпальница после облицовки плитами из камня «габро».



Фотофакт – 2.9.31. Усыпальница после облицовки плитами из камня «габро».

Проектирование и возведение усыпальницы в г. Ерементау

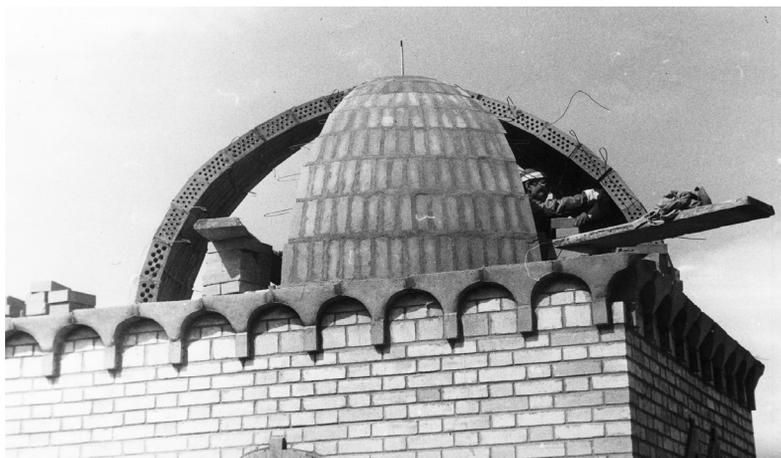
В июне 1996 года ко мне обратились просьбой спроектировать и возвести усыпальницу трагической погибшей девушке Айман. Усыпальницу с куполом. Когда я показал аксакалам г. Ериментау эскиз, то они отвергли проект, т.к. по обычаям северных казахов для входа в усыпальницу аруаха (духа) усопших в куполе должны быть окна. Пришлось за два дня и две ночи разработать технологию возведения купола с проёмами. Новый эскиз понравился аксакалам. Новая технология, (я получил патент на изобретение), полностью «ломала» традиционные, многовековые технологии возведения куполов, (подробнее смотри подраздел 2.2). Всё приспособления и оборудование для возведения ступенчато-кольцевых парусов и самого купола с оконными проёмами пришлось делать самому при помощи кувалды, наковальни

_____ Технология возведения зданий и сооружений из кирпича и камня

используя шаблоны нарисованные в натуральную величину на стенах сарая. Кладку стен усыпальницы выполнял по готической, (фламандской) системе перевязки швов кирпичной кладки. Арки над оконными проёмами готические – классические.



Фотофакт – 2.9.32. Усыпальница девушке Айман в Ериментау, возведена летом 1996 года.



Фотофакт – 2.9.33. Процесс возведения купола по новейшей технологии М. Кусяинова, (авторское свидетельство №)



Фотофакт – 2.9.34. Вид на купол и проёмы в куполе со стороны помещения.



Фотофакт – 2.9.35. Вид на ступенчато-кольцевой парус.



Фотофакт – 2.9.36. Конец августа 1996 года.

Проектирование и возведение здания усадьбы на дачном участке, автор и каменщик М.Кусаинов

Экспериментальной площадкой для моих изобретений по аркам, куполам и сводам стало возводимое мной здание – усадьба, где я в процессе кладки арок различных форм, цилиндрического свода, при изготовлении пружинных кружал, разметке рисок на кружалах зарождались идеи и затем на рабочем столе оформлялись заявки на изобретения. Всё это происходило в восьмидесятые годы прошлого столетия.

Как возникли комплекты приспособлений для возведения арок и сводов здания – усадьбы. Прежде всего ограниченность в материалах и времени заставили меня изобретать простые в изготовлении не дорогие по материалам приспособления, да и не требующих много времени на создание.

Техническая и справочная литература рекомендует для изготовления кружал, как арочных, так и для сводов использовать деревянные доски толщиной 30 и более мм., либо стальной лист и металлический уголок. Такие кружала громоздки и материалоемки, да трудоёмки в изготовлении. Решил кружало для возведения арок изготовить из стальной полосы сечением (100 x 3) мм., получил лёгкое и удобное кружало, практический вечное и времени на изготовление ушло всего 12 мин., а из инструментов были нужны лёгкая кувалдочка и в качестве наковальни – два обломка тротуарного бордюра, (см. рис. 2.6.). Для установки пружинного кружала в проектное положение, вместо деревянных столбиков применил горбыль толщ. 40 мм., (см. рис. 2.7). Всё дешёво, не трудоёмко в изготовлении и вечное по оборачиваемости. Осенью оформил заявку на изобретение, через год получил авторское свидетельство на изобретение. Для возведения над 1-м этажом перекрытия из кирпичного цилиндрического свода разработал скользящее кружало и «сухой» способ возведения свода, (см. рис. 2.27). Осенью оформил очередные заявки на изобретения и получил положительные решения. В процессе возведения здания усадьбы оформил семь заявок на изобретение и на все получил патенты.



Фотофакт – 2.9.37. Торцовый фасад моего дачного здания – усадьбы.

Реконструкция здания мечети Богембай батыра в п. Косшы

В конце июня 2001 года ко мне обратился А. Жусупов с просьбой выполнить рабочий проект реконструкции здания мечети Богембай – Батыра в п. Косшы. Почему реконструкции и именно ко мне. Дело в том, что в «старом» рабочем проекте у главного портала мечети заложена мавританская практический европейская арка, а я в это время пропагандировал арки Аль-Фараби, т.е наши национальные, да и рабочего проекта минарета с винтовой лестницей не было – не знали как проектировать. На рис. 2.9.19. в общей части проекта дан регламент проекта, а на рис. 2.9.20. ведомость рабочих чертежей. Общий вид мечети на фотофакте – 2.9.38.

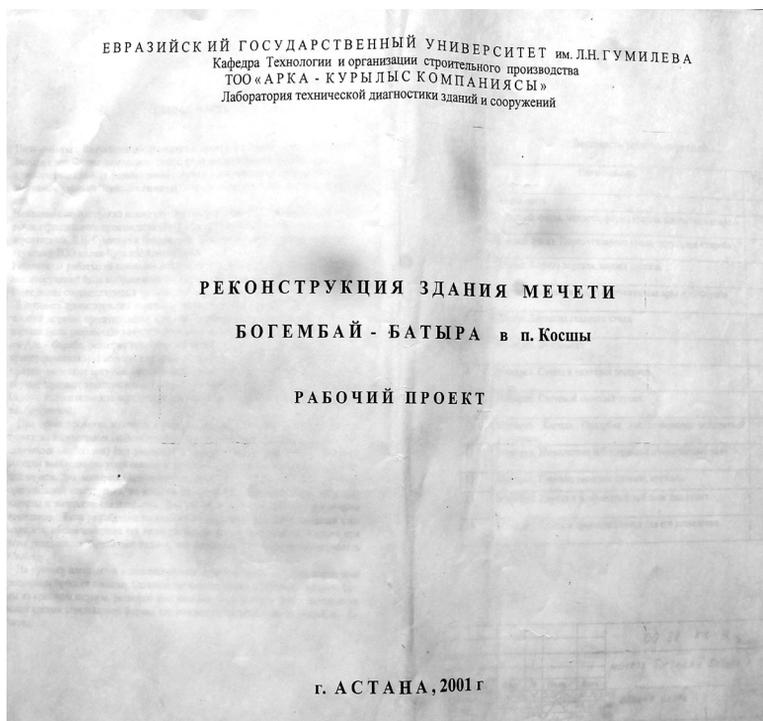


Рис. – 2.9.18. Титульный лист рабочего проекта реконструкции здания мечети в посёлке «Косшы» Акмолинского района, Акмолинской области.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Цель работы : Визуальное обследование возведенного здания мечети Богембай – Батыра в пос.Косшы Ақмолинской области на предмет реконструкции портала главного входа, поиска формы главного купола и разработки проекта минарета .

Исходные данные: Черновые варианты эскизов западного и южного фасадов здания.

Исполнители: Авторский коллектив сотрудников кафедры технологии и организации строительного производства (ТиОСП) Евразийского Государственного университета им. Л.Н. Гумилева и Лаборатории технической диагностики зданий и сооружений ТОО «Арка-Курьлыс компаниясы».

Результаты работы: на основании анализа форм куполов мусульманских культовых сооружений была выбрана шлемовидная форма главного купола мечети, наиболее полно соответствующая полководческому образу Богенбая.

В процессе проектирования отдельных частей и элементов здания вместо не отвечающей нормам проектирования арки, являющейся частью главного (входного) портала была разработана конструкция классической трехступенчатой арки системы Аль - Фараби, рельефно выступающей за пределы плоскости стен портала. Запроектированная арка возведена из красного кирпича. Цвет и трехступенчатый рельеф арки выделяют арку Аль - Фараби на портале главного входа. Выразительность портала придают трехступенчатый рельеф из красного кирпича, карниз и корона. Особую выразительность порталу придают полуциркулярная лестница, облицованная брусчаткой.

При проектировании минарета с учетом сложных грунтовых условий (по результатам исследования свойств грунтов было установлено, что они обладают просадочными свойствами) был рассчитан и запроектирован фундамент, обеспечивающий необходимую устойчивость и надежность одного из важнейших сооружений мечети. Для минарета была запроектирована и выполнена винтовая лестница оригинальной конструкции, на которую авторами проекта ранее были получены патенты и авторские свидетельства. Для нее была также разработана технология возведения. Была разработана технология и приспособления для возведения стен минарета, обеспечивающие его геометрическую форму (конусность). Кирпич при этом укладывался тычковыми рядами, что позволило улучшить технологичность кладки.

На уровнях площадки и основания купола минарета предусмотрены кирпичные рельефные пояса со сливами. Оконные проемы основные и световые предусмотрены из красного кирпича, рельефно выступающие из плоскости стен с двухцентровыми арками стреловидной формы, что соответствует деятельности Богембая - Батыра.

Рис. – 2.9.19. Общая часть рабочего проекта реконструкции здания мечети в посёлке «Косшы» .

Ведомость рабочих чертежей

Лист	Наименование	Примечание
1	Общая часть	
2	Западный фасад, минарет, форма купола, покрытие минарета	
3	Южный фасад. Портал главного входа, полусфера махраба	
4	Портал. Карниз портала, корона портала	
5	Портал, Главный вход, трехступенчатая арка Аль-Фараби	
6	Портал. Лестница главного входа	
7	Минарет. Фундамент.	
8	Минарет. Стены и винтовая лестница.	
9	Минарет. Световой оконный проем.	
10	Минарет. Карниз. Опалубка для возведения монолитной площадки.	
11	Минарет. Монолитная ж/б площадка и монолитный пояс.	
12	Минарет. Главные оконные проемы, кружала.	
13	Минарет. Карниз и монолитный ж/б пояс под купол.	
14	Минарет. Купол и приспособления для его возведения.	

						00 88 КК - М			
						МЕЧЕТЬ БОГЕМБАЙ БАТЫРА В П. КОСШЫ			
Изм	Кол	Лист	№	Подп	Дата				
Руковод.		БИЖАНОВ К.		<i>[Signature]</i>	10.08.2001	ОБЩАЯ ЧАСТЬ	Стадия	Лист	Листов
Разраб		КУСАИНОВ М.		<i>[Signature]</i>	10.08.2001		РП	1	14
Исполн.		КУСАИНОВ М.		<i>[Signature]</i>	10.08.2001				
ГИП		БАКЕНОВ А.		<i>[Signature]</i>	10.08.2001	МИНАРЕТ, ПОРТАЛ.	Кафедра ТнОСП ЕАГУ им. Л.Н. Гумилева ЛТДЗис, ТОО «АкКо»		
Проверил		СОНИН А.		<i>[Signature]</i>	10.08.2001				
Эксперт		ЖУСУПОВ А.		<i>[Signature]</i>	10.08.2001				

Рис. – 2.9.20. Содержание рабочего проекта реконструкции здания мечети в посёлке «Косшы».

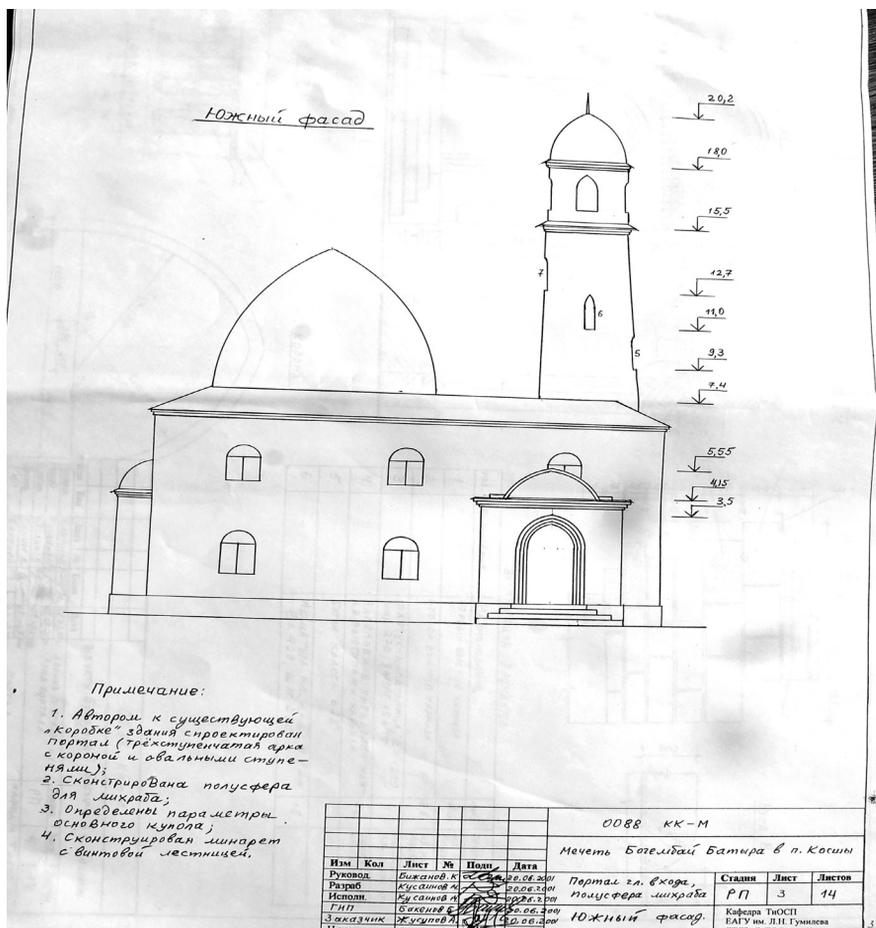


Рис. – 2.9.21. Фрагмент рабочего проекта реконструкции здания мечети в посёлке «Косшы».

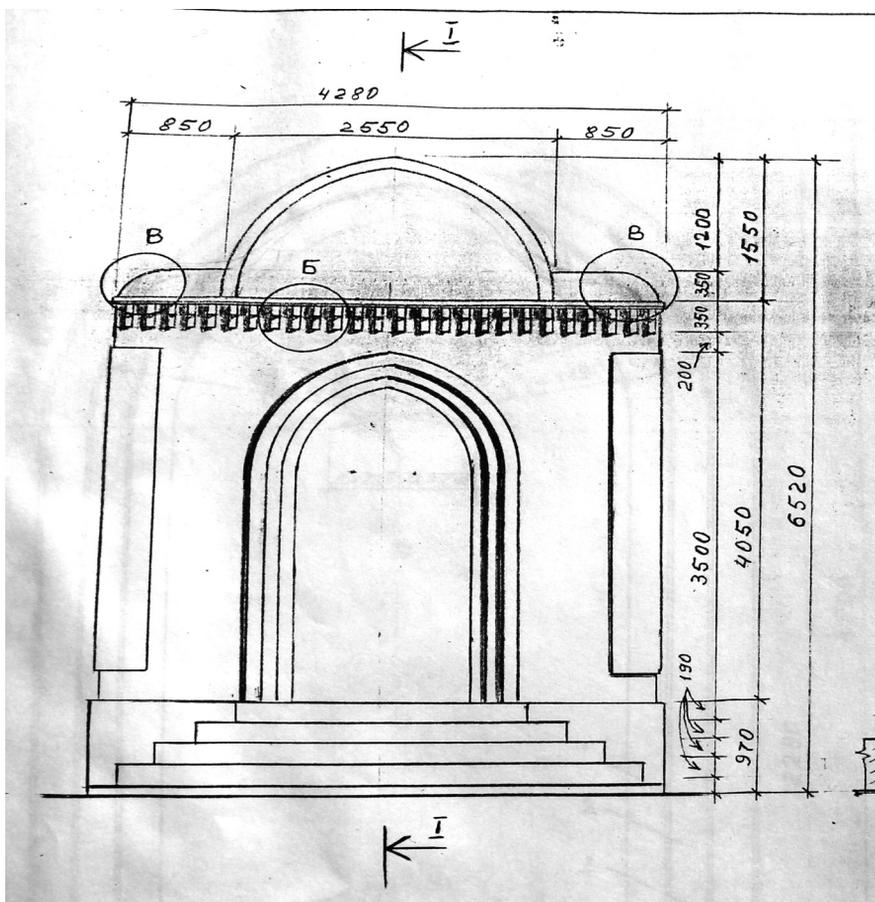


Рис. – 2.9.22. Фрагмент рабочего проекта реконструкции здания мечети



Фотофакт – 2.9.38. Открытие мечети.



Фотофакт – 2.9.39. Вид на винтовую лестницу минарета.

2.10. Неудачные конструкции несущих наружных стен из кирпича в многоэтажных зданиях XXI века

2.10.1. Конструктивные и технологические проблемы при возведении наружных многослойных стен систем К-58 и К-69

Многослойные несущие наружные стены систем К-58 и К-69 появились в Казахстане при интенсивной застройке новой столицы Астаны в начале XXI века. При старой нормативной базе для теплотехнического расчёта толщины стен было достаточно применять многослойные несущие наружные стены систем К-58, но в 2004 году изменились нормативные требования для теплотехнического расчёта стен, и тогда потребовалась система К-69, которая существует и по сей день, (смотри рис. 2.8.1.). Однако проектные фирмы под экономическим давлением богатых заказчиков увеличивают количество этажей в зданиях из кирпича с многослойными несущими наружными стенами, доводя число этажей до 11-12, тогда как, ещё в СССР, была выпущена типовая серия «Детали многослойных кирпичных и каменных стен жилых и общественных зданий», где серии К-58 и К-64 допускаются только для зданий не более 5-и этажей. Все дефекты современных жилых комплексов с многослойными несущими наружными стенами вызваны прежде всего именно нарушением норм проектирования и только после нарушениями технологической дисциплины при возведении таких стен.

Кроме указанного выше нарушения в рабочих чертежах кладки из модульного кирпича в многослойных системах К-69 и К-71 допущены несколько ошибок, (смотри рис. 2.10.2): ложковый, фасадный ряд состоит из пяти рядов (2, 3, 4, 4, 5), что допустимо только для обычного, но не модульного кирпича; в основной несущей стене из силикатного кирпича кладка вертикальными продольными швами разделена на четыре почти не связанные стенки толщиной 0,5 кирп.

Автор книги предложил модернизировать кладку систем К-69 и К-71, где устранены ошибки рабочего проекта проектной фирмы, (см. рис. 2.10.3): ложковый, фасадный ряд состоит из трёх рядов (1, 2, 3), что необходимо для модульного кирпича; в основной несущей стене из силикатного кирпича кладка вертикальными продольными швами

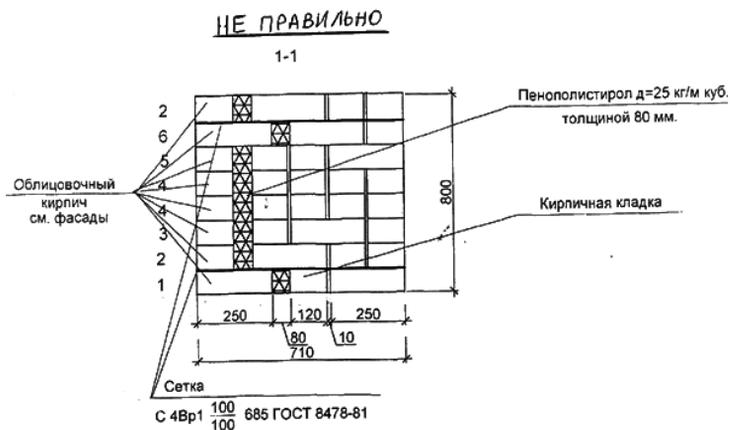


Рис. – 2.10.2. Кладка из модульного кирпича, многослойная система К-71. В рабочем проекте проектной фирмы несколько ошибок: ложковый, фасадный ряд состоит из пяти рядов (2, 3, 4, 4, 5), что допустимо только для обычного, но не модульного кирпича; в основной несущей стене из силикатного кирпича кладка вертикальными продольными швами разделена на четыре почти не связанные стенки толщиной 0,5 кирп.

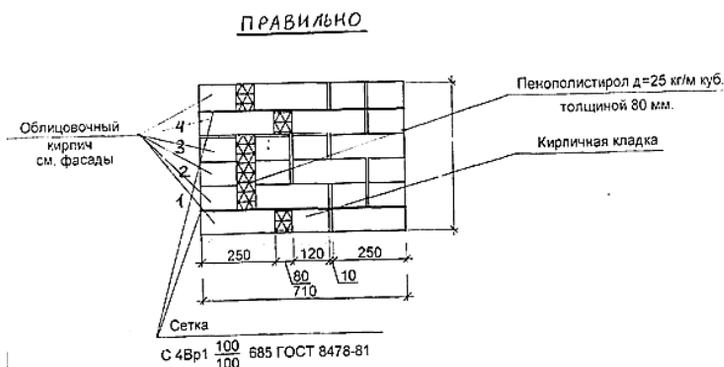


Рис. – 2.10.3. Кладка из модульного кирпича, многослойная система К-71, где устранены ошибки рабочего проекта проектной фирмы: ложковый, фасадный ряд состоит из трёх рядов (1, 2, 3), что необходимо для модульного кирпича; в основной несущей стене из силикатного кирпича кладка вертикальными продольными швами не разделена на четыре не связанные между собой стенки толщиной 0,5 кирп.

2.10.2. «Температурные ножницы» в наружных, самонесущих многослойных стенах многоэтажных зданий

В первые годы эксплуатации многоэтажных жилых комплексов с многослойными несущими наружными стенами обнаружилось множество дефектов возникших, как по вине проектировщиков, так и от нарушения регламента рабочего проекта, а так же при нарушениях технологической дисциплины при выполнении операций и процессов по возведению многослойных наружных несущих и самонесущих стен.

В этом подразделе мы рассмотрим дефекты возникающие в самонесущих участках наружных многослойных стен, где сборные железобетонные плиты перекрытия не опираются на наружные стены. Это участки самонесущих стен лестничных клеток, где плиты перекрытия площадок опираются на поперечные несущие стены лестничной клетки и торцевые стены здания.

На рис. 2.10.4 и 2.10.5. представлена схема «работы температурных ножниц». В самонесущей, многослойной, наружной торцевой стене – 1 примыкающей к продольной несущей стене – 2, которая загружена сборными ж/б плитами перекрытия хорошо видна «работа температурных ножниц», (термин введён автором впервые).

Если более детально рассмотреть разрез самонесущей, многослойной, наружной торцевой стены, (смотри рис. 2.10.5.), то можно наблюдать причины образования «температурных ножниц». В самонесущей, многослойной стене, главную роль шарнира двух ножей «ножниц» играет утеплитель 3 типа «PAROC», который создал резкий контраст температур, именно на фасадной, лицевой поверхности стены – 1, толщиной 0,5 кирп. (-20°C), а на внутренней поверхности стены примыкающей к утеплителю со стороны обогреваемой стены ($+15^{\circ}\text{C}$). При такой разности температур, по разные стороны утеплителя, (шарнир ножниц), наружный, лицевой слой кладки сильно охлаждается (до -20°C), так как утеплитель не позволяет теплу с помещения прогреть наружный слой кладки, который сильно сжимается, (смотри стрелку -4 на рис. 2.10.5), а внутренний слой кладки обогретый теплом с помещения и изолированный от воздействия мороза утеплителем вытягивается вдоль стрелки – 5. В итоге наружный слой стены выгибается

в сторону улицы и «рвёт» продольную несущую стену, где образуются косые деформационные трещины – 4, (смотри рис. 2.10.4).

Для нейтрализации действия «температурных ножниц» необходимо инженеру авторского надзора от проектной организации, особенно тщательно контролировать процессы по устройству монолитных ж/б поясов на этажах многоэтажного кирпичного здания и правильного армирования кладки.

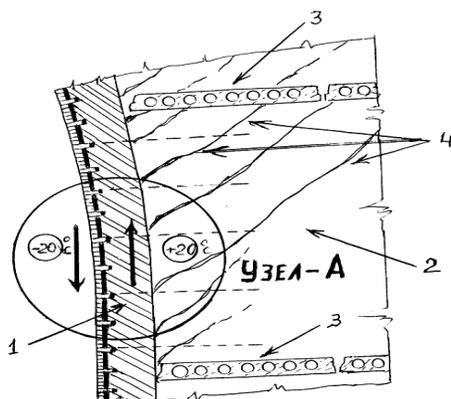


Рис. – 2.10.4. «Работа температурных ножниц»: 1 – самонесущая, многослойная торцевая стена системы К-69; 2 – несущая продольная стена; 3 – сборные ж/б плиты перекрытия; 4 – косые деформационные трещины.

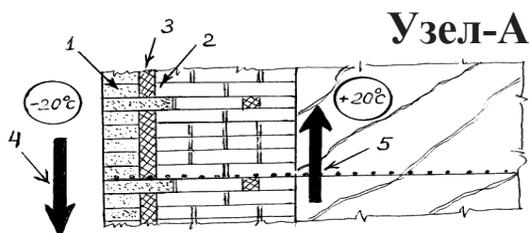


Рис. – 2.10.5. Детализовка фотофакта – 2.8.3., узел – А : 1 – облицовка из керамического кирпича; 2 – основная стена из силикатного кирпича; 3 – утеплитель типа «PAROC» или экструзивный пенополистирол; 4 – направление усилия «ножницы» вниз при морозном воздействии на облицовку; 5 – направление усилия «ножницы» вверх от нагрева основной стены.

3. ПРОБЛЕМЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЖЁСТКОСТИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ КИРПИЧА

Для обеспечения пространственной жёсткости многоэтажных зданий из кирпича необходимы конструктивные решения:

- тщательная анкеровка сборных ж/б плит перекрытий и покрытий специальными анкерами к наружным и внутренним несущим стенам и между собой, (смотри рис. 3.1. и 3.2.);
- тщательная заделка продольных и поперечных швов между сборными ж/б плитами перекрытий и покрытий;
- особый контроль армирования и перевязки швов кирпичной кладки в узлах примыкания и пересечения стен;
- особый контроль армирования и кладки стен лестничных клеток и лифтовых шахт. По возведению.

При выполнении строительных процессов многоэтажных зданий из кирпича обеспечить полноту соблюдения регламента рабочего проекта и исполнения в полной мере технологической дисциплины далеко не всем удаётся. Из опыта работы инженером технического надзора, затем инженером авторского надзора представлю наиболее часто допускаемые нарушения, как регламента рабочего проекта, так и технологической дисциплины при выполнении строительных операций и процессов.

По рабочему проекту анкеровку сборных ж/б плит перекрытий и покрытий необходимо выполнять из арматуры класса А-1, диаметром 10 мм., причём хвосты анкеров запасованные в монтажные петли или арматуру плит перекрытий, привариваются ручной дуговой сваркой и длина сварного шва должна быть не менее (50-80) мм., (смотри рис. 3.2.).

Вариант не правильной анкеровки смежных сборных ж/б плит перекрытий опирающихся на внутреннюю несущую стену представлен на фотофакте – 3.1.

Важное значение имеет процесс определения и выравнивания монтажного горизонта несущих наружных и внутренних стен для правильного опирания сборных ж/б плит перекрытий и покрытий, (смотри рис. 3.3.).

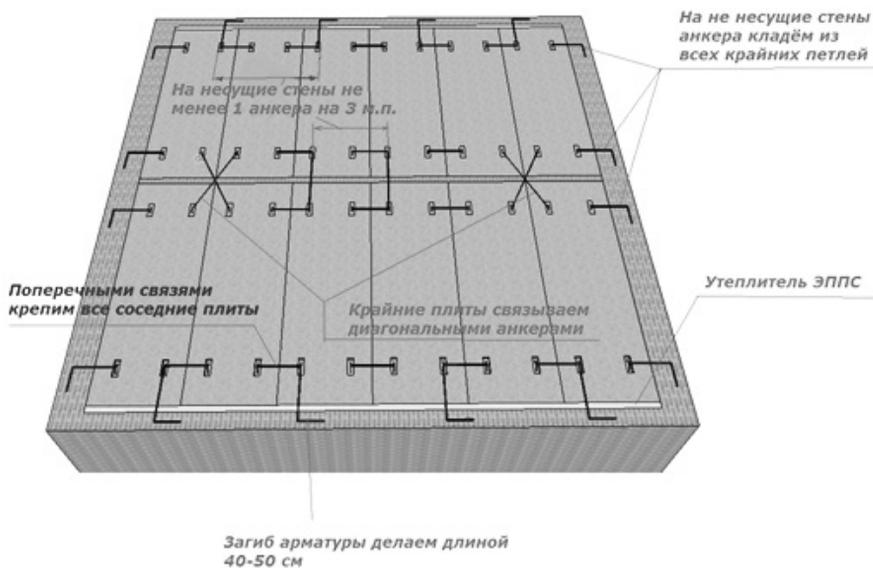


Рис. – 3.1. Правильная анкеровка сборных ж/б плит перекрытия этажа анкерными стержнями диаметром 10 мм.



Фотофакт – 3.1. Неправильная анкерка сборных ж/б плит перекрытия: вместо арматуры диаметром 10 мм. использована проволока диаметром 4 мм. и натянутая скручиванием.

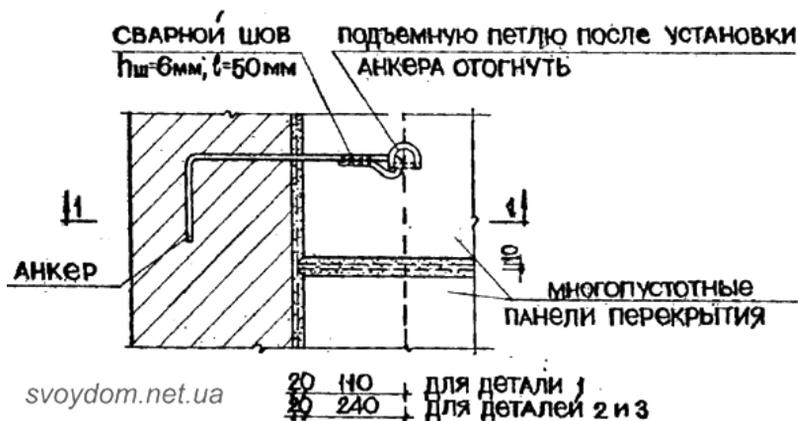


Рис. – 3.2. Детализовка рисунка 3.1.1. узел – Б : правильная анкерка сборной ж/б плиты перекрытия к кирпичной стене.

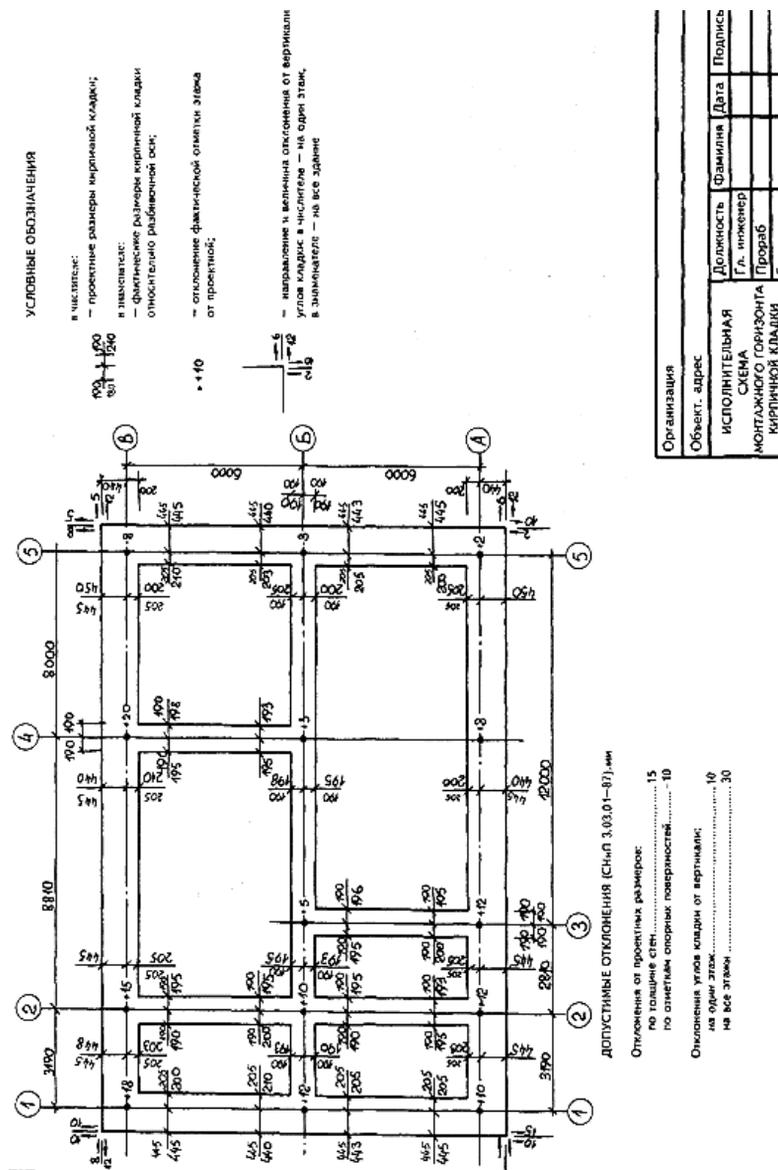


Рис. — 3.3. Пример оформления исполнительной геодезической схемы монтажного горизонта кирпичной кладки



*Фотофакт – 3.2. Фрагмент узла анкеровки плиты перекрытия этажа:
1 – символическая анкеровка плит перекрытий.*

4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ КЛАДКИ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.1. Общие положения

На качество возводимых каменных конструкций влияет множество факторов, которые можно сгруппировать по временному и функциональному признакам на факторы заготовительного, заготовительного-транспортного, подготовительного периодов и факторы, возникающие при выполнении процессов главной цепи технологической цепочки комплексного процесса кладки, см. рис. 4.1.

Факторы заготовительного периода:

- качество кирпича, камня, сборных железобетонных перемычек, плит перекрытий и других конструкций и изделий;
- качество растворов для кладки;
- качество приспособлений для кладки (кружал, шаблон-копиров, порядовок, комплектов стоек, колец, растяжек);
- качество (конструктивное) лов, подмостей, подмосток и.п.

Факторы подготовительного периода:

- качество разбивки и закрепления осей каменных конструкций и проемов;
- качество установки и выверки приспособлений для кладки (кружал, шаблон-копиров, шаблонов, порядовок и т.п.);
- качество установки лесов, подмостей подмостков.

Факторы заготовительного-транспортного периода:

- качество простукивания и сортировки (по шаблонам) кирпича и подачи на леса и подмости;
- качество транспортировки и подачи раствора к рабочим местам;
- правильная организация рабочих мест каменщиков.

Факторы, влияющие на качество каменных конструкций при выполнении операции процесса кладки:

- выполнение перевязки швов кирпичной кладки согласно проекта;

- выдерживание толщины горизонтальных ($\delta = 12$ мм) и вертикальных ($\delta = 10$ мм) растворов швов;
- правильная установка шнура-причалки по одноименным делениям всех порядовок;
- обеспечение вертикальности углов, граней проемов, плоскостей стен;
- обеспечение горизонтальности каждого ряда кладки и опорных поверхностей балок, плит перекрытий, арок, сводов и куполов;
- обеспечение требуемых размеров проемов, простенков, столбов, колонн, заданной толщины стен и заданных отметок конструктивных частей здания;
- правильная организация труда каменщиков;
- строгое выдерживание допусков по качеству и указаний СНиП по технологии выполнения кладки кирпичных конструкций.

4.2. Приспособления, обеспечивающие качество кладки, и инструменты для контроля качества готовых конструкций.

Порядовки – это рейки (металлические или деревянные) высотой 0,25 до 3,0 м, на которых нанесены риски. Цена деления определяется по формуле:

$$a = b + c$$

где: **b** – толщина кирпича, мм;

c – толщина горизонтального растворного шва, мм.

Все порядовки устанавливаются на одном уровне строго по нивелиру. В то же время, каждая из них выверяется по вертикали (в плоскости стены). Допускается установка порядовок по гибкому уровню (резиновый тонкий шланг, заполненный водой). Расстояние между порядовками 10-12 м. По одноименным делениям порядовок натягивают шнур-причалку. Кладка по так натянутому шнуру- причалке обеспечит вертикальность конструкции, горизонтальность рядов кладки и позволит выдержать допускаемую толщину горизонтальных растворных швов.

Шнур – причалка (крученный шнур диаметром 2-3 мм) разных цветов: белый, черный, синий и оранжевый.

Маячный кирпич обычно укладывают на растворе и выдвигают на 4-5 см от плоскости стены. Маячный кирпич предохраняет шнур –причалку от провисания, а также смещения от бокового ветра. Маячный кирпич ставят через каждые 4 м.

Кружало – лекальной формы опалубка двух типов:

- плоская для кладки арок и арочных перемычек;
- объемная для кладки сводов.

Кружало обеспечивает точность проектов размеров сложных конструкций из кирпича, имеющих криволинейную форму

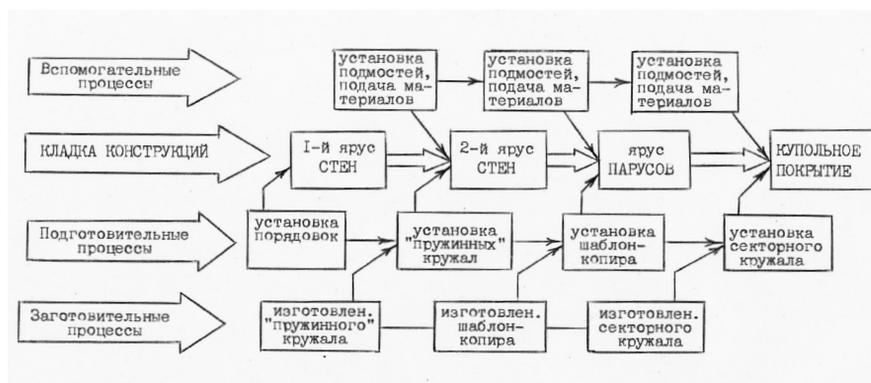


Рис. 4.1. Технологическая цепочка взаимодействия строительных процессов при возведении усыпальницы из кирпича.

Комплект приспособлений для программированного движения шаблон – копира – это центральная трубка-стойка, подвижные и неподвижные кольца, на подвижном кольце стальной тросик, по которому перемещается шаблон-копир, см. рис. 2.21.

Шаблоны различных конструкций и форм, предназначенные для декоративной укладки кирпича в аркатурные пояса и карнизы, обеспечивают ритм и качество кирпичной декорации.

Нивелир – геодезический оптический прибор необходимый для определения высотных отметок конструкций и сооружений.

Весок (отвес) – стальной стержень массой от 400 до 600 г на тонком прочном шнуре. Служит для контроля вертикальности кладки.

Уровень-правило состоящий из металлического уголка и двух стандартных плотницких уровней. Служит для контроля горизонтальности и вертикальности кладки.

Гибкий уровень состоящий из тонкого резинового шланга, заполненного водой. На концах шланга стеклянные пробирки с отверстиями для выпуска воздуха. Длина шланга 15-16 м. Служит для «нивелировки» опорных поверхностей арок, куполов, сводов, балок, плит перекрытий.

Угольник служит для контроля перпендикулярности углов, примыканий и пересечений стен.

Рулетка (стальная мерная лента) служит для измерения габаритов конструкций и сооружений, размеров проемов, простенков и т.п.

4.3. Контроль качества полуфабрикатов и кирпича

При приемке цементно-песчаного и сложного раствора мастер или бригадир должны проверить:

- в рабочих чертежах каменных конструкций должны быть указаны проектные марки растворов для производства каменных работ в летнее и зимнее время и вид вяжущего;
- расслаиваемость раствора, перевозимого на расстояние более 5 км. должна быть не более 25 см для раствора с подвижностью 10-12 см и не более 40 см для раствора с подвижностью 12-14 см;
- один раз за смену проверить водоудерживающую способность раствора, которая должна составлять не менее 75 % водоудерживающей способности, определенной лабораторией;
- свежеприготовленный раствор, доставляемый с центрального растворного узла, должен сопровождаться паспортом, где указаны вид, марка и подвижность раствора, дата и время его приготовления, вид и марка цемента;
- запрещается перевозить растворные смеси в обычных кузовах бортовых автомобилей;
- не допускается выгружать растворную смесь непосредственно на землю;

- растворную смесь следует использовать на рабочем месте до начала ее схватывания;
- применять обезвоженные смеси, а также добавлять воду в схватившиеся смеси запрещается;
- смеси, расслоившиеся при перевозке, должны быть перемешаны до употребления.

В рабочих чертежах каменных конструкций должны быть указаны:

- вид кирпича, камней, облицовочных материалов и их проектные марки по прочности;
- марки кирпича, камней, бетона и облицовочных материалов по морозостойкости;
- класс и марка арматуры и ее расположение в армированной кладке;
- вид утеплителя для стен из облегченной кладки;
- мероприятия, обеспечивающие прочность и устойчивость зимней кладки в стадии оттаивания конструкций;
- при приемке кирпича выше марки 50 необходимо проверять паспортные данные заводов-изготовителей и производить лабораторные испытания кирпича.

Экспресс-способы определения прочности кирпича

Определение прочности кирпича при помощи слесарного молотка.

Особые требования инструментам и способам нанесения удара :

- молоток только слесарный, массой – ;
- удар должен быть средней силы, т.е. при ударе локоть прижат к правому боку – удар локтевой.

Операции по определению прочности кирпича:

1. Локтевой, средней силы удар наносится по постели кирпича:
 - если кирпич разбился на несколько кусков средней величины, то по табл. 1. прочность кирпича ниже – 75 и это брак;
 - если кирпич от средней силы удара уцелел, то испытания продолжают.

2. По постели кирпича наносятся 2-3 локтевых, средней силы удара:

- если кирпич разбился на несколько мелких кусков, то по табл.

4.1. прочность кирпича – от 75 до 100;

- если кирпич уцелел, то испытания продолжаются.

3. Локтевой, средней силы скользящий удар носится по постели кирпича:

- если кирпич искрит и от него отбиваются мелкие лещадки, то по табл. 1. прочность кирпича – 125 и выше;

- более точно прочность кирпича можно определить способом испытания разработанного трестом «Мосстрой».

Определение прочности кирпича способом «Мосстрой»

Особые требования инструментам и способам нанесения удара:

- груз для сбрасывания, массой – (4-4,25) кг, (можно использовать силикатный, полуторный кирпич);

- в качестве опор для испытываемого кирпича можно использовать два кирпича, которые укладываются на ложок, на расстоянии – (200-210) мм. друг от друга. Причём ложки кирпичей параллельны друг к другу;

- испытываемый кирпич укладывают постелью на опоры;

- груз массой (4-4,25) кг., сбрасывается на середину испытываемого кирпича с высоты 50 мм., (смотри табл. 4.2).

Определение прочности кирпича ударом молотка

Таблица – 4.1.

Т а б л и ц а 4	
Результаты удара молотком	Примерная марка кирпича
Кирпич разбивается на куски средней величины от одного удара	Ниже 75 — брак 75—100
Кирпич разрушается на мелкие куски от двух-трех ударов	
Кирпич искрит и от него отбиваются мелкие лещадки при скользящих ударах	125 и выше

Определение прочности кирпича способом «Мосстроя»

Таблица – 4.2.

Высота падения груза, см	5—6	10—12	16—18	24—26	40	Около 50
Марка кирпича (МПа×10)	75	100	125	150	200	300

4.4. Обеспечение качества конструкций при кирпичной кладке:

- для обеспечения монолитности кирпичной кладки при возведении стен необходимо соблюдать перевязку швов;
- тычковые ряды в кладке необходимо выкладывать из цельных кирпичей обязательно в нижнем и верхнем рядах возводимых конструкций, на уровне обрезов стен и столбов, в выступающих рядах кладки (поясах, карнизах и др.), под опорными частями несущих конструкций (балок, прогонов, несущих плит и др.);
- применение силикатного кирпича для кладки цоколей зданий не допускается, она должна выполняться полнотелым глиняным кирпичом;
- при кладке стен и столбов периодически проверяется горизонтальность и вертикальность рядов : горизонтальность каждого ряда, а вертикальность проверяется через каждые три ряда кладки;
- по окончании кладки каждого этажа нивелиром проверяется горизонтальность и отметки верха кладки независимо от промежуточных проверок горизонтальности ее рядов;
- толщина горизонтальных швов кладки из всех видов кирпича и камней правильной формы должна быть не менее - 10 и не более - 15 мм. (средняя толщина 12 мм). Толщина вертикальных швов должна быть не менее - 8 мм. и не более - 15 мм. (средняя толщина 10 мм.);
- несущие кирпичные конструкции (столбы, простенки в 2.5 кирпича и менее, карнизы) должны возводиться только из целого кирпича (ГОСТ 530-80);

- применения кирпича-половняка допускается только в кладке малонагруженных каменных конструкции и для забутовки, а также для кладки участков стен под окнами и др.;
- качеству кладки под окнами следует уделять особое внимание как участку стены, куда легко может проникнуть вода, где может происходить промораживание кладки и ее разрушение.
- подоконные участки стен требуется защищать от увлажнения устройством водостойких водосточных отливов;
- все выступающие части кирпичной кладки, а также обрез цоколя должны быть защищены от попадания атмосферной влаги путем устройства сливов из раствора, покрытого оцинкованной сталью;
- при перерывах в работе верхний ряд кладки следует оставлять не прикрытым раствором. Перед продолжением кладки после перерыва поверхность кладки необходимо увлажнять водой;
- глиняный кирпич перед укладкой в конструкцию подлежит обильному смачиванию;
- при примыканиях каменной кладки стен и столбов к железобетонным конструкциям необходимо укладывать в кладку арматуру, привариваемую к закладным деталям железобетонных конструкций;
- не допускается ослабление каменных конструкций бороздами, нишами, монтажными проемами, не предусмотренными проектом;
- кладку стен местах их пересечений и взаимных примыканий необходимо, как правило, производить одновременно;
- при необходимости устройства в каменных стенах разрывов, кладку следует выполнять в виде вертикальной или наклонной штрабы. При разрывах в кладке вертикальной штрабой в горизонтальные швы кладки штрабы следует закладывать арматурные стержни диаметром до 8 мм с расстоянием до 2 м по высоте кладки, а также в уровне каждого перекрытия;
- предельная высота возведения свободно стоящих неармированных каменных стен (без укладки перекрытия или покрытия) не должна превышать допустимых значений, приведенных в табл. 4.3;
- отклонения в размерах и положении каменных конструкций от проектных не должны превышать допускаемых, указанных в табл. 4.4;

- при устройстве осадочных швов в кирпичной стене необходимо следить за тем, чтобы деформационные (осадочные и температурные) швы совпадали по вертикали со швами в фундаменте. При этом следует помнить, что швы прорезают фундаменты по прямой линии, а в кирпичных стенах они выполняются в виде шпунта, по этому необходимо гребень шпунта стены выкладывать на два кирпича выше обреза фундамента, т.е. с третьего ряда кладки осадочного шва.

Допускаемые высоты Н, м, свободно стоящих неармированных каменных стен без установки временных креплений (СНиП III-17-78)

Таблица – 4.3.

Толщина стен, см	Плотность кладки, кг/м	Скоростной напор ветра, МПа (скорость ветра, м/с)			
		до 1,5 (15)	до 2,7 (21)	до 4,5 (27)	до 10 (40)
25	>1600	3.6	2.6	1.6	-
	1300-1600	3.0	2.1	1.4	-
	1000-1300	2.3	1.6	1.3	-
38-40	>1600	5.2	4.7	4.0	1.7
	1300-1600	4.8	4.3	3.1	1.5
	1000-1300	4.5	4.0	2.4	1.3
50-52	>1600	6.5	6.3	6.0	3.1
	1300-1600	6.3	6.0	5.6	2.5
	1000-1300	6.0	5.7	4.3	2.0
60-64	>1600	7.7	7.4	7.0	4.3
	1300-1600	7.4	7.0	6.5	3.5
	1000-1300	7.0	6.6	6.0	2.7

0

Наименования допускаемых отклонений	Конструкций из кирпича, керамических и природных камней правильной формы	
	стены	столбы
1. Отклонения от проектных размеров по: - толщине конструкций в плане; - отметок опорных поверхностей ; - ширине простенков; - ширине проемов; - смещение вертикальных осей оконных проемов; - смещение осей конструкций.	15 -10 -15 +15 20 10	10 -10 - - - 10
2. Отклонения поверхностей и углов кладки от вертикали: - на один этаж; - на все здание высотой более 2-х этажей.	10 (5) 30 (30)	10 30
3. Отклонение рядов кладки от горизонтали на 10 м длины стены	15 (5)	-
4. Неровности на вертикальной поверхности кладки, обнаруженные при накладывании двухметровой рейки	10	5
5. Разница отметок верхних поверхностей панелей в стенах и перегородках	+10	-

5. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КАМЕННЫХ РАБОТ

5.1. Общие мероприятия по охране труда при организации строительной площадки

Для снижения травматизма и профессиональных заболеваний работающих прежде всего необходимо правильная организация строительной площадки. Высокий уровень травматизма возможен при отсутствии инвентарных ограждений:

- траншей и котлованов (инвентарные ограждения);
- колодцев и шурфов (настил);
- оконных проемов и отверстий в плитах перекрытия (инвентарные ограждения и щиты-настилы);
- лестницы маршей, лесов и подмостей (перильные ограждения).

Опасные условия работы часто возникают:

- при осадке основания под строительными лесами и подмостями;
- при неправильной установке лесов и подмостей;
- при неправильном складировании строительных конструкций;
- при нарушении правил прокладки силовых и осветительных электрокабелей;
- при отсутствии ограждения или обозначения опасных зон.

При установке башенного крана у бровки котлована должно быть выдержано допускаемое расстояние 1 м, от оси рельса подкранового пути до бровки откоса, (см. рис. 5.1). Это расстояние определяется по формуле:

$$l = a + b$$

где: a – расстояние от оси кранового рельса до границы призмы обрушения, м, принимается не менее 1 м;

b – ширина призмы обрушения, м;

$$b = \frac{H \sin(\mathcal{L} - \mathcal{J})}{\sin \mathcal{L} \sin \mathcal{J}}$$

H – высота (глубина) заложения откоса, м;

L – действительный угол;

J – угол естественного откоса грунта.

Если строительные процессы выполняются на высоте, то обозначается опасная зона. Это участок территории строительства, расположенный под рабочей площадкой, границы которого определяются горизонтальной проекцией площади – S , увеличенной на безопасное расстояние – P . Расстояние P определяется по формуле:

$$P = 0,3 H$$

где: H – высота на которой производятся строительные процессы, м.

Опасной зоной при работе башенных кранов является площадь, ограниченная параллельными линиями, отстоящими от оси подкранового пути на величину наибольшего вылета стрелы в каждую сторону с возможным отлетом груза при падении, (см. рис. 5.2).

Параметры опасной зоны в плане будут определены по формулам:

$$B = 2R \quad \text{и} \quad L = 2R + \ell$$

где: B – ширина опасной зоны, м;

L – длина опасной зоны, м;

R – радиус стрелы при максимальном вылете с учетом отлета груза;

ℓ – длина подкранового пути, м.

$$R = r + S$$

где: r – максимальный рабочий вылет крюка, м;

S – наибольший возможный вылет груза при его падении, м:

$$S = \sqrt{h [m(1 - \cos L) + a]}$$

где: h_1 – расстояние от земли до поднятого элемента, м;

m – длина ветви стропа, м;

a – расстояние от центра тяжести элемента до его края, м;

L_1 – угол между ветвью стропа и вертикальной осью.

Для автомобильных и гусеничных кранов опасной зоной считается площадь, опасная радиусом стрелы R , (см. рис. 5.3).

Безопасная организация погрузочно-разгрузочных и транспортных работ требует максимальной механизации всех процессов.

Механизированный способ погрузочно-разгрузочных работ является обязательным при массе грузов более 50 кг и подъеме грузов на высоту более 3 м.

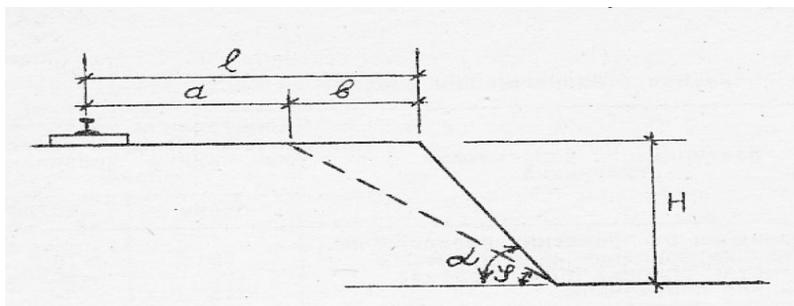


Рис. – 5.1. Безопасное расстояние оси подкранового рельса от верха бровки котлована.

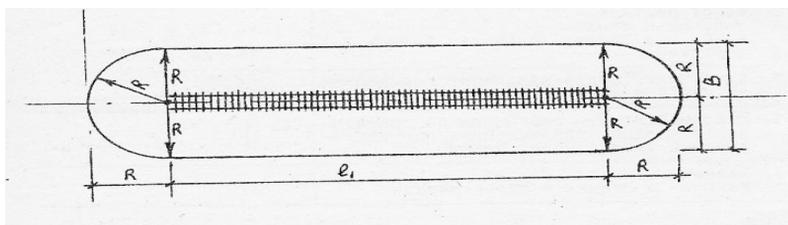


Рис. – 5.1. Опасная зона башенного крана.

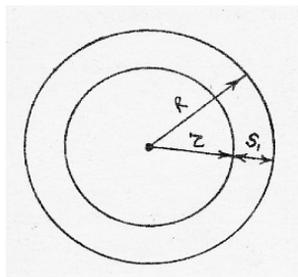


Рис. – 5.3. Опасная зона гусеничного, пневмоколёсного и автомобильного кранов.

Ручная погрузка и разгрузка допускается только при весьма небольшом объеме погрузочно-разгрузочных работ.

Переноска материалов на носилках по горизонтальному пути допускается лишь в исключительных случаях на расстояние не более - 50 м.

Переноска материалов на носилках по лестницам и стремянкам запрещена.

Погрузочно-разгрузочные операции с пылевидным материала (цемент, алебастр, известь и пр.) необходимо выполнять механизированным способом: вакуум-насосами, механическими лопатами, канатными скреперами, шнеками, элеваторами, одноковшовыми разгрузчиками, при этом принимаются меры предосторожности против вредного действия пыли.

Необходимым условием безопасности при разгрузке красного кирпича из автомобиля и подъеме его на этаж здания будет применение трехстеночных футляров грейферного типа на один или два пакета ; силикатного кирпича – захватывающий футляр Б-6 с предохранительным фартуком.

Сборные конструкции и изделия должны укладываться в штабеля в соответствии с последовательностью монтажа. В каждом штабеле хранят только однородные элементы. При складировании материалов и сборных конструкций необходимо соблюдать установленные нормы и правила:

- кирпич должен укладываться в пакетах на поддонах не более чем в два яруса, в контейнерах - в один ярус, без контейнеров – высотой не более – 1,7 м;
- фундаментные плиты и блоки стен подвалов – в штабель высотой не более – 2,6 м на подкладках и прокладках;
- плиты перекрытий – в штабель высотой не более – 2,5 м на подкладках и прокладках;
- ригели и колонны – в штабель высотой до – 2 м на подкладках и прокладках.

Между штабелями должны быть предусмотрены проходы шириной не менее – 1 м. и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств и погрузочно-разгрузочных машин.

Штабеля песка, гравия, щебня и других сыпучих материалов должны иметь откосы крутизной, соответствующей углу естественного откоса данного вида материала, причем угол естественного откоса во избежание обрушения сохраняют при каждом изменении числа (количества) хранимых материалов.

Расстояние от штабеля материалов, оборудования и машин до бровки котлованов и траншей определяют для каждого случая расчетом на устойчивость откосов, при этом оно должно быть не менее 1 м.

5.2. Техника безопасности при приготовлении и транспортировании раствора

При приготовлении растворов для каменной кладки используют известь, которая вредна действует на организм человека. Пыль негашеной извести при концентрации ее в воздухе выше допустимых пределов может вызвать заболевание органов дыхания.

Гашение извести и приготовление известкового молока должно быть механизировано. Гашение извести допускается как исключение в небольшом объеме вручную в ящиках с заполнением их не более чем на 1/3 высоты. Выгрузку извести из ям можно производить только при помощи механизмов или специальных приспособлений. Рабочие, занятые гашением извести, а также ее погрузкой, должны быть обеспечены спецодеждой и защитными очками, а при работе с молотой негашеной известью и респираторами. Не следует располагать известегасильные установки близи проездов и проходов.

Растворы для каменной кладки приготавливаются на центральных узлах механизированным способом. К этим помещениям предъявляются условия, исключающие возможность распространения известковой пыли. Растворные узлы должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией (общей и местной) и хорошо освещены, а шнеки, элеваторы, трубопроводы и другие установки внутрицехового транспорта должны быть герметичными.

Готовый раствор следует транспортировать на дальнейшее расстояние в автомобилях – самосвалов (до 5 км), авторастворосмесителями (более 5 км), а на малые – при помощи транспортеров, растворонасосов

или других транспортных средств. При транспортировании раствора под давлением по трубопроводу необходимо выполнять следующие требования: после монтажа установки не реже чем через три месяца подвергать испытанию давлением превышающим в 1,5 раза рабочее; ежедневно перед началом смены производить осмотр манометра на растворонасосе и его замену в случае неисправности; при продувке трубопроводов сжатым воздухом или промывке рабочие не занятые этой работой, должны быть удалены на расстояние не менее 10 м; соединение гибких трубопроводов со штуцерами растворонасосов необходимо выполнять при помощи хомутов на болтах (применение для этих целей проволоки запрещается); не допускается перегибать шланги, по которым транспортируется раствор, и ремонтировать растворонасосы, находящиеся под давлением, а также затягивать сальники и фланцевые соединения.

5.3. Техника безопасности при производстве каменных работ

Мероприятие по технике безопасности при выполнении каменных работ в основном делится на две группы:

- работы, выполненные на высоте;
- работы, выполняемые ниже нулевой отметки.

Такое условное деление вызвано тем, что мероприятия по технике безопасности и в первом и во втором случаях имеют существенные различия. Так, устройстве фундаментов, столбов, колодцев в заранее вырытых котлованах и траншеях необходимо до начала производства каменных работ проверить прочность креплений, правильность устройства коловона (траншеи) и устойчивость земляных откосов, правильность устройства защитной полосы и рельсовых путей для передвижения кранов и других подъемных механизмов. Во время работ по кладке фундаментов устанавливается постоянное наблюдение за этими креплениями и за бровками выемок, особенно при работе с водоотливом или в дождливую погоду.

К мероприятиям безопасного производства работ ниже нулевой отметки относятся также:

- применение для спуска в котлован и траншею стремянок и приставных лестниц;
- применение механизации или специальных лотков для подачи строительных материалов к рабочим местам;
- соблюдение правил раскладки штабелей материалов и деталей на бровке котлована или траншеи.

Допускается расположение материалов при наличии креплений не ближе 1,5 м от верхней бровки, а при отсутствии креплений – за пределами призмы обрушения грунта.

При выполнении каменных работ по возведению фундаментов необходимо соблюдать следующие правила:

- подачу бутового камня в котлованы или траншеи следует производить механизированным способом или по наклонным лоткам, эскадам, желобам; сбрасывание камня с бровки путем опрокидывания тачек не допускается;
- не следует одновременно спускать и принимать камень по желобу; нижний конец желоба надо располагать на 500-600 мм выше подошвы котлована или уровня кладки;
- рабочее место должно быть очищено от посторонних предметов;
- сколку кирпича или камня производить только предохранительных очках.

Кирпич, бетонные блоки и другие камни необходимо доставлять на рабочие места в контейнерах или пакетах на поддонах, а раствор или бетонную смесь для бутобетонной кладки – в бункерах или бетононасосами. По мере возведения фундаментов с обеих сторон необходимо утрамбовать грунт. В котлованах (траншеях), где установлены крепления по мере возведения фундаментов осуществлять их постепенное перекрепление снизу вверх.

При выполнении работ выше нулевой отметки следует соблюдать особые меры предосторожности при эксплуатации лесов и подмостей при подаче материалов на рабочие места, устройстве защитных козырьков и ограждений, кладке наружных и внутренних стен на высоте. Контейнеры и поддоны с футлярами, применяемые при доставке стеновых материалов на строящиеся здания, должны иметь конструкцию, исключающую самопроизвольного раскрытия боковых огражде-

ний, отделения поддонов и выпадения материалов во время подъема. Кирпич и раствор на рабочих насителях размещается в соответствии со схемами загрузки и применяемыми лесами (подмостями). При отсутствии указанных схем в проекте производства работ надо сделать проверочные расчеты нагрузок.

Инвентарные защитные козырьки в виде настила на кронштейнах шириной 1,5 м устраиваются по перемитру и рассчитываются по периметру наружных стен под углом 200 к горизонту и рассчитываются на сосредоточную нагрузку 1600 Н. Первый ряд козырьков навешивается на высоте не более 6 м от земли и остается на этом уровне до возведения кладки стен на всю высоту. Второй ряд козырьков устанавливается на высоте 6-7 м над первым рядом, а затем по ходу кладки переставляется через каждые 6-7 м (через 2 этажа).

Возведение каменных стен без устройства защитных козырьков допускается высотой не более 7 м, в этом случае по периметру здания на земле устанавливаются ограждения на расстоянии не менее 1,5 м от стены. Над входными в здание устраиваются навесы 2 x 2 м. При кладке наружных и внутренних стен профелактическими мероприятиями безопасности труда являются требования технологии производство работ, которых необходимо соблюдать при их возведении. К ним относятся: устройство междуэтажных перекрытий, с которых производится кладка стен следующего этажа; устройсто уступа не менее чем из двух рядов кирпича по наружным стенам для опирания плит перекрытий; соблюдение уровня высоты кладки (после каждого перемещения) не менее чем два ряда выше рабочего настила; возведение кладки стен без устройства междуэтажных перекрытий или временного настила по балкам не более двух этажей; заполнение проемов оконными и дверными блоками; расшивка швов кладки после укладки каждого ряда, не допуская проведения этой операции стоя на стене. В тех случаях, когда проемы в процессе кладки не заполняются готовыми блоками, они ограждаются инвентарными раздвижными рамками или щитами.

Кладку стен в 3-3,5 кирпича следует вести многорядной системе перевязки, применяя ступенчатый способ. Если проектом предусмотрена цепная перевязка, то при кладки верхних рядов яруса каменщик должен пользоваться предохранительным поясом.

Кладку карнизов, выступающих за плоскость стены более чем на 30 см, осуществляют с наружных выпусков лесов. При этом ширина рабочего настила должна быть не менее 60 см. Карнизы, выступающие за плоскость стены менее чем на 30 см, выкладывают с внутренних подмостей. В том случае, когда карнизу устраиваются по консольным стальным балкам или железобетонным выпускным плитам, вначале сборные элементы следует прочно заанкерить, а затем уравновесить кладкой в соответствии с проектом.

При отделке фасада керамическими камнями и облицовочными плитами последние устанавливаются в внутренних подмостях или наружных лесов и закрепляются в соответствии с проектом. При постановке временных креплений снимать их не допускается пока уровень кирпичной кладки не достигнет верха плиты и кладка не приобретет достаточной прочности. Перерыв в кладке, ведущейся одновременно с облицовкой, может быть допущен только после выкладки стен до уровня верхней кромки облицовочных плит.

Особые меры безопасности следует соблюдать при кладке куполов, цилиндрических, крестовых и монастырских сводов:

- при кладке рядов (колец) купола стержневые стержни-фиксаторы можно снимать только после «замыкания» ряда-кольца, см. рис. 2.25.
- при возведении купольного покрытия секторно-арочным способом, (см. рис. 2.27), разворот секторных кружал можно производить только после набора прочности бетоном в ключе купольного покрытия;
- кирпич для кладки купольного покрытия складывается в специальные штабели на уступах парусов;
- при установке кружал для кладки цилиндрических и монастырских сводов особое внимание уделяется прочности, устойчивости и жесткости поддерживающих лесов, которые несут нагрузку как от возводимого свода, так и от звена каменщиков, находящихся на кружалах при кладке.

5.4. Техника безопасности при установке лесов и подмостей

Причины травматизма при применении лесов и подмостей можно классифицировать на три основные категории: технические (проектные), организационные и технологические.

К первой категории относятся причины, вызванные неудовлетворительным проектированием лесов без учета действительных условий работы конструкции.

Ко второй категории относятся причины, связанные с эксплуатацией лесов. Этими причинами является недостаточное техническое руководство или надзор, перегрузка лесов, применение случайных опор, потеря устойчивости вследствие неправильного крепления, отсутствие сложных настилов, различного рода динамические воздействия на элементы конструкций.

Третью категорию причин составляют случаи, связанные с низким качеством изготовления элементов конструкций, с отступлением их от проектных размеров и несоблюдением технических условий при монтаже и демонтаже лесов.

Леса всех систем должны монтироваться поэтапно в последовательности, предусмотренной рабочим проектом и проектом производства работ.

Подвесные леса допускаются к эксплуатации после предварительного их испытания статической нагрузкой, превышающей расчетную в 2 раза, а подъемные леса и люльки, кроме того, после испытания динамической нагрузкой путем равномерного подъема и опускания груза в течение 15 мин, масса которого превышает расчетную нагрузку на 10%. О результатах испытаний составляют акт, после чего разрешают работу на лесах и люльках.

При применении консольных подвесных лесов производится проверка консолей на прочность и устойчивость с учетом местных условий. При центральном приложении нагрузку концу консоли нормальное напряжение Σ в консолях проверяются по формуле:

$$\Sigma = M_{\text{оп}}/W,$$

где: $M_{\text{оп}}$ – изгибающий момент в опорном сечении консоли, Н см;

W – момент сопротивления консольной балки, см³.

Потеря устойчивости консольной балки может быть вызвана перегрузкой подвесных лесов. В этом случае проверка устойчивости двутавровых консольных балок сводится к нахождению критической силы – $P_{\text{кр}}$ по формулам, приведенным в курсе сопротивления материалов.

Во время эксплуатации подвесных лесов и люлек стальные тросы, струны, канаты и крюки периодически осматривают, а их сечение и крепление проверяют расчетом на собственную массу и максимально возможную нагрузку с учетом запаса прочности (не менее шестикратного).

При устройстве и эксплуатации выпускных лесов особое внимание обращают на пальцы-консоли, которые во избежание опрокидывания закрепляют при помощи упоров и хомутов за балки верхнего и нижнего перекрытия. Не допускается опирать консоли на выступающие перекрытия. Не допускается опирать консоли на выступающие пояски и карнизы без заглабления их в кладку стен. Сечение консолей проверяют расчетом.

6. КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И ПОТОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОТОКОВ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ «КОРОБКИ» МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ КИРПИЧА

6.1. Технологические цепочки и специализированные потоки для организации комплексных процессов по возведению «коробки» многоэтажных зданий из кирпича

При возведении «коробки» многоэтажного здания из кирпича в состав общестроительных работ могут входить различные специализированные потоки, далее спецпоток. Под «коробкой» здания необходимо понимать возведённые только несущие наружные и внутренние стены из кирпича, монтаж сборных ж/б плит перекрытий и покрытий, лестничных маршей и площадок лестничных клеток.

В зависимости от конструктивных особенностей частей зданий и пространственных размеров количество и состав спецпотоков различен. Сложность в совместимости спецпотока по возведению несущих кирпичных стен и спецпотока по монтажу сборных ж/б плит перекрытий и покрытий, лестничных маршей и площадок лестничных клеток и вот почему:

- в пределах одной захватки трудоёмкость кладки значительно выше трудоёмкости монтажных работ;
- до монтажа ригелей и плит перекрытий и покрытий необходимо возвести 2 или 3 яруса кладки с установкой и перестановкой подмостей, заготовкой кирпича и раствора.

На рис. 6.1. представлены варианты технологических цепочек на возведение «коробок» многоэтажных зданий из кирпича: Вариант – 1, взаимосвязь двух спецпотоков; Вариант – 2, взаимосвязь трёх спецпотоков.

Для согласования взаимодействия различного числа спецпотоков по возведению «коробки» здания необходимо выполнить технологические расчёты.

Технологические расчёты.

Технологические расчёты заключаются: в определении численного и квалификационного состава звеньев и бригад рабочих обеспечивающих заданную интенсивность спецпотока; расчёте требуемого количества подмостей, (на захватку); приспособлений для кладки и монтажа сборных ж/б конструкций; согласовании производительностей монтажных кранов с интенсивностью спецпотоков.

Исходные данные для технологических расчётов на захватку:

- объём каменных работ (отдельно для наружных и внутренних несущих стен) для каждого яруса кладки;
- объём монтажных работ на этаж;
- объём работ по заливке швов плит перекрытий и покрытий;
- объём работ по перестановке подмостей, заготовке кирпича и раствора.

Численный состав звеньев и бригад рабочих для выполнения процессов и операций спецпотоков можно определить по формуле:

$$Ч = J \times H_{вр} / t \times E, \text{ чел}$$

где: Ч – численный состав звена или бригады, чел.;

J – интенсивность спецпотока, м³/в смену;

H_{вр} – норма времени на выполнение единицы продукции спецпотока, чел.ч.;

t – продолжительность смены в часах;

E – единица измерения на норму времени (по ЕНиР).

$$J = V / (T - n + 1) - \sum t_p, \text{ м}^3 / \text{в смену}$$

где: V – объём работ в пределах яруса на захватке, м³ ;

T – заданный срок производства работ в сменах ;

n – количество основных и вспомогательных процессов в спецпотоке ;

$\sum t_t$ – суммарное время технологических перерывов между процессами, в сменах.

Для спецпотока по возведению из кирпича несущих наружных и внутренних стен численный состав спецбригады каменщиков определяется расчётом количества каменщиков в звеньях. Каждое звено ка-

менщиков предназначено только для кладки стен определённой толщины и проёмности. Тогда :

$$Ч_{2,5} = J_{2,5} \times H_{вр\ 2,5} / t \times E, \text{ чел.}$$

$$Ч_{1,5} = J_{1,5} \times H_{вр\ 1,5} / t \times E, \text{ чел.}$$

$$Ч_{к} = Ч_{2,5} + Ч_{1,5}, \text{ чел.}$$

где: $Ч_{2,5}$, $Ч_{1,5}$ – соответственно численность звеньев каменщиков для кладки стен толщиной 2,5 и 1,5 кирп.;

$J_{2,5}$, $J_{1,5}$ – соответственно объёмы кирпичной кладки в стенах толщиной 2,5 и 1,5 кирп.;

$Ч_{к}$ – численный состав спецбригады каменщиков.

Таковыми же расчётами определяется численный состав спецбригад :

$Ч_{п}$ – плотников, $Ч_{м}$ – монтажников.

Для правильной организации труда спецбригада каменщиков оснащается приспособлениями, оборудованием инструментами.

Необходимое количество порядовок определяется по формуле :

$$N_{п} = L / e + 2, \text{ шт.}$$

где: $N_{п}$ – количество порядовок ;

L – суммарная протяжённость всех делянок в пределах одной захватки ;

e – расстояние между двумя порядовками, $e = (6 - 8)$ м.

Требуемое количество блочных подмостей системы Сибирцева (длина – 4,45 м., ширина – 2,25 м.) определяется конструктивно-графическим способом, то есть на схеме, (план одной захватки) вдоль делянок размещают подмости, образующие непрерывный настил для свободного перемещения звеньев каменщиков вдоль фронта работ. Важно, чтобы масштабы размеров захватки и размеров подмостей был одним.

Необходимое количество сумок с комплектом инструментов, ковш-лопат, (смотри рис. 6.8), касок и спецодежды для звена каменщиков «пятерка»:

- три сумки с комплектом инструментов;
- три ковш-лопаты;
- пять касок;
- пять комплектов спецодежды.

Для звена каменщиков «двойка»:

- одна сумка с комплектом инструментов;
- одна ковш-лопата;
- две касоки;
- два комплекта спецодежды.

Необходимое количество поддонов, либо контейнеров для кирпича и расходных ящиков для кладочного раствора определяется конструктивно - графическим способом, то есть на схеме, (план одной захватки) вдоль делянок размещают подмости, образующие непрерывный настил для свободного перемещения звеньев каменщиков вдоль фронта работ. Важно, чтобы масштаб размеров захватки и размеров подмостей был одним. Вдоль подмостей, в зависимости от толщины стены и проёмности, размещают контейнеры с кирпичом и ящики с раствором и затем определяют количество контейнеров и ящиков с раствором.

Разделение труда в звеньях каменщиков в зависимости от квалификации

Операции, из которых состоит процесс кладки, по сложности различны. Кладка верстовых рядов требует более высокой квалификации, чем кладка забутки и подача материалов.

Если в бригаде каменщиков каждый рабочий будет самостоятельно выполнять все операции, то каменщики более высокой квалификации будут затрачивать время на выполнение простых операций, а каменщики низкой квалификации будут задерживаться на выполнении сложных операций (а иногда и переделывать сделанную работу) и производительность труда всей бригады будет низкой. Поэтому принято вести кирпичную кладку звеньями, в которых квалифицированные каменщики выполняют только сложные операции, а каменщики более низкой квалификации более простые. Такое разделение труда значительно повышает выработку бригады в целом.

Количество каменщиков в звене зависит от сложности и толщины кладки и может составлять от двух до шести человек. В зависимости от числа каменщиков в звене различают звенья «двойка», «тройка», «пятерка», (смотри рис. 6.6. и 6.7.).

Звено «двойка» состоит из одного каменщика 4-го разряда, а при сложной кладке 5-го разряда и одного каменщика 2-го разряда.

Кладку стены звено начинает с укрепления причалки для наружной версты. Затем каменщик 2-го разряда подает кирпич и раствор, а каменщик 4-го (5-го) разряда ведет кладку наружной версты. Дойдя до конца делянки, каменщики вдвоем натягивают причалку для внутренней версты, которую выкладывают, двигаясь в обратном направлении. По ходу кладки каменщик 4-го (5-го) разряда проверяет правильность кладки, а каменщик 2-го разряда в свободное время укладывает забутку.

Кладку простенков «двойка» ведет одновременно на всем выделенном ему участке. В то время как каменщик 2-го разряда на одном из простенков делает забутку и расстиляет раствор, каменщик 4-го (5-го) разряда укладывает на другом простенке верстовые ряды. Затем каменщики меняются местами и продолжают кладку простенков в той же последовательности.

Звено «тройка». Для кладки толстых стен или простых, когда каменщик 2-го разряда не успевает за каменщиком 4-го (5-го) разряда, в звено добавляется каменщик 2-го разряда, который укладывает забутку, а при кладке тычковых рядов помогает первому каменщику 2-го разряда навестывать кирпич. Такое звено называется «тройка».

Звено «четверка». Кирпичную кладку звеном «четверка» применяют при кладке простых стен и выполняют в такой последовательности: каменщик 2-го разряда навестывает на стену под руку ведущему каменщику 4-го (5-го) разряда кирпич и подает лопатой раствор; ведущий каменщик разравнивает кельмой раствор и ведет кладку наружной версты. Второй каменщик 2-го разряда навестывает кирпичи и подает раствор для внутренней версты и забутки. Каменщик 3-го разряда выкладывает внутреннюю версту, а укладку забутки выполняют оба каменщика 2-го разряда.

Звено «пятерка». Звеном «пятерка» процесс выполнения кладки осуществляется следующим образом. Каменщик 4-го (5-го) разряда с одним из каменщиков 2-го разряда переставляет причалку и выкладывает наружные верстовые ряды. При этом каменщик 2-го разряда навестывает ему кирпич и подает раствор. Каменщик 3-го (4-го) разряда

с другим каменщиком 2-го разряда, двигаясь вслед за первой парой, выкладывают внутреннюю версту. Замыкающий каменщик 2-го разряда укладывает забутку и помогает другим каменщикам 2-го разряда заготавливать материалы.

Организация работы звеном «пятерка» позволяет эффективно использовать работу каменщиков высокой квалификации и значительно повысить производительность труда в бригаде. Однако преимущества звена «пятерка» выявляются только при кладке достаточно протяженных стен толщиной не менее двух кирпичей при малом числе проемов и отсутствии сложного архитектурного оформления. При наличии в кладке узких простенков, столбов и т. п. звено «пятерка» разделяется на звенья «двойка» и «тройка».

Для нормальной работы звеньев необходимо, чтобы деланка имела достаточные размеры.

Рекомендуется также, чтобы на следующем этаже звено вело кладку над той же деланкой, что и на нижележащем.

6.2. Поточная организация специализированных потоков по возведению «коробки» многоэтажных зданий из кирпича

Для поточной организации специализированных потоков по возведению «коробки» многоэтажных зданий из кирпича необходимо :

- знать заданный срок – (T) на возведение «коробки» здания, (несущие наружные и внутренние стены, монтаж сборных ж/б плит перекрытий и покрытий, лестничных маршей и площадок) ;
- количество спецпотоков – (n) по технологической цепочке ;
- число захваток – (m).

Если число спецпотоков более трёх, то количество захваток определяется по формуле :

$$m = n + 1$$

где : **m** - количество захваток;

n - число спецпотоков.

На рис. 6.2. представлен **вариант - 1** циклограммы ритмичного комплексного потока, где ведущий специализир. поток «кладка наруж-

ных и внутренних несущих стен» выполняется специальной бригадой каменщиков работающей непрерывно с ритмом $\kappa = 1$ смена, что достигается работой во вторую смену комплексной бригады плотников–монтажников выполняющих

попеременно процессы второго спецпотока :

- установка блочных подмостей с заготовкой контейнеров с кирпичом и ящиков с раствором;
- монтаж сборных ж/б конструкций этажа после возведения с подмостей 2-го яруса кладки.

Вариант – 1 циклограммы ритмичного комплексного потока рекомендуется при небольших объёмах монтажных работ.

На рис. 6.3. представлен **вариант - 2** циклограммы ритмичного комплексного потока, где ведущий специализир. поток - 1 «кладка наружных и внутренних несущих стен» выполняется специальн. бригадой каменщиков работающей непрерывно с ритмом $\kappa = 1$ смена, что достигается работой во вторую смену и на других захватках двух второстепенных спецпотоков:

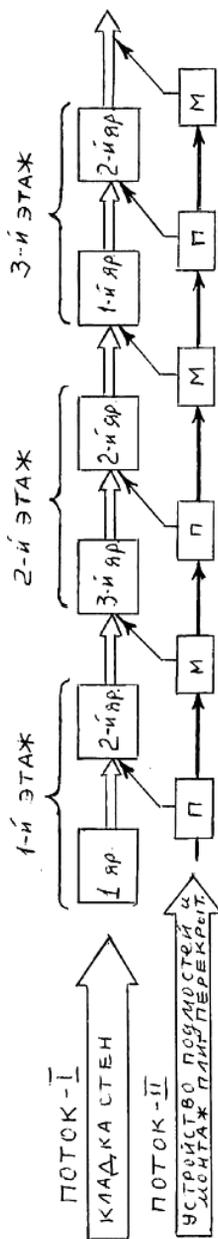
- спецпоток – 2 «установка и перестановка подмостей с заготовкой кирпича и раствора»;
- спецпоток – 3 «монтаж сборных ж/б конструкций этажа со сваркой швов и заливкой швов».

Вариант – 2 циклограммы ритмичного комплексного потока рекомендуется при больших объёмах монтажных работ, когда кроме плит перекрытий и покрытия в пределах захватки необходимо устанавливать ригели и балки.

На рис. 6.4. представлен **вариант - 3** циклограммы ритмичного комплексного потока для зданий, где объём сложной кирпичной кладки на много превосходит по трудоёмкости объём работ по монтажу сборных ж/б конструкций.

Во всех трёх вариантах циклограмм ритмичных комплексных потоков выравнивание ритмов спецпотоков осуществляется варьированием числа смен, изменением количества рабочих в спецбригадах и оперированием перемещения спецбригад по захваткам и ярусам здания.

Вариант - 1



Вариант - 2

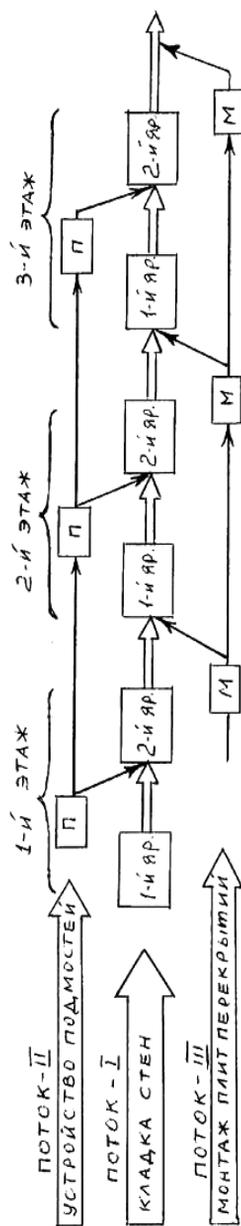


Рис. 6.1. Варианты технологических цепочек на возведение «коробок» многоэтажных зданий из кирпича:
 Вариант - 1, взаимосвязь двух спецпотоков; Вариант - 2, взаимосвязь трёх спецпотоков. Условные обозначения: главный спецпоток; второстепенный спецпоток; П - установка и перестановка подмоостей с заготовкой кирпича и раствора; М - монтаж сборных ж/б плит перекрытий, лестничных маршей, площадок.

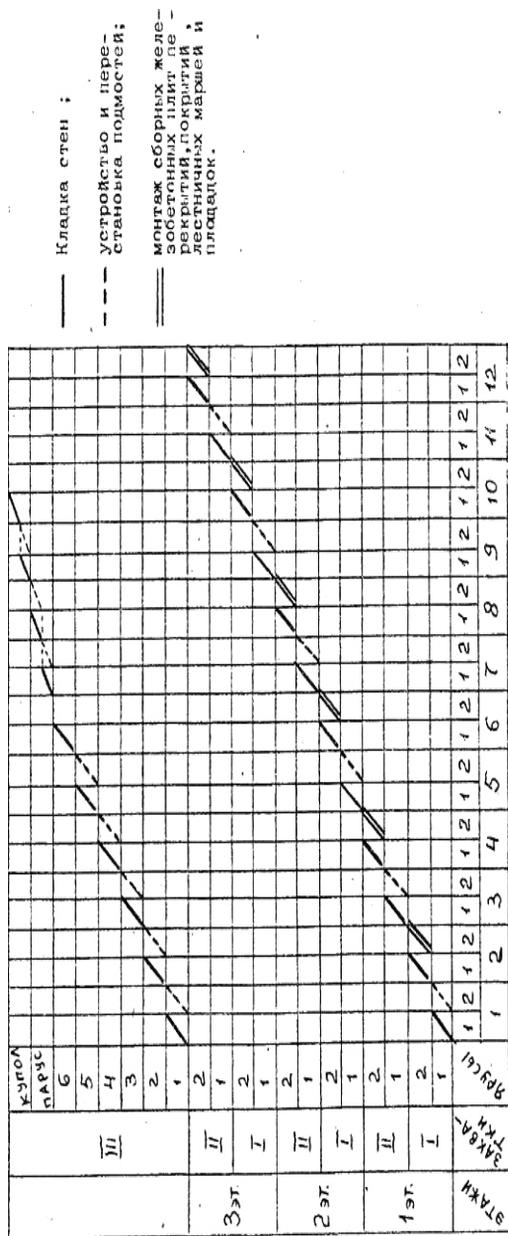


Рис. — 6.2. Вариант — I сложено — специализированного потока по возведению многоэтажного куртичного здания.

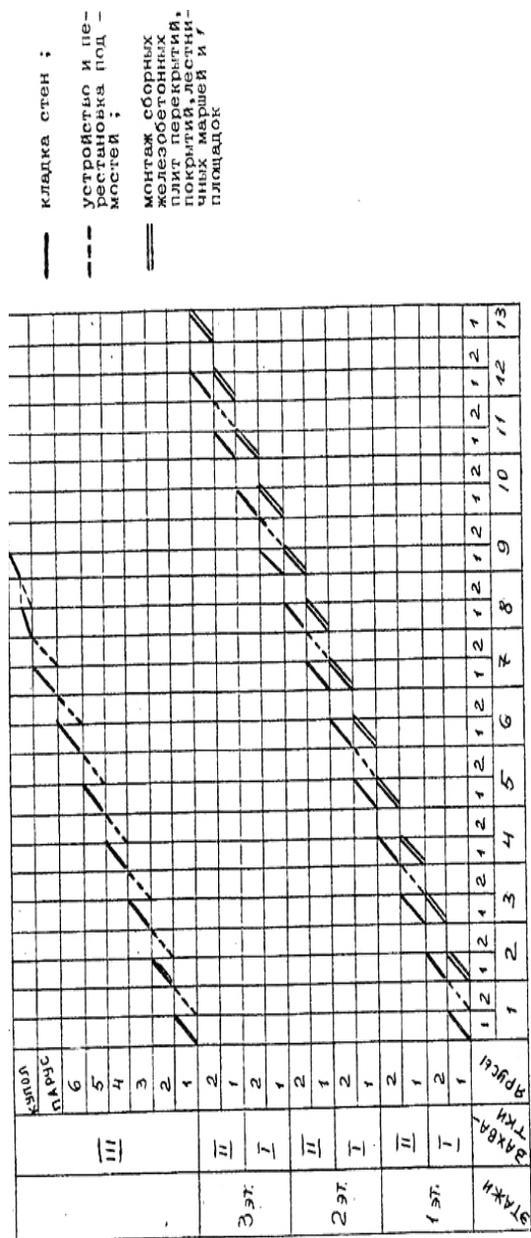


Рис. - 6.3. Вариант - 2 сложено - специализированного потока по возведению кирпичного многоэтажного здания.

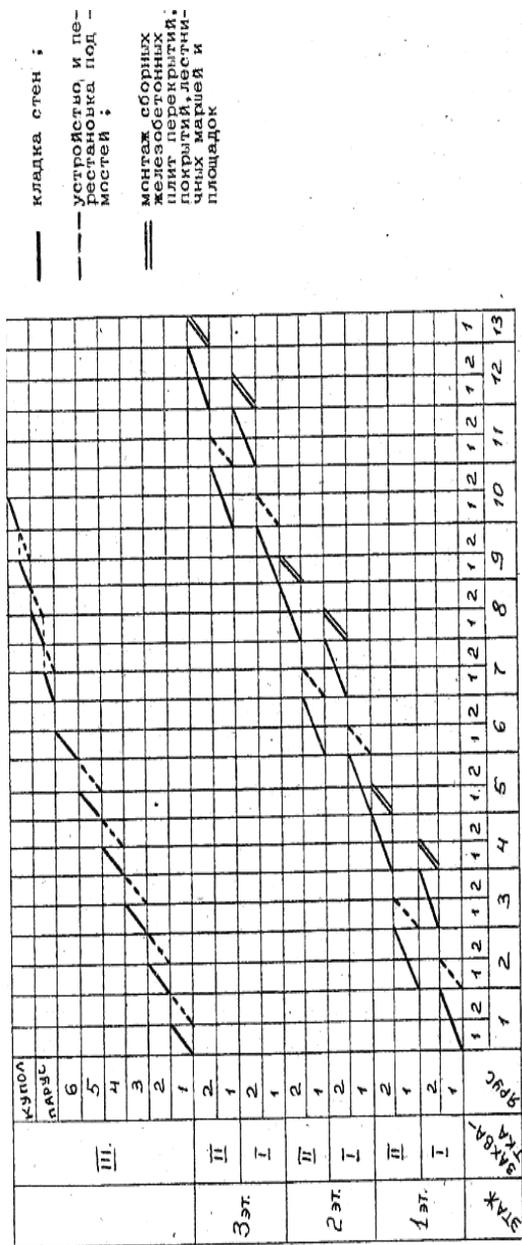


Рис. - 6.4. Вариант - 3 сложно - специализированного потока по возведению кирпичного многоэтажного здания.

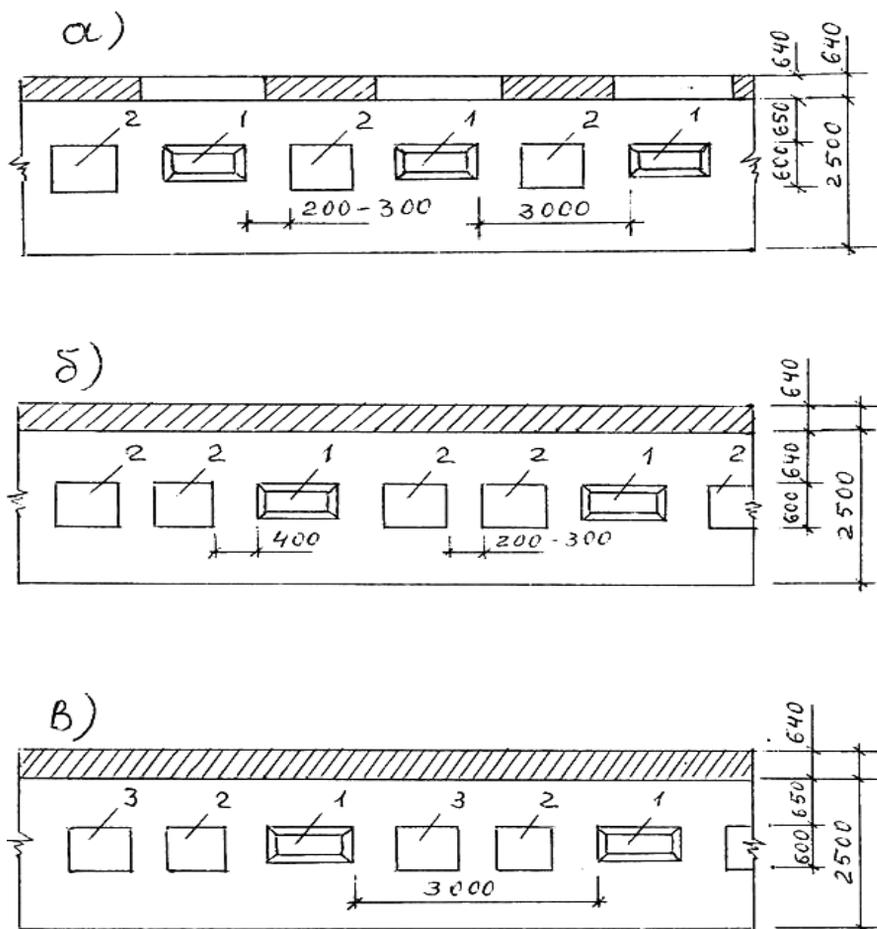


Рис. – 6.5. Организация рабочего места спецбригад каменщиков: а) расстановка контейнеров с кирпичом и ящиков с раствором при кладке наружных стен с оконными проёмами; б) то же самое при кладке стен без оконных проёмов; в) то же самое при кладке стен с одновременной облицовкой;
 1 – ящики с кладочным раствором; 2 – контейнеры с кирпичом;
 3 – контейнеры с облицовкой.

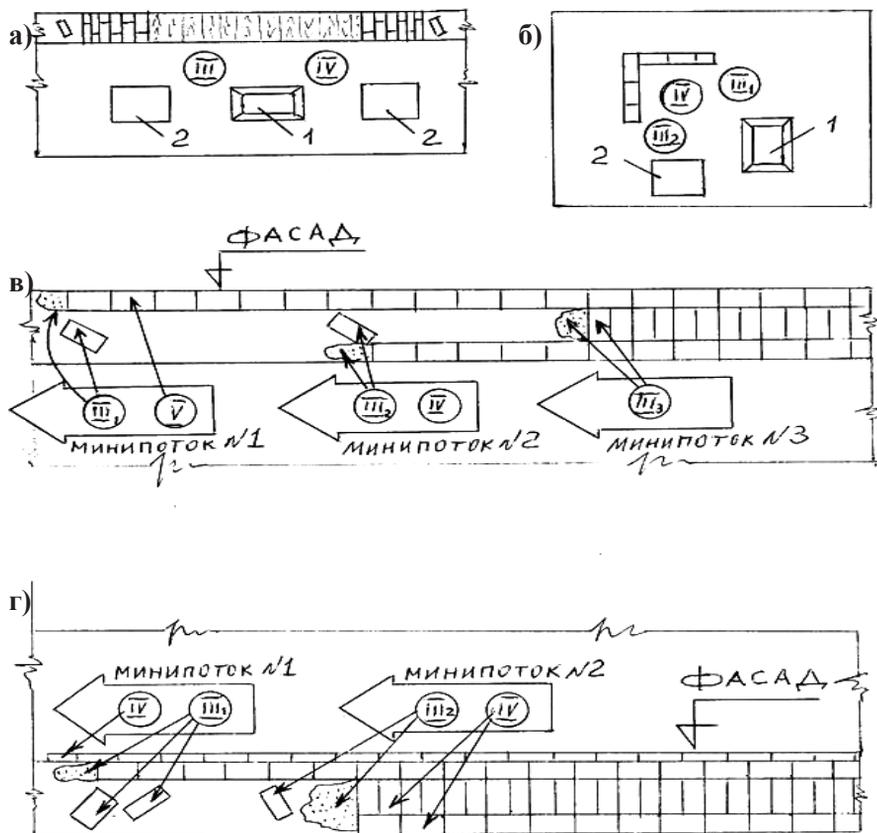


Рис. – 6.6. Организация труда каменщиков в различных звеньях:
 а) звено «двойка»; б) звено «тройка»; в) звено «пятёрка»; г) звено «чвёрка»; I, II, III, IV, V – соответственно разряды каменщиков; 1 – ящик с раствором; 2 – контейнер с кирпичом. Стрелками указаны операции выполняемые каменщиком соответствующей квалификации.

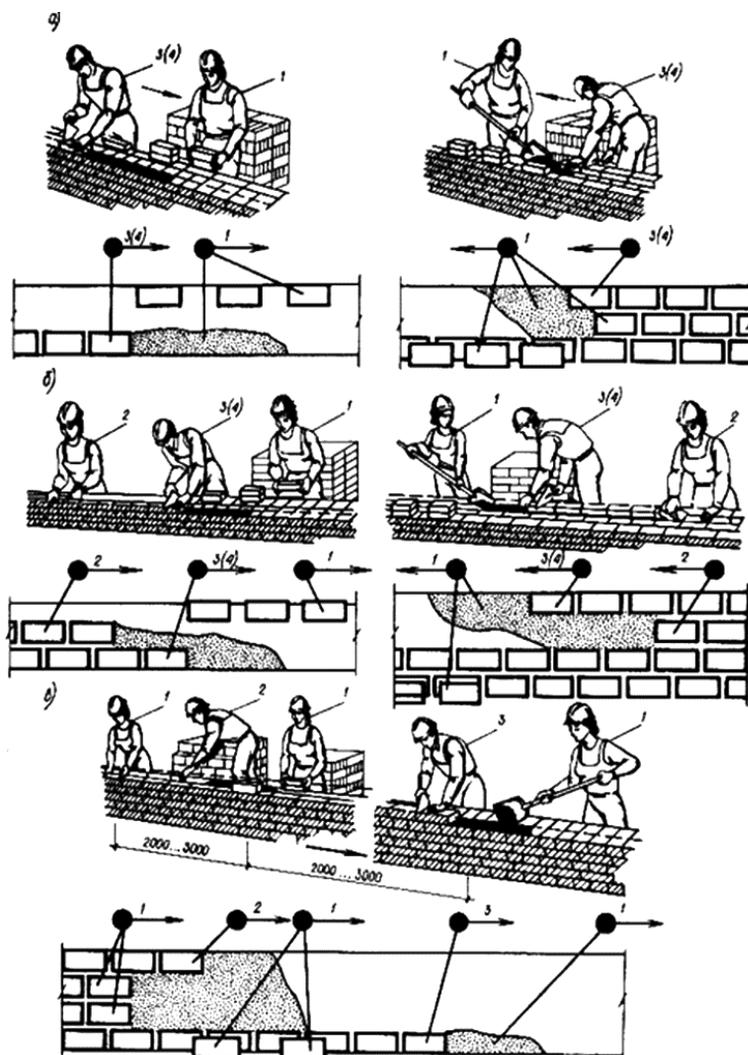


Рис. – 6.7. Работа звеньев каменщиков: а) «двойки» при кладке наружной версты; то же, внутренней версты и забутки; б) – «тройки» при кладке наружной ложковой версты; // – то же, внутренней версты и забутки; в) «пятерки»; 1 – каменщик 2-го разряда; 2 – каменщик 3-го разряда; 3 – каменщик 4-го разряда; 4 – каменщик 5-го разряда.

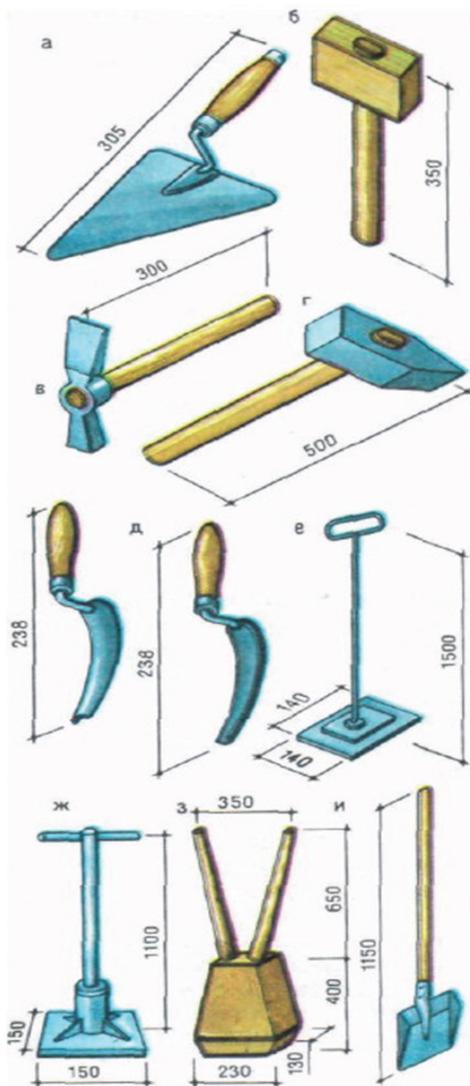


Рис. – 6.8. Рабочий инструмент для каменных работ: а – кельма (мастерок); б – киянка; в – молоток-кирочка; г – кувалда; д – расшивки; е – швабровка; ж – металлическая трамбовка; з – деревянная трамбовка; и – ковши-лопата.

7. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ НА ВОЗВЕДЕНИЕ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ИЗ КИРПИЧА

Состав проекта производства работ, (ППР)

- 7.1. Область применения
- 7.2. Организация и технология частных потоков по возведению «коробки» здания
- 7.3. Технологические расчеты
- 7.4. Производство каменных работ в зимнее время
- 7.5. Техника безопасности
- 7.6. Ведомости механизмов, оборудования, инвентаря и инструментов
- 7.7. Управление качеством строительной продукции
- 7.8. Простая калькуляция затрат труда и машинного времени.
- 7.9. Укрупнённая калькуляция затрат труда и машинного времени.
- 7.10. Календарный график производства комплексных строительных процессов.

7.1. Область применения.

7.1.1. Объект: многоквартирный жилой комплекс со встроенными помещениями и гаражами по улице Гастелло, улице Дулата, улицы Баянауыл.

7.1.2. ППР разработан на возведение несущих кирпичных стен надземной части здания и монтаж сборных ж/б перемычек, плит перекрытий и покрытия, лестничных маршей и площадок лестничных клеток.

Кирпичные наружные стены до 3го этажа армированы с шагом 200 мм. или кратным 2 рядам кладки, далее армированы с шагом 300 мм. (кратно 3 рядам кладки).

7.1.3. Строительство ведется в г. Астане в 1В климатическом подрайоне с расчетными характеристиками:

- средняя температура наружного воздуха – 350С; зона сухая;
- нормативная снеговая нагрузка – 180 кг/м²;

- нормативный скоростной напор ветра – 38 кг/м²;
- степень огнестойкости – I;
- степень долговечности – II;
- уровень ответственности – II.

7.1.4. Работы выполняются в две смены.

7.1.5. Материал наружных стен – керамический полуторный кирпич марки М-150 (1-4 этажи), марки М125 (5-8 этажи), марки М100 (9-й этаж и техэтаж).

7.1.6. Армирование кладки сеткой ГОСТ 8478-81 5 вр-1-100.

7.1.7. Для кирпичной кладки применить цементно-песчаный раствор марки М100 ГОСТ 7473-85.

7.1.8. В состав комплексных процессов, рассматриваемых картой, входят:

- кладка наружных и внутренних несущих с монтажом сборных ж/б перемычек;
- определение и выравнивание монтажного горизонта этажа;
- монтаж металлических косоуров и сборных ж/б ступеней со сваркой закладных деталей;
- монтаж плит перекрытий, покрытий и балконных плит с анкерровкой и бетонированием монолитных участков;
- кладка стен лифтовой шахты и самонесущих перегородок.

7.2. Организация и технология частных потоков по возведению «коробки» здания

7.2.1. До начала работ по кирпичной кладке надземной части здания должны быть:

- закончены работы нулевого цикла;
- выполнены внутристроительные работы подготовительного периода в соответствии со стройгенпланом надземной части здания;
- подготовлены необходимые механизмы, оборудование и инвентарь, перечисленные в ведомости механизмов, оборудования и инвентаря данной ППР ;
- завезены материалы, необходимые для возведения одного этажа на первом участке.

7.2.2. Вертикальный транспорт материалов и монтаж сборных конструкций осуществлять тремя башенными кранами КБ-403Б (смотри стройгенплан).

7.2.3. Доставка кирпича на строительную площадку в контейнерах. Раствор для кладки приготавливается на этаже, где ведется кладка в смесителях небольшой ёмкости из сухих растворных смесей, расфасованных в специальные мешки. Вода затворения подогревается до 600С при температуре наружного воздуха ниже – 180С; до 500С при температуре наружного воздуха ниже -120С. Все смесители располагать в обогреваемых тепляках. Расходные ящики должны быть утеплены и снабжены утепленными крышками.

7.2.4. Для поточной организации комплексных процессов по возведению «коробки» здания сформировать три частных (комплексных) потока:

Частный поток – 1 «кирпичная кладка наружных и внутренних несущих стен с монтажом перемычек, армированием кладки, устройством армопояса и перестановкой подмостей»;

Частный поток – 2 «монтаж плит перекрытий, покрытий, балконных плит, бетонированием монолитных участков, монтажом элементов лестниц»;

Частный поток – 3 «кирпичная кладка внутренних самонесущих стен и перегородок, стен лифтовой шахты с монтажом металлических перемычек.

Для поточной организации трех частных потоков здание разбито на участки и захватки:

Вариант 1.

Число участков – 3: первый участок – Блок 4; второй участок – Блоки 3 и 2; третий участок – блок 1. На каждом участке по две захватки, каждая захватка разделена на делянки (смотри схему деления здания на участки, захватки, делянки).

Вариант 2.

Число участков – 2: первый участок – Блоки 4 и 3; второй участок – Блоки 2 и 1. На каждом участке по две захватки (смотри схему деления здания на участки, захватки, делянки).

На календарных планах (по вариантам 1 и 2) в расчетной части трудоёмкости частных потоков, состав бригад, продолжительность частных потоков. В графической части календарных планов движение комплексных бригад спецпотоков по захваткам и участкам с увязкой по времени, технологической последовательности и взаимосвязи в пространстве захваток, участков.

7.2.5. Для кладки стен 2-го яруса применить блочные универсальные подмости, которые имеют при постоянной длине различную высоту, т.е. 1,3м и 1,5м, что позволяет возвести второй ярус стен высотой более 1,4 м. расстановка подмостей в пределах захватки показана на схемах по вариантам 1 и 2.

7.2.6. Кладка наружных стен ведется по системе перевязки швов К-69 с эффективным утеплителем. Эффективный утеплитель разделяет облицовочный слой кладки от основной стены. Связь облицовочного слоя с основной стеной осуществляется как тычковыми рядами (через пять ложковых облицовки, также армированием сеткой (через каждые два ряда – смотри выше). Основная стена возводится по однорядной системе перевязки швов. Первый ряд кладки с тычковыми рядами с наружной стороны. Каждый этаж завершать тычковыми рядами, расположенными под плитами перекрытия. При кладке стен особое внимание следует уделять равномерности постели раствора, что возможно при сохранении пластичности и подвижности кладочного раствора.

Необходимо тщательно заполнять вертикальные продольные и поперечные швы кладки. При неравномерном распределении горизонтального слоя раствора и неполном заполнении вертикальных швов, значительно снижается монолитность кладки, что приводит к снижению прочности стены на 35-40%.

7.2.7. Подачу на этаж материалов (кирпича для перегородок, металлических перемычек) для последующей за кладкой наружных и внутренних несущих стен проводить до монтажа плит перекрытий.

7.2.8. Одновременно с кладкой наружных стен должны закладываться крюки для крепления кронштейнов защитных козырьков.

7.2.9. Материалы на подмостях размещать по сему периметру захватки.

7.2.10. Все работы по кирпичной кладке стен и монтажу конструкции производить в соответствии со СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

7.2.11. Оптимальный состав комплексной бригады каменщиков:

- для варианта 1 - 21 человек;
- для варианта 2 – 42 человека.

7.2.12. Для возведения наружных стен принято звено «пятерка», которая при кладке второго яруса, где оконные проёмы перегруппировываются в звенья «тройка» и «двойка». Каждое звено в пределах деланки выполняет кладку поточно-расчлененным способом.

7.2.13. Для возведения внутренних несущих стен толщ. 380 мм применить звенья «тройка», которые в пределах своей деланки выполняют кладку поточно-расчлененным способом.

7.2.14. На рис.7.1. Показана организация труда каменщиков звена «пятерка» при возведении яруса кладки без проёмов (до уровня подоконника). Звено условно делится на два подзвена:

Подзвено «двойка», где каменщик 3-го разряда укладывает раствор под облицовочный кирпич (ложковый ряд) и раскладывает стопками лицевой кирпич. Каменщик 5-го разряда укладывает лицевой кирпич и расширяет швы. Каменщик 3-го разряда после возведения нескольких рядов устанавливает эффективный утеплитель.

Подзвено «тройка»: Каменщик 3-го разряда №1 расстилает раствор под внутреннюю версту и укладывает стопкой кирпичи. Каменщик 4-го разряда укладывает кирпич во внутреннюю версту. Каменщик 3-го разряда №2 расстилает для себя раствор под забутовку, укладывает кирпич в забутовку и временами подменяет каменщика 3-го разряда с подзвена «двойка», т.е. устанавливает эффективный утеплитель.

7.2.15. В конце рабочей смены каменщики не выравнивают кладку, оставляют её для сменщиков.

7.2.16. Следующая смена сразу же «вживается» в нормальный производственный ритм, продолжая временно прерванный цикл потока.

7.2.17. По окончании рабочего дня разрыв в кирпичной кладке по высоте продольных стен и примыканий выполнять в виде убежи-

стой или вертикальной штрабы. Это относится и к границам захваток.

7.2.18. Монтаж плит перекрытия производить после подачи на этаж материалов и изделий для последующих за кирпичной кладкой процессов (кладка самонесущих перегородок с монтажом металлических перемычек).

7.2.19. Подъем плит перекрытий производить башенным краном, захватываются:

- четырехветвевое стропа при традиционных плитах с круглыми пустотами, оснащенных монтажными петлями;
- траверсой с клещевыми захватами при наличии плит нового поколения (с овальными пустотами) без монтажных петель.

7.2.20. До укладки плит перекрытия необходимо при помощи нивелира определить и зафиксировать раствором марками монтажный горизонт.

7.2.21. Укладку плит перекрытия на стены производить по выровненному слою раствора (ровнять слой раствора по растворным маякам монтажного горизонта). Марка раствора М-100.

7.2.22. Плиты перекрытия, имеющие один заделанный торец, т.е. пустоты, уложить заделанным торцом на внутреннюю стену. Торцы плит в наружных стенах заделать бетоном на глубину не менее 20 см.

7.2.23. После монтажа плит перекрытий в петли вставить металлические анкера. Крестовину анкера заделать кирпичной кладкой. Швы плит перекрытия замонолировать цементно-песчаным раствором.

7.2.24. Анкерные связи смежных плит сварить платком после зацепления на петли.

7.2.25. Сварку анкеров производить электродом Э-42. Диаметр анкера 10 мм., толщина сварного шва не менее 6 мм. При двухсторонней сварке длина шва не менее 100 мм.

7.2.26. После сварки все металлические части заделать цементно-песчаным раствором М-100, слоем 30 мм.

7.2.27. При фиксации металлических косоуров лестницы к закладным лестничных площадок необходимо выдержать зазор между

торцом косоура и закладной деталью площадки (8-10мм). Сварку вести электродом Э-42. длина сварочного шва на накладке не менее 180-200 мм.

7.2.28. Сборные железобетонные ступени фиксировать к металлическим косоурам сваркой закладной детали ступени к косоуру. Длина шва не менее 60 мм.

7.2.29. К металлическим косоурам приварить сетку рабица и оштукатурить цементно-песчаным раствором.

7.2.30. Монолитные участки плит перекрытия бетонировать в условиях зимы с выдержкой следующих требований СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»:

- до подачи бетонной смеси в опалубочную систему плиты опалубочный блок накрыть пологом (с каркасом), под полог установить calorifers и обеспечить под пологом температуру не ниже +80С;
- температура бетонной смеси в момент укладки должна быть не ниже +30С;

- особое внимание необходимо уделить плавному, постепенному подъёму температуры электропрогрева (не более 120С в час) и плавному, постепенному сбросу температуры электропрогрева (не более 50С);

- разность температур наружных слоёв бетона и воздуха должна быть не более 400С. Это обеспечивается укрытием поверхности бетона утеплителем, т.е. ещё при заглаживании поверхности бетона плиты немедленно укладывается полиэтиленовая пленка и поверх неё расстилается эффективный утеплитель.

7. 3. Технологические расчеты.

Расчет №1. Определение длины деланки

Длина деланки определяется по формуле:

$$L = N * C * Д / 100 * V * H_{вр}$$

где: N – количество рабочих в звене;

C – продолжительность рабочей смены;

V – объем кладки на 1м длины стен на высоту яруса;

Д – выполнение норм в %.

При высоте яруса – 1,2 м.

$$L_{640} = 5 \cdot 8 \cdot 100 / 100 \cdot (1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,64) \cdot 2,9 = 18 \text{ м}$$

$$L_{380} = 3 \cdot 8 \cdot 100 / 100 \cdot (1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,38) \cdot 3,2 = 16,6 \text{ м}$$

Расчет №2. Определение технических параметров монтажного крана и выбор марки крана

Грузоподъемность крана Q_k :

$$Q_{\text{мах}} = d_{\text{эл}} + d_{\text{строп приспособ}} + d_{\text{оснаст.}}$$

где $d_{\text{эл}} + 2,96$ т – наибольшая масса монтажного элемента (плита перекрытия);

$d_{\text{строп приспособ}} = 0,064$ т – масса строповочн. приспособлений;

$d_{\text{оснаст.}}$ – масса оснастки.

$$Q_{\text{мах}} = 2,96 + 0,064 = 3,02 \text{ т.}$$

Высота крюка крана, H_k :

$$H_k = H_o + h_{\text{зап}} + h_{\text{эл}} + h_{\text{строп приспособ}}$$

где $H_o = 34,0$ м – высота возводимого здания;

$h_{\text{зап}} = 1,0$ м – запас по высоте для безопасного монтажа;

$h_{\text{эл}} = 0,22$ м – высота монтируемого элемента;

$h_{\text{строп приспособ}} = 4,2$ м – высота строповочных приспособлений.

$$H_k = 34,0 + 1,0 + 0,22 + 4,2 = 39,4 \text{ м.}$$

Вылет крюка, L_k :

$$L_k = a/2 + v + c,$$

где $a = 6$ м – ширина кранового пути;

$v = 1,5$ м – расстояние от кранового пути до проекции наиболее выступающей части стены;

$c = 15,4$ м – ширина здания.

$$L_k = 6/2 + 1,5 + 15,4 = 19,9 \text{ м.}$$

Принимаем башенный кран КБ – 403 Б.

Таблица 7.1. – Основные технические характеристики крана КБ – 403 Б.

Характеристики	Единица измерения	Количество
1. Максимальный грузовой момент	ТС - М	120
2. Максимальная грузоподъемность	т	8
3. Максимальная высота подъёма: - при горизонтальной стреле	м	41
- при наклонной стреле	м	54,7
4. Вылет стрелы: - максимальный	м	30
- минимальный	м	5,6
5. База (колея)	м	6/6
6. Скорость подъёма	м/мин	40; 55
7. Масса крана (общая)	Т	80,5
8. Мощность электродвигателей	кВт	65,0

7.4. Производство каменных работ в зимнее время.

При выполнении кладки в зимнее время на открытом воздухе необходимо:

- обеспечить работающих зимней одеждой и теплыми временными помещениями-теплыми с калориферами, расположенными на этаже, где выполняется кладка;
- своевременно очищать настилы подмостей от снега и наледи, посыпать их песком;
- устанавливая подмости, исключить их просадку и выпирание;
- складировать строительные материалы и сборные конструкции на выровненные площадки, очищенные от снега и льда;
- очищать защитные козырьки от снега и строительного мусора, ограждая при этом зону сбрасывания и закрывая входы и выходы из здания.

Зимнюю кладку стен выполнять беспрогревным способом.

Вариант 1 (кладка в тепляке).

По всему периметру делянок, в пределах захватки, возвести теплые каркасные тепляки, обогреваемые калориферами. Температура в тепляке не ниже +80С. Каркас переносной из арматурных стержней, соединяемых на болтах, состоящий из арочно-сводчатых плоских рам. Поверх каркаса натянуть прозрачной двойной (с воздушной прослойкой) упрочненной сетчатым армированием полиэтиленовой пленкой.

Кладочный раствор приготавливать на этаже, где возводится кирпичная стена. Для приготовления раствора использовать несколько смесителей малой емкости. Смесители и сухие растворные смеси расположить в тепляках. Воду для затворения раствора подогреть на месте до +600С, сухую растворную смесь, расфасованную в мешки подогреть до +100С.

Ящики расходные, растворные утеплить и снабдить утепленной крышкой. В раствор не добавлять добавки.

При кладке на теплом растворе в тепляках работы выполнять по всей захватке на всех делянках одновременно.

Кирпич должен быть очищен от снега и наледи, и, в условиях тепляка, подогрет до +80С, что естественно для подогреваемого калориферами тепляка.

Бригадиру и мастеру необходимо следить за поддержанием температуры в тепляке не ниже +80С и температурой свежеприготовленного раствора не ниже +150С на рабочем месте, что обеспечивается разогревом воды затворения сухой смеси и утеплением расходных ящиков.

При таком варианте зимней кладки значительно повышается качество возводимых стен, увеличивается производительность труда каменщиков и сокращаются сроки возведения «коробки» здания.

Вариант 2 (кладка способом замораживания раствора).

Возведение стен наружных и несущих внутренних без устройства тепляков, но приготовлением кладочного раствора на этаже, где возводятся стены. Для приготовления «теплого» раствора возвести над смесителями малой ёмкости тепляки (легкий каркас и двойная прозрачная пленка), обогреваемые калориферами. Всё аналогично варианту №1 (смотри выше приготовление раствора).

Ящики для «теплого» раствора должны быть утеплены и снабжены утепленными крышками. Под утеплителем ящиков должен быть уложен

греющий шнур (изолированный) длиной 27-30м, что обеспечит температуры стенок ящика +20 / +250С. Греющий шнур типа «теплолюкс» используется для подогрева пола жилых и общественных зданий.

При температуре наружного воздуха до -100С и ветре свыше 6 м/с, температура «теплого» раствора без химических добавок **должна быть в момент укладки на стену не ниже +10°С.**

При температуре наружного воздуха от -110С до -150С и ветре свыше 6 м/с, температура «теплого» раствора без химических добавок **должна быть в момент укладки на стену не ниже +15°С.**

При температуре наружного воздуха ниже -200С и ветре свыше 6 м/с, температура «теплого» раствора без химических добавок **должна быть в момент укладки на стену не ниже +20°С.**

Кирпич в контейнере, либо поддоне должен быть очищен от снега и наледи.

Во избежание замерзания разложенного на стене раствора его следует укладывать не более, чем на два смежных кирпича при выполнении версты и не более чем на 6-8 кирпичей при выполнении забутовки.

Использование замерзшего или отогретого горячей водой раствора не допускается.

Способом замораживания раствора можно возводить стены только 7, 8, 9, 10 этажей при условии перевязки швов кладки по однородной системе.

Кладку стен с 1 по 6 этажи выполнять на «теплом» растворе с противоморозными добавками (смотри СНиП-3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции, приложение 16, таб. 1,2,3).

К началу оттаивания кладки, выполненной способом замораживания растворов напряженные участки кладки (столбы, простенки) должны быть разгружены.

Для разгрузки этих элементов установить временные стойки на клиньях, которые должны быть установлены на всех нижележащих этажах. При необходимости стойки могут связываться раскосами.

Стойки можно снимать только после того, как раствор в швах кладки достигнет не менее 70% от проектной.

При оттаивании кладки необходимо:

- заносить результаты за состоянием кладки в журнал производства работ, где указывать: ежемесячно – место работ, температуру наружного воздуха, наличие осадков, вид раствора, температуру раствора во время его укладки в стену, температуру раствора в швах кладки при её прогреве (оттаивании), время отбора образцов и их количество;
- не менее двух раз в смену в период оттаивания кладки – величина направление и равномерность осадки;
- данные о контроле твердения раствора в швах кладки;
- развитие деформации и повреждений (если они появляются на наиболее напряженных участках кладки);
- мероприятия по обеспечению прочности и устойчивости конструкции стен.

Если фактическая прочность кладки, по данным лабораторных испытаний, окажется ниже требуемой минимальной, то дальнейшее возведение стен здания должно быть прекращено до достижения раствором кладки проектной прочности.

7.5. Техника безопасности при производстве каменных работ.

При производстве работ соблюдать правила техники безопасности (в пределах действующих разделов) «Безопасность труда в строительстве».

Обратить внимание на следующие вопросы:

- При перемещении и подаче на рабочие места монтажными кранами кирпича следует применять контейнеры, либо поддоны и грузозахватные приспособления, исключающие падение груза при подъёме и подаче.
- Не допускается кладка наружных стен толщиной до 0,75 м в положении стоя на стене.
- Не допускается кладка стен зданий последующего этажа без установки несущих конструкций междуэтажного перекрытия, а также площадок и маршей лестничных клеток.
- При кладке стен первый ряд защитных козырьков установить на высоте не более 6 м от земли, которые должны сохраняться до пол-

ного окончания кладки стен последнего этажа. Ширина защитных козырьков – не менее 1,5 м с уклоном к стене в 1:100, зазор между настилом щита и стеной не более 50 мм (козырек должен выдерживать снеговую нагрузку и сосредоточенную нагрузку не менее 1600 Н (160 кгс), приложенную в середине пролета).

Второй ряд козырьков устанавливается на высоте 6-7 м над первым рядом, а затем по ходу кладки переставляется через каждые 6-7 м.

- Рабочие, занятые на установке, очистке или снятии защитных козырьков, должны работать с предохранительными поясами. Ходить по козырькам, использовать их в качестве подмостей, а также складывать на них материалы не допускается.

7.6. Ведомости механизмов оборудования, инвентаря и инструментов.

Таблица 7.2.

Потребность в механизмах, оборудовании, инвентаре.

Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол-во	Тех. хар-ки	Назначение
1. Кран башенный	КБ-403А	3	Грузопод. 8т	Монтаж конструкций, подача материалов
2. Блочные подмости.	3,0*1,5*1,3м	47/22		Обеспечение рабочего места каменщиков.
3. Блочные подмости	2,7*1,5*1,3м	2/2		
4. Конверт (плоские козлы)		2/2		
5. Обычные козлы		2/2		
6. Щитовой настил			32 п.м. 18 п.м.	Закрывать промежутки между подмостями
7. Строп четырехветвевой	4СК-3,2 ГОСТ-25573-82	3		Монтаж плит перекрытий и перемычек.

8. Ящик металлический растворный утепленный со сменным днищем для электроподогрева.			V=0,26 м3	Хранение раствора на рабочем месте.
9. Захват для поддонов с кирпичом		3		Подача поддонов с кирпичом
10. Стремянка		10		Для входа на подмости.

Таблица 7.3. – Потребность в инструменте, приспособлений для звена каменщиков «пятерка» и «тройка».

Наименование	Тип, марка, ГОСТ	Кол-во	Тех. хар-ки	Назначение
Звено «пятерка»				
1. Кельма типа КБ	ГОСТ-9533-81	2		Разравнивание, под-резка раствора
2. Лопата растворная	ГОСТ-3620-63	3		Подача и рассти- лание раствора
3. Молоток кирочка типа МКИ	ГОСТ-11042-90	2		Простая рубка и теска кирпича
4. Расшивка		2		Уплотнение швов, придание заданной формы
5. Причалка	крученный шнур	1	40 м	Контроль прямолин. кладки
6. Уровень строительный	УС-6 ГОСТ-9416-83	1	L=60см	Контроль горизон- тальной и верти- кальной кладки.
7. Уровень гибкий	НИИСП Госстроя СССР	1	L=10м	Вынос горизонталь- ных отметок
8. Отвес (весок) типа ОТ-600 (ОТ-1000)	ГОСТ 7948-80	2	Масса 0,6 (1,0) кг	Контроль верти- кальности кладки
9. Рулетка из- мерительная типа РС-20	ГОСТ-7502-89	2		Разметка и контроль линейных размеров

10. Порядовка универсальная		2		Контроль толщины рядов кладки и высотных отметок
11. Уголок	ГОСТ 3749-77	1		Контроль закладки углов
Звено «тройка»				
1. Кельма типа КБ		2		Разравнивание, подрезка раствора
2. Лопата растворная	ГОСТ-3620-63	2		Подача и разравнивание раствора
3. Молоток кирочка типа МКИ	ГОСТ-11042-90	2		Простая рубка и теска кирпича
4. Причалка	крученный шнур	1	40 м	Контроль прямолин. кладки
5. Уровень строительный	УС-6 ГОСТ-9416-83	1	L=60см	Контроль горизонтальной и вертикальной кладки.
6. Уровень гибкий	НИИСП Госстроя СССР	1	L=10м	Вынос горизонтальных отметок
7. Отвес (весок) типа ОТ-600 (ОТ-1000)	ГОСТ 7948-80	2	Масса 0,691,0) кг	Контроль вертикальности кладки
8. Рулетка измерительная типа РС-20	ГОСТ-7502-89	1		Разметка и контроль линейных размеров
9. Порядовка универсальная		2		Контроль толщины рядов кладки и высотных отметок
10. Уголок	ГОСТ 3749-77	1		Контроль закладки углов

7.7. Управление качеством строительной продукции.

Для эффективного управления качеством строительной продукции необходимо создать специальное подразделение которое будет управляться инженером авторского надзора от проектной организации.

Для функционирования подразделения по качеству необходимо:

- иметь на объекте филиал строительной лаборатории состоящий из трёх лаборантов оснащенных приборами нового поколения для вход-

ного контроля качества поступающих на объект материалов полуфабрикатов, и изделий;

- геодезиста для геодезического сопровождения строительных процессов;

- проект производства работ с технологическими картами на ответственные комплексные процессы;

- карты персональной ответственности за качество выполнения ведущих операций ответственных процессов.

Таблица 7.4. – Допускаемые отклонения при приёмке каменных работ.

Характер отклонений	Допускаемые значения Отклонений (мм.)
1. Толщина конструкций	+ 15
2. Отметка опорных поверхностей	- 10
3. Ширина простенков	+ 15
4. Смещение вертикальных осей оконных проёмов от вертикали	20
5. Ширина проёмов	+ 15
6. Смещение осей конструкции от разбивочных	10
7. Отклонение поверхностей и углов кладки:	
- на один этаж	10
- на всё здание	30
8. Толщина швов кладки :	
- горизонтальных	-2 ;+3
- вертикальных	-2 ;+2
9. Отклонение рядов кладки от горизонтали на 10 м. длины стены	10
10. Неровности на вертикальной поверхности кладки обнаруженные при прикладке рейки	10
11. Размеры сечения вентеляционных каналов	+ 5

Таблица 7.5. – Карта персональной ответственности за качество бетонирования монолитных участков плит перекрытий в зимних условиях

Объект строительства _____		захватка _____		этаж _____	
Начальник участка _____		прораб _____		_____ (отметка)	
Инженерные мероприятия обеспечивающие качество выполненных ведущих операций		Кто контролирует и обеспечивает качество		Когда и как обеспечивается качество	
1. Входной контроль бетонной смеси (измерение температуры, подвиж-ти состава по паспорту)	Инженер по ка-ву _____ Ф.И.О. _____	В барабане смеси-теля автобето-смесителя	При приемке бетонной смеси проверкой паспорта, температу-ры, подвиж-ти бетон. смеси	Термометр нового по-коления, стандартный конус	
2. Обогрев арматуры и опалу-бочного блока	Мастер _____ Ф.И.О. _____	На захватке (этаже) объекта строительства	Перед подачей бетонной смеси измерением температуры под пологом	Термометры нового поколения	
3. Обеспечение защиты трубо-проводов бетоновоза от по-терь тепла бетон. смесью, подог-рев смеси перед укладкой	Мастер _____ Ф.И.О. _____	На объекте по всей трассе бето-новоза, включая и колена манипу-лятора	До начала бетонирования, проверкой теплоизоляции бето-новоза и манипулятора	Визуально	
4. Обеспечение подачи бетон-ной смеси в опалубочный блок, распределение, вибрирование	Бригадир _____ Ф.И.О. _____	На захватке	В процессе бетонирования, рейкой и вибратором	Распределительная рей-ка, вибратор с гибким валом	
5. Заглаживание поверхности бетона плиты и укрытия специ-альными пара-теплоизолирую-щими матами	Звеньевой _____ Ф.И.О. _____	На захватке	В процессе бетонирования, после виброуплотнения, специ-альной рейкой	Специальная рейка	
6. Обеспечение постепенного подъема температуры обогрева бетона	Мастер _____ Ф.И.О. _____	На захватке	На захватке после окончания бетонирования, наблюдением за термометрами, связь с элект-риком по ради	График подъема тем-пературы, термометры, ради	
7. Наблюдение за постоянным режимом обогрева бетона	Мастер _____ Ф.И.О. _____	На захватке	На захватке, наблюдением за термометрами, связь с электри-ком по ради	Термометры, ради	
8. Постепенный (плавный) сорос температуры обогрева бетона	Мастер _____ Ф.И.О. _____	На захватке	На захватке, наблюдением за термометрами, связь с элект-риком	Термометры, ради	

Таблица – 7.6. Карта персональной ответственности за качество выполнения зимней кладки стособами замораживания и применением противоморозных добавок

Объект строительства _____ участок здания		Начальник участка _____		
Ведущие процессы и операции, определение качества кладки	Кто контролирует, Ф.И.О. должность	Где выполняются процессы и операции	Когда и как выполняется обеспечение качества	Приборы, приспособления, оборудование для обеспечения качества
1. Контроль характеристик раствора (температуры, подвижности)	Инженер по качеству _____ Ф.И.О.	В смесителе автобетоновоза	В момент прибытия на объект, паспорт раствора	Термометр нового поколения, стандартный конус
	Лаборант _____ Ф.И.О.	На рабочих местах в расходных ящиках	Измерение температуры и подвижности каждые 20 мин	
2. Обеспечение защиты контейнеров с кирпичом от снега и наледи	Мастер Ф.И.О. Бригадир _____ Ф.И.О.	На приобъектном складе	Ежедневно, визуально	Использование чехлов, проверка их крепления
3. Обеспечение раствору в расходных ящиках требуемой температуры и узобоукладываемости	Бригадир _____ Ф.И.О.	На рабочих местах (подмости)	Регулярно, каждые (15 мин)	Термометр, стандартный конус, греющий изолирующий провод в ящике
	Звеньевой №1 _____ Ф.И.О.	На делянке №1		
4. Обеспечение горизонтальным раствором швам нормативной толщины, заполнение вертикальных швов	Звеньевой №2 _____ Ф.И.О.	На делянке №2	Установкой порядков и натяжением шнура причалки	Все штатные порядковки, комплекты инструментов, отлаженная работа звеньев
	Мастер (на захватке) _____ Ф.И.О.	На захватке		
5. Обеспечение обжатия горизонтальных растворных швов до их замерзания	Бригадир _____ Ф.И.О.	На делянках	Организацией работы звеньев постоянно расчлененным способом (по высоте)	
	Инженер по качеству _____ Ф.И.О.	На захватке		
6. Обеспечение проектного армирования кладки			Контроль наличия сетки	Металлоискатель

7.8. Простая калькуляция затрат труда Таблица – 7.7.

Простые процессы	Объём работ			по ЕНиР	Н ^{вр.} норма времени в чел.ч.	Затраты труда, в чел. дн.		
	Ед. изм.	Количество				Блок-1	Блок-2,3	Блок-4
		Блок-1	Блок-2					
1	2	3	4	5	6	8	9	10
1. Кирпичная кладка стен наружных толщиной 640 мм с облицовкой керамич. кирпичом.	м ³	1635	2170	1635	Е 3-3 Т-3, С-8, «б»	593	787	593
2. Кирпичная кладка внутренних несущих стен толщиной 380 мм.	м ³	1276	2189	1276	Е 3-3 Т-3, С-3, «б»	511	876	511
3. Монтаж ж/б перемычек массой до 0,3 т.	1 т.	137	210	137	Е 5-1-10, Т-1, С-2, «а»	137	210	137
4. Укладка в стены арматурной сетки (4вр-1)	100 кг (0,1 т)	4,3 т	5,6 т	4,3 т	Е 3-18, С-1	6	8	6
5. Монтаж плит перекрытий и покрытий площадью до -10 м ²	шт.	920	800	920	Е 4-1-7 С-3, «а»	83	76	83
6. Установка и перестановка блочных подмостей для кладки стен.	10 м ³ кладка	2911	4359	2911	Е 3-20 Т-2, С-3, «б»	34	51	34
7. Очистка возводимых стен и подмостей от снега и льда с отбрасыванием на расстояние до 3,0 м.	м ³ снега	115	148	115	Е 3-21 С-21	1,7	2,2	1,7
8. Монтаж плит балконных массой до 2,0 т.	т	23,4	32,4	23,4	Е 5-1-10, Т-1, С-6, «а»	7	8	7
9. Монтаж металлических косоуров лестниц.	т	10	18	10	Е 5-1-10, Т-1, С-1, «а»	14	25	14
10. Укладка наборных ж/б ступеней по косоурам, массой до 0,3 т.	шт.	1232	1584	1232	Е 4-1-8 Т-3, С-3, «а»	43	55	43
12. Кирпичная кладка самонесущих перегородок толщ. 0,5 кирп.	м ²	1200	1800	1200	Е 3-12, С-2	99	149	99

13. Кладка стен шахты лифта толщиной 380 мм	м ³	200	300	200	Е 3-3 Т-3, С-3, «б»	3,7	93	139	93
14. Монтаж металлических перемычек массой до 0,1 т.	т	1,8	2,3	1,8	Е 5-1-10, Т-1, С-1, «а»	11,0	2,5	3,0	2,5
15. Устройство монолитных участков плит перекрытий:									
15.1. Установка опалубочной системы (щитовой);	1 м ²	168 м ²	251	168	Е 4-1-34, Т-5, С-2, «а»	0,3	6,5	10,0	6,5
15.2. Монтаж стержней армат. сетки отделен. стержнями;	1 т	1,8	2,7	1,8		13,0	3,0	4,5	3,0
15.3. Укладка бетонной смеси в опалубочную систему плиты.	м ³	30	48	30		0,85	3,5	5,0	3,5
16. Установка электродов для электропрогрева бетона плиты.	м ³	30	48	30	Е 4-1-50, С-2	0,98	3,8	6,0	3,8
17. Покрытие бетонной поверхности утеплителем, мамами.	100 м ²	168	251	168	Е 4-1-54, С-10	0,21	0,1	0,2	0,1
18. Снятие с бетонной поверхности утеплителя, маты.	100 м ²	168	251	168	Е 4-1-54, С-12	0,22	0,1	0,2	0,1
19. Укрытие бетонной поверхности полиэтиленовой пленкой.	100 м ²	168	21	168	Е 4-1-54, С-10	0,21	0,1	0,2	0,1
20. Снятие с бетонной поверхности полиэтиленовой пленки.	100 м ²	168	251	168	Е 4-1-54, С-12	0,22	0,1	0,2	0,1
21. Сварка закладных деталей косоуров.	10 м шва	86	108	86	Е 22-1-1, С-13, «в»	5,0	5,4	6,8	5,4
22. Сварка закладных деталей ступеней и косоуров.	10 м шва	246	317	246	Е 22-1-1, С-13, «в»	5,0	15,4	19,8	15,4
23. Разборка опалуб. системы (щитовой) плиты перекрытия.	1 м ²	168	251	168	Е 4-1-34, Т-5, С-2, «б»	0,11	2,5	3,5	2,5
24. Укладка на плиты перекрытия и стену анкерных стержней 10 мм L=150мм (А-III)	100 кг 0,1 т	0,05	0,08	0,05	Е 3-18, С-1	1,1	0,5	0,8	0,5
25. Устройство армопояса:									
25.1. Укладка арматуры.	т	2,7	3,5	2,7	Е 4-1-46, С-7, «в»	1,6	0,5	0,7	0,5

7.9. Укрупненная калькуляция затрат труда

Таблица – 7.8.

Комплексные процессы	Объем работ						Затраты труда в чел. днях			Ссылка на простую калькуляцию
	Ед.изм.	Блок-1	Блок-2, 3	Блок-4	Блок-1	Блок-2	Блок-3			
		2	3	4				5	6	
1. Кирпичная кладка наружных стен и внутренних несущих толщиной 380 мм, с расшивкой швов наружных стен, монтажом перемычек брусовых и арочных, армированием кладки, устройством армопояса, перестановкой подмостей.	м3	2911	4359	2911	1446	2216	1446	1446	1+2+3+4+ +6+25,1+34	9
2. Монтаж плит перекрытий, покрытий и балконных плит с анкеровой к стене и смежных плит, бетонированием монолитных участков плит с электропрогревом бетона.	шт т	920 23,4	800 32,4	920 23,4	108	104	108	108	5+8+24+15,1 + +15,2+16+17 +18+19+20	108
3. Монтаж металлических косоуров, укладка ступеней со сваркой закладн. деталей.	т шт	10 1232	18 1584	10 1232	88	108	88	88	9+10+21+22	88
4. Кирпичная кладка самонесущих перегородок толщиной 0,5 кирпича, стен лифтовой шахты с монтажом металлических перемычек.	м3 м2	150 1200	360 1800	150 1200	162	296	162	162	11+12+13+14	162

7.11. Технологическая норма на построение календарного графика возведения многоэтажного здания из кирпича, (вариант – 1)

Комплексные процессы, (специализированные потоки)	Взаимодействие комплексных процессов без привязки по продолжительностям															
	Дни и смены															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	t	
	1	II	I	II	I	II										
1. Кирпич. кладка наружн. и внутр. несущ. стен с молтаж. сборных ж/б перемычек. (специализир. бригада № 1)	1 ЭТАЖ															
	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр
2. Перест. подмост., заготовка кирп. и раствора на подмости и кирпича на плиты перекрыт. для клад. самонесущ. перегород. (специализир. Бригада № 2)	2 ЭТАЖ															
	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр
3. Перестановка подмостей на 2-ю захватку. Монтаж плит перекрыт. с анкеровой, бетонир. монол. участков и заливкой швов (специализир. бригада № 2)	3 ЭТАЖ															
	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр
4. Кирпичная кладка самонесущих перегородок и стен лифтовых шахты (специализир. Бригада № 3)	4 ЭТАЖ															
	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр	1Яр	2Яр
	5 ЭТАЖ															
	6 ЭТАЖ															
	7 ЭТАЖ															
	8 ЭТАЖ															

8. РАЗНООБРАЗИЕ ДЕФЕКТОВ ВОЗНИКАЮЩИХ В КАМЕННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ВОЗВЕДЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

8.1. Дефекты возникающие при нарушениях регламента рабочего проекта и нарушениях технологической дисциплины при возведении каменных конструкций

К наиболее характерным дефектам каменных конструкций, допускаемых при их возведении, могут быть отнесены:

Дефекты возникающие при нарушениях регламента рабочего проекта при возведения каменных конструкций:

- применение вида и марок камня и раствора, не соответствующих проекту;
- пропуск или занижение сечений связей стен с колоннами или перекрытиями;
- недостаточную длину опирания перемычек на стены;
- пропуск или уменьшение количества арматуры в армокаменных конструкциях;
- утолщение горизонтальных швов кладки против предусмотренных нормами, (смотри фотофакт - 8.1., 8.2., 8.3.);
- укладку прогонов и балок на стены и столбы без опорных плит, (смотри фотофакты - 8.5., 8.6.);
- неправильное выполнение температурных, осадочных и антисейсмических швов;
- некачественное и не по проекту выполнение металлических покрытий парапетов, карнизов и поясков, а также примыканий кровли к стенам, (смотри фотофакты - 8.7., 8.8., 8.9., 8.10).

Дефекты возникающие при нарушениях технологической дисциплины при возведения каменных конструкций:

- неоднородность растворной постели;

- некачественную перевязку камня в кладке, особенно опасную в сильно нагруженных столбах, простенках и пилястрах, (смотри фотофакт – 8.1.) ;
- отсутствие перевязки продольных стен с поперечными, (смотри фотофакт - ;
- плохое заполнение раствором вертикальных швов кладки;
- нарушение вертикальности стен и столбов, (смотри фотофакт – 8.4.);
- дефекты кладки из-за нарушения правил производства работ в зимних условиях.

Все перечисленные дефекты, кроме неоднородность растворной постели, более или менее видимы и могут быть оценены количественно. Однако неоднородность растворной постели, оказывающая наибольшее влияние на прочность кладки, является скрытым, труднооцениваемым дефектом. Следует иметь в виду, что однородную растворную постель из малоподвижного раствора при толщине горизонтальных швов 10...12 мм может создать только каменщик высокой квалификации.

ЦНИПСом были испытаны кладки, выполняемые каменщиками различной квалификации при одинаковых прочих условиях из кирпича марки 118 на растворе марки 50, (смотри табл. 8.1.) [7]

Результаты испытаний кирпичной кладки, выполняемой каменщиками различной квалификации

Таблица – 8.1.

Каменщики	Квалификация каменщиков	Предел прочности кладки в кг/см ²	Коэффициент руки каменщика
Каменщик № 1	Малоопытный каменщик	29,3	1
Каменщик № 2	Опытный каменщик	49,7	1,7
Каменщик № 3	Опытный каменщик	57,1	1,95
Каменщик № 4	Опытный каменщик	50,5	1,72

Как видно из таблицы 7.9. прочность кладки возведённой малоопытным каменщиком (70-90)% ниже только из за неумения создать однородную растворную постель. По этому, так как во многих случаях

квалификация каменщика оказывается недостаточной, то рекомендуется выполнять ряд мероприятий, способствующих повышению однородности растворной постели:

- не применять жестких цементных растворов;
- внедрять подвижные растворы с пластифицирующими добавками;
- не допускать уменьшения толщины горизонтальных швов (менее 12 мм);
- по согласованию с проектной организацией в сильно нагружаемых конструкциях предусматривать конструктивное сетчатое армирование;
- обожженный кирпич в летнее время применять в кладку только в увлажненном состоянии.

Однако для сильно нагруженных каменных конструкций (нижних этажей многоэтажных зданий) и этих мероприятий может оказаться недостаточно. Поэтому в таких случаях для кладки нужно использовать труд только высококвалифицированных каменщиков.

Занижение марки камня и раствора приводит к снижению прочности кладки. При этом прочность камня влияет на прочность кладки больше, чем прочность раствора. Снижение прочности раствора сказывается на прочности кладки тем сильнее, чем ниже высота камня. От прочности раствора больше зависит прочность кладки из камней неправильной формы, чем из камней, с формой правильного параллелепипеда. Наименьшее значение прочность раствора имеет в крупноблочной кладке, наибольшее – в бутовой. Все это следует принимать во внимание при оценке влияния допущенных отступлений в марках камня и раствора на прочность кладки.

Применение видов камней и раствора, не предусмотренных проектом, может вызвать серьезные последствия. Недопустимо использование камня, имеющего морозостойкость меньше проектной, силикатного кирпича вместо глиняного обыкновенного во влажных условиях и при низких расчетных температурах без изменения толщины наружных стен, полнотелого кирпича вместо пустотелого, тяжелого раствора в наружных ограждающих конструкциях вместо легкого и т.п. Та-

кие замены могут привести к разрушению каменных конструкций и промерзанию наружных ограждений зданий.

Применение неправильной перевязки кирпича, (например, кладка столбов «в корзинку»), нарушающей связь верстовых рядов с забутовкой, заполнение забутовки стен кирпичным боем, могут вызвать обрушение сильно нагруженных столбов и простенков. **Отсутствие перевязки наружной версты с забутовкой при кладке в зимних условиях методом замораживания приводит к обрушению наружного слоя стены при оттаивании кладки.**

Часто встречающийся дефект – отсутствие перевязки продольных стен с поперечными – снижает устойчивость участков стен и пространственную жесткость здания. В случае неравномерной осадки основания при этом появляется возможность обрушения стен.

Пропуск или занижение сечений связей стен с колоннами и перекрытиями также уменьшает пространственную жесткость здания, что при появлении горизонтальных усилий может закончиться обрушением участков стен.

Некачественное выполнение стен и анкеровки стен с колоннами и перекрытиями в случае аварийного локального разрушения стены, значительно увеличивает объем разрушения зданий.

Утолщение горизонтальных швов кладки по сравнению с требуемыми нормами по-разному может влиять на прочность кладки. С одной стороны, такое утолщение позволяет улучшить растворную постель под камнем, что приводит к повышению прочности кладки. С другой стороны, чем толще горизонтальный шов, тем больше растягивающие усилия в камне из-за разных деформативных свойств камня и раствора. В зависимости от того, какой из двух факторов оказывает большее влияние при утолщении горизонтального шва, происходит повышение или понижение прочности кладки. Утолщение горизонтальных швов до 30...40 мм снижает прочность кирпичной кладки на 10...15%. Эти данные приводятся для кладки, выполняемой каменщиком средней квалификации на пластичных растворах. Если кладка ведется каменщиком низкой квалификации, то ее прочность будет выше при толщине горизонтальных швов 15...20 мм, чем при толщине 10...12 мм.

При оценке допустимости применения утолщенных швов следует также учитывать и то, что раствор обычно имеет большую плотность, чем кирпич, и, следовательно, повышение доли раствора в кладке вызовет повышение ее теплопроводности.

Нужно иметь также в виду, что утолщение швов приводит к значительному перерасходу цемента.

Плохое заполнение вертикальных швов уменьшает прочность кладки, поскольку раствор в вертикальных швах препятствует свободной деформации камня в горизонтальном направлении в случае приложения вертикальной нагрузки. Пустые вертикальные швы, кроме того, являются концентраторами напряжений. Кладка с плохо заполненными швами становится легко продуваемой, ее теплопроводность существенно возрастает.

Нарушение вертикальности участков кладки, увеличивает эксцентриситет прилагаемой нагрузки и повышает внутренние усилия в кладке. Если продольные стены надежно перевязаны с поперечными, имеется надежная анкеровка всех стен в перекрытиях и перекрытия хорошо омоноличены, то дополнительные усилия в наклонных участках стен незначительны. При отсутствии перевязки стен и недостаточной анкеровке их к перекрытиям дополнительные усилия в наклонных участках стен и столбах могут достигать больших значений, особенно в простенках и столбах малого сечения.

Укладка балок и прогонов непосредственно на каменные стены или столбы без опорных плит так же, как и недостаточное опирание плит перекрытий и перемычек, может вызвать местное разрушение каменной кладки. К примеру, при опирании балки шириной 12 см и заделки ее в стену на 25 см, кирпиче М100 и растворе М50 расчетное сопротивление кладки на местное сжатие составляет 45 кН, а расчетная реакция конца балки может быть больше 100 кН. (смотри фотофакты – 8.5. и 8.6.).

Значительное влияние на несущую способность каменной кладки оказывает поперечное сетчатое армирование. В зависимости от количества поперечного армирования прочность армированной кладки может до двух раз превышать прочность неармированной.

Пропуск только одной сетки уменьшает эффект армирования в два раза. Размеры сеток всегда должны быть больше размеров сечения

армируемого элемента, чтобы можно было после выполнения кладки визуально проверить все параметры армирования: диаметр стержней, размер ячеек и шаг сеток.

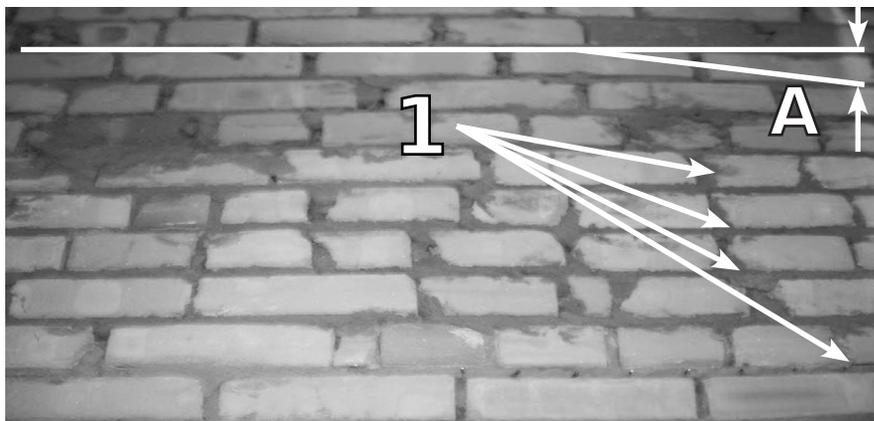
Некачественное выполнение металлических покрытий парапетов, карнизов, поясков, а также примыкание кровли к стенам приводит к переувлажнению каменной кладки и разрушению ее при воздействии отрицательных температур, (смотри фотофакты – 8.7., 8.8., 8.9., 8.10., 8.11.).

При устройстве температурных, осадочных и антисейсмических швов встречаются следующие дефекты: отклонение швов от вертикали, выполнение шва не по всей высоте конструкции, устройство шва без четверти или шпунта. Если отклонение от вертикали или пропуск по высоте имеет осадочный шов, то он перестает отвечать своему назначению. При неравномерной осадке фундаментов стена в области дефектного шва получает разрушения. При отсутствии четверти или шпунта шов становится продуваемым, участок стены приобретает возможность перемещаться перпендикулярно к плоскости стены.

Отсутствие антисейсмического шва или части его приводит к увеличению объема разрушения здания при землетрясениях.

При производстве работ в зимних условиях встречаются случаи применения не очищенного от снега и льда камня, занижения требуемых марок раствора, неправильной дозировки противоморозных добавок. Все это в той или иной степени снижает конечную прочность кладки после ее оттаивания. Обрушение кладок, выполненных в зимних условиях, чаще всего происходит из-за того, что на период оттаивания кладки не принимаются необходимые меры по временному усилению каменных конструкций, обеспечению равномерного их оттаивания.

Если строители получили проект кирпичного здания, в котором в пределах одного этажа предусмотрено несколько марок кирпича и раствора, то следует добиться от проектной организации изменение этого проекта. В пределах одного этажа должны применяться как кирпич, так раствор только одной марки. В противном случае в конструкциях, в которых предусмотрены более высокие марки кирпича и раствора, может быть уложен кирпич и раствор более низких марок.



Фотофакт – 8.1. Нарушения технологической дисциплины при выполнении кирпичной кладки: 1 – совпадение швов кладки в четырёх рядах; A = 30 мм. величина отклонения рядов кладки от горизонтали.



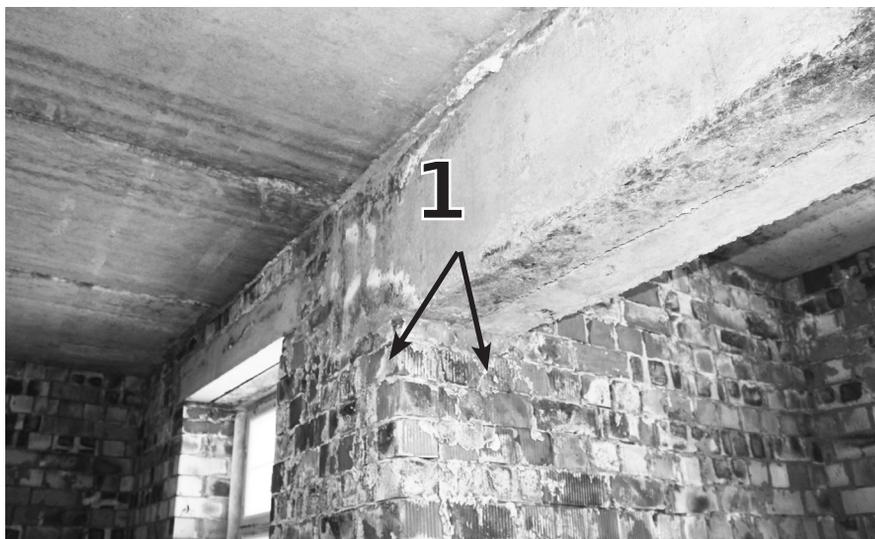
Фотофакт – 8.2. Нарушения технологической дисциплины при выполнении кирпичной кладки, толщина горизонтального растворного шва более чем в три раза превышает нормативный – 12 мм.



*Фотофакт – 8.3. Цокольный этаж. Фрагмент кладки облицовки цоколя:
Толщина горизонтального шва кладки 43 мм., что недопустимо.*



*Фотофакт – 8.4. Цокольный этаж. Стена подвала в осях – бс(Вс-Дс):
 $L = 195$ мм. – величина отклонения стены из многощелевого керамического
кирпича от вертикали; 1 – крайне низкое качество кирпичной кладки.*



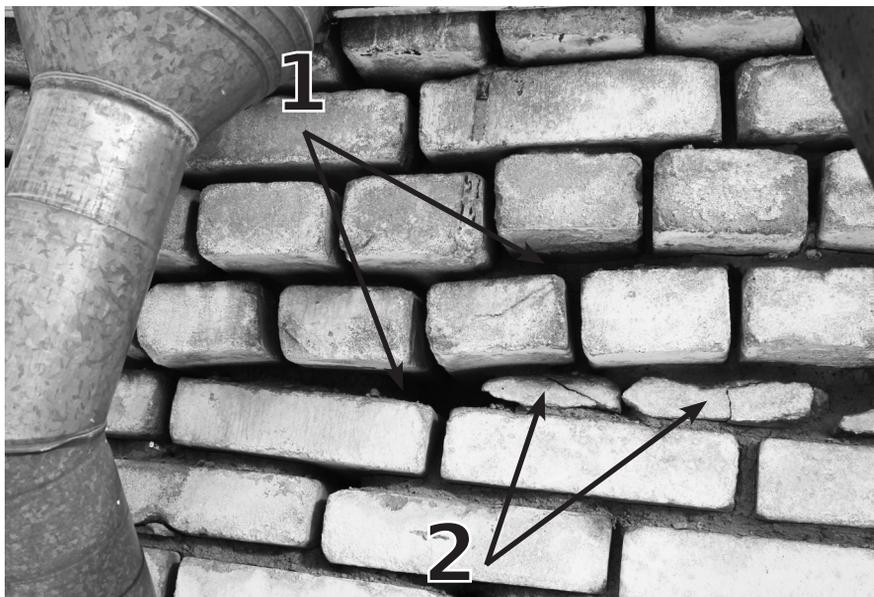
Фотофакт – 8.5. Под ригелем отсутствует бетонная подушка, при том, что стена из многощелевого кирпича, узел в осях (Б,4).



Фотофакт – 8.6. Фрагмент опорной зоны ригелей, в осях (В, б): 1 – скол наружной стенки многощелевого кирпича, т.к. отсутствует бетонная опорная подушка под ригелями.



Фотофакт – 8.7. Фрагмент фасада в осях – Г(7-6): 1 – сильное вымывание раствора со швов при отсутствии правильно установленного фартука.



Фотофакт – 8.8. Детализовка фотофакта – 3, узел – Б: 1 – очень интенсивное вымывание раствора со швов кладки на глубину до 50 мм.; 2 – вставка в пустые швы осколков кирпича.



Фотофакт – 8.9. Перенасыщение лицевого кирпича и морозное разрушение при неправильно установленном водоотводном фартуке, где капельницы прижаты к стене.



Фотофакт – 8.10. Перенасыщение лицевого кирпича и морозное разрушение при неправильно установленном водоотводном фартуке, где капельницы прижаты к стене.



Фотофакт – 8.11. Дефект для запугивания «чайников»: перенасыщение лицевого кирпича и морозное разрушение при неправильно установленном свесе скатной кровли, который не выступает за карниз на 200 мм. и позволяет дождевой воде стекать по стенам и впитываться к кладку. Конечно не аварийное состояние, смотрится для «чайника» страшным и аварийным дефектом.



Фотофакт – 8.12. Дефект для запугивания «чайников», им кажется, что наружные стены вот, вот обрушатся, но это лишь деформация облицовки выполненной из лицевого кирпича со значительно заниженной прочностью.

8.2. Дефекты возникающие при длительной эксплуатации зданий и признаки аварийного состояния каменных и сборных железобетонных конструкций

Дефекты возникающие в кирпичных стенах в процессе эксплуатации зданий необходимо уметь чётко различать по категориям, чтобы дефекты незначительные не считать аварийными, либо при аварийном состоянии кирпичных стен считать дефекты кладки незначительными, чем подвергать людей находящихся в здании смертельной опасности. В таблице 8.2., [8] представлены категории технического состояния кирпичной кладки

Категории и критерии оценки технического состояния каменных конструкций

Таблица – 8.2.

Категория технического состояния. Мероприятия по ремонту и безопасным условиям работы	Критерии оценки технического состояния
1	2
Категория I (исправная конструкция): повреждений нет. Потери несущей способности нет. Конструкции отвечают предъявленным к ним эксплуатационным требованиям. Ремонтных работ не требуется. Состояние конструкций удовлетворительное	Конструкции не имеют видимых деформаций и дефектов. Наиболее напряженные элементы кладки не имеют вертикальных трещин и выгибов, свидетельствующих о перенапряжении и потере устойчивости конструкций. Снижение прочности камня и раствора не наблюдается. Кладка не увлажнена. Горизонтальная гидроизоляция не имеет повреждений
Категория II (работоспособная конструкция): слабые повреждения. Снижение несущей способности до 15%. Поверочный расчет несущей способности конструкций; временных усилений не производить, если расчетом подтверждена достаточная их несущая способность	Размораживание и выветривание кладки, отслоение облицовки на глубину до 15% толщины. Вертикальные косые трещины (независимо от длины и величины раскрытия), пересекающие не более двух рядов кладки

<p>Категория III (ограниченно работоспособная конструкция): средние повреждения. Снижение несущей способности до 25%. Поверочный расчет несущей способности конструкции; при временном усилении – установка дополнительных стоек, стяжек, расчалок</p>	<p>Размораживание и выветривание кладки, отслоение облицовки на глубину до 25% толщины. Вертикальные и косые трещины в несущих стенах на высоту не более 4 рядов кладки. Наклоны и выпучивание стен в пределах этажа не более чем на 1/6 их толщины. Имеют место дефекты, связанные с неравномерной осадкой здания. Местное (краевое) повреждение кладки на глубину до 2 см под опорами и перемычек в виде трещин и лещадок, вертикальные трещины по концам опор, пересекающие не более 2 рядов кладки. Смещение плит перекрытий на опорах не более 1/5 глубины заделки, но не более 2 см. В отдельных местах наблюдается увлажнение каменной кладки вследствие нарушения горизонтальной гидроизоляции, карнизных свесов, водосточных труб.</p>
<p>Категория IV (предаварийное состояние конструкции): сильные повреждения. Снижение несущей способности до 50%. В конструкциях наблюдаются деформации и дефекты, свидетельствующие о значительном снижении их несущей способности, но не влекущие за собой обрушения. Капитальное восстановление производится по проекту, при временном усилении – установка дополнительных стоек, расчалок, стяжек</p>	<p>Большие обвалы в стенах. Размораживание и выветривание кладки, отслоение облицовки на глубину до 40% толщины. Вертикальные и косые трещины (исключая температурные и осадочные) в несущих стенах на высоту не более 8 рядов кладки. Наклоны и выпучивание стен в пределах этажа не более чем на 1/3 их толщины. Ширина раскрытия трещин в кладке от неравномерностей осадки здания достигает 20...30 мм, отклонения от вертикали - 1/100 высоты конструкции. Смещение (сдвиг) стен по горизонтальным швам или косой штробе. В конструкции имеет место снижение прочности камней и раствора на 30...50% или применение низкопрочных материалов. Отрыв продольных стен от поперечных в местах их пересечения. В кирпичных сводах и арках образуются характерные трещины, свидетельствующие об их перенапряжении. Повреждение кладки под опорами перемычек в виде трещин, раздробление камня или смещения рядов кладки по горизонтальным швам на глубину более 2см, образование вертикальных или косых трещин, пересекающих до 4 рядов кладки.</p>

	<p>Смещение плит перекрытий на опорах более 1/5 глубины заделки в стене. В кладке наблюдаются зоны длительного замачивания. Имеются зоны промораживания и выветривания кладки и ее разрушение на глубину 1/5 толщины стен и более.</p>
<p>Категория V (аварийное состояние конструкции): полное повреждение. Снижение несущей способности до 50%. В конструкциях наблюдаются деформации и дефекты, свидетельствующие о потере ими несущей способности. Состояние конструкций аварийное. Возникает угроза обрушения. Необходимо запретить эксплуатацию аварийных конструкций, прекратить технологический процесс и немедленно удалить людей из опасных зон. Конструкция подлежит разборке.</p>	<p>В наиболее напряженных конструкциях и зонах кирпичной кладки наблюдаются сплошные вертикальные трещины. Происходит расслоение кладки по вертикали на отдельные самостоятельно работающие столбики. Наблюдается выпучивание сжатых и сжато-изогнутых элементов местами на величину 1/80...1/50 высоты конструкций. В кирпичных сводах и арках хорошо видны трещины и деформации, свидетельствующие об их аварийном состоянии. Наблюдается полное коррозирование металлических стяжек и нарушение их анкеровки. Трещины в кладке от неравномерной осадки здания достигают 50 мм и более, наблюдаются значительные отклонения конструкций от вертикали (более 1/50 высоты конструкций). Происходит расслоение кладки по вертикали в наружных стенах с выпучиванием и обрушением наружного слоя вследствие высокой температуры и влажности в помещении. Горизонтальная гидроизоляция полностью нарушена. Кладка в этой зоне легко разбирается с помощью лома. Камень крошится, расслаивается. При ударе молотка по камню звук глухой. Наблюдается разрушение кладки от смятия в опорных зонах перемычек. Происходит разрушение отдельных конструкций и частей здания.</p>

О большой перегрузке элементов каменной кладки можно судить по наличию в них трещин. Трещины могут быть видимые, выходящие на поверхность кладки, и невидимые – внутреннее расслоение. Однако не все трещины в кладке свидетельствуют о ее перегрузке. Трещины в каменной кладке могут появляться также в результате неравномерной

осадки фундаментов и температурного воздействия (смотри фотофакт – 8.13.).

При неравномерной осадке фундаментов и температурном воздействии в результате перераспределения усилий между элементами кладки может произойти перегрузка отдельных элементов с образованием в них трещин силового происхождения.

Наступление аварийного состояния каменной кладки в связи с ее перегрузкой соответствует третьей стадии напряженно-деформированного состояния кладки. Эта стадия характеризуется появлением часто расположенных вертикальных трещин, имеющих небольшое раскрытие и проходящих через вертикальные швы кладки и несколько рядов камня (рис. 8.1.). Трещины, выходящие на наружную поверхность каменного элемента, обычно сопровождаются внутренним расслоением кладки. Это можно установить при простукивании каменного элемента. Если есть его внутреннее расслоение, то при ударе по поверхности кладки слышен глухой звук. Как говорят строители, кладка при этом «бухтит».

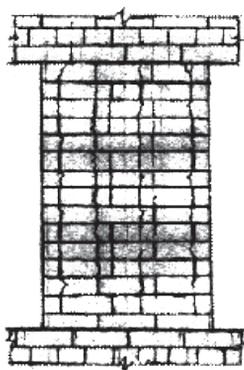


Рис. – 8.1. Схема третьей стадии напряженно-деформированного состояния каменной кладки.

Внутреннее расслоение кладки часто приводит к выпучиванию наружной версты кладки.

Рекомендации /30/ предлагают считать недопустимым отклонение от вертикали элемента каменной кладки более чем на $1/3$ высоты сечения элемента. При учете этих рекомендаций следует иметь в виду,

что если отклонение от вертикали допущено при выполнении кладки, то горизонтальная составляющая усилия, возникающая от этого отклонения, будет гаситься связью отклонившегося элемента с другими участками кладки и перекрытиями. При таком отклонении от вертикали каменного элемента следует произвести его расчет с учетом связи с примыкающими элементами кладки и перекрытиями, [11]. Если расчет покажет удовлетворительное состояние кладки, то не появится основания считать такой элемент аварийным.

При отклонении участков стены или столба от вертикали с отрывом его от соседних элементов стен, вызванном неравномерной осадкой фундаментов, в случае, когда стабилизации осадки не произошло, появляется опасность обрушения отколовшихся элементов каменной кладки. Это является аварийным состоянием кладки.

Опасным является появление трещин в кладке под концами балок, прогонов, перемычек больших пролетов или под опорными подушками (смотри рис. 8.2.). При этом появляется возможность обрушения элемента, опирающегося на кладку. Это *аварийное* состояние элемента.

При недостаточном опирании плит перекрытий на стены может произойти скол кладки под концом плиты, а также продергивание арматуры плиты на опоре. При отсутствии видимых признаков разрушения кладки под концом плиты и наклонных трещин в плите состояние плиты следует считать *предаварийным*. В случае увеличения нагрузки на плиту она может обрушиться.

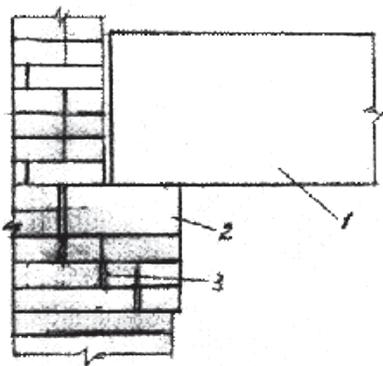
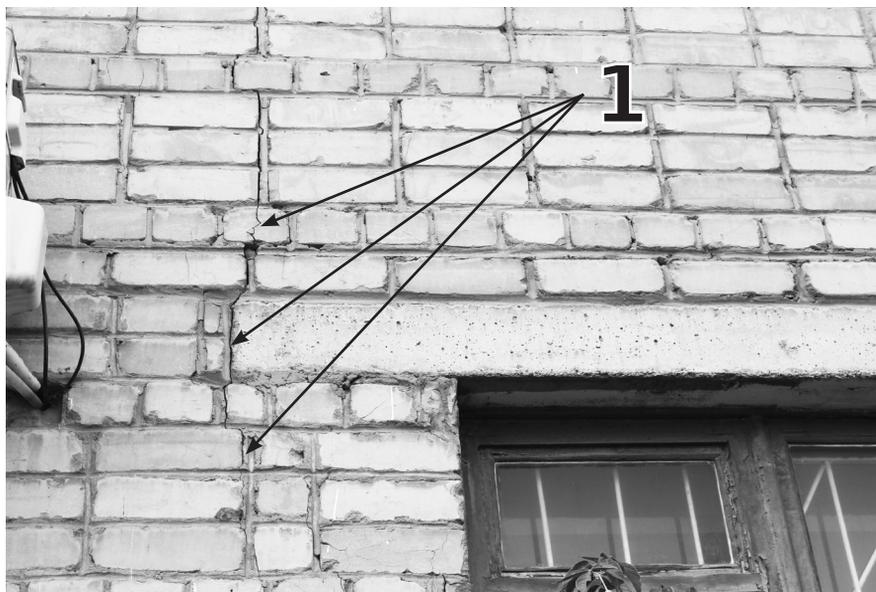


Рис. – 8.2. Схема разрушения каменной кладки под опорной подушкой: 1 – балка; 2 – опорная подушка; 3 – наклонная трещина

Трещины в кладке, вызванные неравномерной осадкой фундаментов, температурным воздействием, а также отсутствие перевязок продольных и поперечных стен приводят к снижению пространственной жесткости здания. Это *предаварийное* состояние здания. В случае появления значительных горизонтальных усилий может произойти обрушение конструкций. Поэтому пространственную жесткость здания всегда нужно восстановить [11].

Известны случаи обрушения отдельно стоящих кирпичных стен, не раскрепленных перекрытиями и стенами перпендикулярного направления от действия ветровой нагрузки. Это может произойти при нарушении технологии возведения новых стен или разборки старых.



Фотофакт – 8.13. Дефект вызванный температурной деформацией сборной ж/б перемычки: 1 – деформационная трещина совершенно безобидная и не влияющая на несущую способность стены, но может напугать «чайника».



Фотофакт – 8.13. Дефект наружной версты вызванный не совместимостью кирпича и кладочного раствора по пористости.

8.3. Дефекты монтажа железобетонных плит перекрытий и покрытий

К основным дефектам монтажа железобетонных плит перекрытий и покрытий относятся:

- смещение плит в плане вдоль и поперек их осей;
- неправильное омоноличивание швов между плитами;
- перегрузка плит в процессе монтажа строительными изделиями и материалами;
- устройство больших монтажных проемов в перекрытиях или покрытиях;
- отсутствие уборки снега на пустотных плитах в период монтажа конструкций;

- использование при монтаже плит с такими дефектами, как сколы бетона в опорных частях плит, сквозные трещины, низкая прочность бетона и др.

Смещение плит в плане вдоль их осей приводит к недостаточной длине опирания плит с одной их стороны. При этом появляется опасность продергивание продольной арматуры ребер у опоры и разрушение плит по наклонному сечению. Практика обследования показала, что омоноличиванию швов между плитами уделяется мало внимания. Вместо омоноличивания мелкозернистым бетоном класса не ниже В15, предусмотренного проектом, часто производится заливка швов цементным раствором марок 100-150, а иногда зазоры между плитами остаются заполненными строительным мусором. При этом резко снижается жесткость дисков перекрытия и покрытия, ухудшается пространственная жесткость здания и, как следствие, проявляется также «клавишный эффект» – прогиб каждой плиты осуществляется без взаимодействия с соседними плитами. Перегрузка в процессе монтажа плит строительными изделиями и материалами может вызвать разрушение плит.

Устройство больших монтажных проемов в перекрытиях и покрытиях увеличивает свободную длину верхнего пояса балок (ригелей) из их плоскости, и появляется возможность потери его устойчивости. Особенно это опасно для стропильных конструкций, имеющих значительные пролеты. Если в процессе строительства не производить уборку снега с перекрытий из многопустотных плит, то в период оттепелей вода от таяния снега будет попадать в пустоты плит (происходит это обычно через отверстия у монтажных петель и через торцы плит). Образовавшийся при замерзании лед может вызвать разрушение плиты в виде трещин и отколов бетона вдоль пустоты (рис.9).



Рис. – 8.3. Разрушение плиты, произошедшее в результате замерзания талой воды в пустотах: 1 – выкол бетона; 2 – трещина вдоль пустоты.

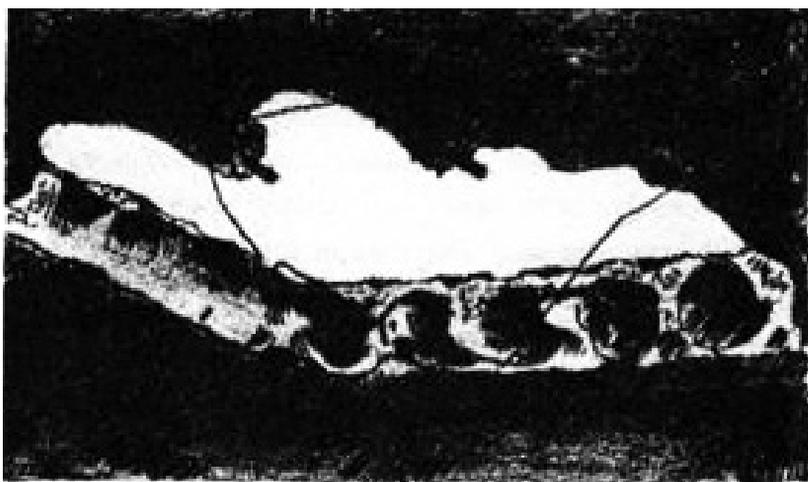


Рис. – 8.4. Отверстие, пробитое в пустотной плите перекрытия для пропуска коммуникаций. Из семи ребер перебито пять.

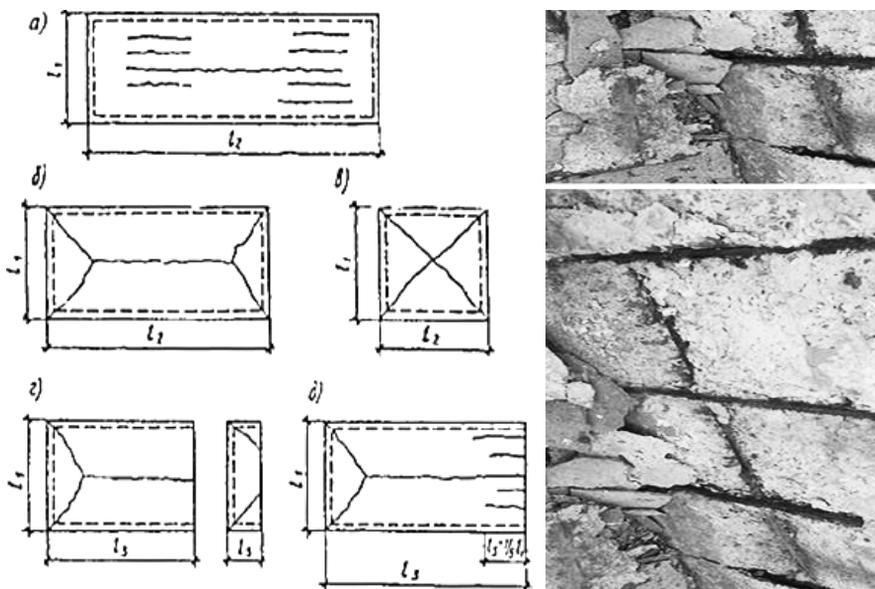
Недопустима пробивка отверстий в конструкциях, в которых отверстия не предусмотрены проектом. Однако это встречается при укладке непроектных плит в местах, где должны проходить коммуникации (рис.10). При этом плиты с пробитыми отверстиями могут почти полностью терять несущую способность.

В *плитах* возникают следующие трещины:

- в средней части плиты, имеющие направление поперек рабочего пролета с максимальным раскрытием на нижней поверхности плиты;
- на опорных участках, имеющие направление поперек рабочего пролета с максимальным раскрытием на верхней поверхности плиты;
- радиальные и концевые, с возможным отпаданием защитного слоя и разрушением бетона плиты;
- вдоль арматуры по нижней плоскости стены.

Трещины на опорных участках плит поперек рабочего пролета свидетельствуют о недостаточной несущей способности по изгибающему опорному моменту.

Характерно развитие трещин силового происхождения на нижней поверхности плит с различным соотношением сторон (рис. 2.4). При этом бетон сжатой зоны может быть не нарушен. Смятие бетона сжатой зоны указывает на опасность полного разрушения плиты.



Характерные трещины на нижней поверхности плит

а – работающих по балочной схеме при $l_2/l_1 \geq 3$; б – опертых по контуру при $l_2/l_1 < 3$; в – тоже при $l_2/l_1 = 1$; г – опертых по трем сторонам при $l_3/l_1 \leq 1,5$; д – то же, при $l_2/l_1 > 1,5$

В изгибаемых элементах, как правило, появлению трещин способствует увеличение прогибов и углов поворота. Недопустимыми (аварийными) можно считать прогибы изгибаемых элементов более $1/50$ пролета при ширине раскрытия трещин в растянутой зоне более $0,5$ мм. Значения предельно допустимых прогибов для железобетонных конструкций приведены в табл. 8.3.

Значения предельно допустимых прогибов железобетонных конструкций

Таблица – 8.3.

Элементы конструкций	Предельно допустимые прогибы
1. Балки	$l/500$
2. Перекрытия с плоским потолком и элементы покрытия, при пролетах, м:	
$l < 6$	$l/200$
$6 \leq l \leq 7,5$	3 см
$l > 7,5$	$l/250$
3. Перекрытия с ребристым потолком и элементы лестниц при пролетах, м:	
$l < 5$	$l/200$
$5 \leq l \leq 10$	2,5 см
$l > 10$	$l/400$
5. Навесные стеновые панели (при расчете из плоскости) при пролетах, м:	
$l < 6$	$l/200$
$6 \leq l \leq 7,5$	3 см
$l > 7,5$	$l/250$
Примечание. При действии постоянных, длительных и кратковременных нагрузок прогиб балок и плит не должен превышать $l/150$ пролета и $l/75$ вылета консоли.	

9. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ИЗ КИРПИЧА В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Кирпичная кладка может быть выложена качественно только при положительных температурах воздуха и достаточной влажности. С понижением окружающей температуры процесс твердения раствора замедляется, а при достижении 0°C и вовсе прекращается. При замерзании раствор превращается в состав с отдельно скованными льдом компонентами. Пластичность раствора теряется и швы кладки не уплотняются.

Для того, чтобы работы по кладке кирпичей в зимний период производились качественно, температура незастывшего раствора должна быть выше 0 °С, а кирпичи не должны быть сырыми и покрыты снегом.

Раствор должен твердеть до приобретения марочной прочности в течение 28 дней. При раннем его замораживании и оттаивании в последствии прочность уменьшается на 50% от нормативной. После оттаивания под воздействием тяжести кладки происходит неравномерная осадка и потеря устойчивости сооружения.

Для предотвращения воздействия низких температур на раствор в зимний период применяют специальные меры для сохранения свойств раствора и прочности кладки. К ним относятся:

- добавление противоморозных компонентов;
- использование электроподогрева;
- применение метода замораживания.

9.1. Принципы кладки кирпича методом замораживания раствора

При этом способе раствор перед выработкой подогревается и частично твердеет в процессе укладки, имея положительную температуру до замерзания. После оттаивания при увеличении окружающей температуры смесь схватывается окончательно. Технология такой зимней кладки должна быть предусмотрена в проекте сооружения изначально.

Без проведения предварительных расчетов на прочность конструкций, возведенных таким способом, кладка не производится.

Для приготовления раствора в зимний период необходимо использовать теплую воду.

Рабочий проект здания, возводимого в зимних условиях с применением метода замораживания, должен содержать дополнительные требования к технологии кладки:

- соблюдение предельной высоты сооружений, возводимых в период начального твердения смеси и в условиях ее оттаивания;
- необходимость установки временных креплений конструкций из кирпича во время оттаивания кладочного раствора;
- применение определенных марок растворов и соблюдение особенностей процесса кладки.

Кладочный раствор, применяемый при зимних условиях кладки кирпича, должен иметь марку не ниже 10. Определенная марка назначается в соответствии с температурой, при которой ведутся работы:

- при среднесуточной температуре не ниже -3°C марка раствора соответствует марке, применяемой для подобных конструкций в теплых условиях;
- если этот показатель понижается до -20°C , значение марки увеличивается на одну позицию;
- при сильных морозах ниже -20°C раствор применяется с маркой, увеличенной на два значения.

В зимний период строительства используют сложные (цементно-глиняные и цементно-известковые) кладочные растворы. В них добавляют органические пластификаторы (микроренообразователи). Как вяжущий материал применяют портландцемент, пуццолановый и шлакопортландский цемент. Песок добавляют полностью просушенный.

Температура укладываемого раствора должна быть 5, 10 и 15°C при наружной температуре соответственно -10, до -29 и ниже -20°C . Этим значениям придерживаются при скорости ветра до 6 м/с. При более сильном ветре раствор должен быть теплее еще на 5°C . Вода не должна быть горячее 80°C , а температура песка не должна превышать 60°C . Раствор на площадку следует доставлять в утепленных контейнерах. Большие объемы смеси подвозят к участку в авторастворовозах с цистернами, обогреваемыми выхлопными газами двигателя.

9.2. Технология кладки кирпича с применением метода замораживания

При возведении стен зимой кладка производится по всему зданию приблизительно на одном уровне. Границей участка работ должен быть осадочный шов. На готовую стену сразу укладываются плиты перекрытий или балки. В стенах, возводимых в зимних условиях, применяют железобетонные перемычки. При пролетах до 1,5 м возможно применение рядовых перемычек с использованием подвесных опалубок (на кружалах). Если опалубки опираются на стойки, их ставят на клинья. При оттаивании раствора клинья ослабляют для равномерной осадки кладки. Стойки располагают посередине стены, не допуская их смещения. Опалубку с перемычек демонтируют через 15 дней.

Во время кладки кирпича швы должны быть заполнены качественно до замерзания раствора. Раствор кладут небольшими участками на 2-4 ложковых кирпича и на 4-6 в забутке. В зимний период кладка должна выполняться как можно быстрее, особенно по высоте. Необходимо за короткое время уплотнить раствор в ряду грузом верхнего ряда. Для этого кладка производится на небольших участках. Смесь замерзает примерно через 2 часа.

В зимний период в процессе кладки необходимо особенно строго соблюдать необходимую толщину горизонтальных и вертикальных швов. Окончательное их обжатие происходит только в оттепель после полного оттаивания. Превышенная толщина швов может привести при повышении температуры к сильной осадке и, возможно, даже к разрушению конструкции.

Перед перерывом в работе в зимних условиях вертикальные швы кладки необходимо тщательно заполнить раствором. На время остановки работ незаконченную кладку укрывают слоем кирпича (насухо) или слоем толя. Перед возобновлением процесса рабочую поверхность очищают от наледи, снега и мерзлого раствора. Тщательно контролируют во время работы вертикальность стены, так как ее отклонение может привести к пагубным последствиям в условиях оттепели.

Дополнительные мероприятия при выполнении кладки в зимних условиях

1. В местах примыкания возводимых стен и существующих конструкций, а также над дверными и оконными проемами делаются осадочные швы.
2. На стыках наружных и внутренних стен монтируются металлические связки из стальных прутков или полос. На каждую из стен устанавливается связка на длину до 1,5 м.
3. В облегченных кладках в углах стыковки устраивают стяжки во внутренних и наружных верстах попарно.
4. Стены, возведенные методом замораживания раствора, укрепляются при помощи подкосов, устанавливаемых в поперечном направлении.

Примеры кладок из кирпича.

При организации работ по кладке кирпича в зимний период следует выполнять следующие условия:

1. Кладка всех конструкций одного пояса производится с использованием раствора, имеющего одинаковый состав, температуру и консистенцию.
2. Емкости для раствора, используемые при ведении работ, должны иметь крышки и наружное утепление. Смесь следует как можно реже перегружать из одной емкости в другую.
3. Размороженный раствор для кладки использовать запрещается. Его необходимо переработать и затем использовать снова.
4. Не следует разбавлять раствор горячей водой, т.к. при затвердевании в нем возникнет большое количество пор со льдом, он станет рыхлым. При окончательном твердении материал не достигнет нужной прочности.
5. Порции кирпича, доставляемые к месту работы каменщиков в зимний период, должны обеспечивать непрерывный процесс кладки в течение 2 часов. Теплый раствор должен вырабатываться в течение 20-25 минут.
6. Для удаления наледи и прогрева постели кладки следует применять инжекционные горелки. Для расшивки швов используются специальные электрорасшивки.

9.3. Подогрев кладки в зимних условиях

Обогрев конструкций зданий может производиться газовыми агрегатами, нефтегазовыми калориферами и электрообогревателями. Температура подогреваемой кладки на уровне 0,5 м от пола должна быть не ниже +10°C. Для обеспечения такой температуры применяют стержневые электроды. Их изготавливают из стального прута диаметром 4-6 мм. Электроды вводятся в раствор на расстоянии от 15 до 30 см друг от друга, к ним подводится напряжение 40-60 В. Кладка прогревается до температуры 40-60°C. Подогрев ускоряет кристаллизацию раствора на 20% за 12-18 часов. За счет этого происходит сцепление кирпича с раствором. Способ электропрогрева конструкций не приобрел широкого применения при строительстве в зимний период.

В некоторых случаях здание, возведенное способом замораживания, изолируют от наружного воздуха и подключают к отопительной системе или устанавливают внутри приборы для обогрева. При повышении внутренней температуры до 30-50°C по истечении 3-5 суток кладка оттаивает, тогда раствор затвердевает. Стены сушат с помощью усиленной вентиляции. После их высыхания приступают к отделочным работам. После искусственного обогрева прочность раствора должна достигнуть 20% от марочной.

Контроль прочности здания из кирпича, выложенного в зимний период

Чтобы раствор для кладки кирпичей не остыл слишком быстро, можно использовать термоизоляционное покрытие или излучающий обогреватель.

В условиях оттепели кладка начинает оттаивать. В этот период происходит ее осадка, прочность и устойчивость сооружения снижается. Производители работ должны вести наблюдение за направлением, степенью равномерности и величиной осадки. Необходимо регулярно проверять состояние участков кладки, подвергающихся наибольшему напряжению. Оставленные штрабы, гнезда и другие отверстия следует заложить. С перекрытий нужно удалить лишние нагрузки (например, строительный мусор или оставшийся строительный материал).

Контроль осадки кладки осуществляется на протяжении всего периода оттаивания. При обнаружении участков с неравномерной осадкой и трещин должны быть приняты меры для снижения нагрузки. Для этого временно устанавливаются разгрузочные стойки под края несущих элементов (перекрытий, перемычек).

При обнаружении отклонений стен от вертикали, а также трещин на участках примыкания продольных стен к поперечным дополнительно устанавливают растяжки или подкосы. При значительных смещениях применяют натяжные канаты для приведения конструкций в проектное положение. Эти мероприятия должны проводиться до начала твердения раствора в швах (обычно не позднее чем через неделю после наступления оттепели).

9.4. Применение противоморозных добавок (ПМД)

Противоморозные добавки применяются для того, чтобы понизить температуру замерзания в растворе.

Кирпичная кладка в зимних условиях может выполняться с применением раствора марки 50 с добавлением специальных химических соединений – противоморозных добавок. Они обладают свойством ускорять процесс твердения раствора при низких (до -15°C) температурах. При их использовании происходит ускоренный процесс гидратации цемента с вовлечением максимальной доли воды, которую содержит раствор. Смесь при этом на морозе сохраняет подвижность.

Необходимо учесть, что применение противоморозных компонентов не обеспечивает стопроцентной прочности кладки. В условиях отрицательных температур они дают возможность возвести сооружение с 30-40%-процентной прочностью от проектируемой. Затем раствор замерзает и набирает основную прочность лишь после оттаивания. Поэтому конструкции, построенные таким способом в зимних условиях, должны нести нагрузку, не превышающую специально рассчитанную.

При строительстве в зимних условиях применяются различные противоморозные добавки (ПМД). В России чаще применяют следующие химические компоненты, препятствующие замерзанию растворной смеси для кирпичной кладки:

- формиат натрия технический;
- формиат кальция технический;
- нитрит натрия технический;
- поташ (калий углекислый);
- хлористый кальций.

Раствор с химическими добавками не следует применять для помещений, имеющих повышенную влажность при эксплуатации (бани, санузлы и пр.). Эти включения гигроскопичны и способствуют образованию высолов. Раствор с ПМД необходимо выработать до начала схватывания. Во время укладки кирпича он должен иметь температуру +5°C. При применении ПМД обязательно соблюдение инструкций, оговаривающих тип, пропорции добавок и правила эксплуатации помещений, возведенных с применением такого раствора. Для жилых зданий добавки на основе хлористого кальция или натрия не применяют, так как они вызывают повышение влажности помещений.

Недостатком метода замораживания при кладке кирпича в зимних условиях является риск деформации конструкций при оттаивании раствора. Но при неукоснительном соблюдении технологии выполнения работ и правильной геометрии здания можно возводить сооружения необходимой прочности, [12].

Организация работ при зимней кладке. При зимней кирпичной и каменной кладке необходимо особенно следить за перевязкой швов. Кладку всех каменных конструкций одного яруса следует вести на растворе одного и того же состава, консистенции и температуры. Для поддержания положительной температуры раствора применяют агрегаты различных конструкций.

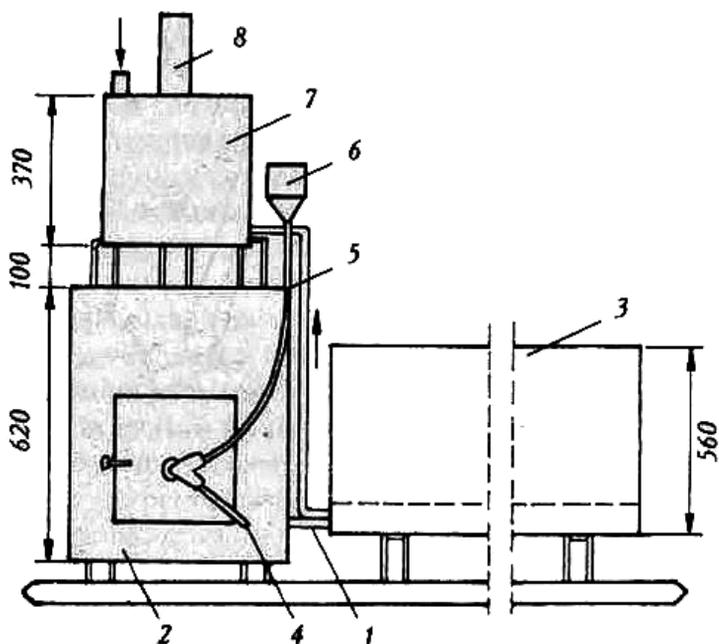


Рис. – 9.1. Агрегат для подогрева раствора (размеры в мм): 1 – подающая труба; 2 – котелок; 3 – ящик; 4 – воздух; 5 – обратная труба; 6 – солярка; 7 – расширительный бак; 8 – дымовая труба.

Примером такого агрегата может служить конструкция, показанная на рис. 9.1. Состоит агрегат из утепленного металлического ящика и водогрейного трубчатого котла. Раствор в ящике подогревается горячей водой, которая циркулирует внутри двойного дна и стенок. Ящики для раствора на рабочих местах каменщиков должны быть утеплены и снабжены крышками. Работать на замороженном растворе запрещено!

Камень и кирпич доставляют к объекту небольшими партиями из расчета работы бригады на 1-2 часа. Для удаления наледи с камней и кирпичей применяют инъекционные горелки. При помощи горелки не только удаляют наледь с камней и кирпичей, но и подогревают постель каменной кладки.

Расшивку швов выполняют электрорасшивками, конструкция которых показана на рис. 9.2.

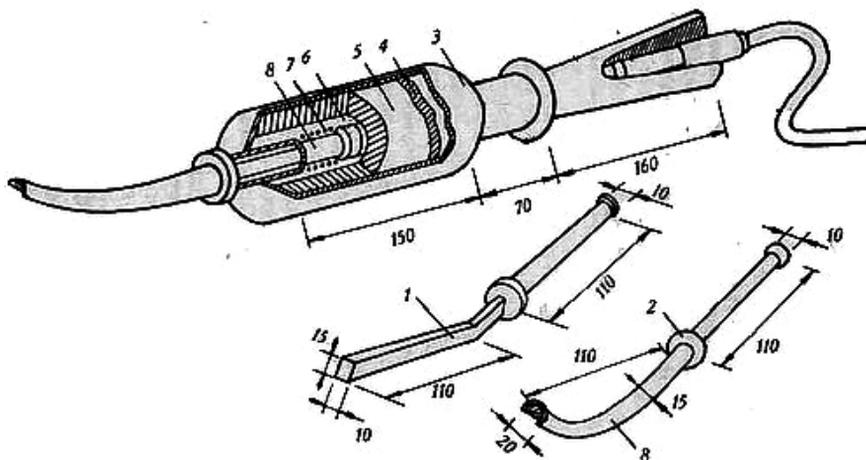


Рис. – 9.2. Электрорасшивка: 1 – рабочий элемент для получения плоских швов; 2 – рабочий элемент для получения выпуклых швов; 3 – кожух; 4 – асбестовая изоляция; 5 – огнеупорная обмазка; 6 – патрон для рабочего элемента; 7 – нагревательная спираль; 8 – рабочий элемент, вставленный в патрон.

9.5. Интенсивная технология зимней кладки.

При возведении кирпичных стен в зимних условиях способом замораживания, либо с применением растворов имеющих противоморозные добавки, раствор быстро теряет пластичность и не успевает уплотниться в горизонтальных швах при условии, если не принимаются специальные организационно-технологические мероприятия.

К организационно-техническим мероприятиям относятся:

- уменьшение размеров делянок в пределах захватки;
- увеличение количества звеньев каменщиков в пределах каждой делянки.

Такая организация процессов возведения кирпичных стен определяют интенсивную технологию кладки, обеспечивающую быстрый рост

_____ Технология возведения зданий и сооружений из кирпича и камня

рядов кладки по высоте, что обеспечивает осадку раствора в горизонтальных швах до потери его пластичности.

Технологические и организационные расчеты интенсивной зимней кладки.

Определяется интенсивность кладки в пределах каждой делянки:

$$J = V / T - n + 1, \text{ м}^3 / \text{ в смену}$$

Где: J – интенсивность кладки на захватке, $\text{м}^3 / \text{ в смену}$;

T – заданный срок производства кладки (длительность смены в часах);

V – объем кладки на делянке на одну смену, м^3 ;

n – количество процессов, выполняемых на делянке $n = 3$ (процесс раскладки кирпича вдоль стены; процесс раскладки раствора на стене; процесс укладки кирпича в стену с перевязкой швов).

1. Общая интенсивность кладки на захватки определяется по формуле:

$$J = J_1 + J_2 + \dots + J_i, \text{ м}^3 / \text{ в смену}$$

где: J_1, J_2, J_i – интенсивность кладки на делянке, $\text{м}^3 / \text{ в смену}$;

Определяется минимальное количество каменщиков на каждой делянке:

$$N = J \times H_{\text{вр.}} / t \times m, \text{ чел.}$$

Где: J – интенсивность кладки на делянке, $\text{м}^3 / \text{ в смену}$;

$H_{\text{вр.}}$ – норма времени на выполнение кладки на делянке (в зависимости от толщины стены по ЕниР);

t – длительность смены, час;

m – единица измерения на норму времени (по ЕниР).

Общее число каменщиков (минимальное) на захватке определяется по формуле:

$$N_{\text{общ.}} = N_1 + N_2 + \dots + N_i, \text{ чел.}$$

где N_1, N_2, N_i – минимальное количество каменщиков на делянках.

Количество делянок в пределах захватки определяется по кладочному плану захватки при выдерживании следующих условий:

1. Размеры (длина) делянки должна обеспечивать фронт работ не менее трем звеньям каменщиков, работающим поточно-расчлененным способом (см. рис. 9.4 и 9.5).
2. Число делянок должно быть не менее числа стен (несущих), имеющих различную толщину, причем наиболее протяженные стены (одной толщины) делятся на две и более делянок.
3. Высота яруса кладки на захватке – 1,2 м.

Организация труда каменщиков, в составе поточно работающих звеньев в пределах делянки, показана на рис. 9.4. и 9.5.

Особо следует обратить внимание на техническое оснащение звеньев каменщиков:

1. Ящики для раствора должны быть утеплены (утеплитель «PAROC» толщина 50-60 мм, утеплитель защищается обшивкой из стальных листов толщиной до 1 мм), см. рис. 9.6.
2. Раствор готовить в смесителях малой емкости (утепленных) на захватке из сухих смесей заводского приготовления, затворяемых горячей водой ($t = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Раствор готовить на захватке по мере необходимости.
3. Кирпич в контейнерах укрыть специальными полиэтиленовыми чехлами, которые снимаются в процессе кладки на делянке.
4. Для обеспечения горизонтальности рядов кладки, толщины
5. горизонтальных швов (12 мм), вертикальности кладки использовать порядовки.

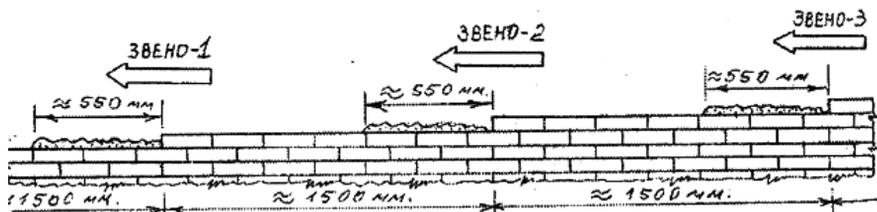


Рис. – 9.3. Работа звеньев каменщиков на делянке поточно-расчленённым способом.

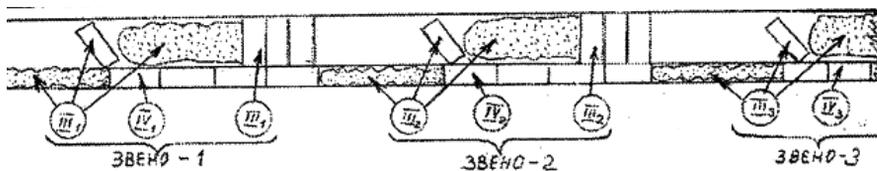


Рис. – 9.4. Распределение операций между каменщиками в звене, римскими цифрами обозначен разряд каменщика; стрелками указана выполняемая операция при кладке.

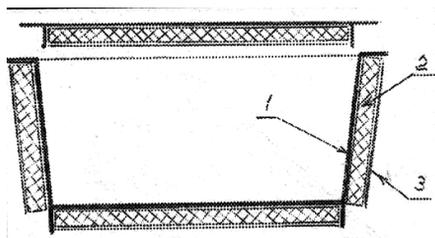


Рис. – 9.5. Утепление типовых расходных ящиков для раствора: 1 – типовой ящик; 2 – утеплитель типа «PAROC», толщ. 60 мм.; 3 – обшивка утеплителя стальным листом толщ. до 1 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нессельштраус Ц.Г. История искусств зарубежных стран. Средние века, возрождение. – М.: «Изобразительное искусство», 1982.
2. Засыпкин Б.Н. Своды в архитектуре Узбекистана: журнал «Архитектурное наследие», № 13. – М.: Строиздат, 1961.
3. Воронина В.Л. Средняя Азия и Закавказье в архитектуре: журнал «Архитектурное наследие», № 34. – М.: Строиздат, 1986.
4. Брунов Н.И., Власюк А.И. и др. История Русской архитектуры. Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре. – М., 1955.
5. Бородина И.Ф. Декоративная облицовка как элемент тектоники архитектуры Средней Азии IX-XII в.в.: журнал «Архитектурное наследие», № 34. – М.: Строиздат, 1986.
6. Комитет по делам строительства при СНК Союза СССР. Инструкция по кладке стен системы инж. Н.С. Попова. Государственное издательство строительной литературы. Москва. 1939
7. Н.М. Старухин и др. Справочник по каменным работам. Строиздат. Москва, Кузнецкий мост, дом 9. – С. 217-218.
8. СН РК 1.04-04-2002 «Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений».
9. СНиП РК 5.02-02-2010 «Каменные и армокаменные конструкции».
10. СНиП РК 5.03-37-2005 «Несущие и ограждающие конструкции».
11. Гроздов В.Т. Дефекты строительных конструкций и их последствия. – СПб. 2005. – С. 138.
12. <http://vashastena.ru/stroitelstvo/kirpichnaya-kladka-zimoj/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложениях публикации в журналах и строительной газете, где с июня 2004 года по август 2008 года публиковалась, еженедельно, моя рубрика «Мины замедленного действия в строительном производстве».

Рубрика состояла из разделов :

- путь воды;
- всё лежит и стоит на грунте, (земле);
- его величество бетон;
- кладка от древней Эллады до Астаны;
- отделка фасадов от эпохи Ренессанса до Астаны.

Работа на уникальных объектах Астаны инженером технического надзора, инженером авторского надзора и инженером лаборатории технической диагностики зданий и сооружений позволила еженедельно оформлять статьи в рубрику. Материал для рубрики зарождался при обеспечивать качество выполнения строительных процессов в немецких, китайских, французских, турецких, албанских и других иностранных корпорациях и фирмах возводивших уникальные объекты Астаны.

Определилась практическая значимость рубрики. Строительные фирмы, оформившие подписку на газету, из вырезок рубрики создали стенды «Мины замедленного действия» как наглядное (плакатное) пособие для мастеров, бригадиров и рабочих. В рубрике освещался и зарубежный опыт строительного производства.



Фотофакт – 1. Июнь 2006 г. В прорабской строительной фирмы «Жилстрой – 25», стенд функционирует третий месяц и весьма эффективно. Лаконичная, динамичная и даже кричащая рубрика входит в сознание мастеров, бригадиров и рабочих, цепко умеаясь в памяти не позволяет совершать «мелочное» нарушения. Значительно повысилось качество строительной продукции.

КУПОЛА И СВОДЫ

Аль-Фараби

Столичные архитекторы седьмой год ведут поиск стиля в архитектуре, который отвечал бы трем основным требованиям: элементы архитектурных форм проектируемых зданий должны создавать неповторимое лицо Астаны; в них четко должны прослеживаться национальные (казахские) черты и, наконец, они должны соответствовать требованиям современности. Пока же мы видим в архитектурных ансамблях столицы лишь отголоски европейской современности, да и то у отдельных общественных зданий.

По мнению многих казахстанских архитекторов, это влияние звезды мировой архитектуры Кисе Курокавы, который мыслит исключительно в мировых масштабах. Это, кстати, отметили и известные российские архитекторы, посетившие выставку Республики Казахстан в Москве, где был выставлен макет нового административного центра левобережной части столицы. Все, как один, они задавали акиму Астаны вопросы: "Где ваши национальные черты в архитектурных проектах? Где ваши неповторимые арки и купола, декорация на фасадах?"

ОБ АРКАХ

Сказать, что в новостройках столицы совсем нет арок и куполов, конечно, нельзя. Столичные архитекторы все же стараются ввести национальные элементы в новых зданиях города. Но, увы, все они, вместе с ротондами на крышах, совершенно разные по форме и стилю и даже приблизительно не отвечают необходимым требованиям национальной архитектуры. А поэтому жители Астаны и называют эти творения насмешливо «зажигалками», «леваторами», «Титаниками», «Курсками»... Если уж вводить в архитектурные ансамбли арки и купола, то из большого их разнообразия разумнее выбирать наши - казахские в стиле «Аль-Фараби».

Мало кому известно, что Аль-Фараби расчетным, а затем и экспериментальным путем определил наиболее сейсмостойкую и долговечную арку и на ее основе спроектировал такую форму купола, которая за многие века выдержала не одну сейсмическую волну. Для сравнения рассмотрим особенности всех известных форм арок и куполов.

Наиболее древней считается арка мавританская (архитектура Древней Греции, Римской империи, позже - Европы). В эпоху готики зодчие Европы «запатентовали» несколько видов готической арки. Справедливости ради следует отметить, что стреловидная укороченная арка Аль-Фараби появилась впервые на Ближней





Азии (юг Казахстана), и именно на ее основе европейские зодчие позднее разработали готические арки.

В эпоху Ренессанса в Европе появились коробчатые арки. В Индии широко известны эллиптические арки, а на Руси - лучковые. Арка «Аль-Фараби» получила название казахской. Гениальность Аль-Фараби в том, что, изучая характер разрушения арок, он определил такую их кривизну, при которой от перегрузки не возникали опасные напряжения. Все зоны его арки «работали» на сжатие. Это и определило ее выдающуюся сейсмостойкость и долговечность.

КУПОЛА

В архитектуре известны сферические, полого-сферические, купола высокого подъема или шлемовидные.

Для наглядного представления разнообразия форм куполов, их несущей способности и долговечности разрежем купол пополам по вертикальной плоскости, проходящей через условный центр (вершину) купола. В разрезе будет четко видна одна из форм известных арок. Из пере-

численных форм куполов казахским можно назвать купол, имеющий в разрезе форму арки Аль-Фараби. Дворцы, мечети Южного Казахстана, Узбекистана, Таджикистана, Туркмении, Пакистана, Ирана с арками, куполами и сводами Аль-Фараби выдержали испытания сейсмическими волнами и временем, сохранились в хорошем состоянии до наших дней.

Сравнимы ли с величавыми и долговечными шедеврами средневековой архитектурные творения казахстанских архитекторов? Конечно, нет, ведь зодчие средневековья были и авторами архитектурного проекта, и конструкторами, и технологами, и прорабами, и инженерами по качеству, и представителями авторского надзора... А к тому же еще и учителями у каменщиков, плотников, кровельщиков... Зодчий был душой проекта и строительства, а без души, как известно, не бывает шедевров.

Архитекторам нашей эпохи обрезали крылья вдохновения - в начале 50-х им запретили «архитектурные излишества» при проектировании зданий.

Именно с этого периода с фасадов зданий исчезли арки, колоннады, башенки, купола, своды, а архитекторов направили в русло типового проектирования серых коробок с прямоугольными проемами окон и дверей. До примитивизма упростили учебные планы в архитектурно-строительных вузах, объем конструкторских и прочих дисциплин. И вместо зодчих начали выпускать ремесленников, способных проектировать только типовые коробки. В результате мастерские, по причине не востребованости, утратили веками наработанные технологии возведения арок, куполов и сводов, и сегодня все приходится искать, восстанавливать или изобретать заново. Только в нашей лаборатории за последние годы было оформлено немало заявок и патентов на изобретения, написан учебник-монография и введен в учебный процесс спецкурс «Технология возведения уникальных

зданий и сооружений из кирпича и камня».

Обладая ноу-хау и опытом возведения арок, куполов и сводов, мы по заказам горожан начали проектировать и возводить культовые сооружения, усыпальницы с оригинальными куполами. Например, усыпальница в евразийском стиле с оригинальными куполами и комбинациями из арок, колец в национальном кыпчакском стиле в Ерейментау, отреставрированная мечеть Богенбай-батыра в поселке Косши Акмолинского района и многое другое. Один из последних и наиболее значимых наших проектов - арки в проемах представительского здания и спортивно-оздоровительного корпуса российского посольства в столице.

Майдан Кусанов, профессор Евразийского национального университета, главный научный сотрудник лаборатории технической диагностики зданий и сооружений АККО





Автор рубрики
Майдан КУСАиНОВ,
командир поискового отряда.

Майдан Комакович Кусанов обезвредил не одну сотню противопехотных и противотанковых мин, снарядов, оставленных на бывших полях сражений Великой Отечественной войны.

- За последние 15 лет при обезвреживании мин и снарядов погибло около 30 моих соратников - командиров и бойцов поисковых отрядов СНГ и стран Балтии, - рассказывает профессор Евразийского Университета Кусанов. - Известно, что на бывших полях сражений ежегодно подрывается на минах и снарядах несколько десятков подростков и каждая обезвреженная мина спасает жизни нескольких подростков.

О том, как родилась идея данной

публикации, Майдан Комакович Кусанов рассказывает так:

- В начале июня 2004 года на одном из строительных объектов Астаны произошло событие, натолкнувшее меня на создание рубрики «Мины замедленного действия в строительном производстве».

Бригадир каменщиков под наблюдением мастера добавлял воду в схватившийся цементно-песчаный раствор для повторного затвердения смеси. В момент записи в журнале авторского надзора прибывший на объект производитель работ возмущенно заявил: «Я на этом растворе за двадцать лет возвел не один десяток домов, и ведь стоят до сих пор...».

Потрясла концовка фразы «...ведь до сих пор стоят...». Возмущение и завлечение великовозрастного руководителя очень точно высветили низкий уровень профессионализ-

ма, равнодушие и самоуверенность. К сожалению таких прорабов не по. Пугает их твердая уверенность что все замечания авторского зора несущественны и даже немы. Им не ведомо, что закладки с такими «мелочами» мины замедленного действия, и с гордостью являют после: «...ведь до сих пор стоят...». А часовой механизм отывает часы и минуты.

Фотофакты приведенные в руке доказывают наглядно, как «мелочи» срабатывают, словно мины замедленного действия. Такие «сложности» хуж диверсанты, то Господу известно, сколько залов на мины замедленного действия за годы их деятельности.

Моя задача фотофактами доказать наличие дефектов «строительных мин», указать причины и возможные последствия при их срабатыва-

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

«МИНЫ» ЗАМЕДЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Многолетний опыт работы главным научным сотрудником лаборатории технической диагностики зданий и сооружений, сотрудником технического и авторского надзора возводимых объектов левобережья и правого берега, да и просто умение видеть дефекты старых и новых зданий при пеших обходах любимого города, позволили создать значительный банк данных в виде цветных фото и видеозаписей.

В условиях строительного бума Астаны, когда одновременно возводится более 400 новых объектов, в большинстве уникальных, при остром дефиците квалифицированных (аттестованных) инженерных кадров и практическом отсутствии обученных рабочих кадров, нет возможности организовать операционный контроль качества выполнения строительных процессов. При нерегулярности и формальности технического и авторского надзора, наблюдается накопление дефектов, значительно снижающих стартовую надежность возводимых зданий и сооружений новой столицы.

Кричащие фотографии фототеки наглядно и эффектно подчеркивают изысканные, заглядываемые как проектировщиками, так и строителями, а также допускаемые при отсутствии контроля за техническим состоянием зданий в процессе эксплуатации.

Когда в редакции еженедельника «Строительный вестник» предложили открыть новую рубрику и доверили ее наименовать, из многих вариантов я остановился на Броском: «Мины замедленного действия в строительном производстве».

Уверен - такое название рубрики привлечет внимание проектировщиков, строителей и производителей конструкций, изделий, материалов,

хорошо видимый дефект, подобно обнаружению тикающего часового механизма мины замедленного действия. Если вовремя не обнаружили и не обезвредили, то дефект, словно мина, срабатывает, т.е. при морозном пучении переуложенного замка арки происходит ее обрушение и обвал вышерасположенных этажей здания. Все как при срабатывании боевой мины. А все начиналось с «мелочи» - подмазывания стен и замка арки дождевой водой.

Другой пример. При бетонировании крайних колонн 16-ти этажного каркасного дома башенного типа бетонщики, под надзором не аттестованного мастера, отсутствию в момент бетонирования представителей технадзора от заказчика и авторского надзора от проектной организации, допустили грубейшее нарушение правил СНиП 3.03.01 - 87, а именно:

- при подаче в опалубочный блок бетонной смеси высота укладываемого слоя превышала длину рабочего органа вибратора в три раза, что не обеспечивало уплотнения бетонной смеси и основания колонны (прочность бетона в два раза ниже проектной);

- бетонирование прерывалось на 1/2 Н, т.е. на половине высоты колонны.

Рабчий шов в среднем сечении колонны, что недопустимо. С точки зрения не аттестованного мастера, том более не обученного бригадира, это не серьезное нарушение технологии бетонирования. На самом деле оно невольно (из-за низкой квалификации) заложил мину замедленного действия в крайние колонны 1-го этажа, которые сработают при неблагоприятном сочетании на-

Раздел 1.

ПУТЬ ВОДЫ

Со временем дождевой воды до середины двадцатого века зодчие, при проектировании зданий, вживались

в каплю дождевой воды и проли с ней путь воды, который нелся с конька крыши и завершался на отмостке здания. Только в деталях одного здания множество разнообразных путей дождевой во-



Зодчий, мысленно проходя путь воды, пытался проникнуть в конструкции покрытия и наружной стены, ис-

ходной наружной. Какие капилляры должны быть в материалах и материала фасадной отдг

• ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ

Майдан КУСАИНОВ

ИНТЕНСИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЗИМНЕЙ КЛАДКИ

При возведении кирпичных стен в зимних условиях способом замораживания, либо с применением растворов имеющих противоморозные добавки, раствор быстро теряет пластичность и не успевает уплотниться в горизонтальных швах при условии, если не принимаются специальные организационно-технологические мероприятия.

К организационно-технологическим мероприятиям относятся:

- уменьшение размеров делянок в пределах захватки;
 - увеличение количества звеньев каменицков в пределах каждой делянки.
- Такая организация процессов возведения кирпичных стен определяет интенсивную технологию кладки, обеспечивающую быстрый рост рядов кладки по высоте, что обеспечивает осадку раствора в горизонтальных швах до потери ею пластичности.

Технологические и организационные расчеты интенсивной зимней кладки:

1. Определяется интенсивность кладки в пределах каждой делянки

$$J = V / T - n + 1, \text{ м}^3 / \text{в смену}$$

где J - интенсивность кладки на захватке, м³ / в смену;

T - заданный срок производства кладки (длительность смены в часах);

V - объем кладки на делянке на одну смену, м³;

n - количество процессов, выполняемых на делянке n = 3 (процесс раскладки кирпича вдоль стены; процесс раскладки раствора на стене; процесс укладки кирпича в стену с перевязкой швов).

2. Общая интенсивность

кладки на захватке определяется по формуле

$$J \text{ общ.} = J_1 + J_2 + \dots + J_n, \text{ м}^3 / \text{в смену}$$

где J₁, J₂, J_n - интенсивность кладки на делянке.

3. Определяется минимальное количество каменицков на каждой делянке

$$N = J \cdot \text{Нвр.} / t \cdot \text{м, чел.}$$

где J - интенсивность кладки на делянке, м³ / в смену;

Нвр. - норма времени на выполнение кладки на делянке (в зависимости от толщины стены по ЕНИР);

t - длительность смены, час;

m - единица измерения на норму времени (по ЕНИР).

4. Общее число каменицков

при выдерживании следующих условий:

1. Размеры (длина) делянки должна обеспечивать фронт работ не менее трех звеньев каменицков, работающим поточно-расчлененным способом (см. рис. 2 и 3).

2. Число делянок должно быть не менее числа стен (несущих), имеющих различную толщину, причем наиболее протяженные стены (одной толщины) делаются на две и более делянок.

3. Высота яруса кладки на захватке - 1, 2 м.

Организация труда каменицков, в составе поточно работающих звеньев в пределах делянки, показана на рис.2 и 3.

Особо следует обратить внимание на техническое оснащение звеньев каменицков:

1. Ящики для раствора должны быть утеплены (утеплитель «PAROC», толщина 50-60 мм, утеплитель защищается обшивкой из стальных листов толщиной до 1 мм), см. рис. 4.

2. Раствор готовить в емкостях малой емкости (утепленных) на захватке из сухих смесей заводского приготовления, затворяемых горячей водой (t = 70°C), раствор готовить на захватке по мере необходимости.

Кирпич в контейнерах укрыть специальными полиэтиленовыми чехлами, которые снимаются в процессе кладки на делянке.

4. Для обеспечения горизонтальности рядов кладки, толщины горизонтальных швов (12 мм), вертикальности кладки использовать порядовки.

(минимальное) на захватке определяется по формуле

$$N \text{ общ.} = N_1 + N_2 + \dots + N_n, \text{ чел.}$$

где N₁, N₂, N_n - минимальное количество каменицков на делянках.

Количество делянок в пределах захватки определяется по кладочному плану захват-



Рис.2. Работа звеньев каменицков на делянке поточно-расчлененным способом.

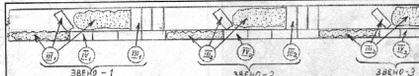


Рис.3. Распределение операций между каменицками в звене. Римскими цифрами обозначен разряд каменицки; стрелками - выполняемая строительная операция при кладке.

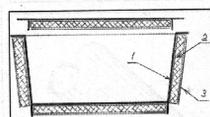


Рис.4. Утепление типовых раскладных ящиков для раствора: 1 - теплоизоляционный материал; 2 - утеплитель «PAROC», t = 50-60 мм; 3 - обшивка утеплителя (стальной лист, толщиной до 1 мм)

*Преподаватели, студенты и магистранты
Евразийского Национального университета им. Л.Н. Гумилёва
благодарят сотрудников и директора ТОО ПСК «Клён»
Вольского Франка Брониславовича
за финансирование издания книги.*

Майдан Кусаинов

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ

зданий и сооружений из кирпича и камня

Отпечатано в Издательстве «Сарыарка».

Директор *Кайрат Алиев*
Верстка и дизайн *Наталья Степанец*

Подписано в печать 14.10.2017 г.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Усл.печ.л. 19.
Тираж 1000 экз. Заказ № 08.



г. Астана, ул. Кокарал, 2
тел.: +7 (7172) 52-74-11, 52-74-89
e-mail: izdat_saryarka@mail.ru

