БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования

УДК 69 (075.8) ББК 38 я 7 Т 38

Авторы:

С.Н. Леонович, И.Н. Громов, И.В. Коваль, Л.М. Парфенова

Рецензенты:

кафедра «Технология строительного производства» БГТУ, зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент В.Н. Черноиван, кафедра «Строительное производство» БГУТ, зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент О.Е. Пантюхов

Леонович С.Н.

Т 38 Технология строительного производства. Лабораторный практикум: Учебное пособие / С.Н. Леонович, И.Н. Громов, И.В. Коваль, Л.М. Парфенова. – Мн.: БНТУ, 2005. – 124 с.

ISBN 985-479-182-3.

Лабораторный практикум для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» разработан в качестве учебного пособия для обеспечения теоретической и методической базы при подготовке и проведении лабораторных работ по дисциплине «Технология строительного производства».

Тематика работ предусматривает получение студентами практических знаний и умений в области строительного производства по основным разделам изучаемой дисциплины: «Земляные работы», «Каменные работы», «Бетонные работы», «Монтаж строительных конструкций».

УДК 69 (075.8) ББК 38 я 7

Введение

Лабораторный практикум разработан в соответствии с типовой программой дисциплины «Технология строительного производства» и предусматривает выполнение комплекса лабораторных работ по основным разделам дисциплины.

Целью проведения лабораторных работ является закрепление теоретических знаний студентов и приобретение ими практических навыков при выполнении отдельных видов строительных работ.

Применительно к каждой лабораторной работе приведена потребность в материалах, оборудовании и приспособлениях для выполнения работы; изложены основные положения по теме (теоретический материал) и методика выполнения работы; определен перечень контрольных вопросов для оценки степени знания студентами содержания выполненной работы.

Теоретический материал по тематике лабораторных работ содержит основные сведения по изучаемому вопросу в виде текста, таблиц и рисунков.

Методика практического выполнения работ включает графические и математические зависимости для выполнения расчетов, а также справочный материал.

В приложениях приведены образцы оформления журналов выполнения отдельных видов работ в качестве примера производственной документации, которая в обязательном порядке ведется на каждом объекте строительства.

Количество учебных часов для изучения отдельных вопросов в рамках практикума определяется рабочим учебным планом специальности.

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ

1.1. Материалы, оборудование и приспособления для выполнения работы

- 1. Динамический плотномер Д-51А 1 шт.
- 2. Статический пенетрометр с набором колец 1 шт.

- 3. Образцы грунтов различных видов (песок, супесь, суглинок) в ящиках размерами 60x60x40 см (2-3 шт.).
- 4. Весы для взвешивания массы образцов грунта с погрешностью измерения до 1 г (ГОСТ 13882) 1 шт.
 - 5. Сушильный шкаф типа СНОЛ 1 шт.
 - 6. Набор бюксов 1 шт.
 - 7. Лупа 1 шт.

1.2. Основные положения

1.2.1. Свойства и технологические характеристики грунтов

Любое здание или инженерное сооружение возводится на подстилающем слое грунта. От физико-механических свойств подстилающего слоя грунта зависит величина осадочных деформаций и долговечность сооружения в целом. Поэтому эффективный контроль за свойствами грунтов в строительстве имеет важное значение.

Минеральные грунты подразделяются на скальные, конгломераты и нескальные.

К *скальным однородным грунтам* относят массивы изверженных пород с кристаллической структурой, которые характеризуются значительной плотностью и малой влагоемкостью.

К *скальным слоистым грунтам* относят породы, сложенные из песчаников, доломитов и глинистых сланцев.

Конгломераты — это обломочные породы, сцементированные минеральными цементами.

Наиболее часто встречающиеся *нескальные грунты* обычно делят на:

- 1) связные суглинки, глины и супеси;
- 2) несвязные пески.

Земляные работы на первом этапе включают проведение планировки площадки под строительство. При этом, как правило, устраиваются насыпи для выравнивания рельефа местности под сооружение. Для насыпи, в основном, используется грунт, срезаемый и перемещаемый в процессе планировки из зоны выемки. В некоторых случаях грунт доставляется из карьеров при помощи автомобильного транспорта. Вид грунта указывается в проектной документации.

Несвязные грунты можно определить во внешнему виду. Простейшие методики определения вида несвязного грунта представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 Методика определения вида несвязного грунта

Deve marries	Ощущения при	Через лупу или невооруженным
Вид грунта	растирании	глазом
Галька, щебень	Галька имеет окатан-	Зерна размером в 1020 мм
	ную форму, щебень –	составляют более половины
	остроугольную	образца, между ними – мелкое
		заполнение
Гравий, дресва	Гравий имеет частично	Зерна размером от 5 до 10 мм
	окатанную форму;	составляют (по массе) более
	дресва – острые края	половины пробы, между ними –
		мелкое заполнение
Песок крупный	Глинистых частиц не	Масса частиц крупнее 0,5 мм –
	чувствуется	более 50%
Песок средней	то же	Масса частиц крупнее 0,25 мм –
крупности		более 50%; в лупу видны только
		песчаные частицы
Песок мелкий	то же	Зерна трудно различить невоо-
		руженным глазом; масса частиц
		крупнее 0,1 мм –более 75%;
		в лупу видны только песчаные
		частицы
Песок пылева-	Напоминает жесткую	Мелкая мучнистая смесь; от-
тый	ПЫЛЬ	дельные частицы трудно разли-
		чить невооруженным глазом;
		масса частиц крупнее 0,1 мм –
		менее 75%

Грунт насыпи имеет разрыхленную неуплотненную структуру; в связи с этим его уплотнение проводят при помощи различных механизмов и устройств.

Для уплотнения используют машины *статического* и *динами-ческого* действия.

К числу машин статического действия относят самоходные и прицепные катки.

К машинам динамического действия относят трамбовочные машины, вибрационные самоходные (прицепные) катки, вибрационные плиты, пневматические трамбовки и др.

Продолжительность их работы определяется достижением определенной (заранее заданной) величины степени уплотнения конкретного вида грунта, которая указана в проектной документации.

После отрывки котлована и зачистки его дна проверяют степень уплотнения грунта перед устройством фундамента под сооружение. Кроме того, в процессе обратной засыпки пазух грунт подлежит обязательному уплотнению до достижения определенной (заданной) степени уплотнения (коэффициента уплотнения K_v).

Важнейшим показателем грунта является его влажность.

На практике различают следующие виды влажности грунтов:

- 1) естественная (природная) влажность;
- 2) влажность на границе текучести;
- 3) относительная влажность;
- 4) оптимальная влажность;
- 5) влажность на границе раскатывания.

Влажность значительно влияет на изменение физико-механических свойств грунта. Некоторые виды влажности актуальны только для определенных видов грунта (например, понятие "влажность на границе раскатывания" используется только для связанных грунтов).

Естественная влажность характеризует текущую (природную) влажность грунта. Данный параметр может существенно изменяться в зависимости от погодно-климатических условий среды. Например, естественная влажность песка может колебаться от 5...7 % (по массе) после интенсивных дождей до 1 % в сухой засушливый летний период года.

Указанная влажность в процентах по массе определяется путем взвешивания навески испытуемого грунта на весах сначала в его природной влажности, а затем – после интенсивного высушивания (обычно – в сушильном шкафу до постоянной массы).

Влажность на границе текучести определяет влажность, при которой грунт переходит в текучее неустойчивое, т.е. в несвязное состояние. Данный вид влажности зависит от химико-минералогического состава грунта.

Обычно влажность на границе текучести определяется по специальным методикам, применяемым в механике грунтов. При отсутствии возможности определения данной величины допускается использовать справочные данные.

Относительная влажность грунта имеет важное практическое значение в технологии строительного производства. По значению ее величины принимают решение о необходимости проведения водопонижающих мероприятий на строительной площадке.

Величина относительной влажности грунта $W_{\text{от}}$ представляет собой отношение естественной (природной) влажности грунта к влажности на границе текучести W_{T} :

$$\mathbf{W}_{\text{OT}} = \mathbf{W}/\mathbf{W}_{\text{T}}, \tag{1.1}$$

где W – естественная (природная) влажность грунта, %;

 W_T — влажность грунта на границе текучести определяемая по данным лаборатории или (при отсутствии данных) по табл. 1.2.

Важнейшее место в технологии земляных работ занимает величина оптимальной влажности грунта.

Оптимальная влажность грунта – это влажность, при которой можно достичь максимально плотной упаковки частиц грунта, т.е. наиболее высокого коэффициента уплотнения. Во многих видах грунтов при влажности, значительно отличающейся от оптимальной, практически затруднительно получить требуемые коэффициенты уплотнения. Поэтому важнейшее место при производстве земляных работ занимает получение оптимальной влажности грунта и дальнейшая работа с грунтом оптимальной влажности.

Таблица 1.2 Влажность грунта на границе текучести

Вид грунта	Влажность на границе текучести грунта, %
1	2
Супесь четвертичная	1928
Суглинок четвертичный лессовидный	2834
Суглинок четвертичный аллювиальный	1931

1	2
Суглинок четвертичный моренный	2332
Суглинок коренной	3135
Глина четвертичная покровная	3441
Глина четвертичная аллювиальная	3764
Глина коренная юрская	6188
Глина мергелистая	3853
Лесс	2024

Для определения оптимальной влажности грунта используется прибор стандартного уплотнения конструкции ДорНИИ, который позволяет получить зависимость коэффициента уплотнения испытуемого грунта при изменении его влажности. Зная оптимальную влажность грунта и его относительную влажность, можно прогнозировать достижение требуемого коэффициента уплотнения или принимать решение о дополнительном увлажнении (поливе) грунта.

Влажность на границе раскатывания является одним из условных показателей механики грунтов и оценивает пластичность испытуемого грунта.

Методика определения влажности на границе раскатывания основана на определении количества воды, необходимой для получения определенной толщины раскатываемого шнура из испытуемого грунта (материала) без нарушения его связности, — так называемой границы раскатывания.

Другой важный часто используемый технологический показатель в связанном грунте – число пластичности J_p .

Методика определения величины числа пластичности J_p основана на использовании влажности и величины глубины погружения балансирного конуса Васильева в зависимости от влажности грунта.

Число пластичности устанавливается по результатам испытаний; в зависимости от его величины можно с достаточной точностью характеризовать тот или иной вид связного грунта.

Связные грунты по величине числа пластичности J_{p} делят на:

- 1) супесь $(1 \le J_p < 7)$;
- 2) суглинок (7 \leq J_p < 17);
- 3) глину $(J_p > 17)$.

В практических условиях большое значение имеет выбор обоснованных размеров котлованов и схем размещения механизмов (экскаваторов, кранов, и т.д.) вблизи выемок. На выбор расстояний привязки кранов и механизмов при работе вблизи котлованов и выемок оказывает влияние связность грунта.

Связанность грунтов изменяется в зависимости от их относительной влажности и характеризуется углом естественного откоса (ф) (углом, который образуется откосом свободно насыпанного грунта и горизонтальной плоскостью). Параметр ф определяет угол откоса в котлованах и траншеях (их размеры) и расстояние допустимого приближения машин и механизмов к краю откоса котлованов.

Величины углов естественного откоса грунтов приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3 Величины углов естественного откоса

Вид грунта	Угол естественного откоса грунта ф в зависимости от состояния грунта, град							
	cyxoe	влажное	мокрое					
Песок мелкий	25	30	20					
Песок средний	28	35	25					
Песок крупный	30	32	27					
Гравий	40	40	35					
Суглинок	50	40	30					
Глина	45 25 15							
Торф	40	40 25 14						

Наиболее важным технологическим понятием при производстве земляных работ и устройстве оснований является величина коэффициента уплотнения грунта.

Коэффициент уплотнения грунта К_у представляет собой отношение плотности уплотненного грунта к плотности неуплотненного.

Для его определения используют различные методы и приборы: прибор стандартного уплотнения ДорНИИ, статические пенетрометры, динамические плотномеры. В практических условиях наиболее часто используются пенетрометры и плотномеры.

Получаемые по результатам статического или динамического зондирования величины коэффициентов уплотнения грунтов K_v не

должны быть ниже величин, установленных в соответствующих нормативных документах и конкретных проектах на производство земляных работ и устройство фундаментов. Ориентировочные величины требуемых коэффициентов уплотнения грунтов указаны в табл. 1.4 (П16-03 к СНБ 5.01.01-99).

Таблица 1.4 Ориентировочные величины коэффициентов уплотнения

Вид сооружений,	Величина коэффициента
коммуникаций и работ	уплотнения грунта $K_{ m v}$
Основания под фундаменты зданий,	•
сооружений для тяжелого технологи-	0,980,94
ческого оборудования и полы с рав-	0,980,94
номерной нагрузкой более 0,2 МПа	
То же для легкого оборудования, по-	
лов с нагрузкой менее 0,05 МПа, от-	0,950,91
мостков зданий, дорожек и тротуаров	
Обратные засыпки пазух котлованов	0,910,97
при устройстве зданий и сооружений	0,910,97
Незастраиваемые участки	0,920,90

1.2.2. Определение коэффициента уплотнения грунта методом статической пенетрации

Для определения коэффициента уплотнения K_y методом статической пенетрации используется прибор *пенетрометр*, представленный на рис. 1.1.

Пенетрометр предназначен для оперативного послойного контроля плотности насыпных и намывных грунтов в полевых условиях.

Принцип измерения плотности основан на известном методе исследования физических и механических свойств грунтов путем определения сопротивления грунтов проникновению конических наконечников (пенетрации).

С помощью пенетрометра измеряют коэффициент уплотнения K_{ν} различных грунтов.

Исследованию с помощью пенетрометра не подлежат грунты песчаные и глинистые, содержащие частиц крупнее 10 мм более 25 % по массе, а также грунты всех видов в мерзлом и водонасыщенном состоянии.

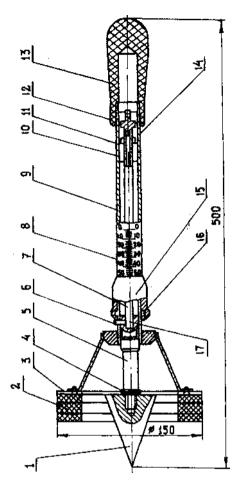


Рис. 1.1. Пенетрометр:

1 — сменный конусный наконечник; 2 — регулятор глубины погружения в виде набора колец; 3 — опорная площадка; 4 — выравнивающие шайбы; 5 — плунжер; 6 — шпилька; 7 — шток; 8 — шкала; 9 — корпус; 10 — пружина; 11 — гайка; 12 — нажимной винт; 13 — рукоятка; 14 — гайка; 15 — движок; 16 — кольцо; 17 — шпилька

Пенетрометр рекомендуется применять при текущем контроле подготавливаемых оснований под фундаменты, дорожных насыпей, гидротехнических сооружений. Глубина контроля от поверхности слоя – до 10 см.

Длительность одного измерения — не более 3 минут. Пенетрометр сохраняет свою работоспособность при W < 100 %.

Принцип действия пенетрометра основан на методе установления равновесия между внешней нагрузкой и силами реактивного сопротивления грунта по боковой поверхности конуса при различных значениях усилия вдавливания и глубины пенетрации.

1.2.3. Определение Ку методом динамического зондирования

Для определения коэффициента уплотнения методом динамического зондирования используется прибор *плотномер динамический* марки Д-51A, представленный на рис. 1.2.

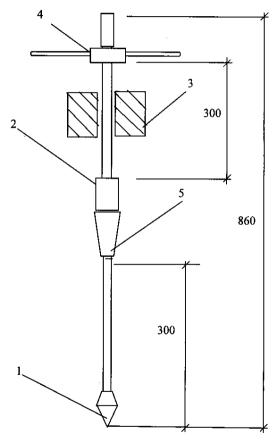


Рис. 1.2. Динамический плотномер: 1 – штанга с коническим наконечником; 2 – направляющая; 3 – гиря; 4 – рукоятка; 5 – наковальня

Плотномер динамический предназначен для оперативного послойного контроля степени уплотнения грунтов земляных сооружений в процессе их возведения на глубине до 30 см (без отбора проб) в полевых условиях. Применение плотномера не рекомендуется для грунтов, содержащих частиц крупнее 2 мм более 25 % по массе (гравелистых песков), мерзлых грунтов, а также грунтов, отсыпаемых в воду или находящихся ниже уровня поверхностных или грунтовых вод. Масса прибора — 3,9 кг. Время одного измерения — 1-2 минуты.

Метод динамического зондирования основан на принципе определения сопротивления грунта погружению зонда с коническим наконечником под действием последовательно возрастающего количества ударов груза постоянной массы, свободно падающего с заданной высоты.

При контроле уплотнения пылевато-глинистых грунтов без определения влажности грунта *применяют метод двойного зондирования*.

После проведения измерений по методикам динамического и статического зондирования с помощью табл. 1.5, 1.6, 1.7 определяются нормативные расчетные характеристики грунтов и значения коэффициентов уплотнения.

По данным значениям ϕ , C, E (табл. 1.5) возможно проектирование фундаментов. По величине фактического сопротивления пенетрации $q_3(R_n)$ или динамического сопротивления P_g можно определить коэффициент уплотнения K_y (K_{com}) исследуемого вида грунта (табл. 1.6, 1.7).

 $\label{eq:Tadef} T\ a\ b\ n\ u\ u\ a\ 1.5$ Нормативные расчетные характеристики грунта в зависимости от величины коэффициента уплотнения $K_y\ (K_{com})$, величины неоднородности грунта $\Pi_{\rm M}$ при методе динамического зондирования

Π_{M} ,	Обозначения характеристик грунтов	мелких		ватых г ненте уп равном	рунтов лотне-	крупн сти на грунто упл	ения ха ых и сро сыпны ов при в отнения	едней кр х и песч соэффии и К, рав	оупно- наных циенте ном
	труптов	0,92	0,95	0,98	1,00	0,92	0,95	0,98	1,00
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ф, град	_	31	32	33	33	34	35	36
1,0	С, МПа	- 0,002 0,002 0,0				0,000	0,000	0,001	0,001
	Е, МПа	_	12	15	18	12	15	19	22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ф, град	30	31	33	34	33	34	35	36
4,0	С, МПа	0,001	0,002	0,003	0,004	0,000	0,000	0,001	0,001
	Е, МПа	12	14	18	21	13	16	19	22
	ф, град	30	31	33	34	34	35	36	37
8,0	С, МПа	0,001	0,002	0,003	0,004	0,000	0,001	0,001	0,001
	Е, МПа	12	15	19	22	14	18	22	26
	ф, град	ı	31	32	33	33	34	35	36
20,0	С, МПа	-	0,002	0,002	0,003	0,000	0,000	0,001	0,001
	Е, МПа	-	12	15	18	12	15	19	22
	ф, град	30	32	34	35	34	35	37	38
40,0	С, МПа	0,002	0,003	0,004	0,004	0,000	0,001	0,001	0,001
	Е, МПа	12	12	15	18	12	15	19	22
100,0	ф, град	-	-	-	-	34	35	37	38
	С, МПа	_	_	_	_	0,000	0,001	0,001	0,001
	Е, МПа	_	_	_	_	15	20	28	33

Примечание.

- 1. Для песчаных насыпных грунтов с промежуточными значениями $\Pi_{\rm M}$ и $K_{\rm y}$ ($K_{\rm com}$) значения характеристик следует определять интерполяцией.
- 2. Нормативные значения ϕ , C, E даны для насыпных песчаных грунтов, уплотненных при оптимальной влажности.
- 3. Показатель неоднородности грунта $\Pi_{\rm M}$ определяется как отношение $(d_{50}d_{95})/d_5$, где d_{50} , d_{95} , d_5 диаметры частиц, меньше которых в данном грунте содержится по массе соответственно 50, 95 и 5% частиц.

Расчетные характеристики коэффициента уплотнения K_y (K_{com}) в зависимости от величины неоднородности грунта $\Pi_{\rm M}$ и величин динамического сопротивления P_g , МПа, статического сопротивления пенетрации q_3 , МПа

Π_{M} ,	Обозначения характеристик грунтов	чения характеристик мелких и пылеватых насыпных песчаных грунтов при коэффициенте уплотнения К, равном			х на- унтов плот- и	крупні сти н грунто	ых и сре пасыпны ов при в	рактери едней ку ых песча коэффии и К, рав 0,98	рупно- аных циенте
1,0	Р _д , МПа	-	2,3	3,0	3,8	2,3	3,0	4,1	5,0
	q ₃ , МПа	_	1,9	2,5	3,2	1,8	2,4	3,5	4,4
4,0	Р _g , МПа	2,0	2,7	3,8	4,8	2,6	3,4	4,3	5,1
	q ₃ , МПа	1,6	2,2	3,2	4,2	2,1	2,8	3,7	4,5
8,0	P _g , МПа	2,1	2,9	4,2	5,2	2,8	3,8	5,1	6,3
	q ₃ , МПа	1,7	2,4	3,6	4,6	2,3	3,2	4,5	5,7
20,0	P _g , МПа	2,2	3,0	4,5	5,7	2,9	4,0	5,6	6,9
	q ₃ , МПа	1,8	2,5	3,9	5,1	2,3	3,4	5,0	6,4
40,0	P _g , МПа	2,2	3,2	4,8	6,1	3,0	4,2	5,9	7,4
	q ₃ , МПа	1,8	2,6	4,2	5,5	2,4	3,6	5,3	7,0
100,0	P _g , МПа	_	_	_	_	3,1	4,4	6,4	8,2
	q ₃ , МПа	_	_	_	_	2,5	3,8	5,9	7,9

Примечание.

- 1. Для грунтов с промежуточными значениями $\Pi_{\text{м}}$, P_g , q_3 значения характеристик K_v следует определять интерполяцией;
- 2. При значениях $\Pi_{\rm M}$ больше 40 для мелких и пылеватых песков, $\Pi_{\rm M}$ больше 100 для крупных и средней крупности песков значения $P_{\rm g}$, q_3 следует принимать при $\Pi_{\rm M}$ равных 40 и 100 соответственно.

Расчетные характеристики коэффициента уплотнения K_y (K_{com}) в зависимости от величины W/W_0 и величин динамического сопротивления P_g , МПа, статического сопротивления пенетрации q_3 , МПа

	Обозна-	Знач	ения ха	рактери	истик	Значения характеристик			
	чения	нась	ыпных с	супесей	при	насы	пных су	тлинко	в при
W/W_0	характе-	коэфф	ициент	е уплот	нения	коэфф	ициент	е уплот	нения
	ристик		К, ра	вном			К, ра	ВНОМ	
	грунтов	0,92	0,95	0,98	1,00	0,92	0,95	0,98	1,00
0.0	P _g , МПа	4,2	4,8	5,7	6,4	7,0	9,0	11,0	_
0,8	q ₃ , MΠa	3,3	3,6	4,2	4,7	4,1	5,5	7,0	_
1.0	P _g , МПа	3,3	3,7	4,5	4,9	3,8	4,6	5,8	6,8
1,0	q ₃ , МПа	2,7 2,9 3,4 3,7				3,0	3,5	4,3	5,0
1.2	Р _д , МПа	2,5	3,0	3,5	4,0	1,8	2,4	3,0	3,5
1,2	q ₃ , МПа	2,2	2,5	2,8	3,1	1,7	2,2	2,5	2,8

Примечание. Для грунтов с промежуточными значениями W/W_0 , P_g , q_3 величину K_v следует определять интерполяцией.

1.3. Методика выполнения лабораторной работы

- 1. Внимательно ознакомиться с содержанием теоретической части работы.
- 2. Определить естественную влажность и вид предложенных 2...3-х различных грунтов.
- 3. Определить коэффициент уплотнения предложенных видов по методике статического зондирования пенетрометром в следующей последовательности.

На выровненную и зачищенную поверхность грунта друг на друга устанавливают 2...3 кольца общей высотой 40...60 мм (высота одного кольца -20 мм) и затем по центру колец - конус пенетрометра.

Вдавливанием погружают конус со скоростью 1...1,2 см/с до тех пор, пока опорная площадка прибора не прижмется к верхнему кольцу.

Второе и последующее вдавливание пенетрометра проводят в этой же точке, но при каждом испытании снимают по одному кольцу. Последнее испытание проводят без колец.

Снимают отсчет по шкале с точностью до 1 мм после каждого из испытаний (первого и последующего вдавливаний) и записывают полученные данные в табл. 1.9.

Если глубина погружения конуса для первой ступени нагружения менее 1 см, следует увеличить высоту конуса или уменьшить общую толщину колец, и наоборот, если глубина погружения конуса на последней ступени приближается к максимальному рабочему ходу пружины, высоту конуса необходимо уменьшить.

Определяют глубину погружения конуса (h_i, мм) в грунт по формуле

$$h_i = h_{\text{IIIK}} + (h_{\text{KOH}} - h_{\text{KOJ}} - h_{\text{Hay}})$$
 (1.2)

или при отсчете снизу

$$h_i = h_{KOH} + h_{HAH} - h_{IIIK} - h_{KOH},$$
 (1.3)

где h_{mk} – отсчет по шкале для данной ступени нагружения, мм;

 $h_{\text{кон}}$ — расстояние по вертикали от вершины конуса до низа опорной площадки, мм (100 мм);

 $h_{\text{кол}}$ – высота колец для данной ступени нагружения, мм;

 $h_{\text{нач}}$ – начальный отсчет по шкале, мм.

Определяют величину усилия вдавливания (P_i , кг), используя градуировочную зависимость $h_{iiiki} = f(P_i)$ (рис. 1.3).

Для каждой глубины погружения конуса h_i вычисляют удельное сопротивление пенетрации (R_i , МПа) по формуле

$$R_{i} = \frac{P_{i}}{h_{i}^{2}} \cdot 10. \tag{1.4}$$

Удельное сопротивление пенетрации R_n вычисляют по следующим формулам:

для трех ступеней нагрузки

$$R_{n} = \frac{P_{3} - 0.5(P_{1} + P_{2})}{h_{3}^{2} - 0.5(h_{1}^{2} + h_{2}^{2})};$$
(1.5)

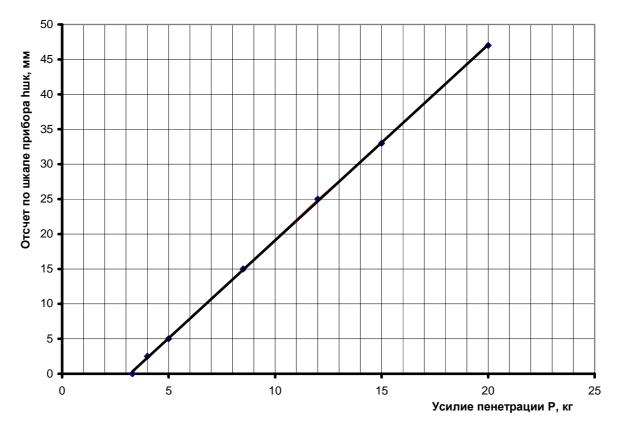


Рис. 1.3. Градуировочная зависимость статического пенетрометра

$$R_{n} = \frac{P_{4} - \frac{1}{3} (P_{1} + P_{2} + P_{3})}{h_{4}^{2} - \frac{1}{4} (h_{1}^{2} + h_{2}^{2} + h_{3}^{2})},$$
(1.6)

где P_1 , P_2 , P_3 , P_4 — усилия вдавливания при глубине погружения конуса соответственно h_1 , h_2 , h_3 , h_4 .

Определяют коэффициент уплотнения K_y испытуемого слоя грунта:

- 1) для песчаных грунтов по величине удельного сопротивления пенетрации, используя зависимости на рис. 1.4, 1.5;
- 2) для супесей и глинистых грунтов по величине удельного сопротивления пенетрации и влажности, используя зависимости на рис. 1.6, 1.7.
- 4. Определить коэффициент уплотнения предложенных видов по методике динамического зондирования на приборе динамический плотномер Д-51A в следующей последовательности.

В местах (точках) определения степени уплотнения грунта поверхность контролируемого слоя земляного сооружения зачищают и выравнивают на площадке размером 50x50 см.

Наконечник динамического плотномера устанавливают в центр площадки и последовательными ударами свободно падающего груза погружают на глубину 10 см от поверхности контролируемого слоя. При забивке наконечника фиксируют количество ударов, необходимых для его погружения на 10 см в интервале от 10 до 30 см. Результаты испытаний заносят в журнал (таблицу).

При работе прибор Д-51A устанавливают в вертикальное положение и удерживают его в этом положении, держа за рукоять. Свободной рукой поднимают груз до упора и опускают. Груз свободно падает и ударяет по наковальне штока.

После извлечения наконечника из данной точки приступают к испытаниям в следующей точке.

Расстояние между соседними точками должно быть не менее 20 см. В процессе зондирования следует контролировать вертикальность забивки зонда в грунт.

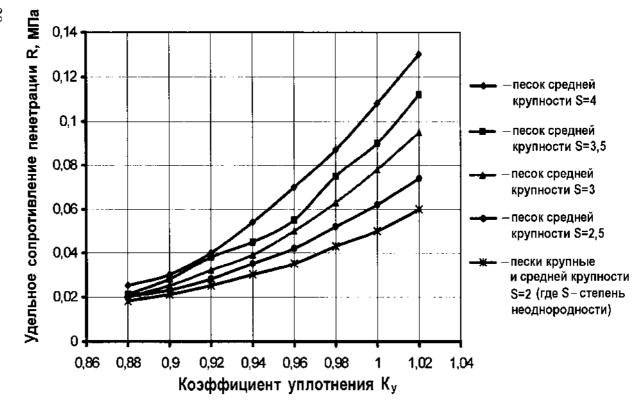


Рис. 1.4. Номограмма для определения K_{ν} песчаных грунтов средней крупности и крупных

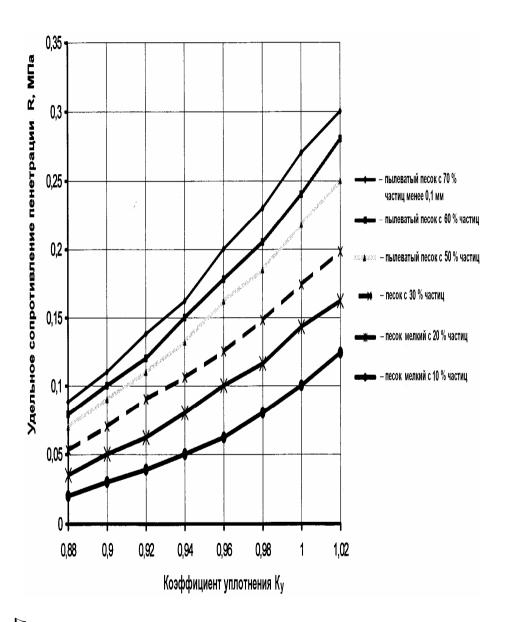


Рис. 1.5. Номограмма для определения ${\rm K_y}$ пылеватых и мелких песков

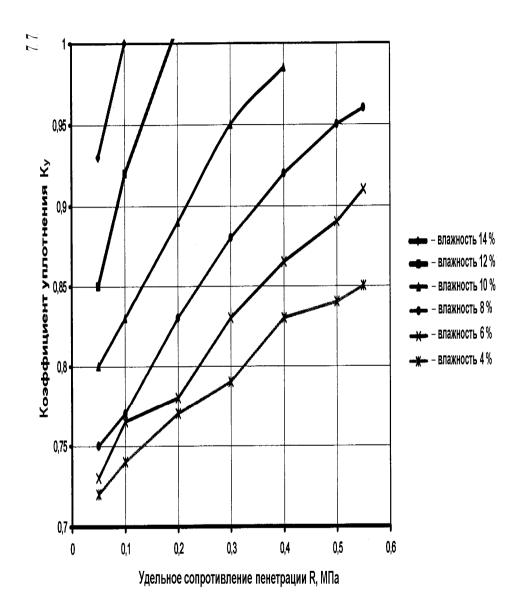


Рис. 1.6. Номограммы для определения коэффициента уплотнения грунта (супеси)

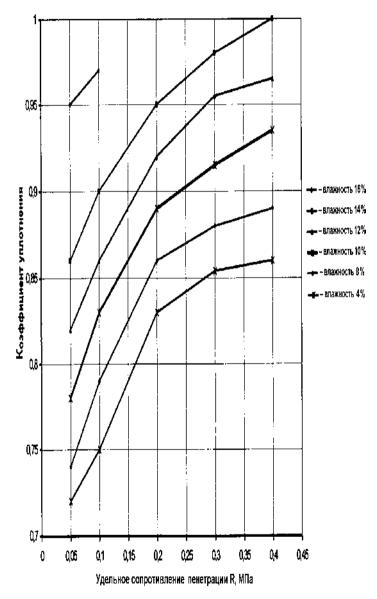


Рис. 1.7. Номограммы для определения коэффициента уплотнения грунта (суглинки)

По результатам испытаний определяют показатель динамического зондирования — величину условного динамического сопротивления грунта $P_{\rm g}$ — по формуле

$$P_g = 0.3 \cdot N_{20-30}, M\Pi a,$$
 (1.7)

где N_{20-30} — количество ударов, необходимых для погружения конуса на участке зондирования от 20 до 30 см, шт.

Коэффициент уплотнения песчаных грунтов в зависимости от их крупности определяют по зависимости $K_y = f\ (P_g)$, представленной на рис. 1.8.

Коэффициент уплотнения пылевато-глинистых грунтов по результатам зондирования определяют по зависимости $K_y = f$ (P_g), представленной на рис. 1.9, с учетом величины относительной влажности грунта:

$$W_{ot} = W/W_{o}$$
,

где W – природная влажность в теле земляного полотна, определяемая по ГОСТ 5180;

 W_{o} – оптимальная влажность грунта (она же – влажность на границе текучести W_{T}), определяемая по ГОСТ 22733.

При контроле уплотнения пылевато-глинистых грунтов без определения влажности грунта применяют *метод двойного зондирования*, при котором грунт испытывают в двух состояниях: исходном и после дополнительного уплотнения.

Первое зондирование выполняют для исходного состояния уложенного в насыпь грунта на глубину 30 см, фиксируя при этом число ударов, необходимое для погружения конуса на глубину от 20 до 30 см.

После этого рядом с точкой зондирования в теле насыпи с помощью бура или пробоотбойника устраивают скважину диаметром 10 и глубиной 25 см.

На дно скважины устанавливают штамп трамбовки и производят доуплотнение нижележащего грунта 40 ударами груза. Вынутый из скважины грунт укладывают обратно слоями толщиной по 5 см и уплотняют 40 ударами груза на каждый слой до тех пор, пока скважина не будет заполнена грунтом.

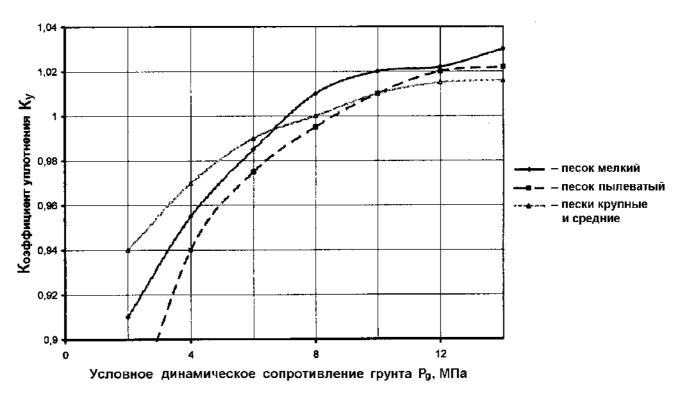


Рис. 1.8. График для определения коэффициента уплотнения песчаных грунтов по результатам динамического зондирования

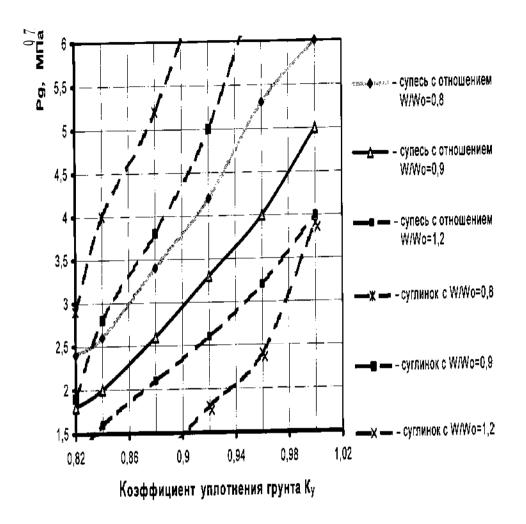


Рис. 1.9. График для определения коэффициента уплотнения супесей и суглинков по результатам динамического зондирования

После этого по оси уплотненного трамбовкой образца забивают конус плотномера на глубину 30 см, фиксируя при этом количество ударов на погружение наконечника от 20 до 30 см.

По результатам двух зондирований, вычисляемых по вышеприведенной формуле, вычисляют условное динамическое сопротивление грунта для первого зондирования P_{g_1} и для второго P_{g_2} .

Коэффициент уплотнения пылевато-глинистых грунтов по методу двойного зондирования определяют величиной отношения P_{g2}/P_{g1} по зависимости, представленной на рис. 1.10.

5. Полученные результаты занести в табл. 1.8, 1.9, 1.10; сделать вывод о пригодности основания или о необходимости проведения дополнительного уплотнения грунта.

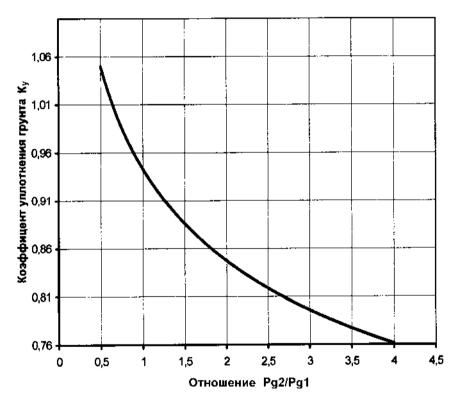


Рис. 1.10. График зависимости коэффициента уплотнения глинистых грунтов методом двойного зондирования

Определение вида и влажности грунта

Вид грунта	Внешний вид	Естественная влажность грунта, %	Влажность на границе текучести, %	Относительная влажность грунта, %	Вывод о пригодности грунта к уплотнению

 $\label{eq:Tadinu} T\, a\, \delta\, \pi\, u\, u\, a \quad 1.9$ Определение K_y грунта по методу статической пенетрации

№ точки	Вид грунта	пенетра по отд	етрации $R_i = P_i/n_i^2 \cdot 10$ о отдельным точкам		Среднее значение R _{i cp}	1 *	Вывод о пригодности грунта под основание или необходимости доуплотнения
		R _{i1}	R _{i2}	R _{i3}			
1	супесь						
2	(песок)						
3							
1	OMETHINOIS						
2	суглинок (глина)						
3	(глина)						

Таблица 1.10

Определение K_y грунта по методу динамического зондирования

№ точки, в которой проводят испыта- ния	Вид грунта	сопроз Р _{gi} = 0	ое динамі гивление з ,3 · N ₂₀₋₃₀ , цельным т	грунта , МПа,	Среднее значение	Коэффициент уплотнения грунта (на основании номограмм)	Вывод о пригодности грунта под основание или необходимости доуплотнения
1	супесь	P _{g1}	R _{g2}	R _{g3}	Pgcp		
3	(песок)						
2 3	суглинок (глина)						

Контрольные вопросы

- 1. Виды минеральных грунтов.
- 2. Что такое связные и несвязные грунты?
- 3. Типы влажности в грунтах и их влияние на технологические свойства грунтов.
- 4. Чем определяется связность грунтов и что такое коэффициент откоса?
 - 5. Методы определения коэффициентов уплотнения.
- 6. Чем отличается метод двойного динамического зондирования от обычного зондирования?
- 7. Каковы минимально допустимые значения коэффициентов уплотнения грунта под различными сооружениями?
 - 8. Принцип действия статического пенетрометра.
 - 9. Как определить вид грунта?
- 10. Для каких целей используется определение числа пластичности грунта?
- 11. Методика проведения испытаний с использованием статического пенетрометра.
- 12. Методика проведения испытаний с использованием динамического плотномера.

Лабораторная работа № 2

ТЕХНОЛОГИЯ КЛАДКИ СТЕН, СТОЛБОВ И ПРИМЫКАНИЙ ИЗ КАМНЕЙ ПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ

2.1. Материалы, оборудование и приспособления для выполнения работы

- 1. Кирпич одинарный 250х120х65 мм (целый) не менее 300 шт.
- 2. Половинка кирпича не менее 100 шт.
- 3. «Трехчетверка» и «четвертинка» не менее чем по 25 шт.
- 4. Кельма типа КБ (ГОСТ 9533) 4 шт.
- 5. Емкость под имитатор кладочного раствора 2 шт.
- 6. Уровень строительный 2 шт.
- 7. Правило 2 шт.
- 8. Расшивка 1 шт.

- 9. Совковая лопата 1 шт.
- 10. Основание (бетонное) под каменную кладку 2 шт.
- 11. Отвес (ГОСТ 7948) 2 шт.
- 12. Имитатор кладочного раствора (песок просеянный, доломитовая мука, вода) в объеме не менее 50 л.
 - Подлески 2 шт.
 - 14. Линейка (ГОСТ 427) 2 шт.

2.2. Основные положения

2.2.1. Виды каменной кладки и материалы для каменных работ

Каменную кладку выполняют из отдельных камней, соединяя их между собой в одно целое раствором (рис. 2.1).

В зависимости от вида применяемых материалов каменную кладку подразделяют на кладку из искусственных и из природных камней.

Искусственные каменные материалы подразделяют на *кирпич* керамический и силикатный; керамические и силикатные камни; камни бетонные стеновые правильной формы.

Наиболее широко используемые типоразмеры камней правильной формы, формы и размеры керамических изделий, получаемых методом экструзии, приведены на рис. 2.2...2.10.

При возведении каменных конструкций размеры камней и требования к их физико-механическим и эксплуатационным свойствам устанавливаются проектной документацией.

По сложности выполнения каменную кладку подразделяют на:

- 1) *простейшую* стены наружные и внутренние без архитектурных деталей;
- 2) *простой* сложности карнизы, пояса, пилястры, полуколонны, проемы криволинейного очертания;
- 3) *средней сложности* стены с усложненными частями до 20 % площади всех стен;
 - 4) особо сложную арки, своды и т.д.

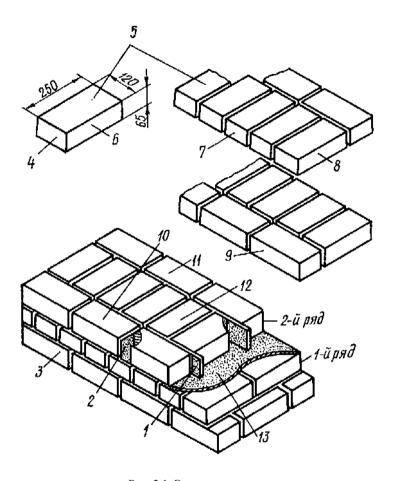


Рис. 2.1. Элементы кладки:

— вертикальный продольный шов; 2 — вертикальный поперечный шов; 3, 7 — фасад; 4 — тычок; 5 — постель; 6 — ложок; 8 — тычковый ряд; 9 — ложковый ряд; 10 — наружная верста; 11 — внутренняя верста; 12 — забутка; 13 — горизонтальный шов (постель)

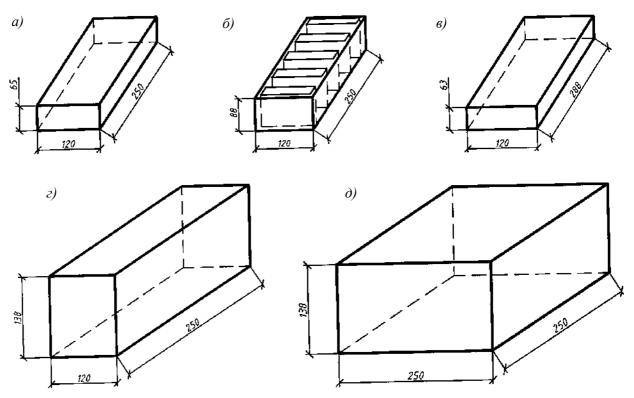


Рис. 2.2. Типоразмеры (в мм) камней правильной формы: a – кирпич одинарный; δ – кирпич уголщенный; ϵ – кирпич модульный; ϵ – камень одинарный; δ – камень модульный

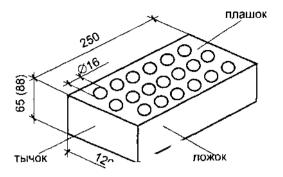


Рис. 2.3. Кирпич с 19 пустотами (пустотность 13 %)

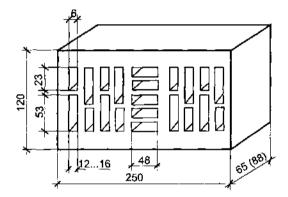


Рис. 2.4. Кирпич с 21 пустотой (пустотность 34 %, 45 %)

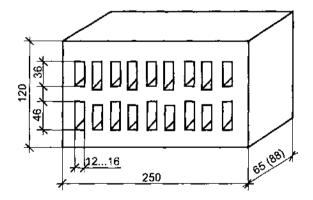


Рис. 2.5. Кирпич с 18 пустотами (пустотность 29 %, 38 %)

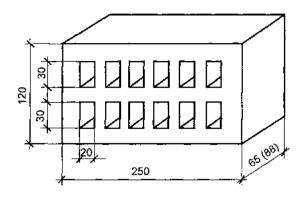


Рис. 2.6. Кирпич с 12 пустотами (пустотность 24 %)

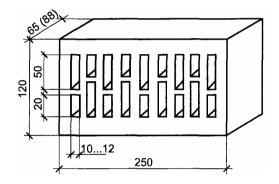


Рис. 2.7. Кирпич с 18 пустотами (пустотность 21 %)

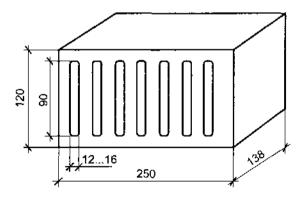


Рис. 2.8. Камень с 7 пустотами (пустотность 25 %, 33 %)

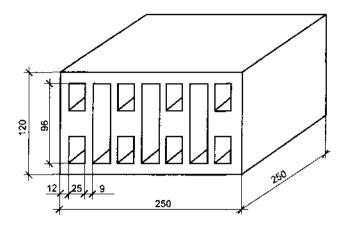


Рис. 2.9. Камень с 11 горизонтальными пустотами

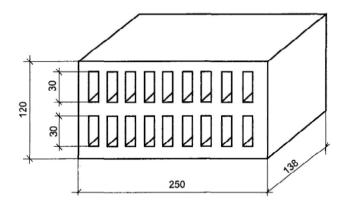


Рис. 2.10. Камень с 18 пустотами (пустотность 18 %)

Кроме того, кирпичную кладку различают по толщине (рис. 2.11).

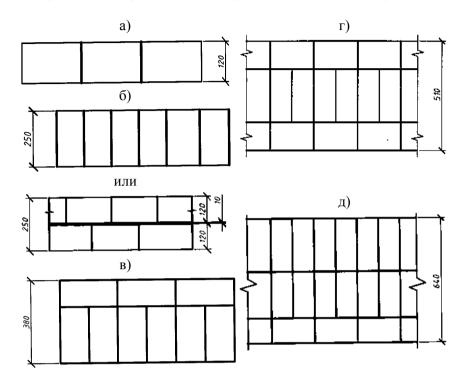


Рис. 2.11. Виды кирпичной кладки: a-в полкирпича (120 мм); б-в один кирпич (250 мм); b-в 1,5 кирпича (380 мм); r-в 2 кирпича (510 мм); d-s 2,5 кирпича (640 мм)

Растворы, применяемые для устройства каменных конструкций, называют *кладочными*. Кладочные растворы связывают между собой отдельные камни, препятствуя их взаимному перемещению.

Раствор — это смесь вяжущего, мелкого заполнителя, воды, химических добавок и других наполнителей, обладающая определенными технологическими свойствами и физико-механическими свойствами в затвердевшем состоянии.

К числу технологических и физико-механических свойств строительных растворов относят: подвижность, расслаиваемость, водоудерживающую способность, прочность, плотность, морозостойкость. *Подвижность* – технологическое свойство растворной смеси, характеризующее ее пластичные свойства и удобоукладываемость.

Измеряется величиной погружения конуса СтройЦНИЛ S_1 , см, по ГОСТ 5802.

Водоудерживающая способность — свойство раствора удерживать в своем составе определенное (до 95 %) количество воды. Определяется по специальной методике ГОСТ 5802 «Растворы строительные. Методы испытаний».

Расслаиваемость – технологическое свойство смеси, определяющее ее сопротивление процессу разделения на отдельные компоненты – цементное тесто и заполнитель. Имеет важное значение для оценки качества смеси и однородности ее свойств по всему объему.

Для каменных кладок применяют растворы следующих марок: 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200. Выбор марки раствора обосновывается проектом. Следует учитывать, что при увеличении марки раствора расчетное сопротивление сжатию кладки хотя и увеличивается, но значительно медленнее, чем повышается марка раствора.

По плотности в сухом состоянии различают тяжелые растворы (плотность – 1500 кг/м^3) и легкие (плотность – менее 1500 кг/м^3).

В тяжелых растворах заполнителем является естественный песок из плотных горных пород, преимущественно горный. В легких растворах применяют пески, получаемые путем дробления и просеивания легких горных пород (пемзы, туфа) или искусственных легких материалов.

Для каменной кладки преимущественно применяют смешанные растворы, в которых вяжущим является цемент, пластификатором – известь или глина, а заполнителем – естественный или искусственный песок (табл. 2.1, 2.2).

При проведении кладочных работ в зимних условиях обычно используют кладочный раствор с противоморозными добавками.

В качестве подобных добавок в кладочных растворах обычно применяют: *НН* (нитрит натрия); поташ; двухкомпонентную добавку XKXH (хлористый кальций и хлористый натрий) и др.

Ориентировочная область применения той или иной добавки в зависимости от ожидаемой температуры и ее предельное количество приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.1 Марки растворов для каменной кладки

	Степень д	олговечнос	ти зданий
Наименование раствора	I	II	III
Подземные конструкции (ниже га	идроизоляц	ионного сло	(кс
Цементно-известковый при заполнении			
водой объема пор грунта, %:			
до 50	25	10	10
5080	50	25	10
Цементно-глиняный при заполнении			
водой объема пор грунта, %:			
до 50	25	10	10
5080	50	25	10
Цементный с пластифицирующими			
добавками при заполнении водой объе-	50	25	10
ма пор грунта более 80 %			
Надземные конс	трукции		
Цементно-известковый при относитель-			
ной влажности помещений, %:			
до 60	10	10	4
6175	25	25	10
более 75	50	25	10
Цементно-глиняный при относительной			
влажности помещений, %:			
до 60	10	10	5
6175	25	25	25
более 75	50	50	25
Цементно-песчаный при относительной			
влажности помещений, %:			
до 60	50	50	25
6175	75	75	50
более 75	100	75	50

Составы растворов (объемное дозирование) для кирпичной кладки

Марка						
вяжущего	100	75	50	25	10	4
1	2	3	4	5	6	7
Раств	воры для на	адземной к	ладки с от	носительно	ой влажнос	ТЬЮ
	1 ''		щений до 6			
	П	[ементно-и	звестковы	е растворы		
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:1:8	_	ı	_
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:1,7:12	Ī	_
300	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,4:4,5	1:1,2:9	Ī	_
200	I	I	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:1,7:12	_
100	ı	Ī	-	1:0,1:2	1:0,5:5	1:1,7:12
		Цементно-	-глиняные	растворы		
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:1:8	_	_	_
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:1:11	Ī	_
300	I	1:0,2:3	1:0,4:4,5	1:1:9	Ī	_
200	ı	Ī	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:1:9	_
100	I	I	-	1:0,1:2	1:0,5:5	1:0,9:7
	Цементно-песчаные растворы					
500	1:5	1:6	1:7	-	-	-
400	1:4	1:5	1:6	1:7	ı	_
300	1:3	1:4	1:5	1:6	_	_
200	I	1:3	1:4	1:5	1:6	_
Растворы для подземной кладки с относительной влажностью						
помещений более 60%						
				е растворы		
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:0,7:8	_	_	_
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	-	1:1,7:11	_
300	_	1:0,2:3	1:0,4:5	1:0,7:9	_	_
200	_	_	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:0,7:9	_
100	_	_	_	1:0,1:2	1:0,5:5	1:0,7:7
	Цементно-глиняные растворы					
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:0,7:7,5	_	-	_
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:0,7:8,5	_	_
300	_	1:0,2:3	1:0,4:5	1:0,7:8,5	-	_
200	_	_	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:0,7:7	_
100	_	_	_	1:0,1:2	1:0,5:5	1:0,7:6

1	2	3	4	5	6	7
Цементно-песчаные растворы						
500	1:4,5	1:5	1:6,5	_	I	ı
400	1:3,5	1:4	1:6	1:6	-	-
300	1:3	1:3	1:4,5	1:5	_	-
200	_	1:2,5	1:3,5	1:4,5	1:5	-

и их количества

Таблица 2.3 Область применения добавок в зависимости от температуры

Предельное Эффективная количество область придобавки в зави-Вид добавки менения в Отрицательные свойства симости от МЦ интервале (массы цементемператур та), % Потані до -5°С 5 снижает подвижность 10 до -10°C раствора и его прочность 12 до -20°C до 20%, время использо-15 до -30°C вания раствора; опасен при кладках на силикатном кирпиче; запрещено нагревать более 40°С Нитрит натрия 5 до -5°C дорог и неэффективен 10 до -10°C при –15°С и более 2,5+3,5до -10°C Двухкомпонентдорог; ло –20°С ная из хлористо-4,5+3имеет ограниченное приго кальшия и менение в армированных натрия кладках; возможны высолы имеет ограниченное при-ПВК 1,3 до -10°C до -15°C (СТБ 1113-98) 1,5 менение в армированных кладках

2.2.2. Правила разрезки каменной кладки

Каменная кладка, выполняемая из отдельных камней, соединяемых раствором в одно целое, должна представлять собой монолит, в котором уложенные камни не смещались бы под влиянием действующих на кладку нагрузок. Для обеспечения этого требования отдельные камни следует укладывать с соблюдением определенных условий, называемых правилами разрезки каменной кладки.

1-е правило устанавливает максимально допустимый угол наклона силы, действующей на горизонтальный ряд кладки.

По этому правилу камни должны укладываться плоскими слоями (рядами), перпендикулярными к направлению действующей нагрузки. Такое правило вытекает из свойств камня хорошо сопротивляться сжатию и плохо — растяжению и изгибу. Во избежание изгиба опирание вышележащего камня должно происходить не в отдельных точках, а по всей постели, т.е. по плоскости.

Слои (ряды) кладки должны располагаться так, чтобы действующая на кладку сила была направлена перпендикулярно к постели камней. В противном случае в кладке возникает усилие сдвига по наиболее слабому месту – растворному шву между слоями камней. Отклонение действующей силы от вертикали допускается не более 15...17°. В этих пределах усилие сдвига воспринимается силами трения между слоями камней.

В большинстве случаев усилия на кладку передаются вертикально (в столбах, стенах, фундаментах), поэтому она выполняется горизонтальными слоями. В арках и сводах возникают усилия, действующие в каждом сечении по касательной к кривой давления, поэтому кладка их членится вертикальными плоскостями.

2-е правило разрезки регламентирует расположение вертикальных плоскостей кладки относительно постели. Кладку необходимо членить тремя взаимно перпендикулярными плоскостями. В массиве кладки при таком членении появляются швы: горизонтальные — по постели слоя и вертикальные — поперечные и продольные. Если же членение кладки произвести наклонными плоскостями, в ней появятся клиновидные камни, которые под нагрузкой будут стремиться раздвинуть соседние камни, а также камни с легко скалывающимися острыми углами.

3-е 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, т.е. кладку следует вести с перевязкой вертикальных швов в смежных рядах. Такая перевязка устраняет опасность расслоения кладки на отдельные столбики, что может привести к ее разрушению под нагрузкой.

Использование в кладках прочных растворов на цементном вяжущем позволяет несколько отступить от этого правила. В настоящее время допускается не перевязывать вертикальные продольные швы в пяти смежных рядах или вертикальные поперечные швы – в трех смежных рядах кладки.

2.2.3. Системы перевязки швов в каменной кладке

Система перевязки должна соответствовать правилам разрезки кладки. При кладке различают *перевязку вертикальных*, *продольных* и *поперечных швов*. Перевязку продольных швов делают для того, чтобы кладка не расслаивалась вдоль стены на более тонкие стенки и чтобы напряжения в кладке от нагрузки равномерно распределялись по ширине стены. Перевязка поперечных швов необходима для продольной связи между отдельными кирпичами (камнями), обеспечивающей распределение нагрузки на соседние участки кладки и монолитность стен при неравномерных осадках, температурных деформациях и др. Перевязку поперечных швов выполняют ложковыми и тычковыми рядами, а продольных — тычковыми.

Основными системами перевязки являются однорядная (цепная), многорядная и трехрядная.

Однорядную систему (рис. 2.12) можно применять при кладке из всех видов кирпича и камней. Выполняют ее правильным чередованием тычковых и ложковых рядов, при этом каждый вертикальный шов между кирпичами или камнями нижерасположенного ряда перекрывают кирпичами или камнями следующего ряда. Вертикальные поперечные швы при такой системе перевязки перекрывают на 1/4 кирпича за счет применения трехчетверочных и четвертинок кирпичей в ложковых рядах, а продольные швы — на полкирпича.

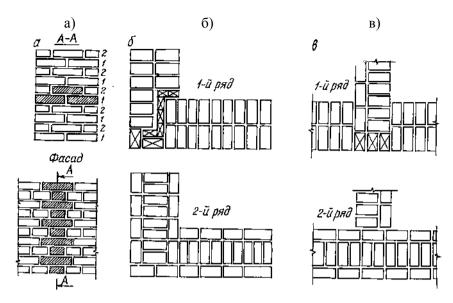


Рис. 2.12. Однорядная система перевязки швов: а – фасад; б – кладка прямых углов и вертикальных ограничений; в – кладка примыканий стен

Многорядную систему перевязки (рис. 2.13) выполняют чередованием пяти ложковых рядов кирпича и одного тычкового. При такой кладке вертикальные поперечные швы во всех рядах, кроме тычкового и смежных с ним ложковых, перекрывают на 1/2 кирпича. Вертикальные продольные швы в пяти смежных рядах по вертикали не перекрывают. В шестом ряду их перекрывают тычковыми кирпичами. Первый ряд такой кладки укладывают тычками, второй – ложковыми кирпичами так же, как при однорядной кладке; с третьего по шестой ряды укладывают одними ложками вдоль стены.

При толщине кирпича 88 мм один тычковый ряд укладывают через 4 ложковых ряда.

Достоинства многорядной кладки: большая жесткость стены в продольном направлении, так как в ложковых рядах смежные поперечные швы смещены друг относительно друга на 1/2 кирпича; повышенная производительность труда каменщиков, так как они выполняют однотипные операции на высоте нескольких рядов, не меняя приемов кладки и системы перевязки швов; меньшая трудоемкость; возможность использования неполномерного кирпича.

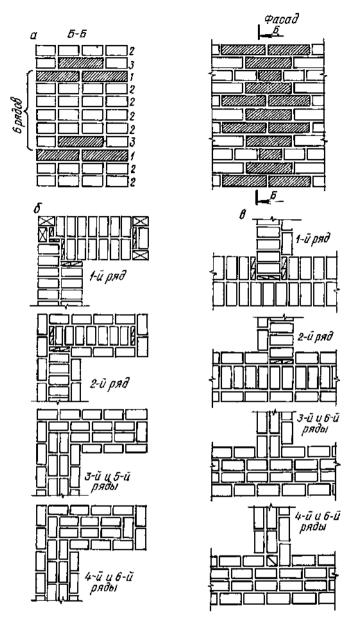


Рис. 2.13. Шестирядная система перевязки швов: а – фасад; б – кладка стен с вертикальным ограничением и углов; в – кладка примыканий стен

Недостатки: некоторое снижение несущей способности кладки (на 2 % по сравнению с однорядной); усложнение производства работ при отрицательной температуре среды (обусловленное тем, что замерзание раствора в продольных вертикальных швах может вызвать выпучивание наружных или внутренних верст толщиной в 1/2 кирпича, которые не имеют перевязки на высоте пяти рядов).

Трехрядную систему (рис. 2.14) применяют, в основном, для кладки столбов из кирпича, а также узких простенков шириной до 1 м. Эта система позволяет обойтись минимальным количеством неполномерного кирпича для кладки благодаря сочетанию принципов цепной и многорядной перевязок швов.

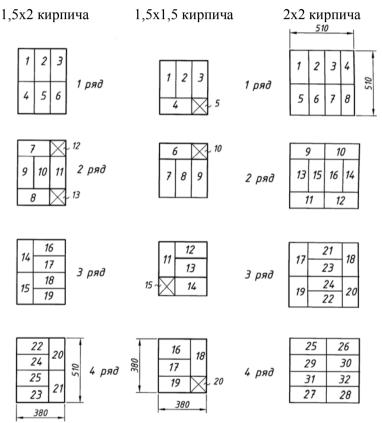


Рис. 2.14. Кладка столбов по многорядной системе перевязки швов (цифрами обозначена последовательность укладки отдельных кирпичей в каждом ряду кладки столбов)

Независимо от принятой системы перевязки кладку всегда начинают с тычкового ряда и заканчивают вверху тычковым рядом. Такие ряды также укладывают на уровне обрезов стен и столбов, в выступающих рядах кладки (карнизах и др.), под опорными частями балок, прогонов, плит перекрытий и балконов. Эти ряды выкладывают из целых кирпичей.

Толщина швов кирпичной кладки должна быть: горизонтальных -12 мм; вертикальных -10 мм.

2.2.4. Организация рабочего места каменщиков

При выполнении каменных рядов на производительность труда каменщиков большое влияние оказывает правильная организация рабочего места, представляющего собой ограниченный участок возводимой стены или конструкции и часть подмостей или перекрытия, в пределах которых сложены материалы и перемещаются рабочие. Организация рабочего места должна исключать непроизводительные движения рабочих и обеспечивать наивысшую производительность труда. Поэтому рабочее место должно находиться в радиусе действия крана, иметь ширину около 2,5 м и делиться на три зоны:

- 1) рабочую зону шириной 0,6...0,7 м между стеной и материалами, в которой перемещаются каменщики;
- 2) *зону материалов* шириной около 1 м для размещения поддонов с камнем и ящиков с раствором;
- 3) зону транспортирования 0,8...0,9 м для перемещения материалов и прохода рабочих, не связанных непосредственно с кладкой.

Число поддонов с камнем и ящиков с раствором и чередование их зависит от толщины стены или конструкции, числа проемов на данном участке и сложности архитектурного оформления.

В зависимости от вида возводимых каменных конструкций и применяемых материалов их располагают следующим образом. При кладке глухих стен поддоны с кирпичом или камнями чередуют вдоль фронта кладки с ящиками с раствором, расположенными на расстоянии 3,6 м между их продольными осями. При кладке стен с проемами кирпич или камни на поддонах располагают против простенков, а ящики с раствором – против проемов.

2.2.5. Способы ведения каменной кладки

Способы укладки кирпича различны в зависимости от пластичности используемого раствора и требуемого качества отделки лицевой поверхности (под штукатурку или расшивку швов), а также от вида кирпича.

Кирпич укладывают тремя основными способами: вприсык, вприсык с подрезкой и вприжим.

Способ вприсык (рис. 2.15 б) применяют, главным образом, при кладке стен в пустошовку. Раствор расстилают грядкой толщиной 2...2,5 см, не доходя до края стены 2...3 см. Ширина слоя раствора для тычкового ряда – 22...23 см, для ложкового – 9...10 см. Кирпич укладывают без кельмы. Каменщик, держа кирпич в руке под углом к постели, двигает его к ранее уложенному кирпичу, захватывая часть раствора. Захватывать раствор начинают на расстоянии 6...7 см от ранее уложенного кирпича. Укладываемый кирпич осаживают нажимом руки.

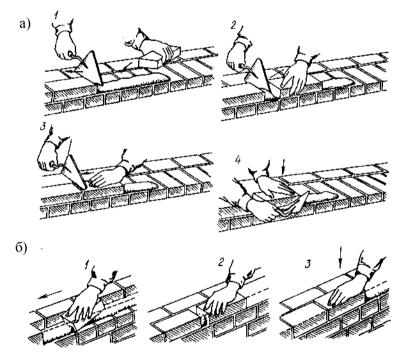


Рис. 2.15. Кладка ложкового ряда способами вприжим и вприсык: $a - \kappa$ ладка вприжим; $6 - \kappa$ ладка вприсык; 1-4 - порядок выполнения операций

Способом вприсык с подрезкой ведут кладку при необходимости полного заполнения швов раствором с расшивкой. В этом случае раствор расстилают, отступая от края стены на 1 см. Кирпич укладывают так же, как при укладке способом вприсык, а раствор, выжатый из шва на лицевую поверхность стены, подрезают кельмой.

При возведении стен и столбов, воспринимающих значительные нагрузки и требующих полного заполнения швов раствором, кладку ведут *способом вприжим* (рис. 2.15 а). Раствор на постели распределяют грядкой высотой 2,5...3 см, шириной 21...22 см под тычковый ряд и 8...9 см — под ложковый. При укладке кирпича каменщик срезает кельмой с постели часть раствора, наносит его на грань ранее уложенного кирпича и зажимает укладываемым кирпичом, постепенно поднимая кельму.

При укладке стен из керамических камней способом вприжим или вприсык трудно обеспечить полное заполнение раствором вертикальных поперечных швов. В этом случае целесообразно применять следующий способ (рис. 2.16). До укладки керамических камней в проектное положение их предварительно укладывают с противоположной стороны стены (относительно места их укладки) вплотную друг к другу тычковыми или ложковыми поверхностями кверху. Затем наносят раствор на стену и наверстанные камни. После этого каменщик берет камень за торцовые плоскости обеими руками и плавно поворачивает его так, чтобы покрытая раствором плоскость была вертикальной. Прижимая к ранее уложенному камню, вертикальный шов полностью заполняют раствором. Для кладки ложкового ряда камни устанавливают группами тычковой поверхностью кверху, и на них наносят раствор. Каменщик одной рукой отделяет от группы камень, наклоняет его, переносит к месту кладки и плотно прижимает к ранее уложенному камню.

Выжатый на наружную поверхность стены раствор срезается кельмой и сбрасывается на растворную постель. Укладку камней в забутку производят аналогичным образом.

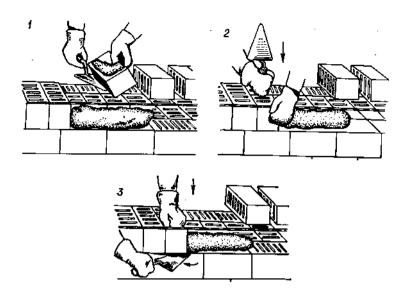


Рис. 2.16. Кладка керамических щелевых камней в верстовой ряд: 1, 2, 3 – последовательность операций

2.6. Особенности производства работ при возведении кирпичных стен облегченной конструкции

В облегченных конструкциях из кирпича выкладывают две параллельные стенки, а между ними размещают теплоизолирующий материал. При устройстве облегченной конструкции стены должна быть, во-первых, решена задача надежного соединения кирпичных стенок между собой; во-вторых, обеспечены равномерность распределения теплоизолирующего материала по высоте и исключение его просадки при эксплуатации здания. В практике используют несколько видов облегченных кладок.

Кладка с трехрядными кирпичными диафрагмами, устраиваемыми через каждые пять рядов, наиболее проста. Образовавшиеся пустоты заполняют легким бетоном или другим теплоизолирующим материалом. Засыпка утрамбовывается послойно.

В настоящее время широко применяется *трехслойная кладка*, в которой в вертикальные щели, оставленные в забутке, укладываются теплоизоляционные плиты (минераловатные, из пенополистирола и др.) (рис. 2.17). Плиты укладывают по ходу кладки вплотную к по-50

верхности внутренней версты. Между наружной верстой и плитным утеплителем устраивают воздушную вентиляционную прослойку.

Облегченные кладки необходимо предохранять от переувлажнения. Во время дождя их укрывают подручными материалами.

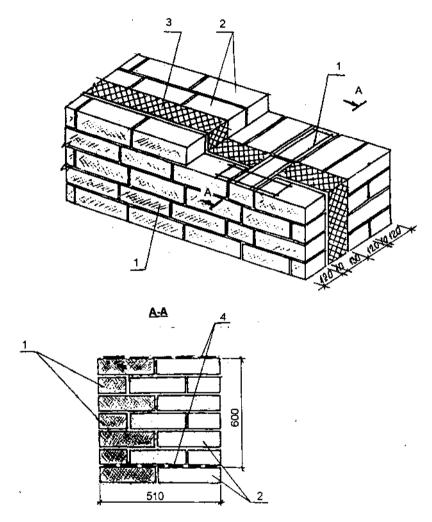


Рис. 2.17. Кирпичная кладка наружных стен с жесткими связями и утеплением пенополистирольными плитами: 1 – лицевой кирпич; 2 – рядовой кирпич; 3 – плиты пенополистирольные; 4 – жесткие связи (арматурная сетка \varnothing 4-5 Bp 1)

2.3. Методика выполнения лабораторной работы

- 1. Внимательно ознакомиться с содержанием теоретической части, изучить схемы укладки кирпича при различных системах перевязки швов.
- 2. В условиях лаборатории ознакомиться с кирпичом различного вида, применяемым при кладочных работах инструментом и приемами укладки кирпича. При этом могут использоваться наглядные пособия по разделу «Производство каменных работ».
- 3. С использованием фрагмента фундамента произвести практическое выполнение заданного элемента каменной конструкции определенной толщины и с определенной системой перевязки швов. Кроме того, выполнить кладку фрагмента кирпичного столба.
- 4. Произвести необходимые эскизные зарисовки выполненной каменной конструкции для внесения в отчет по лабораторной работе.
- 5. Ответить на контрольные вопросы, предложенные преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1. Как толщина швов влияет на прочность кладки?
- 2. Последовательность операций при кладке вприжим с подрезкой.
 - 3. Отличие метода «вприсык» от метода «вприжим».
- 4. При какой системе перевязки швов прочность кладки наибольшая и наименьшая?
 - 5. Какие виды перевязки швов Вы знаете?
 - 6. Каково назначение причалки и расшивки?
- 7. Какие виды стен более эффективно выполнять по многорядной системе перевязки?
 - 8. Что такое порядовка и для чего она нужна?
- 9. Контрольно-измерительные инструменты при ведении кладочных работ.
- 10. Что определяется маркой раствора и что такое сохраняемость раствора?
- 11. В какой системе кладки производительность труда каменщиков максимальная и почему?
 - 12. Перечислить правила разрезки каменной кладки.

Лабораторная работа № 3

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КАМЕННОЙ КЛАДКИ И ПРИЕМКА ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ КАМЕННЫХ КОНСТРУКПИЙ

3.1. Материалы, оборудование и приспособления для выполнения работы

- 1. Теодолит (ГОСТ 10529) 1 шт.
- 2. Нивелир (ГОСТ 10528) 1 шт.
- 3. Рейки геодезические 2 шт.
- 4. Правило, отвес 2 шт.
- Уровень 2 шт.
- 6. Линейка металлическая (ГОСТ 427) 2 шт.
- 7. Угольник (ГОСТ 3749) 2 шт.
- 8. Рулетка (ГОСТ 7502) 2 шт.

3.2. Основные положения

3.2.1. Контроль качества в процессе кладки

Кладку стен и других конструкций из кирпича следует выполнять в соответствии с проектом согласно СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции. Правила производства и приемки работ», соблюдение требований которого обеспечивает требуемую прочность возводимых конструкций и высокое качество работ.

В процессе работы необходимо проверять: применение кирпича и раствора определенной марки и подвижности, указанных в рабочих чертежах; правильность перевязки и качество швов кладки; вертикальность, горизонтальность и прямолинейность поверхностей и углов; правильность установки закладных деталей и связей; качество поверхностей кладки (рисунок и расшивка швов). Подбор кирпича для наружной версты неоштукатуриваемой кладки с последующей расшивкой должен производиться с целью применения материала с ровными кромками и углами).

В сухую жаркую и ветреную погоду кирпич перед укладкой необходимо поливать водой (предварительно замачивать) для лучше-

го сцепления с раствором и обеспечения условий набора, требуемой марочной прочности раствора (М4...М150) и недопущения обезвоживания раствора за счет "отсоса" воды в нагретый кирпич.

При выполнении кладки каменщик для проверки качества пользуется имеющимися в его распоряжении контрольно-измерительными инструментами, представленными на рис. 3.1.

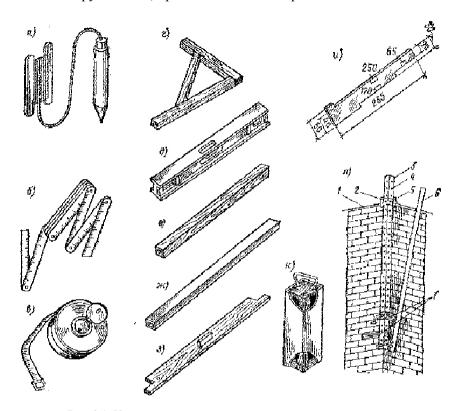


Рис. 3.1. Контрольно-измерительные инструменты каменщика:

а — отвес; б — складной метр; в — рулетка; г — уровень; д — правило деревянное; е — угольник; ж — правило из алюминиевого листа; з…к — шаблоны для кладки каналов; л — угловая порядовка; 1 — шнур; 2 — передвижной хомутик; 3 — дюралюминиевая порядовка; 4 — отверстия для крепления хомутика; 5 — прижимной болтик; 6 — правило для снятия порядовки; 7 — скобы с ручкой прижимного болтика

Правильность закладки углов здания проверяют деревянным угольником.

Горизонтальность рядов контролируют правилом и уровнем не реже двух раз на каждый метр высоты кладки. Для этого уровень ставят на правило – строганую деревянную рейку длиной 1500...2000 мм, сечением 40х50 мм, положенную на ряд кирпича. Если отклонения не превышают установленного допуска по СНиП 3.03.01-87, их устраняют в процессе последующей кладки.

Вертикальность поверхностей и углов кладки проверяют уровнем и отвесом не реже двух раз на каждый метр высоты кладки. Отклонения, не превышающие допускаемых, нужно исправить при кладке следующего яруса.

Вертикальность граней и углов кладки из кирпича и камней, горизонтальность ее рядов необходимо проверять по ходу выполнения кладки (через 0,5...0,6 м) с устранением обнаруженных отклонений в пределах яруса.

После окончания кладки каждого этажа следует производить *инструментальную проверку горизонтальности и отметок верха кладки* независимо от промежуточных проверок горизонтальности ее рядов.

Толщину швов также периодически проверяют. Для этого измеряют 5-6 рядов кладки и определяют среднюю толщину шва (например, при замере 5 рядов кладки получили 400 мм, следовательно, толщина одного ряда -80 мм, а толщина шва: 80-65=15 мм).

Средняя толщина горизонтальных швов кирпичной кладки в пределах высоты этажа должна составлять 12 мм, вертикальных — 10 мм. При этом толщина отдельных вертикальных швов должна быть не менее 8 и не более 12 мм, горизонтальных — не менее 10 и не более 15 мм.

Правильность заполнения швов раствором проверяют, вынимая в разных местах отдельные кирпичи выложенного ряда (не реже 3 раз по высоте этажа).

При *вынужденных разрывах* кладку необходимо выполнять в виде наклонной или вертикальной *штрабы* (уступчатый разрыв кладки).

При выполнении разрыва кладки вертикальной штрабой в швы кладки штрабы следует заложить сетку (арматуру): из продольных стержней – диаметром не более 6 мм, из поперечных – не более 3 мм с расстоянием до 1,5 м по высоте кладки, а также в уровне каждого перекрытия.

Число продольных стержней арматуры принимается из расчета одного стержня на каждые 12 см толщины стены, но не менее 2 при толщине стены 12 см.

Разность высот возводимой кладки на смежных захватках и при кладке примыканий наружных и внутренних стен не должна превышать высоты этажа, а разность высот между смежными участками кладки фундаментов -1,2 м.

Установку креплений в местах примыкания железобетонных конструкций к кладке следует выполнять в соответствии с проектом.

Возведение каменных конструкций последующего этажа допускается только после укладки несущих конструкций перекрытий возведенного этажа, анкеровки стен и замоноличивания швов между плитами перекрытий.

При выполнении работ с армированной кладкой необходимо соблюдать следующие требования:

- 1. Толщина швов в армированной кладке должна превышать сумму диаметров пересекающейся арматуры не менее чем на 4 мм при толщине шва не более 16 мм.
- 2. При поперечном армировании столбов и простенков сетки следует изготавливать и укладывать так, чтобы было не менее 2 арматурных стержней (из которых сделана сетка), выступающих на 2...3 мм на внутреннюю поверхность простенка или на 2 стороны столба.
- 3. При продольном армировании кладки стальные стержни арматуры по длине следует соединять между собой сваркой.
- 4. При устройстве стыков арматуры без сварки концы гладких стержней должны заканчиваться крюками и связываться проволокой с перехлестом стержней на 20 диаметров.

Возведение стен из облегченной кирпичной кладки необходимо выполнять в соответствии с рабочими чертежами и следующими требованиями:

- 1. Все швы наружного и внутреннего слоя стен облегченной кладки следует тщательно заполнять раствором с расшивкой фасадных швов и затиркой внутренних швов при обязательном выполнении мокрой штукатурки поверхности стен со стороны помещения.
- 2. Плитный утеплитель следует укладывать с обеспечением плотного примыкания к кладке.
- 3. Металлические связи, устанавливаемые в кладку, необходимо защищать от коррозии.

- 4. Засыпной утеплитель или легкий бетон заполнения следует укладывать слоями с уплотнением каждого слоя по мере возведения кладки.
- В кладках с вертикальными поперечными кирпичными диафрагмами:
- 1) пустоты следует заполнять засыпкой или легким бетоном слоями на высоту не более 1,2 м за смену;
- 2) подоконные участки наружных стен необходимо защищать от увлажнения путем устройства отливов по проекту;
- 3) в процессе производства работ в период выпадения атмосферных осадков и при перерыве в работе следует принимать меры по защите утеплителя от намокания.

3.2.2. Приемка каменных конструкций

Приемку выполненных работ по возведению каменных конструкций необходимо производить до оштукатуривания их поверхностей.

Элементы каменных конструкций, скрытых в процессе производства строительно-монтажных работ, следует принимать по документам, удостоверяющим их соответствие проекту (актам освидетельствования скрытых работ) и нормативно-технической документации:

- 1) места опирания ферм, прогонов, балок, плит перекрытий на стены, столбы и пилястры и их заделка в кладке;
- 2) закрепление в кладке сборных железобетонных изделий карнизов, балконов и других консольных конструкций;
 - 3) закладные детали и их антикоррозионная защита;
 - 4) уложенная в каменные конструкции арматура;
- 5) осадочные деформационные швы; антисейсмические швы; гидропароизоляция кладки.

При приемке законченных работ по возведению каменных конструкций необходимо проверять:

- 1) правильность перевязки швов, их толщину и заполнение, а также горизонтальность рядов и вертикальность углов кладки;
 - 2) правильность устройства деформационных швов;
- 3) правильность устройства дымовых и вентиляционных каналов в стенах;
- 4) качество поверхностей фасадных неоштукатуриваемых стен из кирпича;

- 5) качество фасадных поверхностей, облицованных керамическими, бетонными и другими видами камней и плит;
 - 6) геометрические размеры и положение конструкций.

Обязательно проверяют на промежуточной и окончательной стадиях документы, удостоверяющие марку применяемых материалов, полуфабрикатов и изделий. Отклонения в размерах и положении каменных конструкций от проектных не должны превышать указанных в табл. 3.1 (СНиП 3.03.01-87).

Таблица 3.1 Предельные отклонения в размерах и положении каменных конструкций от проектных

	Пре	едельные	отклонен	ия, мм		
Проверяемые	стен	столбов	фунда- ментов	стен	стол- бов	Контроль
конструкции (детали)	из кирпи мически родных правильно из крупнь	х и при- камней ой формы,	из бута и бутобетона		(метод, вид регистрации)	
1	2	3	4	5	6	7
Толщина конструкции	±15	±10	±30	±20	±20	
Отметки опорных поверхностей	-10	-10	-25	-15	-15	
Ширина простенков	-15	-	-	-20	-	Измерительный
Ширина проемов	+15	-	-	+20	-	(рулетка, линей-
Смещение вертикальных осей оконных проемов от верти-	20			20		ка, журнал ра- бот)
кали	20	-	-	20	-	11
Смещение осей кон- струкции от разби- вочных осей						Измерительный (нивелир, геоде- зическая испол-
	10 (10)	10	20	15	10	нительная схема)
Отклонения поверх- ностей и углов клад- ки от вертикали:						Измерительный (теодолит, геодезическая ис-
на один этаж; на здание высотой	10 (5)	10	-	20	15	полнительная схема)
более двух этажей	30 (30)	30	30	30	30	

1	2	3	4	5	6	7
Толщина швов кладки:						Измерительный
горизонтальных	-2; +3	-2;+3	-	-	-	(линейка, рулет-
вертикальных	-2; +2	-2; +2	-	-	-	ка, журнал ра-
						бот)
Отклонения рядов						Измерительный
кладки от горизонтали						(нивелир, геоде-
на 10 м длины стены	15 (15)	-	30	20	-	зическая испол-
						нительная схема)
Неровности на верти-						Технический
кальной поверхности						осмотр (рейка,
кладки, обнаруженные						линейка, жур-
при накладывании						нал работ)
рейки длиной 2 м	10	5	-	15	15	
Размеры сечения						Измерительный
вентканалов	±5	-	-	-	-	(линейка, жур-
						нал работ)

Примечание. В скобках приведены размеры допускаемых отклонений для конструкций из вибрированных кирпичных, керамических и каменных блоков и панелей.

3.3. Методика выполнения лабораторной работы

- 1. Внимательно ознакомиться с содержанием теоретической части работы.
- 2. На предложенном участке построенного здания выполнить необходимые замеры, освидетельствования качества кирпичной кладки:
- 1) провести измерение ширины простенков, проемов при помощи рулетки;
- 2) определить вертикальность углов кладки в двух плоскостях при помощи отвеса и теодолита по методике, изложенной ниже;
- 3) определить местные неровности поверхности кладки, обнаруженные при накладывании правила;
- 4) провести измерение горизонтальности рядов кладки при помощи нивелира.
- 3. Полученные результаты сравнить с величинами, допускаемыми СНиП 3.03.01-87.

4. Результаты занести в табл. 3.2 и сделать общий вывод о качестве кладочных работ.

Измерения ширины простенков, размеров оконных проемов и толщины вертикальных и горизонтальных швов производятся при помощи рулетки, линейки.

Измерения вертикальности углов и поверхности кладки, а также отклонения оконных проемов от вертикали производят при помощи теодолита по схеме, приведенной на рис. 3.2.

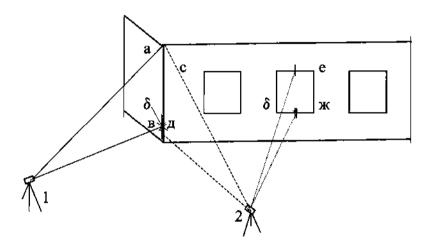


Рис. 3.2. Измерение вертикальности углов и оконных проемов: 1, 2 – положения теодолита; а, б, в, г, д, е – точки наведения трубы теодолита (верхняя и нижняя)

Перед использованием прибора необходимо выполнить требуемые геодезические поверки. Сначала наводят трубу теодолита на верхнюю точку обследуемой плоскости, угла (точка a или b), а затем опускают трубу до точки δ или и ϵ определяют отклонение δ (в мм).

Измерение горизонтальности рядов кладки производят при помощи нивелира по схеме, приведенной на рис. 3.3. Перед его использованием необходимо выполнить требуемые геодезические поверки для нивелира (проверить горизонтальность по уровню).

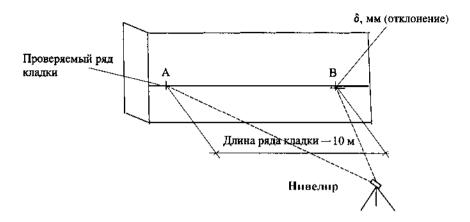


Рис. 3.3. Измерение горизонтальности рядов кладки

Таблица 3.2

Результаты измерений

Проверяемые конструкции	Методика проведения измерений (эскиз)	Допустимые отклонения по СНиП	Фактические отклонения	Заключение
согласно зада-	зарисовать эс-	указать вели-	указать вели-	сделать вы-
нию (см. пе-	киз, указать	чину и раз-	чину и раз-	вод по от-
речень)	приборы и мес-	мерность	мерность	дельному
	та измерений			пункту

Для выполнения лабораторной работы необходимо выполнить следующие измерения:

- 1) толщины вертикальных и горизонтальных швов кладки;
- 2) отклонения рядов кладки от горизонтали на 10 м длины;
- 3) отклонения углов и поверхности кладки от вертикали на один этаж;
 - 4) ширины простенков и проемов;
 - 5) толщины конструкции;
 - 6) отклонения проемов от вертикали.

Пример оформления таблицы и выводов по работе

Производится кладка наружных и внутренних стен из керамического кирпича правильной формы толщиной 640 и 120 мм 3-го этажа 82-квартирного дома здания в осях 1-3 А-Г.

Таблица 3.3 Характеристики кладки наружных и внутренних стен из керамического кирпича правильной формы

Проверяемые конструкции и элементы	Методика проведения измерений (эскиз)	Допустимые отклонения по СНиП 3.03.01-87	Фактиче- ские отклоне- ния, мм	Заключение
Толщина швов вертикальных горизонтальных	линейкой, в направлении, поперечном шву	-2;+2 мм -2; +3 мм	+1; -1 -2; +3	соответст- вует требо- ваниям
Горизонтальность рядов кладки на 10 м	согласно схеме рис. 3.3 нивелиром	15 мм	10 мм	то же
Вертикальность углов кладки на один этаж	согласно схеме рис. 3.2 теодо-литом	10 мм	9 мм	то же
Ширина простенков	рулеткой	−15 мм	-5 MM	то же
Ширина проемов Отклонение оконных проемов от вертикали	рулеткой теодолитом по меткам проема (рис. 3.2)	+15 mm	+13 mm	то же не соответ- ствует тре- бованиям
1	u)			СНиП

Вывод. Качество принимаемых кладочных работ удовлетворительное, за исключением вертикальности оконных проемов. После устранения недостатков по вертикальности проемов кладка может быть принята в соответствии с установленным порядком.

Контрольные вопросы

- 1. По каким параметрам производят приемку каменных конструкций?
- 2. Какие основные инструменты и приспособления используют при приемке каменных конструкций?
- 3. Какие требования предъявляются к армированным каменным кладкам?
- 4. Как определяется горизонтальность и вертикальность рядов кладки и какова величина допустимого отклонения?
 - 5. Какова допустимая толщина швов?
 - 6. Какие требования предъявляются к кладкам облегченного типа?
- 7. Какие конструктивные элементы и виды работ подлежат приемке актами скрытых работ?
 - 8. Как определить правильность системы перевязки швов?
 - 9. Что такое штраба и для чего она выполняется?
 - 10. Как и чем определить смещение осей привязки стен?

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОННОЙ СМЕСИ И ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.1. Материалы, оборудование и приспособления для выполнения работы

- 1. Металлические формы трехгнездные по ГОСТ 1080 100x100x100 мм 4 шт.
 - 2. Стандартный конус Абрамса по ГОСТ 10181.1 1 шт.
 - 3. Линейка длиной 600 мм (ГОСТ 427) 1 шт.
 - 4. Металлический лист размерами 700х700х2 мм.
 - 5. Штыковка 1 шт.
 - 6. Воронка загрузочная 1 шт.
 - 7. Секундомер (ГОСТ 5072) 1 шт.
 - 8. Склерометр 1 шт., молоток Кашкарова 1 шт.
 - 9. Штангенциркуль (ГОСТ 162) 2 шт.
 - 10. Рулетка (ГОСТ 7502) 2 шт.

- 11. Кельма типа КБ (ГОСТ 9533) 2 шт.
- 12. Пресс гидравлический марки ПСУ-125 (цена деления 125 кгс).
- 13. Ультразвуковой прибор УК-1401 1 шт.

4.2. Основные положения

4.2.1. Контроль качества бетонных работ в процессе приготовления, транспортирования и укладки бетонной смеси

Бетонные работы включают несколько технологических режимов, характеризующих последовательное выполнение определенных стадий работы с бетонной смесью и бетоном. Первым этапом (режимом) является приготовление бетонной смеси и ее транспортировка к месту укладки.

Приготовление бетонных смесей, как правило, выполняют в стационарных бетоносмесительных установках — БСУ с объемом замеса от 0.4 до 1.0 м 3 . В последние годы активно развиваются передвижные бетоносмесительные узлы, производящие смесь непосредственно на объекте (эффективные при отсутствии стационарных узлов на расстояниях более 30 км от объекта).

При выполнении отдельных технологических процессов при производстве бетонных работ должны выполняться следующие обязательные правила:

- 1. Бетонные смеси следует изготавливать на специализированных бетоносмесительных заводах (узлах, установках) с использованием цементов, заполнителей, добавок по стандартам и техническим условиям на материалы конкретных видов в соответствии с ГОСТ 26633, ГОСТ 27006, СТБ 1112, СТБ 1182, ГОСТ 8267, ГОСТ 8736, ГОСТ 8268, ГОСТ 10260.
- 2. Состав бетонной смеси, ее приготовление, правила приемки, методы контроля и транспортирование должны соответствовать СТБ 1035 и требованиям технологических карт и рекомендаций.
- 3. Транспортирование и подачу бетонных смесей следует осуществлять специализированными средствами, обеспечивающими максимально возможное сохранение заданных свойств бетонной смеси, автобетоносмесителями.

- 4. В целях предотвращения расслоения и сохранения технологических свойств перевозимой бетонной смеси рекомендуется выполнять следующее:
- 1) перевозку бетонной смеси осуществлять по дорогам и подъездным путям с жестким покрытием;
- 2) транспортирование бетонной смеси организовать так, чтобы максимально сократить количество перегрузочных операций; разгрузку смеси осуществлять непосредственно в бетонируемую конструкцию или во внутриобъектное бетоноподающее оборудование;
- 3) ограничить высоту свободного падения бетонной смеси при выгрузке ее из автотранспортных средств 2,0 м; в противном случае автотранспорт должен быть снабжен специальными лотками для подачи смеси к месту укладки;
- 4) при транспортировании бетонных смесей в зимних условиях пункты перегрузок смеси защищать от ветра и снега;
- 5) бетонную смесь с противоморозными добавками можно перевозить при температуре окружающей среды не ниже -10° C в неутепленной таре, но с обязательной защитой от атмосферных осадков.
- 5. Доставка бетонных смесей должна осуществляться в соответствии с графиком, разработанным изготовителем, потребителем и транспортной организацией.
- 6. Бетонная смесь, как правило, поставляется на стройплощадку готовой к употреблению, затворенной водой (добавками) непосредственно на бетоносмесительном узле в момент ее приготовления. В отдельных особо оговоренных случаях допускается введение добавок непосредственно в автобетоносмеситель на объекте. Такая бетонная смесь до введения добавки является частично затворенной смесью. Данный прием эффективен в случае необходимости увелинения дальности перевозки смеси и высокой потери подвижности (в летних условиях).
- 7. Удобоукладываемость и температура доставляемой бетонной смеси устанавливаются у места ее приготовления и на объекте после доставки. В зимних условиях особенно важно знание температуры поставляемой смеси, так как от этого может существенно зависеть срок выдерживания бетона в опалубке. Температуру поставляемой смеси следует измерять не менее чем 2...3 минуты. Чем выше подвижность смеси, тем меньше надо времени на процесс измерения.

- 8. Исходная (первоначальная) подвижность бетонной смеси при приготовлении на БСУ, как правило, устанавливается в зависимости от требуемой подвижности смеси на объекте, фактической потери подвижности при транспортировании с учетом температурно-влажностных условий перевозки и влажности заполнителей.
- 9. Удобоукладываемость бетонной смеси для каждой партии определяют не реже одного раза в смену у изготовителя в течение 15 мин после выгрузки смеси из смесителя и у потребителя не позже чем через 20 мин после доставки смеси.
- 10. Температура бетонной смеси в холодный период года на выходе из бетоносмесителя должна быть в пределах 10...12°С, а в момент ее укладки в опалубку не ниже плюс 5...7°С. В случае использования противоморозных добавок температура смеси может быть ниже 0°С
- 11. Бетонная смесь, доставленная на объект, выгружается из автобетоносмесителей в раздаточные емкости (бадьи, переносные бункера) для последующей подачи в блок бетонирования к месту укладки. Перед приемом бетонной смеси в бадьи их внутреннюю поверхность необходимо смочить водой.

Основное технологическое свойство бетонной смеси, определяющее затраты труда на ее укладку, называется *удобоукладывае*мостью.

Удобоукладываемость смесей, в свою очередь, выражается показателями жесткости W, подвижности W, расплыва конуса W и текучести смеси W.

В монолитном строительстве, как правило, используют смеси с удобоукладываемостью, выражаемой показателями осадки конуса ОК или расплыва конуса РК (единицы измерения обеих величин – сантиметры).

Подвижность смеси определяется по ГОСТ 10181.1 величиной осадки конуса Абрамса (стандартным конусом КА высотой 30 см).

Осадку конуса определяют только для смесей марок Π -1... Π -4 по классификации СТБ 1035. Если по результатам испытаний смесь имеет показатель удобоукладываемости в пределах ОК = 20...21 см и более, ее следует оценивать показателем РК.

Для оценки удобоукладываемости смеси отбирают пробы смеси в следующих случаях:

- 1) при производстве монолитных изделий и конструкций на месте укладки бетонной смеси не менее одного раза в смену при непрерывном бетонировании и каждый раз при бетонировании конструкций и изделий отдельной партии;
- 2) при отпуске товарной полностью затворенной бетонной смеси на месте ее приготовления за 5...10 мин перед погрузкой в транспортную емкость не менее одного раза в смену при непрерывном бетонировании и каждый раз при отпуске отдельной партии;
- 3) при отпуске товарной частично затворенной и сухой бетонной смеси на месте ее приготовления за 5...10 мин перед погрузкой в транспортную емкость не менее одного раза в смену при непрерывном бетонировании и каждый раз при отпуске отдельной партии.

Пробу бетонной смеси для испытаний отбирают не позднее чем за 10 мин до начала бетонирования из любой порции смеси. При непрерывной подаче бетонной смеси (ленточными транспортерами, бетононасосами) пробу отбирают за 3 раза (отбирая за каждый раз около 1/3 необходимого объема смеси) в случайные моменты времени в течение не более 10 мин. Объем отобранной пробы должен обеспечивать не менее 2 определений всех контролируемых свойств бетонной смеси. Отобранная проба перед проведением испытаний должна быть дополнительно перемешана.

Бетонные смеси, содержащие воздухововлекающие, газообразующие и пенообразующие добавки, а также предварительно разогретые смеси, перед испытанием не перемешивают. Испытание бетонной смеси и изготовление контрольных образцов бетона должно быть начато не позднее чем через 10 мин после отбора пробы.

В случае применения товарной частично затворенной или сухой бетонной смеси удобоукладываемость (консистенцию) смеси определяют после введения всего расчетного количества воды затворения с модифицирующими добавками. Из полностью затворенной смеси также изготавливают контрольные образцы для определения прочностных свойств бетона. Настоящее требование применяют перед погрузкой в транспортную емкость и укладкой в конструкции.

Условия хранения пробы бетонной смеси после ее отбора до момента испытания должны максимально способствовать исключению потери влаги или ее увлажнения. В случае применения товарной частично затворенной или сухой бетонной смеси в журнале следует указывать удобоукладываемость (консистенцию) смеси, определенную на месте ее приготовления и перед укладкой смеси.

В условиях строящихся объектов и полигонов испытания проводятся в температурно-влажностной среде, допускаемой соответствующими нормативными документами на производство конкретных видов работ.

4.2.2. Определение подвижности бетонной смеси

Для определения подвижности смеси, выраженной показателем осадки конуса бетонной смеси, применяют следующие средства испытаний:

- 1) конус нормальный или увеличенный;
- 2) стальную линейку по ГОСТ 427;
- 3) загрузочную воронку;
- 4) кельму типа КБ по ГОСТ 9533;
- 5) секундомер ценой деления 0,5 с;
- 6) стержень прямой металлический гладкий диаметром (16±2) мм, длиной (600±2) мм, с округленными концами;
- 7) гладкий металлический (пластиковый, водостойкой фанеры) лист размерами 700×700 мм.

Для определения подвижности бетонной смеси с зернами заполнителя наибольшей крупности до 40 мм включительно используют нормальный конус.

4.2.3. Методика определения подвижности бетонной смеси

При подготовке конуса и приспособлений к испытаниям все соприкасающиеся с бетонной смесью поверхности следует очистить и протереть влажной тканью.

Конус устанавливают на гладкий лист и заполняют его бетонной смесью через воронку в три слоя одинаковой высоты. Каждый слой на его высоту уплотняют штыкованием металлическим стержнем 25 раз. Конус во время заполнения и штыкования должен быть плотно прижат к листу. После уплотнения бетонной смеси воронку снимают, избыток смеси срезают кельмой вровень с верхними краями конуса. Время от начала заполнения конуса до ее снятия не должно превышать 3 мин. Конус плавно снимают с отформованной

бетонной смеси в вертикальном направлении. Время, затраченное на съем конуса, должно составлять 3...5 с.

Осадку конуса бетонной смеси определяют, укладывая гладкий стержень на верх формы и измеряя расстояние от нижней поверхности стержня до верхней поверхности конуса бетонной смеси с точностью до 5 мм. Если после снятия конуса бетонная смесь расслаивается, измерение не выполняют, а испытание повторяют на новой пробе бетонной смеси.

Осадку конуса бетонной смеси определяют дважды. Общее время испытания с начала наполнения конуса бетонной смесью при первом измерении и до момента определения осадки конуса при втором измерении должно быть не более 10 мин.

Величину осадки конуса бетонной смеси вычисляют с округлением до 1,0 см как среднеарифметическое результатов двух определений осадки конуса из одной пробы, отличающихся между собой не более чем:

на 1 см – при ОК ≤ 9 см; на 2 см – при ОК = 10-15 см; на 3 см – при ОК ≥.16 см.

При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе.

По полученным данным и с учетом СТБ 1035 бетонные смеси по показателю подвижности, выражаемому величиной осадки конуса ОК, классифицируют марками, представленными в табл. 4.1.

Таблица 4.1 Классификация марок пластичных и литых смесей по методу измерения ОК бетонной смеси

Обозначение марки пластичной и литой смеси	Осадка конуса бетонной смеси, см (СТБ 1035-96)
П1	14
П2	59
П3	1015
П4	1620
П5	21 и более

4.2.4. Определение показателя растекания конуса бетонной смеси

При проведении испытаний величины растекания конуса (РК) бетонной смеси применяются следующие средства измерений:

- 1) конус стандартный;
- 2) стальная линейка по ГОСТ 427 ценой деления 1 мм;
- 3) загрузочная воронка;
- 4) лопатка совковая и кельма типа КБ по ГОСТ 9533;
- 5) секундомер ценой деления 0,5 с;
- 6) лист гладкий размерами 700×700 мм из водонепроницаемого материала (металл, пластмасса и т.п.).

Удобоукладываемость (консистенцию) по показателю растекания конуса пластичной марки П4 и литой бетонной смеси марки П5 определяют в следующей последовательности. Смесью марок П4 или П5 конус, предварительно увлажненный ветошью, заполняется совком в один прием без штыкования. Конус во время заполнения должен быть плотно прижат к листу. Воронку снимают, избыток смеси срезают кельмой вровень с верхними краями конуса и заглаживают верхнюю поверхность отформованного из бетонной смеси конуса.

Время от начала заполнения конуса до снятия воронки не должно превышать 2 мин. Конус плавно снимают с отформованной бетонной смеси в строго вертикальном направлении. Время, затраченное на съем конуса, составляет 3...5 с. Смесь не должна иметь признаков явного расслоения и водоотделения и должна равномерно распределиться по поверхности в виде круга или эллипса с соотношением длин диаметров не более 1:1,5.

Определение значения РК начинают после полного прекращения растекания смеси на металлическом поддоне. Диаметр смеси измеряют во взаимно перпендикулярных направлениях металлической линейкой длиной не менее 600 мм. Диаметр растекания конуса оценивают по нижнему диаметру лепешки (в сантиметрах), образовавшейся в результате растекания бетонной смеси.

В качестве расчетного значения принимают среднее арифметическое из измерений по двум направлениям. Испытания проводят не менее двух раз. Расхождение результатов двух определений счи-

тается допустимым, если не превышает 10 процентов. При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе.

По величине показателя РК смесь классифицируют марками по табл. 4.2.

Если показатель диаметра растекания — менее 31 см, считают, что смесь не подлежит классификации по указанной методике, и для определения удобоукладываемости (консистенции) применяют обычный метод осадки конуса.

Классификация марок пластичных и литых смесей по методу измерения РК бетонной смеси

Обозначение марки пластичной	Диаметр растекания
и литой смеси	конуса смеси, см
PK-1	3134
PK-2	3541
PK-3	4248
PK-4	4955
PK-5	5662
PK-6	более 62

Результаты определения показателей качества бетонной смеси заносят в журнал бетонных работ, в котором указывают:

- 1) марку бетонной смеси по СТБ 1035;
- 2) дату и время испытания;
- 3) место отбора пробы;
- 4) температуру бетонной смеси;
- 5) результаты определений отдельных показателей качества бетонной смеси и среднее значение результатов расчета по каждому показателю.

Поставляемая на объект (стройплощадку) бетонная смесь должна иметь документ о качестве (паспорт, сертификат соответствия), в котором указывается:

- 1) марка бетонной смеси (согласно СТБ 1035-96);
- 2) проектные требования к смеси:

Таблипа 4.2

- 3) класс бетона в проектном возрасте;
- 4) водонепроницаемость бетона W (обязательно, если данная величина установлена в проектной документации);
- 5) морозостойкость бетона F (обязательно, если данная величина установлена в проектной документации);
 - б) номер партии поставляемой смеси;
 - 7) наименование поставщика смеси;
 - 8) объем поставленного бетона в данной партии, м³;
- 9) гарантированная прочность бетона по величине предела прочности на сжатие в возрасте 28 суток, выражаемая обычно в кгс/см² или МПа (с коэффициентом вариации, как правило, 13,5 %);
 - 10) дата поставки смеси;
 - 11) наличие или отсутствие модифицирующих добавок в смеси.

Поставленная смесь должна быть проверена на соответствие показателей марки смеси и прочности бетона, указанных в паспорте.

В случае значительного (ОК > 4 см или РК > 5 см) отклонения фактической подвижности или расплыва конуса смеси в большую сторону от указанных в документе на смесь производитель работ или представитель контролирующей службы технадзора, заказчика вправе прекратить укладку данной смеси и вернуть ее поставщику. В этом случае составляется специальный акт контрольной проверки подвижности смеси за подписями ответственных лиц и делается запись в журнале работ.

Превышение фактической подвижности смеси над расчетной опасно тем, что в такой смеси, как правило, количество воды больше требуемого, а это вызовет снижение прочности бетона в проектном возрасте.

Укладка смеси с фактической удобоукладываемостью менее требуемой допустима и ограничена лишь возможностью качественной укладки и уплотнения в данном типе монолитной конструкции.

Правилами производства работ и практическим опытом установлено допустимое снижение подвижности и расплыва конуса смеси до некоторых пределов, ниже которых укладка смеси значительно осложняется или невозможна.

Наиболее часто используемая удобоукладываемость смеси в различных монолитных конструкциях:

1) фундаментов и ростверков слабоармированных (шаг арматуры – 150, 200 мм и более) – марка П2 или ОК = 5...9 см;

- 2) фундаментов и ростверков среднеармированных (шаг арматуры -100, 150 мм) марка $\Pi 3$ или OK = 10...14 см;
- 3) фундаментов и ростверков сильноармированных (шаг арматуры -100 мм) марка П4 или ОК =15...20 см или марка П5 (шаг арматуры менее 100 мм) или РК =45...50 см;
- 4) колонн, вертикальных стен, диафрагм жесткости среднеармированных (шаг арматуры 150, 200 мм) марка ПЗ или ОК = 10...14 см;
- 5) колонн, вертикальных стен и диафрагм жесткости сильноармированных (шаг арматуры 100 мм) марка $\Pi 4$ или OK = 15...20 см; в отдельных случаях марка $\Pi 5$ или OK более 21 см или PK не менее 50 см;
- 6) плит перекрытий среднеармированных (шаг арматуры -150, 200 мм) марка ПЗ или ОК =10...14 см;
- 7) плит перекрытий сильноармированных (шаг арматуры 100 мм и менее) марка $\Pi 4$ или OK = 15...20 см.

При укладке и уплотнении бетонной смеси необходимо соблюдать требования, приведенные в табл. 4.3.

Таблица 4.3 Технические требования к укладке и уплотнению бетонной смеси в конструкциях

No	Технические требования	Величина показателя	
п/п			
1	Высота свободного сбрасывания бетонной	не более, м	
	смеси в опалубку конструкций:		
	колонн	5,0	
	перекрытий	1,0	
	стен	4,5	
	неармированных конструкций	6,0	
	густоармированных конструкций	3,0	
2	Толщина укладываемых слоев бетонной		
	смеси:		
	при уплотнении смеси ручными глубин-	не более 1,25 длины ра-	
	ными вибраторами	бочей части вибратора	
	при уплотнении смеси поверхностными	не более, см	
	вибраторами в конструкциях:		
	неармированных	40	
	с одиночной арматурой	25	

4.2.5. Контроль за прочностными показателями твердеющего бетона

Важной частью производства бетонных работ на объекте является контроль за темпом твердения бетона и соответствием уложенного бетона проектному классу.

Контроль за темпом твердения бетона важен потому, что скорейшее достижение требуемой распалубочной прочности позволяет производить работы с меньшим количеством опалубочных элементов, что значительно влияет на стоимость выполняемых работ в целом.

В производственных условиях на объекте прочность бетона проверяется путем изготовления и последующих испытаний образцов-кубиков в металлических формах 150x150x150 мм или 100x100x100 мм по ГОСТ 10180. Известно, что на темп набора прочности бетона влияет несколько основных факторов:

- 1) класс бетона;
- 2) марка вяжущего;
- 3) температура окружающей среды;
- 4) температура в теле бетона;
- 5) вид и количество используемых в бетоне модифицирующих добавок.

Для изменения технологических и физико-механических свойств бетонной смеси и бетона используют добавки-модификаторы различных типов.

Добавки-пластификаторы, — например, С-3; «Майти 10, 15», «Мелмент», «Реобил», «Стахемент-2000», «Viscocrete VS5-600», «SocoLan — HP-80» и т.д., позволяют увеличить удобоукладываемость бетонной смеси без увеличения расхода воды или прочность бетона в случае уменьшения расхода воды в его составе.

Добавки противоморозные — Π BK, $CaCl_2$, формиат натрия, нитрит натрия $NaNO_3$, — как правило, являются ускорителями твердения. Они широко используются в бетонах, но зачастую имеют высокую стоимость, что ограничивает их применение в некоторых армированных конструкциях.

Добавки, изменяющие структуру бетона и реологию бетонной смеси, – например, уплотняющие (хлорное железо, жидкое стекло); воздухововлекающие типа СНВ; минеральные тонкомолотые (типа

доломитовой и гранитной муки, молотых шлаков, золы-уноса, микрокремнезема типа МБ-01); расширяющиеся сульфоалюминатные, – изменяют вид пористости (соотношение закрытой и открытой пористости) бетона, в отдельных случаях — активность вяжущего (микрокремнезем), что позволяет увеличить, прежде всего, специальные свойства бетона (морозостойкость, водонепроницаемость), уменьшить усадку монолитного бетона. Значительное влияние на прочность бетона оказывает процесс уплотнения смеси, выполняемый, как правило, при помощи вибраторов различных типов. Наиболее существенно недоуплотнение смеси сказывается в смесях с подвижностью менее ОК = 16 см. Снижение прочности может достигать 20% и более.

За эталонную температуру бетона принята величина $20\pm2^{\circ}\mathrm{C}$ при влажности 95 %. Таким образом, при твердении бетона в температурно-влажностных условиях, существенно отличающихся от указанных, темп твердения бетона одного и того же состава либо увеличивается, либо снижается.

Бетон класса B15...B30 без модификаторов в эталонных условиях, как правило, достигает за 3 суток прочности в 45...50 % от проектной прочности в возрасте 28 суток.

За класс бетона принимают гарантированную с 95-процентной вероятностью прочность на сжатие в возрасте 28 суток (СНБ 03-01-02).

На практике используются следующие наиболее ходовые классы тяжелого бетона с коэффициентом вариации 13,5 % (в отдельных случаях значение данного коэффициента может быть отлично от 13,5 %, и тогда изменяется величина предела прочности бетона на сжатие):

```
C12/15 (B15) – 19,28 МПа;
C16/20 (B20) – 25,7 МПа;
C20/25 (B25) – 32,1 МПа;
C25/30 (B30) – 38,5 МПа;
C30/37 (B40) – 51,4 МПа;
C35/40 (B45) – 57,8 МПа.
```

Прочность бетона в распалубочном и 28-суточном возрасте оценивается по результатам испытаний контрольных образцов согласно ГОСТ 10180.

Выдерживание контрольных образцов производится в тех же условиях, в которых находятся бетонируемые конструкции, с обеспечением нормально-влажностных условий твердения. В зимнее время образцы-кубы утепляются.

Окончательное решение о распалубке следует принимать по результатам испытаний контрольных образцов и определения прочности забетонированной конструкции неразрушающими методами.

Распалубочную прочность бетона в конструкциях можно определять неразрушающими методами при помощи молотка Кашкарова (по ГОСТ 22690) или склерометром. В зимнее время простукиваемую поверхность необходимо отогреть до положительной температуры.

При обеспечении прочности бетона по обоим показателям (контрольные кубы и неразрушающий метод) разрешается производить распалубку. В виде исключения допускается производить распалубку конструкций по результатам неразрушающего контроля, если известно, что данные о прочности контрольных кубов не соответствуют нормативным требованиям по причине некачественного уплотнения образцов или значительного нарушения температурного режима их выдерживания (факт недобора прочности в контрольных кубах должен быть в этом случае заактирован).

Решение о распалубке конструкций должно быть письменно обосновано соответствующими данными испытаний и записано в журнал работ за конкретными подписями ответственного мастера и начальника лаборатории, осуществляющей контроль.

В процессе производства монолитных бетонных и железобетонных работ должен осуществляться следующий контроль:

- 1) при приготовлении бетонной смеси за качеством исходных материалов; в зимнее время за температурой нагрева воды (не более 70°С) и температурой бетонной смеси (не ниже 10...15°С); за правильностью дозировки материалов и добавок, подвижностью бетонной смеси;
- 2) перед бетонированием за отсутствием мусора, масел (зимой снега и наледи) на опалубке и стыкуемых элементах ранее уложенного бетона; за соответствием теплоизоляции опалубке;
- 3) во время бетонирования за подвижностью бетонной смеси на месте ее укладки (не реже 2 раз в смену); за температурой бетонной смеси на выгрузке из транспортных средств и уложенной в опа-

лубку; за температурой наружного воздуха; за тщательностью укладки и уплотнением бетонной смеси с последующим укрытием и утеплением (зимой) после окончания бетонирования;

- 4) в процессе выдерживания бетона за сроками и температурой твердеющего обогреваемого бетона в период подъема температуры (при применении электропрогрева); за сохранностью укрытия в течение всего периода выдерживания;
- 5) при принятии решения о распалубке или бетонировании последующего перекрытия за соблюдением установленной величины распалубочной прочности бетона (несоблюдение приводит к появлению прогибов и трещин);
- 6) по окончании выдерживания бетона и распалубки конструкции за кинетикой набора прочности бетона до 28 суток; за состоянием поверхности конструкции (наличием раковин), возможным появлением трещин, качеством работ по исправлению дефектных мест:
- 7) при бетонировании конструкций за записями в «Журнал бетонных работ».

4.3. Методика выполнения лабораторной работы

- 1. Внимательно ознакомиться с содержанием работы.
- 2. Приготовить бетонную смесь предложенных составов.
- 3. С использованием стандартного конуса по вышеуказанным методикам определить подвижность смеси (ОК) и расплыв конуса (РК). Установить при этом марки смеси согласно СТБ 1035.
- 4. Изготовить из смесей данных составов образцы-кубы в формах 100х100х100 мм по ГОСТ 10180.
- 5. Для состава № 1 изготовить 12 образцов. При этом в 6 образцах уложить смесь в формы без вибрации, а другие 6 образцов изготовить с виброуплотнением. Для состава смеси № 2 изготовить 6 образцов с уплотнением смеси.
- 6. На предложенных образцах кубов при помощи склерометра типа ОГП-1 или молотка Кашкарова определить прочность бетона неразрушающим методом. Предварительно для склерометра произвести тарировку зависимости прочности бетона от величины упругой деформации при вертикальном и горизонтальном направлении удара (при отсутствии таковой).

- 7. С использованием гидравлического пресса ПСУ-125 определить класс бетона двух образцов-кубов, изготовленных в формах, размером 100x100x100 мм. Испытания провести в возрасте 3, 28 суток. Определить возможность осуществления распалубки данных конструкций в заданные сроки.
- 8. По результатам испытаний определить фактическую прочность бетона, его класс в проектном возрасте. Заполнить предложенные формы таблиц.
- 9. По результатам испытаний бетона состава № 1 сделать вывод о влиянии недоуплотнения смеси на прочность бетона.
 - 10. Составить паспорт на исследованные составы бетонов.

Пример.

В условиях лаборатории приготавливаются два замеса бетонной смеси различных марок по удобоукладываемости составов, представленных в табл. 4.4.

Таблина 4.4

Составы бетонных смесей

	Расход материалов, кг/м ³					Водо-
Шифр соста- ва	Цемент марки ПЦ500-Д20(Д0)	Песок с М _{кр} 2,02,8	Щебень фр. 520 мм	Вода,	Добавка С-3 (в % от массы цемента в составе)	цемент- ное отноше- ние В/Ц
1	380	920	920	195	1,9 (0,5%)	0,513
2	460	920	860	190	3,68 (0,8%)	0,41

Примечание. Расходы приведены на сухие заполнители.

Расчет материалов при перерасчете всех компонентов на объем 7 л приведен в табл. 4.5.

Таблица 4.5 Расход материалов на объем смеси 7 л

	Pa	асход мат	ериалов кг, на	17л		Водо-
Шифр соста- ва	Цемент марки ПЦ500-Д20(Д0)	Песок с М _{кр} 2,02,8	Щебень фр. 520 мм	Вода,	Добавка С-3 (в % от массы цемента в составе)	цемент- ное отноше- ние В/Ц
1	2,66	6,44	6,44	1,364	0,0133 (0,5%)	0,513
2	3,22	6,44	6,02	1,33	0,0257 (0,8%)	0,41

Примечание. Добавка С-3 обычно вводится в смесь в виде раствора определенной концентрации (от 10 до 33 %).

Количество воды, обычно вводимой совместно с раствором добавки, должно быть уменьшено (например, в составе № 2 на 7 л необходимо ввести 0.0257 кг сухого вещества С-3 плюс 1.33 л воды). Используется 10%-ный раствор С-3 (т.е. на 100 г раствора -10 г сухой добавки и 90 г воды).

Таким образом, в смесь состава № 2 следует ввести $0,257 \, \mathrm{kr}$ 10%-ного раствора добавки C-3 плюс 1,33-(0,257-0,0257)=1,0987 л воды.

По результатам определения технологических свойств бетонных смесей предложенных составов установлено, что:

- 1) смесь состава № 1 имеет подвижность по величине осадки стандартного конуса OK = 15 см;
 - 2) смесь состава № 2 имеет расплыв конуса PK = 53...54 см.

Согласно классификации СТБ 1035, смесь состава N 1 соответствует марке Π 4, а бетонная смесь состава N 2 — марке PK4.

Из данных смесей изготавливают образцы-кубы по 6 штук, которые выдерживают в лабораторных (эталонных) условиях. Смесь состава № 2 уплотняют в формах штыкованием. 6 образцов состава № 1 уплотняют вибрацией и 6 изготавливают без уплотнения.

В проектной документации установлено, что распалубочная прочность конструкций монолитных ригелей (балок) пролетом свыше 6 м из бетона класса B25 в летних условиях составляет величину 80 %, или 25,68 МПа.

Необходимо определить:

- 1) будет ли достигнута распалубочная прочность в бетонах данных составов на 3 сутки;
- 2) какова величина прочности бетона данных составов в проектном возрасте?

Определение данных показателей следует выполнить при помощи как разрушающих, так и неразрушающих методов контроля прочности.

Для определения прочности бетонов в диапазоне значений от класса B10 до B40 используется склерометр, методика работы которого основана на определении величины упругого отскока пружины прибора при ударе о бетон.

Предварительная тарировка склерометра выполняется путем проведения серии испытаний на не менее чем 6...7 образцах-кубах из бетона одинакового состава (одинакового класса), а затем – последовательного разрушения каждого уже испытанного куба на прессе. Необходимо провести подобные испытания на кубах (по 6...7 шт.) различного класса – В15, В25, В40. По результатам данных испытаний строится графическая зависимость прочности бетона от величины его упругой деформации (полученной по величине отскока пружины склерометра).

При испытании на прессе кубов с размером ребра 100 мм необходимо привести полученные разрушающие усилия к эталонному кубу с ребром 150 мм путем умножения среднего значения (из испытаний двух кубов) на коэффициент 0,95.

Тарировка прибора может проводиться на удар сбоку (вертикальная стенка, колонна), сверху (плита перекрытия, ригель, пол, фундамент) или снизу вверх (балка, ригель, перекрытие).

Следует учесть, что результаты, получаемые при испытании одного и того же кубика, существенно меняются при изменении направления удара.

Таким образом, для каждого направления удара при работе склерометра должна быть получена своя тарировочная зависимость.

Испытание прочности бетона эталонным молотком Кашкарова по ГОСТ 22690.02 проводят путем нанесения ударов по поверхностям, примыкавшим к стенкам опалубки. Испытуемая поверхность должна быть чистой. Шлифовку поверхности бетона и удаление цементного молока, как правило, не производят.

Метод определения прочности бетона на сжатие основан на зависимости между прочностью бетона R_{φ} и величиной косвенной характеристики прочности H, в качестве которой принимают соотношение диаметров отпечатков на бетоне и стальном эталонном стержне. Метод применим при прочности бетона в диапазоне $50...500 \, \mathrm{krc/cm}^2$.

Перед использованием молоток Кашкарова тарируют аналогично склерометру на образцах-кубах. При этом влажность бетона на испытываемом участке не должна отличаться от влажности бетона образцов, испытанных при построении тарировочной зависимости, более чем на 30 %.

Удары молотком наносят с такой силой, чтобы размеры отпечатков на эталонном стержне получились не менее 2,5 мм и не вызывали в бетоне трещин. Перед нанесением следующего удара стержень сдвигают на расстояние 10...12 мм. Производят замеры отпечатков на бетоне и эталонном стержне. Эталонные стержни перед испытанием должны выдерживаться в одинаковых температурных условиях с бетоном конструкции. Допускается производить измерения данным методом в условиях отрицательных температур окружающей среды, но при этом температура поверхности бетона должна быть положительной.

В результате проведения испытаний бетонов указанных составов получены физико-механические показатели прочности бетона при сжатии, представленные в табл. 4.6.

Таблица 4.6 Физико-механические показатели прочности бетона при сжатии

		буемая	Пр		гона R _б , MI	Ta,
		анная) ть бетона		B B03	_	28 avmor
Шифр состава	1	$x R_{\delta}$, МПа	3 суток	28 суток	3 суток при про-	28 суток при про-
Состава	распалу-	проектная в возрасте	с коэф. 0 , 95	с коэф. 0.95	верке склеро-	верке склеро-
	бочная	28 суток	0,75	0,75	метром	метром
1	25,68	32,1	21,0	38,0	19,5	33,0
2	25,68	32,1	27,5	48,0	26,5	45,4

Выполнив анализ результатов испытаний, делаем вывод, что за 3 суток состав № 1 не обеспечивает получение требуемой распалубочной прочности бетона в ригелях (19,5...21,0 МПа вместо требуемых 25,68 МПа). При использовании бетона данного состава распалубочная прочность (при данной температуре твердения) может быть получена только на 4...5 сутки. Это подтверждают результаты неразрушающего контроля.

В то же время результаты кинетики набора прочности бетона состава № 2 позволяют получить требуемые значения распалубочной прочности монолитной конструкции ригеля.

Прочность бетонов состава № 1 в проектном возрасте соответствует классу B25, а прочность бетона состава № 2 — классу B35 (данный прием используется на практике для получения высокого темпа строительства зданий).

По результатам испытаний составляется документ о качестве использованного бетона в форме табл. 4.7.

По результатам испытаний кубов состава № 1 делается вывод о том, что прочность бетона существенно зависит от степени уплотнения смеси и ее подвижности.

Таблица 4.7 Характеристики бетона

№ п/п	Наименование показателя	Показатели и единицы измерения	Количество
1	2	3	4
	Состав № 1		
1	Марка смеси по СТБ 1035-96 – П4	ОК, см	15
2	Номер партии – 1-01	\mathbf{M}^3	0,007
3	Класс бетона в проектном возрасте –		
	B25	МПа	не менее 33
4	Содержание добавок модификаторов –		
	C-3	% от МЦ	0,5
5	Дата поставки –		_
6	Значение W, F – не предъявляются		
	требования	_	_
7	Используемый цемент – ПЦ500Д20		
	ОАО БЦЗ		
	(г. Костюковичи)	КНГ	0,25

1	2	3	4
	Состав № 2		
1	Марка смеси по СТБ 1035-96 – П5-РК4	РК, см	54
2	Номер партии – 1-02	\mathbf{M}^3	0,007
3	Класс бетона в проектном возрасте –		
	B35	МПа	не менее 33
4	Содержание добавок модификаторов –		
	C-3	% от МЦ	0,8
5	Дата поставки –	_	_
6	Значение W, F – не предъявляются		
	требования	_	_
7	Используемый цемент – ПЦ500Д20	КНГ – коэф.	
	ОАО БЦЗ	нормальной	
	(г. Костюковичи)	густоты це-	
		мента	0,25

Контрольные вопросы по теме

- 1. Какие параметры должны быть указаны в паспорте на бетонную смесь?
- 2. Какие основные технологические свойства смеси подлежат определению?
 - 3. Что такое класс бетона и распалубочная прочность конструкции?
 - 4. Как и чем оценить распалубочную прочность бетона?
 - 5. Что такое склерометр и какова методика его использования?
- 6. Какие требования предъявляются к величине удобоукладываемости смеси в различных типах конструкций?
- 7. Какие существуют группы добавок и на какие свойства смеси и бетона они оказывают влияние?
- 8. Какие существуют методы борьбы с потерей подвижности смеси?
- 9. Может ли и в каких случаях фактическая прочность бетона существенно превышать проектную прочность?
- 10. Каким образом недостаточное уплотнение бетонной смеси влияет на прочность бетона?

Лабораторная работа № 5

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОНТАЖА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

5.1. Материалы, оборудование и приспособления для выполнения работы

- 1. Теодолит (ГОСТ 10529) 1 шт.
- 2. Нивелир (ГОСТ 10528) 1 шт.
- 3. Рейка геодезическая 2 шт.
- 4. Рулетка до 10 м (ГОСТ 7502) 2 шт.
- 5. Линейка металлическая 500 мм (ГОСТ 427) 1 шт.
- 6. Отвес (ГОСТ 7948) 2 шт.
- 7. Шаблоны измерительные 2 шт.

5.2. Основные положения

5.2.1. Общие требования к монтажу отдельных элементов и подготовительным операциям

Работы по монтажу сборных железобетонных конструкций необходимо выполнять в соответствии с проектом, при этом соблюдать требования соответствующих стандартов, строительных норм и правил по технологии и организации строительного производства, правил по технике безопасности в строительстве, пожарной безопасности, требования органов государственного надзора.

Работы следует вести по утвержденному проекту производства (ППР), в котором наряду с общими требованиями должны быть предусмотрены:

- 1) последовательность установки конструкций;
- 2) мероприятия, обеспечивающие требуемую точность установки;
- 3) пространственную неизменяемость конструкций в процессе их укрупнительной сборки и установки в проектное положение;
- 4) устойчивость конструкций и частей здания в процессе возведения;
 - 5) степень укрупнения конструкций и безопасные условия труда.

При приемке поступающих конструкций необходимо проверять их соответствие требованиям соответствующих стандартов, ТУ и рабочих чертежей.

Условия перевозки и складирования изделий в зоне монтажа оговариваются в ГОСТах на эти конструкции (изделия) При этом необходимо соблюдать следующие требования:

- 1. Конструкции при перевозке и складировании должны находиться в положении, соответствующем проектному (фермы, плиты, панели стен и т.д.), а при невозможности выполнения этого условия (колонны, лестничные марши и т.д.) предусматривается иное положение, которое проверяется на условия обеспечения прочности.
- 2. Конструкции должны складироваться на инвентарные подкладки (прокладки), располагаемые в местах, указанных в проекте. Минимальная толщина прокладок 30 мм. Они должны быть выше петель и выступающих частей на 20 мм. При многоярусной укладке конструкций прокладки должны располагаться на одной вертикали (как правило, по линии установки петель).
- 3. Конструкции должны быть надежно закреплены от возможного смещения и опрокидывания; заводская маркировка должна быть доступной для осмотра.
- 4. При складировании изделия следует сортировать по маркам и укладывать с учетом очередности монтажа. Монтаж сборных конструкций следует производить, как правило, с транспортных средств.

Перед подъемом каждого монтажного элемента необходимо проверить:

- 1) его соответствие проектной марке;
- 2) состояние закладных изделий и установочных рисок; отсутствие грязи, снега, наледи, повреждений отделки, грунтовки и окраски;
- 3) наличие на рабочем месте необходимых соединительных деталей и вспомогательных материалов;
- 4) правильность и надежность закрепления грузозахватных устройств;
- 5) оснастку рабочих мест средствами подмащивания, лестницами и ограждениями.

Строповку (закрепление) монтируемых элементов надлежит производить в местах, указанных в рабочих чертежах, и обеспечить их подъем и подачу к месту установки в положении, близком к про-

ектному. Запрещается строповка конструкций в произвольных местах, а также за выпуски арматуры.

Монтируемые элементы следует поднимать плавно, без рывков, как правило, с применением оттяжек (при подъеме вертикально расположенных конструкций используют одну оттяжку, горизонтальных – не менее двух).

Поднимать конструкции следует в два приема: сначала – на высоту 20...30 см, а затем после проверки надежности строповки производить дальнейший подъем.

Конструкции следует устанавливать в проектное положение по соответствующим ориентирам (рискам, штырям, упорам, граням и т.д.).

Установленные монтажные элементы до расстроповки должны быть надежно закреплены.

Монтаж конструкций зданий (сооружений) следует начинать, как правило, с пространственно-устойчивой части — связевой ячей-ки, ядра жесткости. Здания большой протяженности или высоты следует монтировать пространственно-устойчивыми секциями (пролеты, ярусы, этажи, температурные блоки и т.д.).

При отсутствии в рабочих чертежах специальных требований предельные отклонения совмещения ориентиров (рисок, граней и т.д.) при установке сборных элементов (отклонения от проектного положения) не должны превышать значений, приведенных в соответствующих разделах СНиП.

При монтаже элементов должны быть обеспечены:

- 1) устойчивость и неизменяемость их положения на всех стадиях монтажа:
 - 2) точность их положения;
 - 3) прочность монтажных соединений.

Все конструкции и их элементы до их проектного закрепления должны быть выверены по горизонтали, вертикали, в плоскости и из плоскости монтажных элементов.

Монтаж конструкций каждого вышележащего этажа (яруса) многоэтажного здания (сооружения) следует производить после проектного закрепления всех монтажных элементов и достижения бетоном (раствором) замоноличенных стыков несущих конструкций прочности, указанной в проектной документации.

Допускается при соответствующих указаниях в проектной документации монтировать конструкции нескольких этажей (ярусов) зданий (сооружений) без замоноличивания стыков.

Применение непредусмотренных проектной документацией прокладок для выравнивания высотных отметок и приведения элементов в вертикальное положение без согласования с проектной организацией не допускается.

5.2.2. Монтаж фундаментов и стен подземной части зданий

Монтаж в плане блоков фундаментов стаканного типа и их элементов, блоков ленточных фундаментов и стен подвала следует производить относительно разбивочных осей по двум взаимно перпендикулярным направлениям (рис. 5.1).

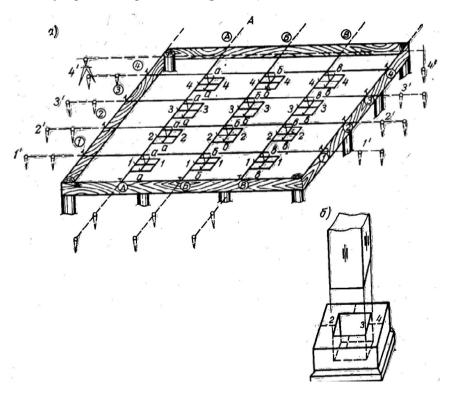


Рис. 5.1. Разбивка граней фундаментных подушек

Монтаж блоков ленточных фундаментов и стен подвала следует начинать с установки маячных блоков в углах здания и на пересечении осей.

Монтаж блоков фундаментов на покрытые водой или снегом основания не допускается. Фундаментные блоки следует монтировать на выровненный до проектной отметки и уплотненный слой песка.

Монтаж блоков стен подвала следует выполнять с соблюдением перевязки. Рядовые блоки следует монтировать, ориентируя низ по обрезу блоков нижнего ряда, верх – по разбивочной оси.

Блоки наружных стен, устанавливаемые ниже уровня грунта, необходимо выравнивать по внутренней стороне стены, а выше – по наружной.

Вертикальные и горизонтальные швы между блоками должны быть полностью заполнены раствором.

При монтаже блоков фундаментов и стен подземной части зданий необходимо соблюдать требования, приведенные в табл. 5.1 (СНиП 3.03.01-87).

Таблица 5.1 Технические требования к монтажу блоков фундаментов и стен подземной части зданий

No		Предельные
п/п	Технические требования	отклонения,
11/11		MM
1	Отклонение от совмещения установочных ори-	
	ентиров фундаментных блоков и стаканов фун-	
	даментов с рисками разбивочных осей	12
2	Отклонение отметок опорной поверхности дна	
	стаканов фундаментов от проектных:	
	до устройства выравнивающего слоя по дну	
	стакана	-20
	после устройства выравнивающего слоя по дну	
	стакана	±5
3	Отклонение отметки выравнивающего слоя	
	песка под фундаментные блоки от проектной	-15
4	Отклонение от вертикали верха плоскостей	
	блоков стен	12

5.2.3. Монтаж колонн

Монтаж колонн должен производиться только после инструментальной проверки соответствия проектной документации планового и высотного положения опорных элементов.

Проектное положение колонн следует выверять по двум взаимно перпендикулярным направлениям (рис. 5.2).

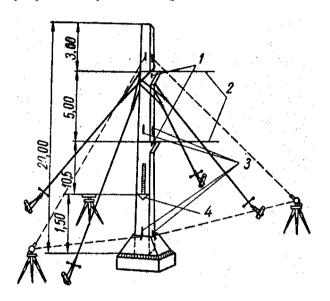


Рис. 5.2. Установка колонны на фундамент стаканного типа без кондуктора: 1 – риски по осям подкрановых балок; 2 – риски на уровне полочек консолей; 3 – риски по осям колонн; 4 – риски на высоте горизонта инструмента

Способ опирания колонн на дно стакана должен обеспечивать закрепление низа колонн от горизонтального перемещения на период до замоноличивания узла.

При монтаже колонн должны соблюдаться требования, приведенные в табл. 5.2 (СНиП 3.03.01-87). При монтаже различных железобетонных элементов используются специально нанесенные риски, по совмещению которых, как правило, производят предварительную выверку и монтаж. Пример нанесения рисок (в том числе рисок уровня нулевого горизонта) приведен на рис. 5.3.

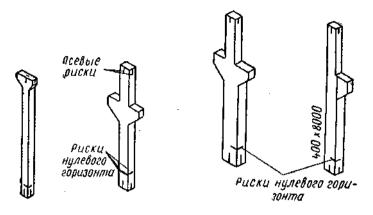


Рис. 5.3. Нанесение рисок при монтаже железобетонных колонн $\label{eq:Table} T\ a\ б\ л\ u\ ц\ a\quad 5.2$

Технические требования к монтажу колонн

No		Предельные
п/п	Технические требования	отклонения,
11/11		MM
1	2	3
1	Отклонение от совмещения ориентиров (рисок	
	геометрических осей, граней) в нижнем сечении	
	колонн, рам с установочными ориентирами (рис-	
	ками разбивочных или геометрических осей)	8
2	Отклонение осей колонн одноэтажных зданий в	
	верхнем сечении от вертикали при их длине, м:	
	до 4	20
	св. 4 до 8	25
	св. 8 до 16	30
	св. 16 до 25	40
3	Разность отметок верха колонн или их опорных	
	площадок (кронштейнов, консолей) одноэтаж-	
	ных зданий при их длине, м:	
	до 4	14
	св. 4 до 8	16
	св. 8 до 16	20
	св. 16 до 25	24

1	2	3
4	Отклонение от совмещения ориентиров (рисок	
	геометрических осей) в верхнем сечении колонн	
	многоэтажных зданий с рисками разбивочных	
	осей при длине колонн, м:	
	до 4	12
	св. 4 до 8	15
	св. 8 до 16	20
	св. 16 до 25	25
5	Разность отметок верха колонн каждого яруса	
	многоэтажного здания (сооружения) в пределах	
	выверяемого участка при:	
	контактной установке	12+12n
	установке по маякам	10

Примечание. n – порядковый номер яруса колонн.

5.2.4. Монтаж ригелей

Монтаж элементов в направлении перекрываемого пролета необходимо выполнять с соблюдением установленных проектной документацией размеров глубины опирания их на опорные конструкции или зазоров между сопрягаемыми элементами. Ригели, межколонные (связевые) плиты, фермы (стропильные балки), плиты покрытий по фермам (балкам) должны укладываться насухо на опорные поверхности несущих конструкций.

Плиты перекрытий необходимо укладывать на слой раствора толщиной не более 20 мм, совмещая поверхности смежных плит вдоль шва со стороны потолка. При монтаже ригелей, балок, ферм, плит необходимо соблюдать требования, приведенные в табл. 5.3 (СНиП 3.03.01-87).

 $\label{eq:Tadinu} T\,a\,\text{б}\,\pi\,u\,\text{ц}\,a\ \ \, 5.3$ Технические требования к монтажу ригелей, балок, ферм, плит

No		Предельные
п/п	Технические требования	отклонения,
11/11	•	MM
1	Отклонение от совмещения ориентиров (рисок гео-	
	метрических осей, граней) в нижнем сечении уста-	
	новленных элементов с установочными ориентирами	8
2	Отклонение от совмещения ориентиров (рисок гео-	
	метрических осей, граней) в верхнем сечении уста-	
	новленных ригелей, прогонов, балок, ферм на опоре	
	с установочными ориентирами при высоте элементов	
	на опоре, м:	
	до 1	6
	св. 1 до 1,6	8
	св. 1,6 до 2,5	10
	св. 2,5 до 4	12
3	Отклонение от симметричности (половина разности	
	глубины опирания концов элемента) в направлении	
	перекрываемого пролета при длине элемента, м:	
	до 4	5
	св. 4 до 8	6
	св. 8 до 16	8
	св. 16 до 25	10
4	Расстояние между осями верхних поясов ферм и	
	балок в середине пролета	
5	Разность отметок лицевых поверхностей двух смеж-	
	ных непреднапряженных (панелей) плит перекрытий	
	в шве при длине плит, м:	
	до 4	8
	св. 4 до 8	10
	св. 8 до 16	12
6	Разность отметок верхних полок подкрановых балок	
	на двух соседних колоннах вдоль ряда при расстоя-	
	нии между ними l , м:	
	$l \le 10$	10
	<i>l</i> > 10	0,001 <i>l</i> , но не
		более 15
	в одном поперечном разрезе пролета:	
	на колоннах	15
	в пролете	20

5.2.5. Монтаж панелей стен

Монтаж панелей наружных и внутренних стен необходимо производить, опирая их на выверенные относительно монтажного горизонта маяки. Прочность материала маяков не должна быть выше установленной проектной документацией прочности на сжатие раствора, применяемого для устройства постели.

При отсутствии в проектной документации указаний толщина маяков должна быть 10...30 мм. Между торцом панели после ее выверки и растворной постелью не должно быть щелей.

При монтаже панелей стен необходимо соблюдать требования, приведенные в табл. 5.4 (СНиП 3.03.01-87).

Таблица 5.4 Технические требования к монтажу панелей стен

№ п/п	Технические требования	Предельные отклонения, мм
1	Отклонение от совмещения ориентиров (рисок гео-	
	метрических осей, граней) в нижнем сечении уста-	
	новленных панелей, блоков с установочными ориен-	
	тирами (рисками геометрических осей или гранями	
	нижележащих элементов:	
	панелей и блоков несущих стен	8
	панелей навесных стен	10
2	Отклонение от вертикали верха плоскостей:	
	панелей несущих стен	10
	блоков несущих стен	12
	навесных панелей	12
3	Отклонение отметок маяков относительно монтаж-	
	ного горизонта	±5
4	Разность отметок верха стеновых панелей каркасных	
	зданий в пределах выверяемого участка при:	
	контактной установке	12 + 2n
	установке по маякам	10

Примечание. n – число установленных по высоте панелей.

5.2.6. Замоноличивание стыков и швов

Замоноличивание стыков следует производить после проверки правильности установки конструкций, приемки соединений элементов в узлах сопряжений и выполнения антикоррозионного покрытия сварных соединений.

Класс бетона и марка раствора для замоноличивания стыков и швов должны соответствовать требованиям проектной документации.

5.2.7. Оценка качества монтажа железобетонных конструкций

Данные о производстве строительно-монтажных работ следует ежедневно вносить в журналы работ по монтажу строительных конструкций (прил. 1) сварочных работ (прил. 2), антикоррозионной защиты сварных соединений, замоноличивания монтажных стыков и узлов. Необходимо также фиксировать по ходу монтажа конструкций их положение на геодезических исполнительных схемах.

Производственный контроль качества строительно-монтажных работ необходимо вести в соответствии с нормативными документами (СНиП 3.03.01-87; ГОСТ 26433.2).

При приемочном контроле должна быть представлена следующая документация:

- 1) исполнительные чертежи с внесенными (при их наличии) отступлениями, допущенными предприятием-изготовителем конструкций, а также монтажной организацией, согласованными с проектными организациями-разработчиками чертежей, и документы об их согласовании;
 - 2) заводские технические паспорта на конструкции;
- 3) документы (паспорта), удостоверяющие качество материалов, используемых при производстве работ;
 - 4) акты освидетельствования скрытых работ;
 - 5) акты промежуточной приемки ответственных конструкций;
 - 6) исполнительные геодезические схемы положения конструкций;
 - 7) журналы работ;
 - 8) документы о контроле качества сварных соединений;
- 9) акты испытания конструкций (если испытания предусматривались рабочими чертежами или нормами);

10) другие документы (если это требуется рабочими чертежами или нормами).

Допускается при соответствующем обосновании назначать требования к точности, объемам и методам контроля, отличающиеся от предусмотренных нормами.

В зависимости от вида монтируемого элемента применяются различные приемы, приборы и методики оценки качества монтажа.

При монтаже *фундаментных блоков* (см. требования к параметрам в табл. 5.1) необходимо проверить:

в подготовительной стадии:

- 1) паспорт на изделие;
- 2) внешний вид, геометрические размеры, отсутствие дефектов, сколов; (проверяется визуально, по документам, рулеткой, штангенциркулем);

в процессе монтажа:

- 1) отклонение от совмещения установочных ориентиров фундаментных блоков с рисками разбивочных осей (проверяется нивелиром по схеме, приведенной на рис. 5.4, рулеткой, рейкой);
- 2) отклонение отметок опорной поверхности дна стаканов фундаментов от проектных (проверяется нивелиром, рулеткой);
- 3) отклонение верха плоскостей блоков стен (проверяется теодолитом, отвесом, рулеткой);

на стадии приемки работ:

- 1) исполнительные схемы монтажа с отклонениями;
- 2) наличие и качество устройства монолитных стыков (проверяется визуально, с использованием рулетки или геодезических инструментов).

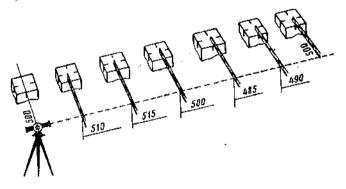


Рис. 5.4. Схема выверки осей фундамента с применением нивелирной рейки Пример исполнительной схемы на монтаж фундаментов приведен на рис. 5.5.

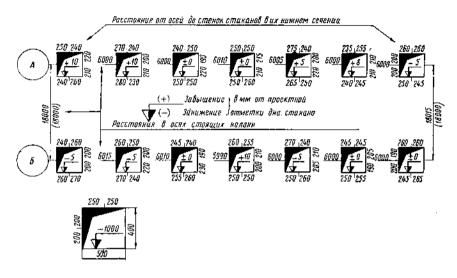


Рис. 5.5. Исполнительная схема планово-высотного положения стаканов фундаментов под железобетонные колонны

При монтаже *колонн* одноэтажных промышленных зданий (табл. 5.2) необходимо проверить:

в подготовительной стадии:

- 1) паспорт на изделие;
- 2) внешний вид, геометрические размеры, отсутствие дефектов, сколов;
- 3) качество закладных деталей, очистку от наплывов (проверяется визуально, по документам, рулеткой, линейкой, штангенциркулем); в процессе монтажа:
- 1) отклонение в нижнем сечении от рисок разбивочных или геометрических осей (проверяется теодолитом (нивелиром) по схеме, приведенной на рис. 5.6, рейкой, рулеткой, линейкой по различным видам рисок);
- 2) отклонение осей колонн в верхнем сечении (проверяется, как правило, теодолитом в двух плоскостях по схеме на рис. 5.7);

3) разность отметок верха колонн или их опорных площадок (проверяется теодолитом (нивелиром, шаблоном, отвесом, рулеткой по схеме на рис. 5.7, 5.9, 5.10; в некоторых случаях используются также маркировочные метки, Т, Г-образные шаблоны, геодезические рейки).

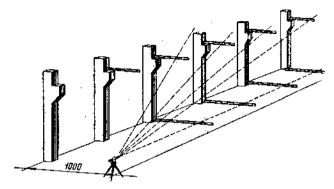


Рис. 5.6. Схема выверки вертикальности и проектного положения колонн (в нижнем сечении – нивелир (рейка); по верхнему сечению – теодолит (рейка))

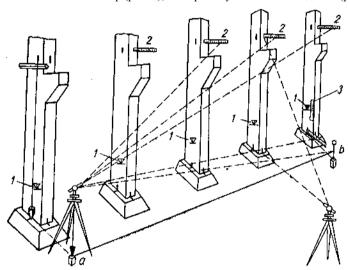


Рис. 5.7. Проверка вертикальности колонн и положения их граней в продольной вертикальной плоскости:

а, б – точки, закрепленные на одинаковом расстоянии от оси первой и последней колонны первого ряда; 1 – риски на вполне определенном горизонте нивелира; 2 – рейка при отсчете положения грани по отношению к вертикальной (коллимационной) плоскости, проходящей через точки а, б; 3 – рулетка для измерения расстояния от полочки консоли до нивелирной риски при определении отметок полочки консоли

Как вариант может использоваться схема измерения вертикальности колонн при помощи специальных шаблонов (планок) и отвесов (рис. 5.8).

Данная схема контроля позволяет проводить выверку положения колонн в двух плоскостях одновременно.

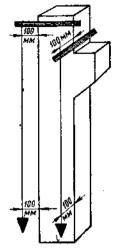


Рис. 5.8. Схема выверки вертикальности колонн при помощи отвесов

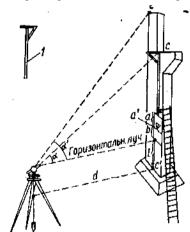


Рис. 5.9. Схема определения отметок консоли при помощи шаблона и геодезическим нивелированием:

а – домер от шаблона до риски на вполне определенной отметке; а 1 – риска, нанесенная при исследовании колонны; б – расстояние от горизонтального луча до риски на определенной отметке; L – расстояние от башмака колонны до горизонтального луча; d – расстояние от инструмента до колонны; 1 – Т-образный шаблон

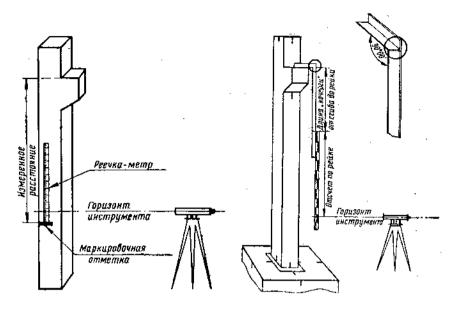


Рис. 5.10. Схема нивелировки консолей колонн через маркировочные отметки (слева) и схема нивелировки консолей низких колонн Г-образным шаблоном (справа)

В многоэтажных колоннах отклонения проверяются аналогичным образом.

На стадии приемки работ определяются:

- 1) исполнительные схемы монтажа с отклонениями;
- 2) качество и длина швов сварных соединений;
- 3) наличие и качество антикоррозионной защиты закладных деталей:
- 4) наличие и качество устройства монолитных стыков (проверяется визуально, с использованием рулетки или геодезических инструментов).

Исполнительная схема монтажа колонн приведена на рис. 5.11.

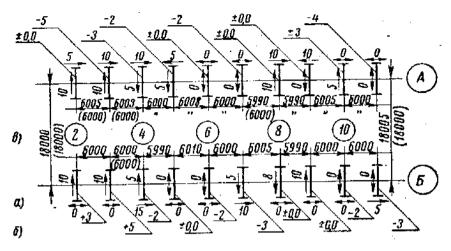


Рис. 5.11. Исполнительная геодезическая схема планового и высотного положения колонн:

- а смещение колонн с осей в нижнем сечении и наклоны колонн;
- б отклонения по высоте опорных плоскостей колонн; (+) –завышение,
- (-) занижение; в расстояние между осями стоящих колонн рядов А и Б

При монтаже *ферм и балок* промышленных зданий (см. требования к параметрам в табл. 5.2) необходимо проверить:

в подготовительной стадии:

- 1) паспорта на изделие;
- 2) внешний вид, геометрические размеры, отсутствие дефектов, сколов;
- 3) качество закладных деталей, очистку от наплывов (проверяется визуально, по документам, рулеткой, штангенциркулем);

в процессе монтажа:

расстояние между осями верхних поясов ферм и балок в середине пролета (проверяется по отклонению двух установленных в пролете струбцин рулеткой);

на стадии приемки работ:

- 1) исполнительные схемы монтажа с отклонениями;
- 2) качество и длина швов сварных соединений;
- 3) наличие и качество антикоррозионной защиты закладных деталей;
- 4) наличие и качество устройства монолитных стыков (проверяется визуально, с использованием рулетки или геодезических инструментов).

При монтаже *подкрановых балок* (параметры см. в табл. 5.2) необходимо проверить:

в подготовительной стадии:

- 1) паспорта на изделие;
- 2) внешний вид, геометрические размеры, отсутствие дефектов, сколов;
 - 3) качество закладных деталей, очистку от наплывов;
- 4) качество строповки изделия, состояние траверс или стропов (проверяется визуально, по документам, рулеткой, штангенциркулем); в процессе монтажа:

разность отметок верхних полок подкрановых балок (проверяется измерительным методом теодолитом, рулеткой (см. рис. 5.12)); на стадии приемки работ:

- 1) исполнительную схему монтажа с отклонениями (см. пример на рис. 5.13);
 - 2) качество и длину швов сварных соединений;
 - 3) наличие и качество антикоррозионной защиты закладных деталей;
- 4) наличие и качество устройства монолитных стыков (проверяется визуально, с использованием рулетки или геодезических инструментов).

При монтаже *плит перекрытия и покрытия* (параметры см. в табл. 5.3) необходимо проверить:

в подготовительной стадии:

- 1) паспорта на изделие;
- 2) внешний вид, геометрические размеры, отсутствие дефектов, сколов;
- 3) качество закладных деталей, очистку от наплывов (проверяется визуально, по документам, рулеткой);

в процессе монтажа:

разность отметок лицевых поверхностей двух смежных плит (проверяется рулеткой или нивелиром с переносом отметок на высоту горизонта);

на стадии приемки работ:

- 1) исполнительную схему монтажа с отклонением;
- 2) качество и длину швов сварных соединений;
- 3) наличие и качество антикоррозионной защиты закладных деталей;
- 4) наличие и качество устройства заделки стыков (проверяется визуально, с использованием рулетки или геодезических инструментов).

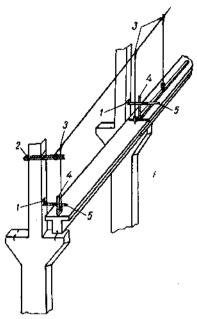


Рис. 5.12. Схема укладки и выверки подкрановых балок и рельсов: 1 – риски на одной отметке на всех колоннах (не выше 20 см отметки головки рельса); 2 – кронштейн для натяжения проволоки (струны); 3 – отвесы; 4 – миллиметровая линейка для измерения расстояний от грани балки и головки рельса до рейки; 5 – небольшая рейка с монтажным уровнем

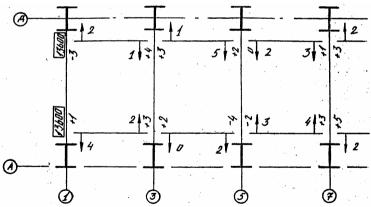


Рис. 5.13. Исполнительная схема положения подкрановых балок (в рамках указана проектная отметка верха балок; цифрами около осей отмечены отклонения отметок; стрелки показывают направление смещения конца балок, цифры у стрелок – величину смещения)

При монтаже *ригелей*, *балок*, *ферм* (требования к параметрам см. в табл. 5.3) необходимо проверить:

в подготовительной стадии:

- 1) паспорта на изделие;
- 2) внешний вид, геометрические размеры, отсутствие дефектов, сколов;
 - 3) качество закладных деталей, очистку от наплывов;
- 4) наличие необходимых траверс, грузозахватных и монтажных приспособлений (проверяется визуально, по документам, рулеткой); в процессе монтажа:
- 1) отклонение от совмещения ориентиров в нижнем и верхнем сечении (рисок осей, граней) установленных элементов с установочными ориентирами (проверяется теодолитом, рулеткой, линейкой);
- 2) отклонение от симметричности (половина разности глубины опирания концов элемента) в направлении перекрываемого пролета (проверяется рулеткой, линейкой);

на стадии приемки работ:

- 1) исполнительную схему монтажа с отклонениями;
- 2) качество и длину швов сварных соединений;
- 3) наличие и качество антикоррозионной защиты закладных деталей;
- 4) наличие и качество устройства заделки стыков (проверяется визуально, с использованием рулетки или геодезических инструментов).

В процессе монтажа различных конструкций используют различное вспомогательное оборудование для временного закрепления и выравнивания: инвентарные клинья ЦНИИОМТП, стальные клинья — для колонн; кондукторы одиночные и групповые, расчалки и подпорки — для колонн, стеновых панелей; струбцины — для монтажа и выверки ригелей, стеновых панелей, стропильных ферм; шаблоны — для проверки высотных отметок, выравнивания стеновых панелей.

В процессе проверки качества сварных соединений проверяются:

- 1) проектные размеры (длина и катеты сварных швов);
- 2) марки электродов;
- 3) наличие дефектов (используют линейки, штангенциркуль, паспорта на электроды, проектную документацию).

В процессе проверки качества замоноличенных стыков проверяются:

1) распалубочная прочность бетона (раствора) в стыке;

- 2) проектный класс бетона (по результатам испытаний в 28 суточном возрасте);
- 3) качество поверхности (для контроля используется визуальный осмотр стыка, разрушающий (по образцам-кубам) и неразрушающий методы контроля прочности, проектная документация).

5.3. Методика выполнения работы

- 1. Изучить содержание работы и представленные методы контроля монтажа.
- 2. Выполнить в тетради для отдельных (не более 2-3 видов) смонтированных железобетонных конструкций каркасного здания исполнительные геодезические схемы положения конструкций (колонн, подкрановых балок и т.д.), для чего на полигоне провести необходимые измерения с использованием различных приборов (теодолита, нивелира, реек, шаблонов, линейки, отвесов и др.).
- 3. Установить по СНиП 3.03.01-87 предельные допустимые отклонения для данных видов конструкций и сделать вывод о точности и качестве монтажа.
 - 4. Полученные данные занести в тетради в виде таблицы.
- 5. На предложенном в качестве примера сварном шве определить его длину и занести данные в таблицу (журнал) сварочных работ. Примеры ведения и содержание журналов работ представлены ниже.

Контрольные вопросы

- 1. Какие существуют виды отклонений при монтаже колонн и какова их допустимая величина?
- 2. Перечислить документы, необходимые при приемке смонтированных железобетонных конструкций.
- 3. Какие инструменты и приспособления применяются при монтаже и оценке качества смонтированных железобетонных конструкций?
- 4. Какова последовательность проверки отклонений конструкций колонн, фундаментов от разбивочных осей?
- 5. Как осуществить проверку отклонений колонн в нижнем и верхнем сечении различными способами?
 - 6. Назвать виды монтажных шаблонов. Где они применяются?
 - 7. Что такое исполнительная схема монтажа? Привести примеры.
 - 8. Как определить отметку консолей колонн?

- 9. Какая информация содержится в журнале монтажных работ?
- 10. Какая информация содержится в журнале сварочных работ?
- 11. Какая информация содержится в журнале заделки стыков?
- 12. Какая информация содержится в журнале антикоррозионной защиты?
 - 13. Каковы общие правила монтажа?
- 14. При помощи каких инструментов, приспособлений и оборудования осуществляются выверка и временное закрепление различных сборных железобетонных элементов?
- 15. Как осуществить переноску горизонтальной отметки на монтажный горизонт?

ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (обязательное)

Обложка

Оформление журнала работ по монтажу строительных конструкций

ЖУРНАЛ РАБОТ ПО МОНТАЖУ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ (форма)

ЖУРНАЛ РАБОТ ПО МОНТАЖУ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

$N_{\underline{0}}$	

Наименование организации, выполняющей работы			
Наименование объекта строительства			
Должность, фамилия, инициалы и подпись лица, ответственного за			
монтажные работы и ведение журнала			
Организация, разработавшая проектную документацию, чертежи КЖ, КМ, КД			
Шифр проектов			
Организация, разработавшая проект производства работ			
Шифр проектов			
Предприятие, изготовившее конструкции			
Шифр заказов			
Заказчик (организация), должность, фамилия, инициалы и подпись			
руководителя (представителя) технического надзора			
Основные показатели строящегося объекта:			
Объем работы:			
стальных конструкций, т			
сборных железобетонных			
конструкций, м ³			
деревянных конструкций, м ³			
Журнал начат «» 200 г.			
Журнал окончен «» 200 г.			

Список инженерно-технического персонала, занятого на монтаже здания (сооружения)

Фамилия, имя, отчество	Специ- альность и обра- зование	Занимаемая должность	Дата начала работы на объекте	Отметка о прохождении аттестации и дата аттестации	Дата оконча- ния ра- боты на объекте

Перечень актов освидетельствования скрытых работ и актов промежуточной приемки ответственных конструкций

№ п/п	Наименование актов	Дата подписания акта

1	Дата выполнения работ, смена		
2	Описание производимых работ,		
	наименование устанавливаемых		
	конструкций, их марка, резуль-		
	таты осмотра конструкций		
3	Монтаж установки и номера		
	монтажных схем		
4	Номера технических паспортов		
	на конструкции		
5	Атмосферные условия (темпе-		
	ратура окружающего воздуха,		
	осадки, скорость ветра)		
6	Фамилия, инициалы исполните-		
	ля (бригадира)		
7	Подпись исполнителя		
8	Замечания и предложения по		
	монтажу конструкций руково-		
	дителей монтажной организа-		
	ции, авторского надзора, техни-		
	ческого надзора заказчика		
9	Подпись мастера (производите-		
	ля работ), разрешившего произ-		
	водство работ и принявшего		
	работу		
10	Подпись лиц, осуществляющих		
	авторский надзор		

В журнале пронумеровано и прошнуровано						
	страниц					
«	»	_ 200 г.				
	милия, инициалы г анизации, выдавш	и подпись руководителя вего журнал)				
Место печати						

приложение 2

(обязательное)

Обложка

Оформление обложек и страниц журнала сварочных работ

ЖУРНАЛ **СВАРОЧНЫХ РАБОТ** (форма)

ЖУРНАЛ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

№ _____

Наименование организации, выполняющей работы
Наименование объекта строительства
Должность, фамилия, инициалы и подпись лица, ответственного за
сварочные работы и ведение журнала
Организация, разработавшая проектную документацию, чертежи КМ,
ЖХ
Шифр проекта
Организация, разработавшая проект производства сварочных работ
Шифр проекта
Предприятие, изготовившее конструкции
Шифр заказа
Заказчик (организация), должность, фамилия, инициалы и подпись
руководителя (представителя) технического надзора
•••
Журнал начат «» 200 г.
Журнал окончен «» 200 г.

Список инженерно-технического персонала, занятого выполнением сварочных работ

Фамилия, имя, отчество	Специ- альность и образова- ние	Занимаемая должность	Дата начала работы на объекте	Отметка о прохождении аттестации и дата аттестации и	Дата оконча- ния рабо- ты на объекте

Список сварщиков, выполнявших сварочные работы на объекте

Фами-			у право	Отметка о		
Фами- лия, имя, отчество	Разряд квалифи- кационный	Номер личного клейма	номер	срок действия	допущен к сварке швов в простран- ственном положении	и конт- рольных образцов

1	Дата выполнения работ, смена			
2	Наименование соединяемых			
	элементов: марка стали			
3	Место или номер (по чертежу			
	или схеме) свариваемого эле-			
	мента			
4	Отметка о сдаче и приемке уз-			
	ла под сварку (должность, фа-			
	милия, инициалы, подпись)			
5	Марка применяемых сварочных			
	материалов (проволока, флюс,			
	электроды), номер партии			
6	Атмосферные условия (темпе-			
	ратура воздуха, осадки, ско-			
	рость ветра)			
7	Фамилия, инициалы сварщика,			
	номер удостоверения			
8	Клеймо			
9	Подписи сварщиков, сваривших			
	соединения			
10	Фамилия, инициалы ответст-			
	венного за производство работ			
	(мастера, производителя работ)			
11	Отметка о приемке сварного			
	соединения			
12	Подпись руководителя сва-			
	рочных работ			
13	Замечания по контрольной			
	проверке (производителя ра-			
	бот и др.)			

В журнале пронумеровано и прошнуровано							
	страниц						
	«»	200 r.					
(должность	, фамилия, инициалы организации, выдаві	и подпись руководителя пего журнал)					
	op						
Маста жауату							
Место печати							

приложение 3

(обязательное)

Обложка

Оформление обложек и страниц журнала антикоррозионной защиты сварных соединений

ЖУРНАЛ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (форма)

ЖУРНАЛ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

$N_{\underline{0}}$		
---------------------	--	--

Наименование организации, выполняющей работы
Наименование объекта строительства
Должность, фамилия, инициалы и подпись лица, ответственного за
выполнение работ по антикоррозионной защите сварных соединений
и ведение журнала
Организация, разработавшая проектную документацию, чертежи КЖ
Шифр проекта
Организация, разработавшая проект производства работ по антикор-
розионной защите сварных соединений
Шифр проекта
Предприятие, изготовившее конструкции
Шифр заказа
Заказчик (организация), должность, фамилия, инициалы и подпись
руководителя (представителя) технического надзора
200 -
Журнал начат «» 200 г.
Журнал окончен «» 200 г.

_	1			
1	Дата выполнения работ, смена			
2	Наименование соединяемых			
	элементов и материала анти-			
	коррозионного покрытия за-			
	кладных изделий, нанесенного			
	на заводе			
3	Место или номер (по чертежу			
	или схеме) стыкуемого мате-			
	риала			
4	Отметка о сдаче и приемке			
	узла под антикоррозионную			
	защиту (должность, фамилия,			
	инициалы, подпись)			
5	Материал покрытия сварных			
	соединений и способ его нане-			
	сения			
6	Атмосферные условия при про-			
	изводстве антикоррозионной			
	защиты сварных соединений			
	(температура воздуха, осадки)			
7	Фамилия и инициалы испол-			
	нителя			
8	Фамилия и инициалы ответст-			
	венного за ведение работ по			
	антикоррозионной защите			
	(мастера, производителя работ)			
9	Результаты осмотра качества	-		
	покрытия; толщина покрытия			
10	Подпись исполнителя			
11	Подписи о приемке антикор-			
	розионной защиты (произво-			
	дителя)			
12	Замечания по контрольной			
	проверке (производителя ра-			
	бот и др.)			

В журнале пронумеровано и прошнуровано							
	страниц						
	«»	200 r.					
(должность, фамилия, инициалы и подпись руководителя организации, выдавшего журнал)							
Место печати							

приложение 4

(обязательное)

Обложка

Оформление обложек и страниц журнала замоноличивания монтажных стыков и узлов

ЖУРНАЛ ЗАМОНОЛИЧИВАНИЯ МОНТАЖНЫХ СТЫКОВ И УЗЛОВ

(форма)

ЖУРНАЛ ЗАМОНОЛИЧИВАНИЯ МОНТАЖНЫХ СТЫКОВ И УЗЛОВ

№	
---	--

Наименование организации, выполняющей работы
Наименование объекта строительства
Должность, фамилия, инициалы и подпись лица, ответственного за
выполнение работ по замоноличиванию и ведение журнала
Организация, разработавшая проектную документацию, чертежи КЖ
Шифр проекта
Организация, разработавшая проект производства работ по замоно-
личиванию монтажных стыков и узлов
Шифр проекта
Предприятие, изготовившее конструкции
Шифр заказа
Заказчик (организация), должность, фамилия, инициалы и подпись
руководителя (представителя) технического надзора
Журнал начат «» 200 г.
Журнал окончен « » 200 г.

1	Дата замоноличивания			
2	Наименование стыков и узлов,			
	место или номер по чертежу			
	или схеме			
3	Заданные марки бетона (рас-			
	твора) и рабочий состав бетон-			
	ной (растворной смеси)			
4	Температура наружного воз-			
	духа, °С			
5	Температура предварительного			
	обогрева элементов в узлах, °С			
6	Температура бетона в момент			
	укладки, °С			
7	Результат испытания кон-			
	трольных образцов			
8	Дата распалубки			
9	Фамилия, инициалы исполни-			
	теля (бригадира), подпись			
10	Замечания производителя ра-	 		
	бот, авторского надзора, тех-			
	нического надзора заказчика			

В журнале пронумеровано и прошнуровано							
	страниц						
	«»	_ 200 г.					
(должность, фамилия, инициалы и подпись руководителя организации, выдавшего журнал)							
Место печати							

Содержание

Введение	3
Лабораторная работа № 1.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УПЛОТНЕНИЯ	
ГРУНТОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНЫХ	
СООРУЖЕНИЙ	3
Лабораторная работа № 2.	
ТЕХНОЛОГИЯ КЛАДКИ СТЕН, СТОЛБОВ И	
ПРИМЫКАНИЙ ИЗ КАМНЕЙ ПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ	31
Лабораторная работа № 3.	
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КАМЕННОЙ КЛАДКИ И	
ПРИЕМКА ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ	
КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	54
Лабораторная работа № 4.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК	
БЕТОННОЙ СМЕСИ И ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ	
ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ	
КОНСТРУКЦИЙ	64
Лабораторная работа № 5.	
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОНТАЖА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ	
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	85
ПРИЛОЖЕНИЯ	107

Учебное издание

ЛЕОНОВИЧ Сергей Николаевич ГРОМОВ Игорь Николаевич КОВАЛЬ Игорь Валерьевич ПАРФЕНОВА Людмила Михайловна

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Учебное пособие

Редактор Т.А.Палилова. Корректор М.П.Антонова Компьютерная верстка Н.А.Школьниковой

Подписано в печать 25.01.2005.

Формат 60х84 1/16. Бумага типографская № 2. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 7,2. Уч.-изд. л. 5,6. Тираж 400. Заказ 17.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия № 02330/0056957 от 01.04.2004. 220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.