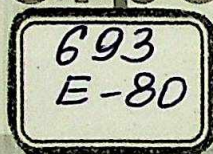


М.Н. Ершов
А.А. Лapidус
В.И. Теличенко

Технологические процессы в строительстве



КНИГА 4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ КАМЕННОЙ КЛАДКИ



Учебник

693
Е-80

70жз

М.Н. Ершов, А.А. Лапидус, В.И. Теличенко

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Книга 4. Технологические процессы каменной кладки

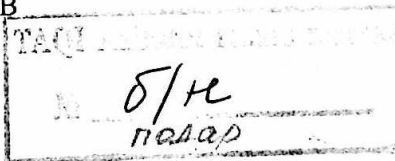
Рекомендовано Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет» в качестве учебника для подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 (270800) «Строительство» и подготовки специалистов по специальности 08.05.01 (271101) «Строительство уникальных зданий и сооружений»



Издательство АСВ

Москва
2016

АРМАТ
ИРБИС



Рецензенты:

заведующий кафедрой ТСП (ТГАСУ), д.т.н., профессор *А.И. Грыня*;
заслуженный строитель, доцент кафедры ТСП (ТГАСУ) *А.П. Бояринцев*;
академик РААСН, д.т.н., профессор *Л.С. Ляхович*;
академик Российской инженерной академии, д.т.н.,
профессор кафедры ТОСП МГСУ, заслуженный строитель РФ,
лауреат Государственной премии *П.П. Олейник*;
председатель совета директоров ЗАО «ВНИИжелезобетон»,
член-корр. РААСН, профессор *В.А. Рахимов*;
к.т.н., доцент, советник РААСН, декан строительного факультета (ПГТУ)
В.Г. Котов;
к.т.н., доцент, зав. кафедрой СМиТС (ПГТУ) *О.В. Конова*;
ректор (СПбГАСУ), д.э.н., профессор *Е.И. Рыбнов*;
зав. кафедрой технологии строительного производства (ТСП) (СПбГАСУ),
д.т.н., профессор *А.Ф. Юдина*.

Ершов М.Н., Лапидус А.А., Теличенко В.И.

Технологические процессы в строительстве. Книга 4. Технологические процессы каменной кладки: Учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2016. – 52 с.

ISBN 978–5–4323–0132–1

В современном строительстве при тенденции к преобладанию монолитного домостроения, особенно в гражданском строительстве, снова возрастает интерес к каменным работам при устройстве ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. Появились новые штучные материалы, кладка в основном стала многослойной и теплоэффективной. Появились новые керамические материалы и материалы на основе легких бетонов для малозэтажного строительства. В книге «Технологические процессы в строительстве. Технологические процессы каменной кладки» представлены и традиционные, и современные технологии кладки, которые претерпели значительное изменение за свою длинную историю: историю одной из самых древних технологий строительства на этой планете.

Регистрационный № рецензии 2976 от 10.02.2015

ISBN 978–5–4323–0132–1

© Издательский дом АСВ, 2016
© Ершов М.Н., Лапидус А.А.,
Теличенко В.И., 2016

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение каменной кладки; область применения; виды кладки	4
2. Материалы для каменной кладки	6
3. Правила разрезки каменной кладки	14
4. Системы перевязки и типы кладки	17
5. Инструменты и приспособления; леса и подмости для выполнения каменной кладки	24
6. Способы кладки кирпича	31
7. Кладка из керамических, бетонных и природных камней правильной формы и поризованных керамических блоков.....	33
8. Бутовая и бутобетонная кладка	35
9. Организация рабочего места и обеспечение материалами каменщика	38
10. Транспортирование материалов для кладки	39
11. Организация труда каменщиков.....	42
12. Возведение каменных конструкций в зимних условиях	44
13. Контроль качества каменной кладки	51

1. Назначение каменной кладки; область применения; виды кладки

Широкое распространение в природе естественных каменных материалов и обилие сырья для изготовления искусственных каменных материалов, а также такие их важные свойства, как прочность, долговечность и огнестойкость, способствовали широкому распространению каменных материалов в строительстве.

Каменные конструкции состоят из отдельных камней, соединенных в единое целое раствором, при твердении которого образуется монолитный массив.

Области применения каменной кладки в современном строительстве – возведение фундаментов, несущих и ограждающих конструкций зданий, перегородок, декоративная отделка.

Недостатки каменной кладки – большая относительная масса конструкций, низкая производительность труда, связанная с ручной обработкой большого объема штучных материалов, малые возможности механизации процессов кладки и как следствие – высокие материальные затраты.

В зависимости от вида применяемых материалов каменную кладку подразделяют на кладку из *искусственных* и *природных камней*. В свою очередь, для кладки из искусственных камней широко используют кирпич сплошной и пустотелый, сплошные и пустотелые прямоугольные камни (блоки).

Виды кладки в зависимости от применяемых камней:

- из керамических камней и искусственных крупных блоков, изготавливаемых из бетона (в основном из легких бетонов);
- кирпича керамического или силикатного или керамических камней;
- природных камней правильной формы (пиленых или тесаных);
- бутовая из природных неотесанных камней, имеющих неправильную форму;
- бутобетонная – из природного камня и бетонной смеси, обычно в опалубке;
- смешанная (кладка бутовая, облицованная кирпичом);
- из бетонных камней, облицованных кирпичом;
- из кирпича, облицованного тесаным камнем;
- облегченная кладка из кирпича с теплоизолирующими слоями из легких бетонов, плитного утеплителя и других материалов.

Элементы каменной кладки

Кирпичи и камни правильной формы ограничены шестью гранями. Нижнюю и верхнюю называют *постелями*, две боковые большего размера – *ложками*, две боковые меньшего размера – *тычками* (рис. IV-1).

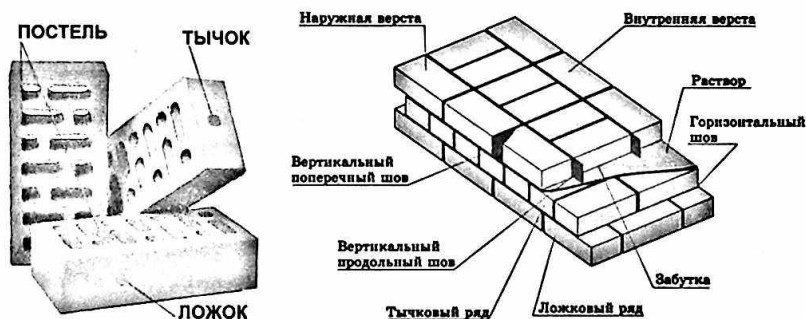


Рис. IV-1. Наименование граней камня (кирпича) и элементы каменной кладки

Постели – поверхности камней, воспринимающие и передающие усилия на нижележащие слои кладки.

Ложковый ряд – способ укладки, когда наружная верста состоит из ложков.

Тычковый ряд – наружная верста укладывается из тычков.

Швы – пространство между камнями в продольном и поперечном направлениях, заполненное раствором, полностью или частично.

Версты – наружные ряды кирпича при кладке. Существуют *наружная* и *внутренняя* верста, заполнение между верстами – *забутка*.

Кладку называют *впустошовку*, если наружные швы на глубину 1...1,5 см не заполняют раствором, что приводит к лучшей связи кладки и раствора при последующем оштукатуривании (рис. IV-2).

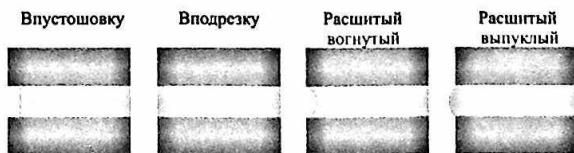


Рис. IV-2. Виды отделки швов кладки

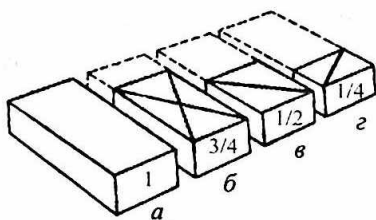


Рис. IV-3. Кирпичи для некрatных доборов при кладке подразделяют на: *a* – целый; *б* – трехчетвертка; *в* – половинка; *г* – четвертка (линиями сверху показаны условные обозначения, принятые в чертежах)

При кладке с перевязкой швов возникает необходимость в доборе рядов не целыми кирпичами. Такие доборные кирпичи называют: трехчетвертка, половинка, четвертка (рис. IV-3).

2. Материалы для каменной кладки

К искусственным каменным материалам относят кирпичи керамические и силикатные полнотелые и пустотелые, керамические и силикатные камни пустотелые и камни бетонные и гипсовые стеновые.

Полнотелый керамический кирпич имеет размеры $250 \times 120 \times 65$ мм и модульный (утолщенный) – $250 \times 120 \times 88$ мм, масса кирпича 3,6...5 кг. Плотность $1,6...1,8 \text{ т/м}^3$, марки кирпича (предел прочности кирпича при сжатии в кг/см^2) – М75, М100, М150, М200, М250 и М300, водопоглощение до 8%, морозостойкость (количество циклов замораживания с последующим оттаиванием во влажном состоянии без значительной (более чем на 20%) потери прочности) – F15, F25, F35, F50. Кирпич изготавливают пластическим пресованием или «жесткой» экструзией глины с последующим обжигом. Температурный режим обжига характеризуется четырьмя этапами:

- 1) сушка: температура $20...90^\circ\text{C}$, время 10...13 ч;
- 2) подогрев: температура $90...600^\circ\text{C}$; время 8...10 ч;
- 3) обжиг: температура $600...1000^\circ\text{C}$; время 10...12 ч;
- 4) остывание: температура $1000...50^\circ\text{C}$; время 7...10 ч.

При этом, как видно из технологии производства, первые три этапа очень энергозатратны, так как сопровождаются большим объемом сжигаемого топлива.

Кладка называется *под расшивку*, если наружная стена будет иметь естественный вид и швы кладки заполняют полностью, придавая им различную форму – выпуклую, вогнутую, треугольную, прямоугольную и др.

Если раствор заполняет швы заподлицо с наружной поверхностью стены, то такую кладку называют *вподрезку*.

Пустотелый, пористый и дырчатый кирпичи имеют при тех же остальных размерах высоту 65, 88, 103 и 138 мм (в 1,25, 1,5 и 2 раза большую высоту по сравнению с полнотелым кирпичом) (рис. IV-4) и меньшую плотность – 1,35...1,45 т/м³. Марки кирпича – М75, М100 и М150. Поверхность бывает гладкой и рифленой.

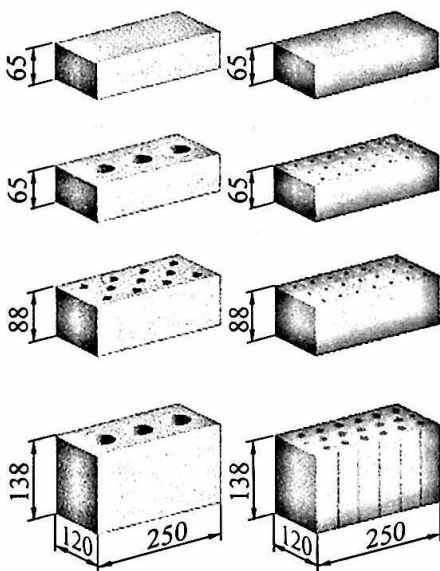


Рис. IV-4. Размеры камней силикатного и керамического кирпича

Применение этого типа кирпичей позволяет уменьшить массу стеновых конструкций до 30%: пустоты составляют значительную часть объема (более 13%). Пустотелый кирпич используют для кладки наружных стен с высокими требованиями к теплоизоляции и внутренних перегородок.

Пустотелый кирпич нельзя использовать для кладки ответственных несущих конструкций, а также фундаментов, стен подвалов, цоколей, где он может контактировать с водой.

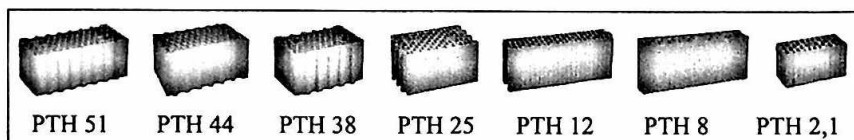
Несколько лет назад концерн Wienerberger (Австрия) построил в России три завода по производству керамических блоков большого формата, выпускаемых под торговой маркой POROTHERM, которые в России получили распространение под названием «*поризованные керамические блоки*».

Основные преимущества поризованных блоков:

- хорошие звукоизоляционные свойства, высокое термическое сопротивление и теплоемкость;
- соединение паз–гребень, которое позволяет вести кладку с повышенной точностью и значительно уменьшить расход раствора.

Таблица IV-1

Номенклатура и свойства поризованных керамических блоков, выпускаемых в России, в сравнении с полнотелым керамическим/силикатным кирпичом



Наименование	Размер, мм	Эквивалент по объему стандартных кирпичей $n \times (250 \times 120 \times 65) =$	Коэффициент теплопроводности λ_0 , Вт/(м·°C)
PTH 51	510×250×219	14,3	0,15
PTH 44	440×250×219	12,3	0,138
PTH 38	380×250×219	10,7	0,145
PTH 25	250×380×219	10,7	0,24
PTH 12	120×500×219	6,7	0,24
PTH 8	800×500×219	4,5	0,14
PTH 2,1	250×120×140	2,1	0,19
Полнотелый кирпич керамический/силикатный	250×120×65	1,0	0,81/0,9

Силикатный кирпич применяют для стен, эксплуатируемых при относительной влажности не более 75%, марки кирпича – М75, М100 и М150. Кирпич изготавливают посредством прессования сырьевой смеси извести и кварцевого песка и последующей автоклавной обработки. В числе недостатков силикатного кирпича можно отметить более низкую, чем у керамического, водостойкость, огнестойкость и морозостойкость. В условиях повышенной влажности или экстремальных температур уменьшается плотность силикатного

кирпича, поэтому его не используют для кладки фундаментов, каминов, печей и труб.

Силикатные пустотелые (дырчатые) камни имеют размеры: обычные — $250 \times 120 \times 138$ мм, укрупненные — $250 \times 250 \times 138$ мм и модульные — $288 \times 88 \times 138$ мм. Толщина камня соответствует двум кирпичам, уложенным на постель, с учетом толщины шва между ними.

Пустотелые и силикатные кирпичи не следует применять для кладки стен ниже слоя отсечной гидроизоляции, для кладки цоколей, стен мокрых помещений.

Камни бетонные и гипсовые стеновые выпускают сплошными и пустотелыми. Их изготавливают из тяжелых, облегченных и легких бетонов (рис. IV-5) и гипсобетона размерами $400 \times 200 \times 200$ мм, $400 \times 200 \times 90$ мм и массой до 35 кг.



Рис. IV-5. Камни (блоки) из легких бетонов для несущих и ограждающих конструкций

Лицевой (фасадный или отделочный) кирпич пустотелый и полнотелый выпускается в одинарном ($250 \times 120 \times 65$ мм), утолщенном ($250 \times 120 \times 88$ мм) или евроформате ($250 \times 85 \times 65$ мм) более высоких марок М100...М300 с повышенной морозостойкостью F25...F100; характеризуется высоким качеством, точными геометрическими параметрами, долговечностью цвета и формы. Это очень важно и с точки зрения эстетичности и долговечности отделочного слоя фасадной кладки.

Фасонный кирпич является разновидностью керамического лицевого кирпича, который имеет скругленные углы и ребра, скошенные, криволинейные или фактурные грани. Он может быть угловым, полукруглым или П-образным. Фасонный кирпич используют при облицовке и декорировании фасадов и каминов. Из него возводят арки и круглые колонны, существует специальный фасонный кирпич для откосов, подоконников и карнизов (рис. IV-6).

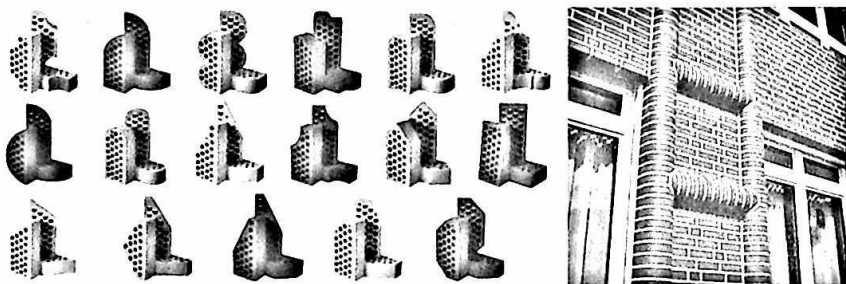
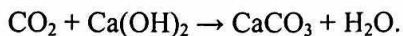


Рис. IV-6. Фигурный (фасонный) кирпич и его применение

Растворы для каменной кладки. Растворы, применяемые для устройства каменных конструкций, называют кладочными. Растворы связывают отдельные камни в единый монолит, с их помощью выравнивают постели камней, в результате чего обеспечивается равномерная передача действующего усилия от одного камня другому; раствор заполняет промежутки между камнями и препятствует проникновению в кладку воздуха и воды. Таким образом, растворы обеспечивают равномерную передачу усилий, предохраняют кладку от продувания, проникновения воды, повышают морозостойкость конструкций. Растворы для кирпичной кладки могут быть изготовлены на известковой, цементно-известковой или цементной основе.

Классификация растворов по типу вяжущего:

- **известковые растворы** используют для кладки в сухих местах и при небольшой нагрузке, для кладки несущих конструкций используют крайне редко. Готовят из известкового теста (гашеной извести) и песка. Известковое тесто смешивают с песком и водой до получения однородной массы. Раствор пропускают через сито, чтобы отсеять комки. Известковые растворы для кирпичных кладок обычно делают в пропорции от 1:4 до 1:8 (известковое тесто : песок), марок 4, 10 и 25. После укладки раствора он медленно затвердевает. Гидроксид кальция (Ca(OH)_2) при этом реагирует с углекислым газом (CO_2) воздуха и образует карбонат кальция:



Эта реакция происходит только в присутствии воды. Поэтому свежий раствор следует держать влажным. Оптимальная температура для протекания реакции должна быть в диапазоне от 5 °C до 20 °C;

- **смешанные или сложные растворы** – цементно-известковые и цементно-глиняные состава от 1:0,1:3 до 1:2:15, марки растворов 10, 25, 50, 75 и 100. В объемной дозировке смешанных растворов первая цифра обозначает расход цемента, вторая – известкового или глиняного теста, третья – песка. Такие растворы применяют для кладки большинства строительных конструкций. Второе вяжущее отодвигает начало схватывания, улучшает удобоукладываемость и пластичность, но значительно снижает прочность раствора. Известковое или глиняное тесто разводят водой до консистенции молока и процеживают на сите. Из цемента и песка готовят сухую смесь, затворяют ее на известковом (глиняном) молоке и тщательно перемешивают;
- **цементные растворы** применяют для кладки конструкций ниже поверхности земли, в сильно нагруженных столбах, простенках, в армированной кладке. Готовят из песка и цемента в соотношении от 1:2,5 до 1:6 (цемент:песок) в зависимости от марки цемента, марки раствора от 100 до 300. Сначала замешивают сухую смесь из песка и цемента в необходимом соотношении, тщательно ее перемешивают, затем, добавляя воду, размешивают до однородной массы. По сравнению с известковыми или цементно-известковыми растворами цементный раствор менее подвижен.

Следует учитывать, что соотношение вяжущего вещества и наполнителя в строительстве дозируют по весу, при переводе в объемные единицы, которыми легче оперировать в условиях строительной площадки, нужно придерживаться следующих значений: песок в объеме 1 м^3 имеет массу 1100...1700 кг при относительной влажности в 3...4%; 1 м^3 цемента весит 1100...1300 кг. Масса 1 м^3 извести-пушонки составляет 400...600 кг, а масса 1 м^3 известкового теста, в составе которого 54...60% воды, составляет уже 1320...1380 кг.

Классификация растворов по виду заполнителей:

- тяжелые или холодные – растворы на кварцевом или естественном песке из плотных горных пород с плотностью более 1500 кг/м^3 ;
- легкие или теплые – растворы на шлаковом, пемзовом или туфовом песке, золе ТЭЦ, тонкомолотом доменном гранулированном шлаке с плотностью менее 1500 кг/м^3 .



Рис. IV-7. Прибор ПГР для определения подвижности раствора по ГОСТ 5802-86

Размер зерен песка для всех видов раствора не должен превышать 5 мм, подвижность раствора¹ для кладки с применением полнотелого кирпича рекомендована в пределах 9...13, для кладки пустотелого кирпича (и его разновидностей) допустимой подвижностью считается 7...8, для обычной бутовой кладки – 4...6, для вибрированной – 1...3; в жаркую погоду рекомендовано использование раствора с повышенной подвижностью – до 12...14 (рис. IV-7). Широко используют пластифицирующие добавки: органические – сульфитный щелок и мылонафт и неорганические – известь и глина.

Для приготовления растворной смеси берут чистую воду (от +15 до +20 °С). При приготовлении раствора следует строго соблюдать дозировку.

Скорость нарастания прочности раствора зависит от свойств вяжущих и условий твердения. При температуре 15 °С прочность цементного раствора будет нарастать следующим образом: через 3 сут – 25% марочной прочности, через 7 сут – 50%, через 14 сут – 75% и через 28 сут – 100%. С повышением температуры твердеющего раствора его прочность нарастает быстрее, при понижении – медленнее.

Для строительных кладочных растворов одним из определяющих факторов является *удобоукладываемость* – комплекс технологических параметров, характеризующих их пластическую вязкость, расслаиваемость, водоотделение и водоудерживающую способность. Удобоукладываемость приготовленного раствора зависит от степени его подвижности и водоудерживающей способности, предохраняющей раствор от расслоения – быстрого отделения воды и оседания песка.

¹ Подвижность строительного раствора вычисляют как среднеарифметическое значение двух измерений прибора ПГР: опускают конус массой 0,3 кг в положение соприкосновения с поверхностью раствора и фиксируют это положение, отмечая при этом показатель стрелки на шкале. Затем отпускают винт, позволяя конусу свободно погружаться в раствор, и после завершения погружения фиксируют второй отсчет на шкале.

Таблица IV-2

Состав наиболее применяемых цементных (цементно-известковых) растворов на природном песке средней крупности ($M_k = 2,0...2,5$ и более)¹

Марка цемента	Марка раствора				
	200	150	100	75	50
Рекомендуемые составы цементно-известковых растворов для наземных работ (цемент : известь : песок) влажность воздуха помещений до и более 60%, фундаментов в маловлажных и влажных грунтах					
500	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,5:5,5	1:0,8:7	
400	1:0,1:2,5	1:0,2:3	1:0,4:4,5	1:0,5:5,5	1:0,9:8
300	—	1:0,1:2,5	1:0,2:3,5	1:0,3:4	1:0,6:6
Рекомендуемые составы цементных растворов (цемент : песок) для фундаментов и других конструкций, расположенных в водонасыщенных грунтах и ниже уровня грунтовых вод					
500	1:3	1:4	1:5,5	1:6	—
400	1:2,5	1:3	1:4,5	1:5,5	—
300	—	1:2,5	1:3	1:4	1:6

Таблица IV-3

Расход цемента на 1 м³ песка для приготовления раствора нужной марки

Марка цемента	Марка раствора			
	100	50	25	10
	Расход цемента, кг			
400	340	185	90	
300	435	240	120	
200		350	185	75
150			230	95

Растворы для каменной кладки должны быть пластичными, т.е. они должны позволять укладывать их в кладке тонким однородным слоем. Такой раствор хорошо заполняет все неровности основания и

¹ Соотношение между количеством вяжущего и песка приведено по объему. Затворение смеси вяжущего и заполнителя необходимо производить порционно, каждый раз оценивая после тщательного перемешивания подвижность растворной смеси.

равномерно сцепляется со всей его поверхностью. Кроме того, такой раствор способствует повышению производительности труда каменщиков и улучшению качества кладки.

Водоудерживающая способность характеризует способность растворной смеси удерживать воду. Это свойство имеет большое значение при нанесении растворной смеси на пористые основания, а также при ее транспортировании. Если растворную смесь с малой водоудерживающей способностью нанести, например, на кирпичную или шлакобетонную кладку, то она быстро обезводится. Это произойдет потому, что мелкие поры основания обладают способностью засасывать в себя воду и вместе с ней частицы вяжущего. Раствор в этом случае получается менее плотным и значительно менее прочным. Чтобы компенсировать потерю воды, нанесенный раствор приходится периодически увлажнять в течение нескольких дней.

Водоудерживающую способность растворной смеси принято характеризовать изменением подвижности раствора после отсоса из него воды через фильтровальную воронку при разрежении 6,65 кПа в течение 1 мин.

Водоудерживающая способность раствора зависит от соотношения воды и вяжущего и от количества вяжущего в растворе. Когда раствор содержит достаточное количество вяжущего, вода, образуя адсорбционные оболочки на развитой поверхности тонкодисперсных частиц вяжущего, прочно удерживается на них. Хорошим примером этому служит глиняное тесто, удалить из которого воду крайне трудно. Водоудерживающая способность растворной смеси повышается при увеличении содержания цемента, замене части цемента известью, а также при введении высокодисперсных добавок зол, глин и некоторых поверхностно-активных веществ (мылонафт, омыленный древесный пек и др.).

3. Правила разрезки каменной кладки

Каменная кладка, выполняемая из отдельных кирпичей, соединяемых раствором в единое целое, должна представлять собой монолит, в котором уложенные камни не смещались бы под влиянием действующих на кладку нагрузок. Действующим на кладку силам противостоит в основном камень (раствор значительно менее прочен). Поэтому необходимо, чтобы камень воспринимал только сжимающие усилия и в основном – постелью. Чтобы смещение камней не происходило, их укладывают с соблюдением определенных условий, называемых правилами разрезки каменной кладки.

Правило первое. Кладку выполняют плоскими рядами, перпендикулярными действующей силе, т.е. правило устанавливает максимально допустимый угол наклона силы, действующей на горизонтальный ряд кладки. Допустимое отклонение усилия по вертикали не более $15...17^\circ$, оно зависит от силы трения камня по поверхности раствора (рис. IV-8).

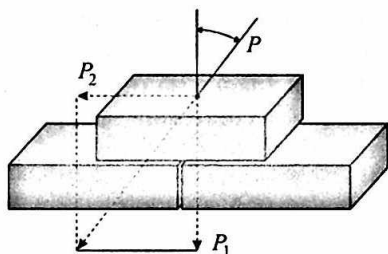


Рис. IV-8. Воздействие на кладку наклонной силы (правило 1)

Правило второе. Продольные и поперечные вертикальные швы в кладке не должны быть сквозными по высоте конструкции, в противном случае кладка окажется расчлененной на отдельные столбики (рис. IV-9). Правило регламентирует расположение вертикальных плоскостей разрезки кладки относительно постели. По отношению к лицевой поверхности стены швы должны быть перпендикулярны или параллельны ей. Невыполнение этого правила может привести к расклиниванию рядов кладки.

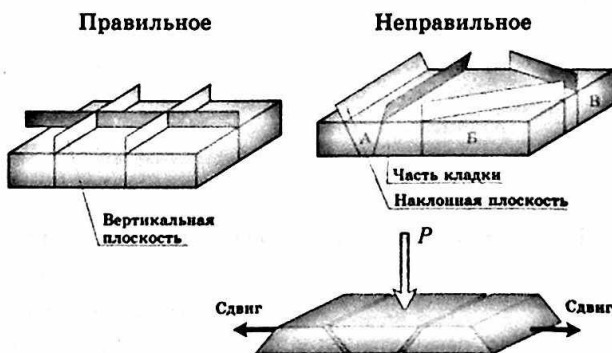


Рис. IV-9. Расположение плоскостей разрезки (правило 2)

Правило третье. *Плоскости вертикальной разрезки кладки соседних рядов должны быть сдвинуты, т.е. под каждым вертикальным швом данного ряда кладки должны быть расположены камни, а не швы.* Правило определяет взаимное расположение вертикальных продольных и поперечных швов в смежных рядах кладки. Камни вышележащего ряда необходимо укладывать на нижележащий ряд так, чтобы они перекрывали вертикальные швы между камнями в продольном и поперечном направлениях, кладку следует вести с перевязкой швов (рис. IV-10). Такая перевязка швов устраняет опасность расслоения кладки на отдельные столбики, которые, работая самостоятельно не в состоянии воспринимать усилия, которым может противостоять монолитная кладка.

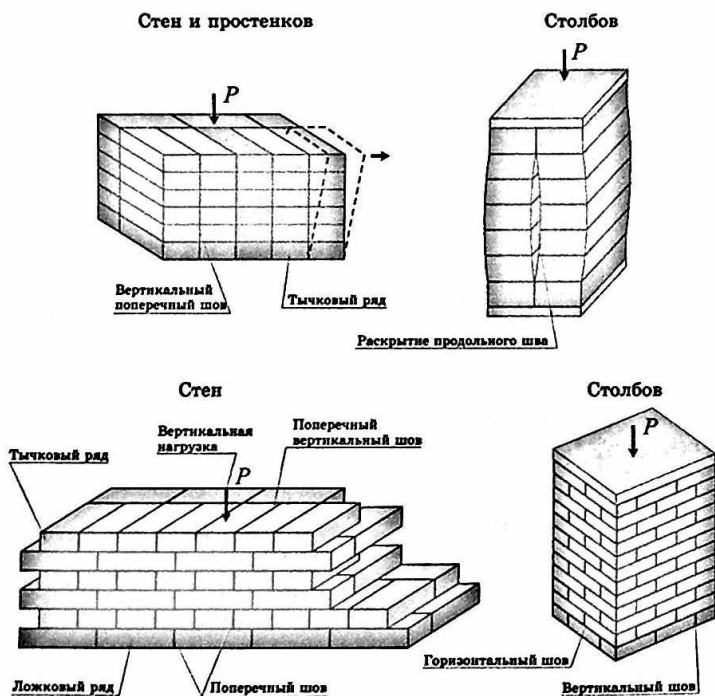


Рис. IV-10. Кладка без перевязки и с перевязкой швов (правило 3)

При использовании в кладках прочных цементно-песчаных растворов возможны некоторые отклонения от этих правил. Допускается не перевязывать вертикальные продольные швы в пяти смежных рядах или вертикальные поперечные швы в трех смежных рядах кладки.

4. Системы перевязки и типы кладки

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 около 15 мм для природных камней, а вертикальные швы должны иметь толщину 10 мм для кирпича и около 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 1/4 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 и перегородки из кирпича могут иметь следующую толщину (с учетом толщины шва): в полкирпича – 12 см; в кирпич – 25 см; в полтора кирпича – 38 см; в два кирпича – 51 см; в два с половиной кирпича – 64 см; в три кирпича – 77 см (рис. IV-11).

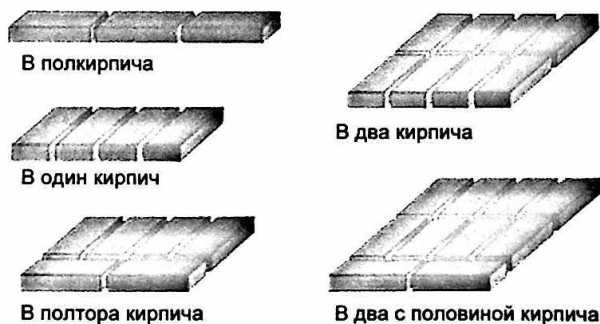


Рис. IV-11. Принятые толщины кирпичной кладки

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.

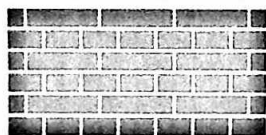
Стандартные размеры кирпича позволили установить определенный порядок и взаимосвязь его расположения в конструкциях, обеспечивающих целостность и монолитность кладки. Это достигается за счет укладки камней в соответствии с так называемыми *системами перевязки кладки*.

Система перевязки – это порядок укладки камней относительно друг друга. Она должна соответствовать правилам разрезки кладки.

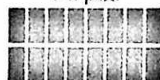
При кладке различают перевязку вертикальных, продольных и поперечных швов.

Основные применяемые системы перевязки: *однорядная цепная, многорядная и трехрядная* (рис. IV-12).

1. Однорядная (цепная) система



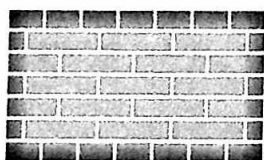
1-й ряд:



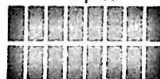
2-й ряд:



2. Многорядная система



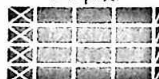
1-й ряд:



2-й ряд:



3-й ряд:



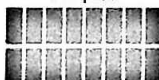
4-й ряд:



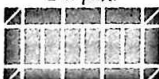
3. Трехрядная система



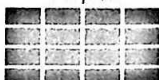
1-й ряд:



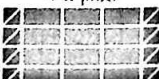
2-й ряд:



3-й ряд:



4-й ряд:



Условные обозначения:

▤ – четвертка кирпича;

▥ – половинка кирпича;

▧ – трехчетвертка кирпича.

Рис. IV-12. Система перевязки швов на примере простенка шириной в два кирпича

Однорядная цепная система перевязки – способ кладки, который образуется в результате чередования ложковых и тычковых рядов. Продольные вертикальные швы перевязываются на полкирпича, а поперечные вертикальные швы смещены на одну четверть кирпича. Такая система отличается простотой исполнения и прочностью кладки, но в то же время она требует значительно больших трудозатрат в отличие от других систем перевязки.

Многорядная система перевязки предполагает возведение тычковых рядов через каждые 3, 4, 5 или 6 ложковых. В ложковых рядах поперечные вертикальные швы смещаются на полкирпича, а в тычковых – на четверть. Начиная со второго ряда и по шестой вертикальные и продольные швы не перевязываются. Такая система кладки более эффективна в отличие от однорядной и позволяет использовать половинки кирпича для внутренней части кладки, однако ее прочность уступает кладке при однорядной системе перевязки.

Трехрядная система перевязки получается посредством чередования одного тычкового и трех ложковых рядов. Не перевязываются только вертикальные поперечные швы в трех смежных рядах. Эта система перевязки применяется при устройстве столбов и узких простенков, которые следует выкладывать только из целого отборного кирпича.

Кладку из кирпича начинают и заканчивают *тычковыми рядами*. Их располагают в местах опирания балок, прогонов, ферм, плит перекрытий и покрытий, в выступающих рядах кладки – карнизах, поясах независимо от последовательности кладки рядов принятой системы перевязки. Тычковыми рядами также связывают верстовые ряды с забуткой, поэтому они всегда должны выполняться из целого кирпича.

Типы кладки

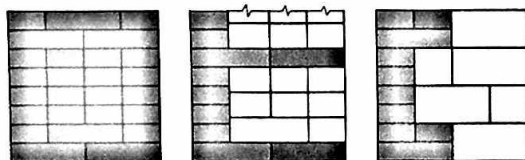
Кладку стен с облицовкой применяют для повышения выразительности фасадов и повышения сопротивляемости ограждающих конструкций атмосферным воздействиям. Используют лицевой кирпич, плиты керамические и из натурального камня с обязательной однорядной или многорядной перевязкой всей кладки.

Кладку стен с облицовкой кирпичами и камнями правильной формы применяют для оформления фасадов уникальных зданий и объектов массового строительства, для внутренних стен вестибюлей, лестничных клеток, подземных переходов с целью уменьшения объемов или исключения последующих процессов трудоемкой штукатурки. Облицовку ведут одновременно с кладкой стен или со

сдвигом по времени специальным лицевым кирпичом и керамическими камнями различной обработки и расцветки.

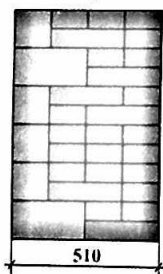
Облицовку стен кирпичом и керамическими камнями одновременно с кирпичной кладкой выполняют посредством укладки ее ложковыми рядами и перевязкой с основной кладкой тычковыми рядами с заделкой кирпичей на $1/2$ длины в тело основной кладки (рис. IV-13). Допускают соединение облицовочной кладки с основной с помощью штырей из нержавеющей стали или композитной¹ арматуры.

Облицовка лицевым кирпичом



-  - облицовочный материал
-  - обыкновенный кирпич толщиной 65 мм
-  - модульный кирпич толщиной 88 мм
-  - керамический камень толщиной 140 мм

Облицовка лицевым керамическим камнем



Облицовка керамической плиткой

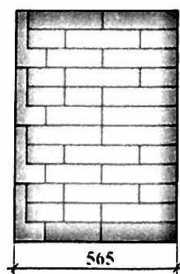
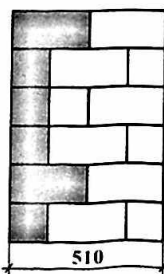


Рис. IV-13. Кладка стен с облицовкой

¹ Композитная арматура (англ. fibre-reinforced plastic rebar, FRP rebar) – неметаллические стержни из стеклянных, базальтовых, углеродных или арамидных волокон, пропитанных термореактивным или термопластичным полимерным связующим и отвержденных с выполненными на их поверхности поперечными или спиральными ребрами. Арматуру, изготовленную из стеклянных волокон, принято называть стеклопластиковой (АСП), из базальтовых волокон – базальтопластиковой (АБП), из углеродных волокон – углепластиковой.

Применяют различные варианты перевязки облицовочного слоя с кладкой массива стены, которые обязательно должны быть надежно соединены с основной кладкой, выполняемой по одно- или многорядной системе перевязки. В районах с повышенной сейсмической активностью облицовочный слой из кирпича соединяют с основным массивом кладки с помощью специальных подвижных связей, которые могут обеспечить их отдельное перемещение при динамических воздействиях и предотвращают разрушение облицовочного слоя.

Стены, где часть кладки заменена теплоизоляционным материалом или воздушной прослойкой, называют *облегченными*. Такие конструкции экономичны по стоимости и расходу стеновых материалов. Наиболее распространены следующие виды облегченных кладок.

Кладка с трехрядными диафрагмами. Продольные кирпичные стенки через пять рядов по высоте перевязывают тремя горизонтальными рядами — диафрагмой (рис. IV-14). Пространство между наружной и внутренней верстами заполняют легким бетоном, шлаком или другим теплоизолирующим материалом. По условиям прочности высота кладки должна быть не более трех этажей.

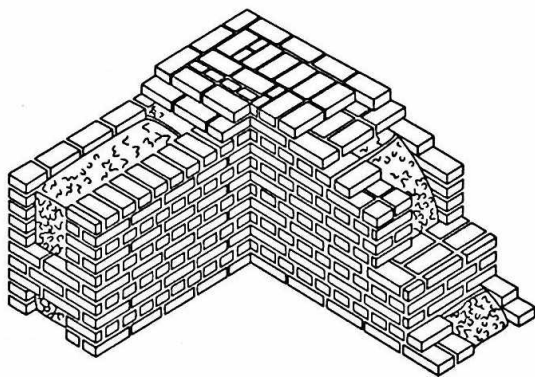


Рис. IV-14. Кладка с трехрядными диафрагмами

Кладка с воздушной прослойкой. Кладку с воздушной прослойкой (рис. IV-15, а) ведут с использованием многорядной системы перевязки. Уширенный шов располагают у наружной поверхности. Воздушный промежуток шириной до 50 мм выполняет функцию теплоизоляции. Высота кладки — до пяти этажей.

Кладка с утеплителем из теплоизоляционных плит. При кладке с утеплителем из теплоизоляционных плит (рис. IV-15, б) зазор между лицевой верстой и забуткой заполняют по ходу кладки теплоизоляционным материалом (минераловатные плиты, пенопласт и др.). Прослойку утеплителя через каждые пять рядов разделяют тычковыми рядами кирпичей. Предельная высота кладки — пять этажей.

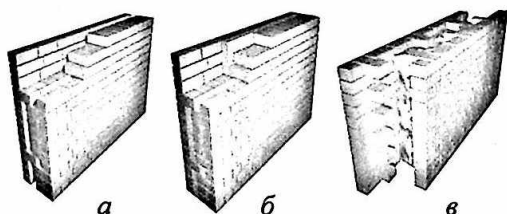


Рис. IV-15. Облегченные кладки:

а — кладка с воздушной прослойкой; *б* — кладка с утеплителем из теплоизоляционных плит; *в* — кирпично-бетонная анкерная кладка

Стены *кирпично-бетонной анкерной кладки* (рис. IV-15, в) начинают с укладки двух трехчетверток. В первом ряду наружной и внутренней версты тычковые кирпичи чередуются через два ложка. В двух следующих рядах кирпичи укладывают только ложками. После возведения от трех до пяти рядов пространство между верстами заполняют легким бетоном. Для большей жесткости конструкции для стен в два и менее кирпичей тычковые ряды устраивают в разных уровнях в шахматном порядке.

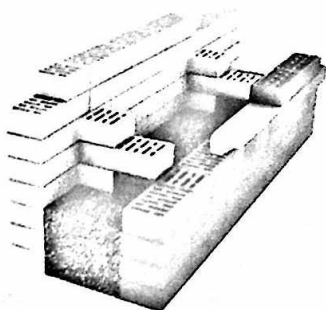


Рис. IV-16. Колодцевая кладка

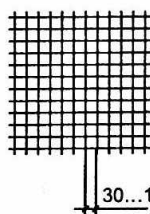
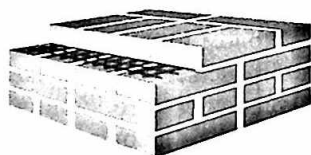
Колодцевая кладка. Две продольные кирпичные стены соединяются между собой вертикальными диафрагмами — перегородками (рис. IV-16), образуя так называемые колодцы, которые заполняют легким бетоном, шлаком или другим утепляющим материалом. Для предупреждения осадки сыпучего утеплителя в колодцах через 5...6 рядов по высоте устраивают растворную стяжку, армированную проволоочной сеткой. Предельная высота колодцевой кладки — два этажа.

Армированная каменная кладка. Армирование применяют для того, чтобы повысить прочность кладки. Для этого стальную или композитную арматуру укладывают (утапливают) в растворе швов между кирпичами. Под действием сжимающих сил арматура зажимается в швах и благодаря силам трения и сцепления с раствором работает как одно целое с кладкой.

Армирование может быть *поперечное* и *продольное*.

Поперечное армирование выполняют стальными и композитными сетками или строительной арматурой. Арматура воспринимает поперечные растягивающие усилия, возникающие при сжатии кладки, препятствует разрушению кирпича при изгибе и растяжении, увеличивая несущую способность сжатого элемента. Столбы и простенки, работающие преимущественно на сжатие, армируют поперечной сетчатой арматурой прямоугольной или зигзагообразной формы (рис. IV-17). Диаметр стержней для поперечного армирования кладки допускается не менее 3 мм. Вместе с тем диаметр арматуры в прямоугольных сетках должен быть не более 5 мм, а в сетках «зигзаг» — не более 8 мм, так как применение арматуры больших диаметров вызывало бы недопустимое увеличение толщины горизонтальных швов и снижение прочности кладки. Арматурные прямоугольные сетки укладывают не реже чем через пять рядов кладки, а при утолщенном кирпиче — через четыре, зигзагообразные — попарно в двух смежных рядах так чтобы, направление прутков в них было взаимно перпендикулярным.

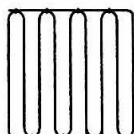
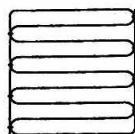
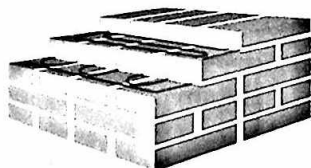
Прямоугольной сеткой



$d < 4 \text{ мм}$

30...120

Зигзагообразной сеткой



$d < 8 \text{ мм}$

30...120

Рис. IV-17. Поперечное армирование кирпичной кладки

Продольное армирование кладки (рис. IV-18) применяют для восприятия растягивающих усилий в изгибаемых и внецентренно сжатых конструкциях: столбах, тонких стенах и перегородках. Такое армирование повышает устойчивость конструкций, поэтому его также используют в сооружениях, подверженных сейсмическим воздействиям.



Рис. IV-18. Продольное армирование кирпичной кладки

Сетки, применяемые при армировании кирпичной кладки, должны иметь такие размеры, чтобы концы прутков выступали на 2...3 мм за одну из внутренних поверхностей простенка или столба. По этим концам при приемке работ удостоверяются, что в кладке уложена арматура.

Промышленные сетки выпускаются:

- по форме – прямоугольные, угловые и крестообразные;
- по отправным маркам – картами, рулонами.

Сечение **арматурных стержней** и их расположение указываются в проекте. Стержни арматуры соединяют между собой сваркой либо вязальной проволокой внакладку с заходом стержней друг на друга на 20 их диаметров. Концы таких стержней должны заканчиваться крюками. В местах расположения крюков вместо кирпичной кладки укладывают бетон или раствор с кирпичным щебнем.

5. Инструменты и приспособления, леса и подмости для выполнения каменной кладки

Процесс кладки состоит из ряда технологических и контрольно-измерительных операций, выполняемых при помощи соответствующих инструментов и приспособлений.

Инструменты для технологических операций (рис. IV-19). *Растворной лопатой* перемешивают раствор в ящике и подают его на стену; *комбинированной кельмой* разравнивают раствор (подго-

товка постели), заполняют вертикальные швы, подрезают раствор и окалывают кирпич; *кувалды* и *трамбовки* применяют при бутовой и бутобетонной кладках для колки камней и погружения их в бетон; *молотком-кирочкой* рубят и подтесывают кирпич и керамические камни; *расшивками* придают швам, заполненным раствором, определенную форму.

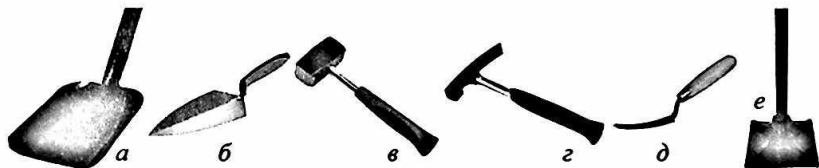


Рис. IV-19. Инструменты для кладки из кирпича и бутового камня:

а — растворная лопата; *б* — комбинированная кельма; *в* — кувалда для бутовой кладки; *г* — молоток-кирочка; *д* — расшивка; *е* — трамбовка

Инструменты и приспособления для контрольно-измерительных операций (рис. IV-20). *Рулетку* со стальной лентой применяют при разметке проемов, примыканий и пересечений стен и при других измерительных операциях. *Шнуром-причалкой* фиксируют горизонтальность, прямолинейность верхней грани и толщину верстовых рядов; причалку крепят к ползункам *порядовок* или *причальным скобам* и натягивают. *Порядовки* — это металлические уголки сечением 60×60×5 мм либо деревянные рейки сечением 50×50 или 70×70 мм, длиной 1,8...2 м, на полках (гранях) которых через 77 мм (толщина кирпича 65 мм + толщина шва из раствора 12 мм) сделаны пропилы. *Причальные скобы* применяют при кладке внутренней версты.

Острый конец скобы забивают в шов, крепят причалку, намотав свободный конец на ручку скобы. *Правилом* — алюминиевой рейкой сечением 18×100 мм и длиной 1,5...2 м контролируют лицевую поверхность кладки. Встроенным в правило пузырьковым уровнем проверяют горизонтальность и вертикальность поверхностей кладки. *Угольник* 500×700 мм служит для проверки примыканий. В современных условиях контроль горизонтальности рядов и вертикальности стен, разметку верстовых рядов производят с помощью самонивелирующихся *лазерных построителей плоскостей* или *ротационных нивелиров*, размещенных на *штативах с выдвижной центральной штангой*. Высокая точность этих приборов и достаточная мощность светового луча помогают обходиться без трудоемких операций по установке и переносу порядовок и причальных шнуров.

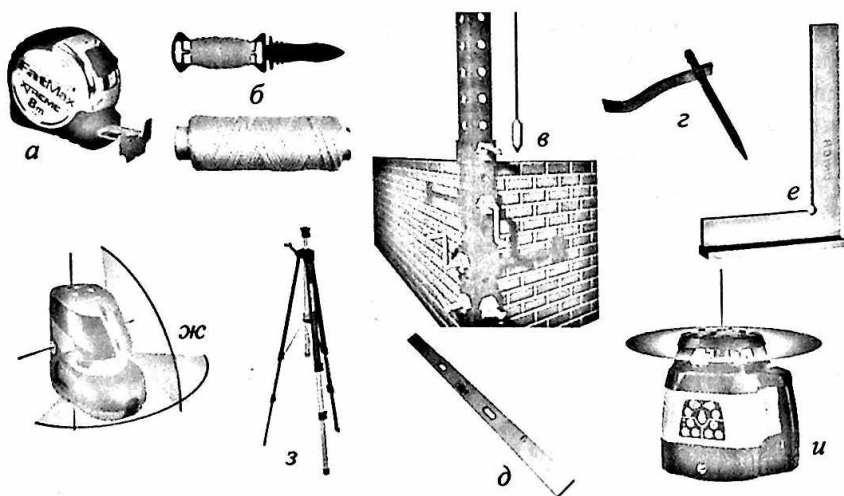


Рис. IV-20. Инструменты и приспособления для контрольно-измерительных операций при кладке из кирпича:

а – рулетка со стальной лентой (5...8 м); *б* – шнур-причалка; *в* – порядовка с отвесом; *г* – причальная скоба; *д* – алюминиевое правило со встроенным пузырьковым уровнем; *е* – угольник; *ж* – лазерный построитель плоскостей; *з* – штатив с выдвижной центральной частью; *и* – лазерный ротационный нивелир

Высота этажей современных зданий может быть различной, в жилищном строительстве она варьируется от 2,7 до 3,6 м и в среднем составляет 3,0 м. Для удобства производства работ и обеспечения равномерной производительности каменщиков кладку этажа по высоте разбивают на отдельные участки – **ярусы**. При выполнении кирпичной кладки стен на высоту более 1,5 м используют строительные леса или подмости для правильной организации рабочего места каменщика на требуемой высоте. Оптимальное превышение возводимой стены относительно уровня площадки рабочего места 0,6 м. В этом случае обеспечивается наибольшая производительность труда. При достижении высоты возводимой стены 1,5 м производительность каменщика снижается на 70...80% (рис. IV-21). Поэтому для возведения стен используют подмости или строительные леса с шагом подъема 1,2 м.

Каменная кладка может выполняться по двух- или трехъярусной схеме. При высоте этажа 3,0 м и трехъярусной организации труда принимают высоту первого яруса 125 см, второго – 95 см и третьего – 80 см. При большей высоте этажа несколько увеличивают высоту второго и третьего ярусов.

Для зданий с высотой этажа 2,5...2,7 м более эффективной оказывается кладка в два яруса, когда высота каждого яруса до 1,5 м. В этом случае используют дополнительные *подлески* высотой 30...60 см, с которых и ведут кладку верхних рядов яруса. Подлески (промежуточные подмости) также используют при трехъярусной системе для кладки верхних рядов при большой толщине стен.

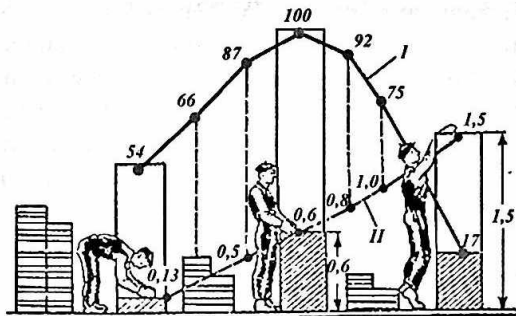


Рис. IV-21. Производительность каменщика в зависимости от высоты уровня кладки над настилом подмостей:

I — производительность труда в процентах; II — высота кладки в метрах

Кладку стен на высоту до 1,2 м осуществляют с земли или с перекрытия, кладка на большую высоту требует устройства подмостей или установки лесов.

В зданиях при высоте этажа до 5 м кладку ведут с внутренних подмостей, при большей высоте — с внутренних или наружных лесов. Обычно леса применяют для кладки стен промышленных и зрелищных зданий, для работ по отделке фасадов зданий. Требования к подмостям и лесам — легкость, прочность, устойчивость, удобство сборки, разборки и транспортирования.

Подмости — готовые конструкции, устанавливаемые на перекрытии и позволяющие выполнить кладку в пределах высоты этажа. Подмости должны быть удобными при транспортировании, при установке и перестановке, соответствовать ширине рабочего места каменщика, удовлетворять требованиям техники безопасности, быть инвентарными для возможности многократного использования. Они устанавливаются на перекрытие здания краном и переносятся с этажа на этаж в процессе роста стен здания. Наиболее часто применяют следующие конструкции подмостей:

- шарнирно-панельные. Имеют возможность подъема и фиксации площадки с начальной высоты 1,2 м на высоту 2,1 м. Это достигается шарнирно закрепленными фермами-опорами треугольной формы (рис. IV-22);
- панельные самоустанавливающиеся. Отличаются от шарнирно-панельных формой опор: они выполнены в форме прямоугольных ферм-опор с возможностью переустановки ярусов при перестроповке (см. рис. IV-22);
- панельные подмости. Выдвижные опоры в виде панелей применяются для подъема площадки с 1 до 2 м. Подмости поднимают за специальные серьги, опоры под действием собственной массы опускаются, их закрепляют диагональными связями в вертикальном положении (см. рис. IV-22);
- переносные подмости. Применяются в стесненных условиях. Выполнены в виде тумбы, не трансформируются. Их используют при кладке стен лестничных клеток, лоджий, при работе в стесненных условиях (см. рис. IV-22).



Рис. IV-22. Конструкции подмостей для выполнения кирпичной кладки:

a – шарнирно-панельные; *б* – панельные самоустанавливающиеся; *в* – панельные; *г* – переносные площадки-подмости

Для контроля за качеством кладки между рабочим настилом подмостей и возводимой стеной оставляют зазор до 5 см.

Строительные леса – это временные приспособления, представляющие собой пространственную каркасную систему, выполненную из металлических элементов стандартного типа для ведения

строительных работ на всю высоту здания. Такое конструктивное решение допускает их использование вне зависимости от рельефа местности или очертаний сооружения. С использованием лесов выполняются кирпичная кладка стен, оштукатуривание, монтаж навесных фасадов и реставрация зданий.

Виды строительных лесов:

- ***Рамные леса*** предназначены для выполнения монтажных и строительных работ любого уровня сложности. Основа конструкции – пространственный металлический каркас, состоящий из вертикальных рам. Эти рамы соединяются между собой диагональными и горизонтальными связями. Закрепление связей происходит при помощи флажковых замков (рис. IV-23).
- ***Штыревые леса*** наименее распространены. Представляют собой металлическую конструкцию, которая состоит из ригелей, стоек, связей, узлов соединений и башмаков (см. рис. IV-23). Этот тип лесов получил наибольшее применение в советское время благодаря незамысловатой конструкции и простоте производства. Минус этих лесов – высокая металлоемкость, плюс штыревых лесов – устойчивость к высоким нагрузкам (актуально при каменной кладке).
- ***Клиновые леса*** получили свое название благодаря особому способу крепления элементов под названием «клиновое соединение». Еще их называют лесами «клиночного типа». Эти леса обладают простой конструкцией, в их состав входят горизонтальные и диагональные элементы, лестницы, стойки и настилы. Стойки таких строительных лесов выполнены в виде трубы, на которой установлены круглые фланцы с отверстиями, горизонтальные и диагональные элементы – в виде труб с держателями на концах. Держатель имеет в своем составе клин (см. рис. IV-23). Клиновые леса обладают повышенной прочностью, надежностью, они достаточно просты в монтаже и демонтаже.
- ***Хомутовые леса*** считаются наиболее универсальными и чаще используются для работы с объектами сложной геометрии. Эти леса не имеют заданных геометрических размеров, поэтому можно менять высоту ярусов, изменять размеры рабочей зоны, а также устанавливать различный шаг стоек. Крепление между различными элементами лесов осуществляется с помощью поворотных хомутов (см. рис. IV-23).

- **Чашечные леса (Cup-Lock)** представляют собой жесткую каркасную конструкцию, которую достаточно легко монтировать и демонтировать. В комплект входят ограждения, настилы, регулировочные опоры и стеновые упоры (см. рис. IV-23). Леса Cup-Lock используются при строительно-монтажных, штукатурных работах, при выполнении кирпичной кладки, отделке и ремонте фасадов зданий, для внутренней отделки зданий.

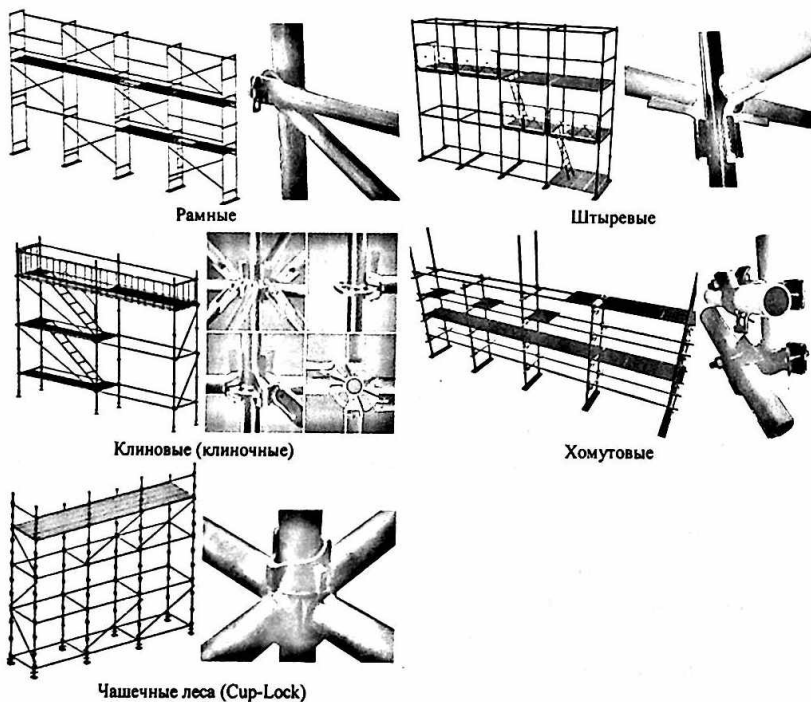


Рис. IV-23. Виды строительных лесов

6. Способы кладки кирпича

Каменная кладка складывается из следующих операций: установки порядовок и натягивания причалки (в современных условиях роль причалки может выполнять лазерный построитель плоскостей, выставленный в горизонт нового ряда кладки); подготовки постели, подачи и разравнивания раствора; укладки камней на постель с образованием швов; проверки правильности кладки; расшивки швов (при кладке под расшивку).

Порядовки устанавливают в углах кладки, в местах пересечения стен и на прямых участках стен не реже чем через 12 м. Причалку натягивают между порядовками, во избежание ее провисания через каждые 4...6 м под нее укладывают на растворе маячные камни или деревянные бруски соответствующих размеров так, чтобы они выступали за плоскость стены на 2...3 см. Причалку сверху прижимают камнем, уложенным насухо на маяк. Причалка служит направляющей при укладке наружных и внутренних верст, причем на наружных верстах причалку устанавливают для каждого ряда кладки, а на внутренних – через 3, 4 ряда.

Подготовка постели заключается в очистке ее и раскладке на ней кирпича. Для кладки наружной версты кирпич раскладывают на внутренней половине стены, а для кладки внутренней версты – на наружной половине. Раствор на постель подают, как правило, совковыми лопатами, а разравнивают его с помощью кельмы.

Раствор расстилают грядкой толщиной 2...2,5 см, не доходя до края стены на 2...3 см. Ширина раствора для тычкового ряда 22...23 см, а для ложкового – 9...10 см.

Выбор способа кирпичной кладки зависит от того, собираются ли делать стену – под штукатурку или под расшивку. Под штукатурку применяют простой способ «вприсык», под расшивку – более сложные способы «вприсык с подрезкой раствора» и «вприжим».

Способом «вприсык» кирпич укладывают без кельмы. Каменщик, держа кирпич в руке под углом к постели, двигает его к ранее уложенному кирпичу, захватывая часть раствора (рис. IV-24). Захватывать раствор начинают на расстоянии 6...7 см от ранее уложенного кирпича. Укладываемый кирпич осаживают нажимом руки. При установке кирпича на место вертикальный шов между ним и ранее уложенным камнем должен быть почти заполнен раствором. Кладку способом «вприсык» можно вести двумя руками, что повышает производительность труда.

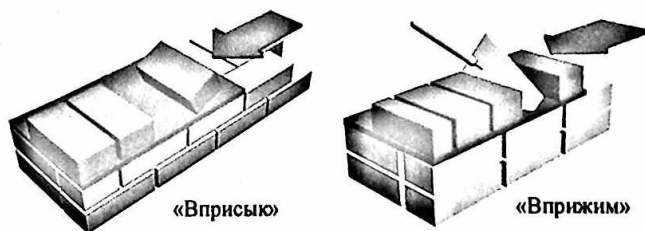


Рис. IV-24. Способы кладки кирпича

Для каждого способа нужен раствор с разной подвижностью. Для способа «вприсык» используют подвижный раствор, для способов «вприсык с подрезкой раствора» и «вприжим» требуется более жесткий раствор: 10...12 см и 7...9 см осадки конуса соответственно.

Способы кладки «вприсык с подрезкой раствора» и «вприжим» предполагают укладку растворной постели таким образом, чтобы она не доходила на 1 см до края стены. Тогда при кладке кирпичей излишки раствора будут выдавливаться наружу, а каменщик будет подрезать их кельмой и бросать обратно на растворную постель.

При использовании способа «вприсык с подрезкой раствора» повторяются те же действия, что и при способе «вприсык», но при этом после того, как сформирован вертикальный шов, каменщик удаляет излишки раствора, подрезая их кельмой.

Кладку «вприжим» выполняют так. Правой рукой держат кельму, а затем подгребают с ее помощью часть раствора и прижимают к ранее уложенному кирпичу (см. рис. IV-24).левой рукой каменщик укладывает кирпич, прижимая его вплотную к ребру кельмы. После этого кельму вынимают. Кирпич осаживают опять же рукой. Способ «вприжим» обеспечивает самую прочную кладку, чистую и с хорошим заполнением швов. В то же время этот способ является и самым трудоемким из всех перечисленных.

Способом «вполуприсык» укладывают забутку, для чего между внутренней и наружной верстами расстилают раствор. Каменщик укладывает одновременно по два кирпича, оперируя обеими руками. Ребрами кирпичей он загребает раствор, подвигая их к ранее уложенным кирпичам, и осаживает кирпичи рукой.

7. Кладка из керамических, бетонных и природных камней правильной формы и поризованных керамических блоков

Из керамических камней с поперечными щелевыми пустотами выкладывают стены, простенки и столбы по однорядной системе перевязки. Камни укладывают пустотами вверх на растворах с подвижностью, исключающей затекание раствора в пустоты камней. Толщина вертикальных и горизонтальных швов должна соответствовать швам каменной кладки из полнотелого кирпича. При кладке из бетонных и природных камней применяют многорядную систему перевязки, но с укладкой поперечных тычковых рядов не реже, чем в каждом третьем ряду.

Для кладки изделий из поризованных керамических блоков необходимо применять составы с пониженной плотностью и высокими теплоизолирующими свойствами – легкие кладочные смеси: разновидность строительных растворов, характеризующихся способностью формировать в теле кладки слои, препятствующие теплопередаче. Такие составы заполняют горизонтальные и вертикальные швы между элементами кладки, но при этом имеют показатели теплопроводности, близкие к показателям элементов кладки, и создают однородное термическое сопротивление по всей ширине стены. Отпадает необходимость в большей части вертикальных растворных швов за счет пазов и гребней, имеющих на боковых гранях блоков. За счет этого увеличиваются темпы кладки (в 2...2,5 раза), сокращается расход кладочного раствора (в 3...5 раз).

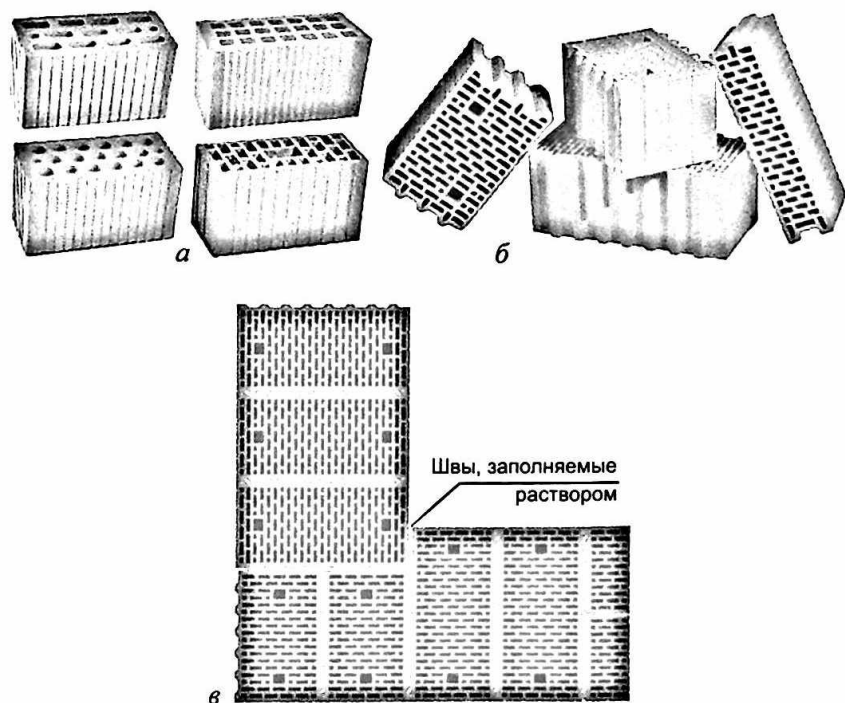


Рис. IV-25. Керамические камни:

- а – керамические камни с поперечными щелевыми пустотами;
 б – поризованные керамические блоки; в – фрагмент кладки из поризованных керамических блоков

В связи с новыми повышенными требованиями к теплозащите зданий в конструкции наружных несущих и ограждающих кирпичных стен часто вводят дополнительный теплоизоляционный слой. При использовании теплоизоляционного слоя между внутренней и наружной верстами должны быть предусмотрены гибкие связи. Ранее они выполнялись из стальной арматуры, сейчас – из щелочестойкой стекло- или базальтопластиковой арматуры. Этот вариант предпочтителен по причине меньшей теплопроводности таких стержней. Теплопроводность связей оказывает сильное влияние на тепловую однородность конструкции. Замена стальных гибких связей на композитные позволяет снизить толщину теплоизоляционного слоя на 5...10%.

Типовые решения устройства слоистых кладок можно разделить на два вида: с устройством воздушного зазора и без него (рис. IV-26). Устройство воздушного зазора позволяет эффективнее удалять влагу из конструкции: избыточная влага из несущей стены и утеплителя будет сразу уходить в атмосферу, в то время как в конструкции без воздушного зазора пар будет проходить и через слой облицовочного кирпича, способствуя его более быстрому разрушению. Воздушный зазор увеличивает общую толщину стены, а следовательно, и ширину фундамента; увеличивается длина гибких связей.

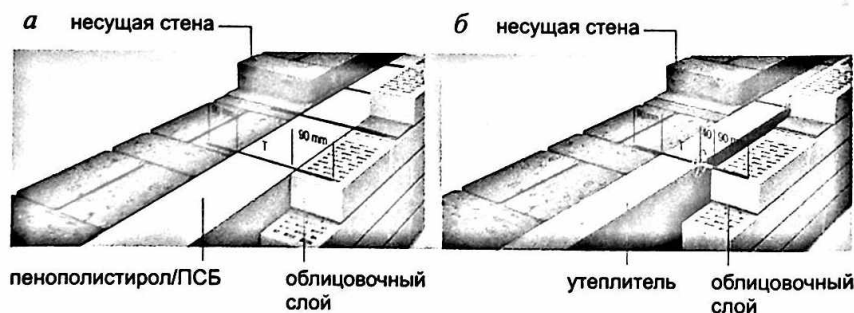


Рис. IV-26. Типовые решения устройства слоистых кладок с использованием композитной арматуры:

а – без устройства воздушного слоя; *б* – с устройством воздушного слоя

При новом строительстве защитная (облицовочная) стенка из кирпича может выполняться на всю высоту здания. При этом она может быть самонесущей до высоты 6...7 м, а далее навесной с опиранием на пояса, выступающие из несущей стены через каждые два этажа (6...7 м) по высоте здания. В многоэтажных каркасных и мо-

нолитных зданиях стенка выполняется самонесущей на высоту этажа до 3,6 м при свободной длине до 6 м. Стенка опирается на железобетонное междуэтажное перекрытие с термовкладышами.

Для слоистых кладок следует применять полужесткие плиты из каменной ваты и плиты из экструзионного и обычного пенополистирола марок ПСБ-С-25, ПСБ-С-35, которые сохраняют геометрическую целостность (не дают усадку) на протяжении всего срока службы. Укладка полужестких плит позволяет хорошо заполнить все дефекты кладки, создать сплошной слой теплоизоляции (плиты можно немного «поджать», избежав щелей).

8. Бутовая и бутобетонная кладка

Естественные каменные материалы подразделяют на бутовый камень и блоки из природного камня.

Бутовой называют кладку из природных камней (кусков камней) неправильной формы максимальным размером не более 500 мм, связанных между собой строительным раствором. Для кладки применяют камни массой не более 50 кг разной конфигурации и размеров (рис. IV-27):

- *рваный камень* неправильной формы;
- *постелистый*, у которого имеются две примерно параллельные плоскости;
- *булыжник*, имеющий округлую форму.



Рваный камень



Постелистый камень



Булыжник

Рис. IV-27. Виды бутового камня

Блоки из природного камня вырезают или выпиливают из известняка, ракушечника, туфа, песчаника и т.д. Блоки применяют для наружных и внутренних стен, а также для фундаментов и стен подвалов. В настоящее время в строительстве в основном используют искусственный камень, природный применяют только при реставра-

ционных работах и в случае экономической целесообразности – при строительстве в районах его массового залегания, при невозможности доставки других материалов и т.д.

Из бутового камня (бута) возводят фундаменты, стены подвалов, подпорные стены, габионы и другие конструкции, а в районах с большими запасами постелистого камня – стены малоэтажных зданий. Бутовую кладку желательно вести *с перевязкой швов*, чередуя тычковые и ложковые камни. В местах примыканий и пересечения стен и в углах здания нужно укладывать более крупные камни постелистой формы.

Первый ряд бутовой кладки выкладывают из постелистых камней насухо, тщательно заполняют пустоты щебнем, утрамбовывают и заливают жидким раствором. Последующие ряды кладки выполняют одним из двух способов – «под залив» или «под лопатку».

Кладка «под залив». Каждый ряд камней высотой 15...20 см выкладывают насухо враспор со стенками траншеи или опалубки, пустоты заполняют щебнем и заливают жидким раствором подвижностью 13...15 см (рис. IV-28, а). Раствор не заполняет все пазухи между камнями, кладка получается с пустотами, что снижает ее прочность. Камни укладывают без строгой перевязки швов и устройства верстовых рядов; это менее трудоемко и не требует высокой квалификации каменщиков. Поэтому на таких фундаментах и при такой системе кладки разрешается возводить здания высотой не более двух этажей.

Кладку «под лопатку» выполняют горизонтальными рядами из подобранных по высоте камней с перевязкой швов по однорядной системе перевязки (рис. IV-28, б). Начинают кладку с укладки наружной и внутренней верст на растворе с высотой ряда до 30 см. В промежутки между верстами набрасывают раствор подвижностью 4...6 см и укладывают камни забутки. Образовавшиеся промежутки между камнями набивают щебнем. Кладка получается достаточно прочной, способом «под лопатку» выкладывают фундаменты, стены и столбы. Для придания кладке большей прочности ее можно вести *с облицовкой* наружной стороны кирпичом по многорядной системе с перевязкой через 4...6 рядов.

При кладке в траншее камень и раствор всегда располагают вне траншеи, часто каменщик находится в самой траншее, а подсобник, находясь на бровке, подает в зону работ необходимые материалы.

Бутобетонная кладка отличается тем, что камни утапливают в уложенную бетонную смесь горизонтальными рядами с последующим вибрированием. Кладку ведут враспор со стенками траншеи или враспор с опалубкой. Бетонную смесь укладывают слоями по

20 см, камни утапливают на половину их высоты с зазорами между ними в 4...6 см. Максимальный размер камней не должен превышать треть толщины возводимой конструкции. Кладку вибрируют при подвижности бетонной смеси 5...7 см или уплотняют трамбовками при подвижности смеси в пределах 8...12 см. Такая кладка прочная, менее трудоемкая, чем бутовая, но требует устройства жесткой опалубки и значительного расхода цемента, так как объем камня от общего объема кладки составляет немногим более 50%.

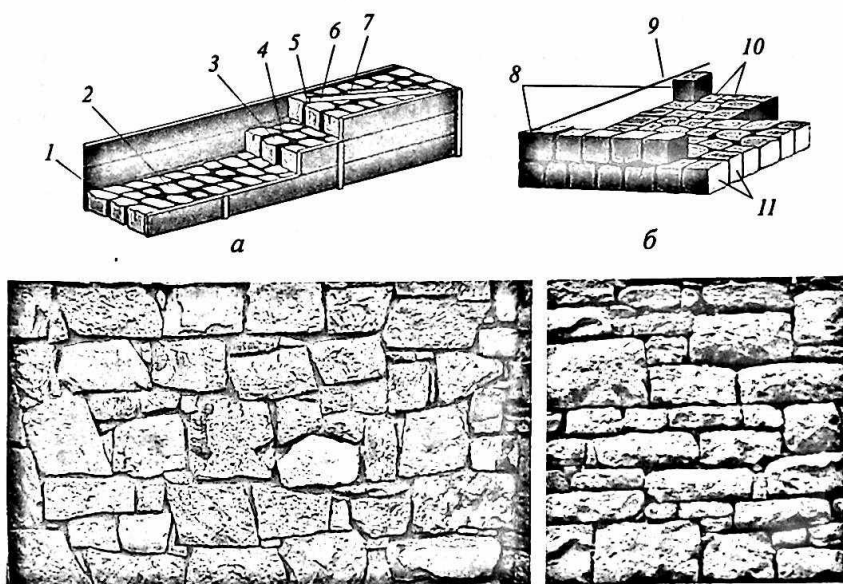


Рис. IV-28. Бутовая кладка:

а — «под залив»; *б* — «под лопатку»; 1 — опалубка; 2 — укладка камня и расщебенка пустот; 3 — укладка следующего ряда; 4 — заливка жидким раствором; 5 — проверка горизонтальной кладки; 6 — рейка-правило; 7 — уровень; 8 — маячные камни; 9 — причальный шнур; 10 — забурка; 11 — верстовые ряды

9. Организация рабочего места и обеспечение материалами каменщика

Рабочее место каменщика или звена включает участок возводимой стены, пространство, где размещаются рабочие, необходимые материалы, инструмент и приспособления. Рабочее место может находиться на земле, на междуэтажных перекрытиях, на рабочих подмостях и на лесах.

При выполнении каменной кладки производительность труда каменщиков зависит от организации рабочего места, исключаяющей движения рабочих, не относящиеся к процессу, и обеспечивающей минимальные расстояния перемещения кирпича и раствора от места складирования к месту укладки.

Рабочее место должно находиться в зоне действия монтажного крана. Практика показала, что общая ширина рабочего места должна быть 2,5...2,6 м, в том числе (рис. IV-29):

- рабочая зона – шириной 0,6...0,7 м между возводимой стеной и материалами;
- зона складирования материалов – полоса шириной 1,0...1,6 м для размещения поддонов с кирпичом и ящиков с раствором;
- свободная или транспортная зона – полоса шириной 0,3...0,4 м, при подаче материалов краном – 0,6...0,75 м и может достигать до 1,25 м для передвижения рабочих, занятых доставкой и размещением материалов в пределах рабочей зоны.



Рис. IV-29. Организация рабочих мест при каменной кладке:

а – глухих стен; *б* – стен с проемами

Поддоны с кирпичом и ящики для раствора устанавливают длинной стороной перпендикулярно к оси возводимой стены, что сокращает затраты труда при наборе материалов. Число поддонов с кирпичом и ящиков с раствором и чередование их зависит от толщины возводимой стены, наличия проемов на участке кладки, сложности архитектурного оформления.

При кладке глухих стен расстояние между ящиками с раствором принимают 3,6 м, между ними устанавливают четыре поддона с кирпичом, шлакобетонными или керамическими блоками или камнями, расстояние между поддонами принимают 0,25...0,4 м. При кладке стен с проемами кирпич размещают против простенков на двух поддонах, а раствор – напротив проемов. Раствор на рабочее место подают в ящиках вместимостью до $0,27 \text{ м}^3$, ящики устанавливают обычно напротив проемов, среднее расстояние между ними в пределах 2,0...2,5 м.

10. Транспортирование материалов для кладки

Кирпич перевозят пакетным способом – на поддонах (рис. IV-30).

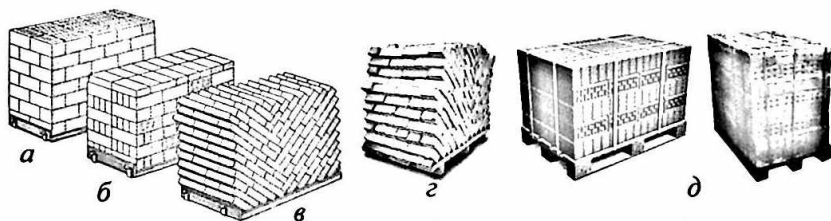


Рис. IV-30. Способы укладки кирпича и камней на поддоны:

а – укладка керамических камней с перекрестной перевязкой на поддон с крюками; б – укладка кирпича с перекрестной перевязкой на поддон с крюками; в – укладка кирпича «в елочку» на поддон с крюками; г – то же на поддон с опорными брусками; д – укладка кирпича с перекрестной перевязкой и стяжкой полиэфирной, стальной лентой или термоусадочной пленкой

Пакетный способ практически исключает ручной труд при транспортировании кирпича с завода до рабочего места каменщика. Основным приспособлением при этом способе является поддон-щит из досок, обшитый с торцов стальными уголками с приваренными крюками. Кирпич после обжига со специальных тележек перегружают на поддоны, которые кранами устанавливают на автомобили. На рабочее место каменщиков кирпич подают с помощью металлических футляров, которые надевают сверху на поддоны и скрепляют с крюками. Кирпич на поддоны чаще укладывают «в елочку», в этом случае получают надежно связанный пакет, для которого не требуются ограждающие конструкции. На один поддон с крюками размером $0,52 \times 1,03 \text{ м}$ укладывают до 200 шт. кирпичей. Поддоны с треугольными опорными брусками по торцам щита используют при

укладке кирпича «в елочку», с упорными пластинами по торцам – для транспортирования керамических блоков. В последнее время многие поставщики кирпича перешли на упаковку и перевозку кирпича на европоддонах. В этом случае кирпич укладывается на европоддон на заводе с перекрестной перевязкой и плотно перетягивается (вместе с европоддоном) полиэстеровой или стальной упаковочной лентой или «запекается» в термоусадочную пленку. Европоддоны с кирпичом из соображений безопасности подаются краном к рабочему месту в запакованном виде, и упаковка снимается уже только там.

Транспортирование раствора. Кладочный раствор производят на заводах или централизованных растворных узлах. На приобъектных растворосмесительных установках приготовление раствора допускается при малой потребности или при использовании готовых сухих кладочных смесей, поставляемых на объект в бункерах-силосах (рис. IV-31).

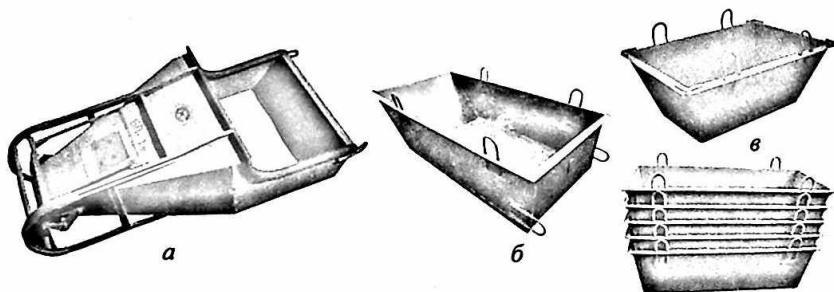


Рис. IV-31. Бункер-бадья поворотная для раствора (туфелька) – а; бадья для раствора – б; растворные ящики – в

Обычно раствор перевозят самосвалами и авторастворовозами. Доставленный на объект раствор выгружают в устройство для механического перемешивания и подают на рабочее место в бункерах, бадьях или растворонасосами. Производители выпускают широкую номенклатуру растворонасосов максимальной производительностью 5...10 м³/ч, их применяют при большом объеме кирпичной кладки и быстрых темпах работ.

Растворонасосы позволяют обеспечить подачу раствора по горизонтали до 200 м или по вертикали до 50 м. Подачу раствора чаще всего осуществляют по двум стоякам, второй стояк используют для возвращения неиспользованного раствора в бункер; в качестве добавки-пластификатора обычно используют глину.

Подачу раствора на рабочее место можно осуществлять с помощью раздаточного бункера, перемещаемого краном. Из бункера на рабочих местах каменщиков заполняют растворные ящики, в которых оптимально подобранный угол между торцевой стенкой и днищем ящика позволяет набирать раствор с наименьшими затратами труда.

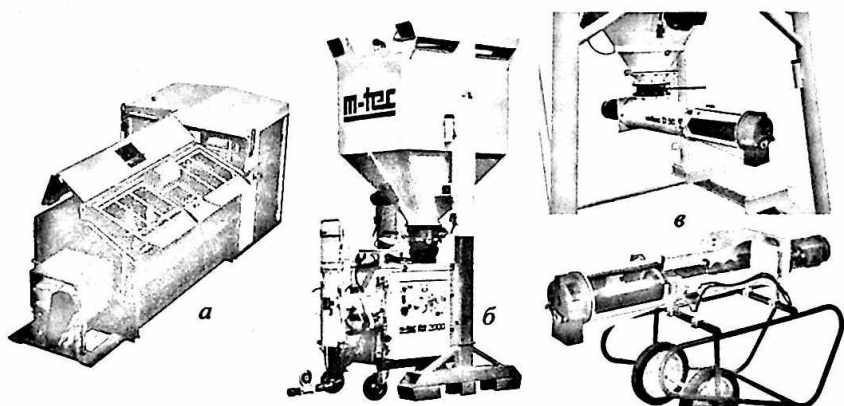


Рис. IV-32. Установки для перемешивания и подачи раствора:

а – установка для дополнительного перемешивания и подачи готового раствора (длина подачи – до 200 м, высота подъема – до 50 м); б – агрегат m-tec duo-mix 2000 для приготовления и подачи раствора на базе сухих строительных смесей фракцией до 4 мм (длина подачи – до 60 м, высота подъема – до 30 м); в – смеситель m-tec D50 с силосом для приготовления растворов из сухих строительных смесей фракцией до 4 мм

Кирпич и камни на поддонах необходимо подавать на рабочее место заблаговременно, желательно накануне, запас материалов должен соответствовать потребности в кирпиче на 2...4 ч работы. Раствор подают на рабочее место перед началом работы и периодически добавляют по мере его расходования: раствора на рабочем месте должно быть на 40...45 мин работы.

При незначительных объемах работ или при работе в местах, удаленных от растворных узлов, применяют доставку на строительную площадку сухих кладочных смесей в бункерах-силосах. При работе с сухими смесями используют специальные смесительные и смесительно-насосные установки (рис. IV-32), позволяющие в автоматическом или полуавтоматическом режиме порционно производить и доставлять на рабочие места необходимое количество кладочного раствора.

11. Организация труда каменщиков

Устройство кирпичной кладки обычно организуют по одному из двух методов: поточно-расчлененному и поточно-кольцевому (конвейерному).

Поточно-расчлененный метод. Захватку разбивают на дялянки, закрепленные за звеньями, звенья формируют в зависимости от специфики кладки. По числу человек в звене их называют соответственно «двойка», «тройка», «четверка», «пятерка», «шестерка». Количественный и квалификационный состав звена зависит от сложности кладки, толщины возводимой стены или сечения столба. Количество дялянок и их размеры устанавливают в зависимости от трудоемкости кладки и сменной выработки звена. В расчетах исходят из кладки в течение смены участка стены по всей длине дялянки на высоту яруса (табл. IV-4). Высоту яруса принимают для стен толщиной до 2,5 кирпича в пределах 1,0...1,2 м, для стен в 3 кирпича – 0,8...0,9 м.

Звено «двойка» обычно кладет стены со сложным архитектурным оформлением, с большим числом проемов, столбы небольшого сечения. Звено состоит из каменщика 4...5-го разряда и каменщика 2-го разряда (табл. IV-5). Каменщик высокой квалификации выполняет все операции кладки и контроля ее качества. Подсобный рабочий подает раствор и кирпич. Недостатком этого звена является то, что каменщик высокой квалификации выполняет сложные и простые операции, которые могут быть сделаны рабочим низшей квалификации.

Звену «тройка» целесообразно класть стены с менее сложным архитектурным оформлением толщиной в 2 кирпича. Звено состоит из каменщика 4...5-го разряда и двух каменщиков 2-го разряда. Каменщик высшего разряда укладывает верстовые ряды, один каменщик 2-го разряда кладет забутку, а другой каменщик 2-го разряда подает раствор и кирпич на стену.

Звено «четверка» эффективно использовать при кладке стен средней сложности толщиной не менее чем в 2 кирпича. В звено входят каменщик 4...5-го разряда, каменщик 3...4-го разряда и два каменщика 2-го разряда.

Звеном «пятерка» ведут кладку стен толщиной преимущественно в 2 кирпича и более с небольшим числом проемов и простым архитектурным оформлением. Звено состоит из каменщика 4...5-го разряда, каменщика 3...4-го разряда и трех каменщиков 2-го разряда. Каменщик 4...5-го разряда и каменщик 2-го разряда выкладывают наружный верстовой ряд, каменщик 3...4-го разряда и подруч-

ный — внутренний верстовой ряд, а третий каменщик 2-го разряда выполняет забутку. В этом звене все каменщики загружены более равномерно и в соответствии со своей квалификацией.

Таблица IV-4

Рекомендуемые размеры демянков

Звено	Демянка, м, при стенах толщиной в:			
	1,5 кирпича	2 кирпича	2,5 кирпича	3 кирпича
«Двойка»	17	12	—	—
«Тройка»	25	19	14	—
«Пятерка»	—	40	34	30

Таблица IV-5

Распределение объема работ при кирпичной кладке в звене

Состав звена		Кладка кирпича, %	Подача кирпича, %	Подача раствора, %
«Двойка»	Каменщик	85	—	—
	Подсобник	15	100	100
«Тройка»	Каменщик	75	—	—
	1-й подсобник	—	50	100
	2-й подсобник	25	50	—

Звено «шестерка» кладет стены толщиной более 2 кирпичей с малым числом проемов и простым архитектурным оформлением. В звено входят каменщик 4...5-го разряда, каменщик 3...4-го разряда, каменщик 3-го разряда и три каменщика 2-го разряда. Кладку ведут тремя «двойками». Одна «двойка» из каменщика 4...5-го разряда с подручным выкладывает наружный верстовой ряд. Вторая «двойка» из каменщика 3...4-го разряда с подручным укладывает внутренний верстовой ряд. Третья «двойка» из каменщика 3-го разряда с подручным устраивает забутку. Каждый каменщик укладывает кирпич и проверяет правильность кладки и ее качество, а подручные подают на стену кирпич и раствор.

Стены из керамических камней кладут звенья из двух или четырех каменщиков в зависимости от фронта работ и сложности кладки.

При *поточно-кольцевом методе* кладку ведут непрерывным потоком, каждое звено последовательно выкладывает один ряд кладки.

Этот метод целесообразен при возведении зданий с небольшим количеством поперечных стен и проемов, при стенах простой конфигурации в плане, не имеющих сложных архитектурных деталей. Кладку осуществляют звеньями «шестерка» и «девятка», т.е. в зависимости от сложности или толщины кладки три «двойки» или «тройки» последовательно перемещаются по всему периметру здания.

12. Возведение каменных конструкций в зимних условиях

Отрицательные температуры оказывают существенное влияние на физико-механические процессы, происходящие в свежесделанной каменной кладке. Твердение раствора в кладке прекращается из-за перехода воды раствора в лед, а реакция гидратации цемента, начавшаяся с укладкой раствора, по мере снижения температуры раствора затухает и приостанавливается. Раствор при замерзании превращается в прочную механическую смесь цемента (извести), песка и льда. Вода, переходя в лед, увеличивается в объеме, что приводит к увеличению объема раствора, в результате чего он разрыхляется, нарушаются связи между его частицами, прочность резко снижается. На поверхности камней образуется ледяная пленка, что дополнительно снижает прочность сцепления раствора с камнем. В итоге при раннем замерзании кладки конечная прочность ее в возрасте 28 дней и позже оказывается значительно ниже прочности кладки, твердевшей в нормальных условиях.

В зависимости от вида кладки и возводимых конструкций каменные работы зимой выполняют следующими способами: *замораживанием, с использованием противоморозных добавок, с применением последующего прогрева.*

Отличительные особенности способа замораживания:

- при положительной температуре после оттаивания кладка будет дальше набирать свою прочность, если раствор к моменту замерзания набрал критическую прочность, которая составляет обычно более 20% проектной;
- способ замораживания неприменим для внецентренно сжатых конструкций со значительным эксцентриситетом и конструкций, подвергаемых вибрации, а также в бутовой кладке, в стенах из бутобетона, в сводах;
- используют только цементные и сложные растворы, так как известковые и известково-глиняные не сохраняют способности к твердению после оттаивания;

- транспортные средства, в которых доставляют раствор на строительную площадку, обязательно утепляют, к месту работ подают порцию раствора только на 20...30 мин работы и при температуре раствора не ниже $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура раствора во время осуществления кладки не должна быть ниже $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ при температуре воздуха $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – при температуре воздуха от -10 до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ – при температуре воздуха ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- обязательно ведение журнала контроля за выполнением кирпичной кладки и за ее размораживанием, так как из-за неодинаковой плотности раствора при оттаивании возможны неравномерные осадки.

На практике применяют следующие способы кладки в зимних условиях.

Способ замораживания, при котором кладку осуществляют на подогретых составляющих раствора. Воду нагревают в бойлерах или проточными нагревателями до $80\text{...}90\text{ }^{\circ}\text{C}$, песок подогревают до положительной температуры или разогревают до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Применяют цементные, цементно-известковые или цементно-глиняные растворы с минимальной температурой в момент укладки не ниже $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ при температуре воздуха $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – при температуре воздуха от -10 до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ – при температуре воздуха ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для того чтобы температура раствора не успела опуститься ниже необходимой, кладку приходится осуществлять в сжатые сроки – раствор должен быть израсходован в течение 20...30 мин. Кладку ведут на кирпиче, очищенном от снега и наледи. Раствор замерзает, не набрав марочной прочности, но приобретая уже критическую прочность, поэтому при положительной температуре набор прочности будет продолжаться, но полной марочной прочности кладка обычно не набирает. Для получения марочной прочности используют марку раствора, превышающую на один или два класса проектную.

Кладку ведут на всю ширину стены одновременно. Желательно, чтобы раствор замерз только после укладки 5...6 последующих рядов кладки, что обеспечит лучшее его уплотнение и уменьшит осадку весной. Для повышения прочности кладки устраивают металлические связи в местах примыканий и пересечений, обычно на уровне перекрытия каждого этажа. Сборные элементы монтируют непосредственно после завершения кладки этажа, а плиты перекрытий – с обязательной анкеровкой в швах кладки наружной версты (рис. IV-33).

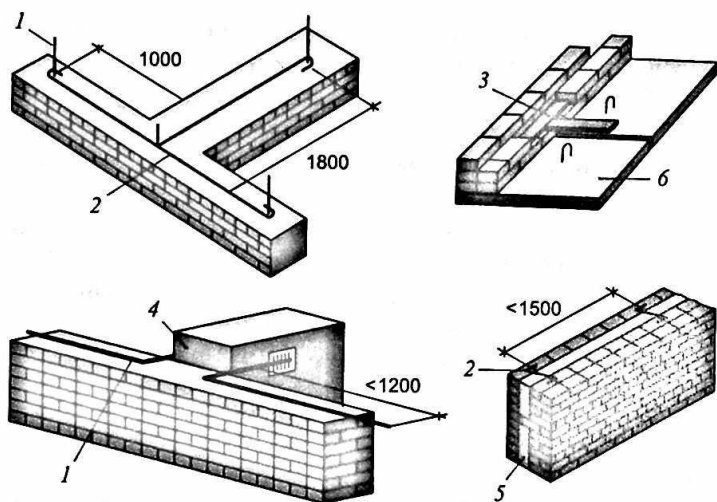


Рис. IV-33. Кладка способом замораживания. Усиление кладки в процессе кладки:

1 – анкеры диам. 10...12 мм; 2 – связи диам. 8...10 мм; 3 – Т-образный анкер; 4 – колонна каркаса; 5 – утеплитель; 6 – плита перекрытия

Кладка с применением противоморозных добавок. При введении в растворы с цементным вяжущим химических противоморозных добавок температура замерзания воды, содержащейся в растворе, понижается. Добавки также ускоряют химический процесс твердения цемента. Благодаря этим факторам раствор накапливает прочность при более низких температурах, чем обычно. В качестве химических добавок в растворы вводят хлористый кальций и хлористый натрий, углекислый калий (поташ) и нитрит натрия (табл. IV-6). Растворы с добавками 3...6% хлористого натрия, кальция, аммония позволяют отодвинуть температуру замерзания раствора до -10°C . Поташ в качестве противоморозной добавки нельзя применять для кладки из силикатных материалов, эксплуатирующихся в условиях повышенной влажности (более 60%). Применяя поташ, надо учитывать его влияние на быстрое загустевание раствора. В этом случае нужно вводить замедлители схватывания, например, сульфитно-дрожжевую бражку или лигносульфонат (ЛСТ).

Растворы с противоморозными добавками нельзя применять для возведения каменных конструкций, работающих в условиях повышенной влажности (более 60%), при температурах выше 60°C , в непосредственной близости (ближе 100 м) к источникам постоянного

тока высокого напряжения, а также при значительных динамических нагрузках.

Таблица IV-6

**Количество вводимых химических противоморозных добавок,
в % к массе цемента**

Добавка	Среднесуточная температура наружного воздуха			
	до -5 °С	до -10 °С	до -20 °С	до -30 °С
Поташ K_2CO_3	5	10	12	15
Нитрит натрия $NaNO_2$	5	10	—	—
Двухкомпонентная: $NaCl + CaCl_2$	—	2,5 + 3,5	4,5 + 3	—

Кирпич и камень при кладке на растворах с противоморозными добавками очищают от снега и наледи. При морозах до -10 °С кладку ведут на растворах с добавкой нитрита натрия (5...10% от массы цемента). Удобоукладываемость таких растворов сохраняется на морозе в течение 1,5...3 ч. Растворы с нитритом натрия при температуре ниже -15 °С почти не набирают прочности.

При морозах до -30 °С в кладочные растворы вводят поташ (10...15% от массы цемента) и замедлитель схватывания раствора — пластификатор ЛСТ. Процесс схватывания раствора замедляется, но остается достаточно интенсивным, поэтому выработать раствор необходимо в течение часа.

При использовании нитрита натрия (натриевой соли азотистой кислоты, являющейся ядом) к приготовлению водных растворов солей рабочие должны допускаться в комбинезонах, резиновых сапогах и перчатках. Необходимо остерегаться попадания растворов с добавками на лицо и кожу. По окончании работ по приготовлению водных растворов солей спецодежда должна храниться в специальных шкафчиках.

Применение быстротвердеющих цементов. При составе 1:3 смеси глиноземистого цемента (30%) и портландцемента (70%) с учетом подогрева воды затворения раствор быстро набирает критическую прочность.

Электропрогрев кладки применяют при небольших объемах работ для наиболее загруженных простенков и столбов нижних этажей многоэтажных зданий. Кладку, подлежащую электропрогреву, выполняют только на цементном растворе. Марки раствора принимают в соответствии с проектом, но не менее 50. Электропрогрев осу-

ществляют с помощью металлических прутьев диаметром 5 или 6 мм, которые укладывают в процессе кладки с выпуском в 4...5 см за обрез кладки через два ряда (рис. IV-34). Соседние или противостоящие электроды соединяют с проводами разных фаз переменного тока пониженного (51...106 В) или повышенного (120...220 В) напряжения. Прогрев идет за счет преобразования электрического тока в тепловую энергию при прохождении его через раствор между электродами. При напряжении 120...220 В расстояние между электродами может быть 30...40 см. В процессе набора раствором прочности сила тока начинает падать, поэтому обычно прогрев прекращают уже при наборе критической прочности.

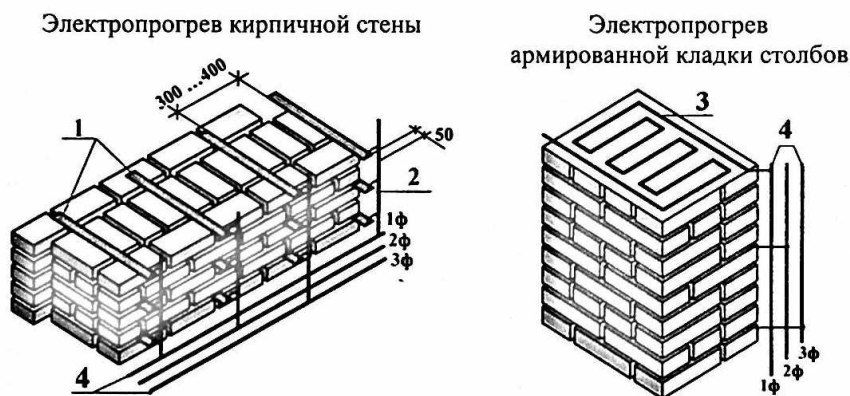


Рис. IV-34. Схемы электропрогрева кладки:

1 – пластинчатые электроды; 2 – коммутационные провода; 3 – арматурная сетка;
4 – электрическая сеть ($U = 120...220 \text{ В}$)

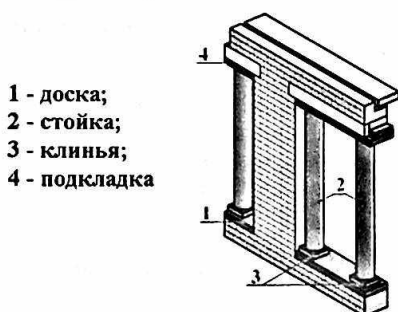
В армированной кладке столбов роль электродов выполняют стальные сетки. Участки кладки между сетками или электродами, подключенными к разным фазам тока, являются сопротивлениями, а сами растворные швы с наличием жидкой фазы – проводниками электрического тока. В результате прохождения электрического тока растворные швы прогреваются до температуры 30...35 °С, значительно ускоряется процесс твердения раствора. Электропрогрев кладки продолжают до набора раствором прочности не менее 20% марочной.

Кладка в тепляках – объемах, изолированных от наружного воздуха, в которых при помощи подогретого воздуха создается температура выше +10 °С, выполняется редко, обычно для отдельных, изолированных участков кладки.

Отличительные особенности организации кирпичной кладки в зимних условиях:

- сокращают размер делянок, увеличивают число каменщиков, обеспечивают быстрое возведение кладки по высоте с обязательным и одновременным выполнением работ сразу на всей захватке;
- при многорядной системе перевязки вертикальные продольные швы перевязывают не реже чем через каждые 3 ряда;
- запас раствора на рабочем месте допускается только на 20...30 мин работы, ящик должен быть утеплен и оборудован подогревом;
- не разрешается укладывать в конструкцию намокший и обледеневший кирпич, его необходимо просушить;
- не допускается при перерывах в работе оставлять раствор на верхнем слое кладки.

Разгрузка простенков стойками



Усиление столбов обоями



Усиление простенков двухсторонними сжимами

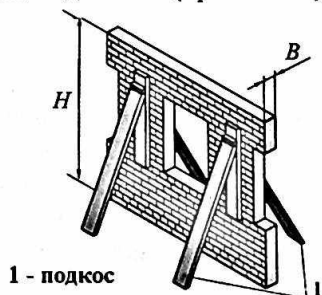
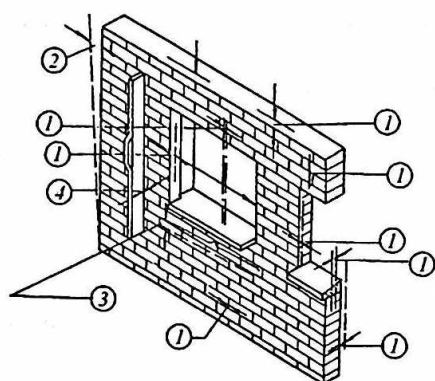
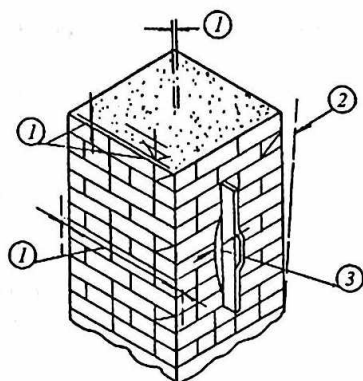
Усиление отдельно стоящих стен подкосами (при $H > 5B$)

Рис. IV-35. Разгрузка и усиление каменной кладки на период оттаивания



1. Отклонения от проектных размеров:
 - по толщине – 15 мм;
 - по отметкам обрезов и этажей – 10 мм;
 - по ширине простенков – 15 мм;
 - по ширине проемов – 15 мм;
 - по смещению осей смежных оконных проемов – 20 мм;
 - по смещению осей конструкций – 10 мм.
2. Отклонения поверхностей и углов кладки от вертикали:
 - на один этаж – 10 мм;
 - на все здание – 30 мм.
3. Отклонения рядов кладки от горизонтали на 10 м длины – 15 мм.
4. Неровности на вертикальной поверхности кладки, обнаруживаемые при наложении 2-метровой рейки, – 10 мм

а



1. Отклонения от проектных размеров:
 - по толщине – 10 мм;
 - по отметкам обрезов и этажей – 10 мм;
 - по смещению осей конструкций – 10 мм.
2. Отклонения поверхностей и углов кладки от вертикали:
 - на один этаж – 10 мм;
 - на все здание – 30 мм.
3. Неровности на вертикальной поверхности кладки, обнаруживаемые при наложении рейки длиной 2 м – 5 мм

б

Рис. IV-36. Допуски при каменной кладке:

а – стен; б – столбов

Удорожание зимней кладки на обычном цементном растворе при способе замораживания составляет 8...12%; на быстротвердеющих цементах – 10...15%; на растворах с противоморозными добавками – 12...20%; при применении электроподогрева – 15...20%; в тепляках – 30% и более.

При кладке способом замораживания до весны (до начала оттаивания кладки) принимают меры по разгрузке конструктивных элементов кладки или их усиления. Для разгрузки простенков в проемах устанавливают враспор стойки на клиньях, позволяющих регу-

лизовать их положение по мере осадки кладки (рис. IV-35). Иногда используют металлические стойки с домкратными опорами. Для уменьшения нагрузки от прогонов под их концы подводят стойки, также опираемые на деревянные клинья. Увеличение несущей способности и обеспечение устойчивости столбов достигается установкой стальных обойм или инвентарных хомутов из металлических уголков, стянутых болтами.

Участки внутренних свободно стоящих стен, высота которых более чем в 5 раз превышает их толщину, временно закрепляют двухсторонними подкосами; высокие простенки раскрепляют двухсторонними сжимами.

13. Контроль качества каменной кладки

При возведении каменной кладки необходимо следить за горизонтальностью и толщиной швов, вертикальностью плоскостей и правильностью углов. Правильность закладки угла проверяют угольником, вертикальность поверхностей – отвесом или лазерным построителем плоскостей, это делают не реже двух раз на каждый метр высоты кладки. Горизонтальность кладки проверяют правилом с уровнем или построителем плоскостей не реже двух раз на каждый метр высоты.

Толщину швов контролируют стальной линейкой или метром через 5...6 рядов кладки. Кроме этого проверяют качество заполнения швов, правильность кладки и «глубину» опирания на кладку железобетонных и стальных элементов.

Для зимней кладки ведут журнал работ, в котором фиксируют температуру воздуха и раствора в момент его укладки, температуру кладки при искусственном прогреве, состояние кладки в период оттаивания.

Для осуществления контроля качества и производительности рабочих используют нормативные данные: расход кирпича на 1 м³ кладки – около 400 шт., раствора – 0,24 м³; затраты труда на 1 м³ кладки – от 0,77 до 2 чел./дн.; средняя выработка на одного рабочего в смену – 0,8...1,1 м³.

Фактическая производительность на одного рабочего в смену:

- рабочий-«одиночка» – 300...500 шт. кирпича, или 0,7...1,2 м³ кладки;
- рабочий в звене «двойка» – около 1000 шт. кирпича, или 2,5 м³;
- в звене «пятерка» – 1700...2000 шт. кирпича, или 4,2...5,0 м³.

Учебное издание

**Михаил Николаевич Ершов
Азарий Абрамович Лапидус
Валерий Иванович Теличенко**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Книга 4. Технологические процессы каменной кладки

Редактор: *В.Ш. Мерзлякова*
Компьютерная верстка: *В.Ю. Алексеев*
Компьют. дизайн обложки: *М.Н. Ершов*

Диапозитивы предоставлены издательством

Подписано в печать 23.11.2015. Формат 60×90 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.
Усл. 3,25 печ. л. Тираж 1000 экз. Заказ № 12818.

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации: оф. 511
тел., факс: (499) 183-56-83
<http://www.iasv.ru>, e-mail: iasv@iasv.ru

Отпечатано в типографии ООО «ТДДС-Столица-8»
тел. 8 (495) 363-48-84
<http://capitalpress.ru>



Ершов Михаил Николаевич
Заслуженный строитель РФ,
профессор, канд. техн. наук



Лапидус Азарий Абрамович
Заслуженный строитель РФ,
профессор, доктор техн. наук



Теличенко Валерий Иванович
Заслуженный деятель науки РФ,
Академик РААСН, профессор,
доктор технических наук

Учебник «Технологические процессы в строительстве» выпущен в новом, современном формате – десять глав, представленные в нем, являются полным курсом дисциплины, но, впервые в нашей стране, изданы отдельными книгами.

Такой подход обусловлен желанием авторов более детально раскрыть изучаемые темы, увеличив объем информации, но, вместе с тем, дать возможность читателю оперативно использовать конкретный изучаемый материал.

На смену громоздким изданиям – многостраничным томам, пришли десять автономных книжек, связанных единой идеологией и подачей материала.

Авторы надеются, что читатели, которыми могут быть и студенты, и специалисты, по достоинству оценят предлагаемый формат и качество материала.