

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Путь и железнодорожное строительство»

О. Л. Скутина
М. А. Мыльникова

**ТЕХНОЛОГИЯ, МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

В двух частях

Часть 2

**ПРОИЗВОДСТВО МОНТАЖНЫХ
И ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Екатеринбург
УрГУПС
2016

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Путь и железнодорожное строительство»

О. Л. Скутина
М. А. Мыльникова

**ТЕХНОЛОГИЯ, МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

В двух частях

Часть 2

**ПРОИЗВОДСТВО МОНТАЖНЫХ
И ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Технология, механизация и автоматизация
железнодорожного строительства и технического обслуживания
железнодорожного пути» для студентов очной и заочной форм обучения
специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог,
мостов и транспортных тоннелей»

Екатеринбург
УрГУПС
2016

УДК 625.1
С46

Скутина, О. Л.

С46 Технология, механизация и автоматизация железнодорожного строительства в 2 ч. Ч. 2. Производство монтажных и общестроительных работ : метод. указания / О. Л. Скутина, М. А. Мыльникова. – Екатеринбург : УрГУПС, 2016. – 102 с.

Методические указания составлены для студентов строительного и заочного факультетов, изучающих дисциплину «Технология, механизация и автоматизация железнодорожного строительства и технического обслуживания железнодорожного пути», раздел «Технология, механизация и автоматизация железнодорожного строительства».

Приведены основные теоретические данные по темам работ, методика и порядок их выполнения, требования к оформлению и защите работы, даны типовые примеры выполнения расчетов.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей».

УДК 625.1

Опубликовано по решению редакционно-издательского совета университета

Авторы: О. Л. Скутина, доцент кафедры «Путь и железнодорожное строительство», кандидат технических наук, УрГУПС,
М. А. Мыльникова, ассистент кафедры «Путь и железнодорожное строительство», УрГУПС
Рецензент: Ю. В. Горелов, заведующий кафедрой «Мосты и транспортные тоннели», канд. техн. наук, УрГУПС

Учебное издание

**Скутина Ольга Леонидовна
Мыльникова Мария Александровна**

**ТЕХНОЛОГИЯ, МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В 2-х ЧАСТЯХ**

Часть 2

ПРОИЗВОДСТВО МОНТАЖНЫХ И ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Редактор *С. В. Пилюгина*

Подписано в печать 19.10.16. Формат 60x84/16

Усл. печ. л. 5,9. Электронная версия. Заказ 537

УрГУПС

620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66

© Уральский государственный университет
путей сообщения (УрГУПС), 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Лабораторная работа 1,2. Машины и механизмы для горизонтального и вертикального перемещения грузов	9
2. Лабораторная работа 3,4. Монтажные приспособления	41
3. Лабораторная работа 5,6. Машины и механизмы для производства бетонных работ	57
4. Лабораторная работа 7. Технология работ по каменной кладке. Инструменты, приспособления, контрольно-измерительные приборы	76
5. Лабораторная работа 8,9. Технология и механизация выполнения отделочных работ	87
Библиографический список.....	102

Введение

В соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины студенты выполняют лабораторные работы, целью которых является расширение и закрепление знаний по технологии и механизации строительных работ, полученных в лекционном курсе, формирование компетенций ПК-1, ПК-3 и приобретение определенных умений и навыков.

Лабораторные работы проводятся в специализированной аудитории, оснащенной действующими образцами, моделями, макетами, плакатами, мультимедийными средствами для показа слайдов, презентаций, видеофильмов и т. п.

До проведения лабораторной работы преподаватель формирует в образовательной среде Blackboard Learn задание по подготовке к работе, в котором указывается тема, литература для подготовки, необходимый теоретический материал и условия задачи по теме занятия.

Студент обязан подготовиться к занятию, проработав теоретический материал по теме работы. Без теоретической подготовки студент к занятию не допускается.

Если студент пропустил лабораторное занятие по уважительной причине, то допускается к отработке пропущенной работы в течение семестра в специально отведенное кафедрой время.

Если лабораторное занятие пропущено без уважительной причины, студент обязан проделать работу в течение ближайших двух недель.

Студент, самовольно ушедший с занятия, считается пропустившим занятие без уважительной причины.

На лабораторные занятия принцип свободного посещения не распространяется.

Во время лабораторных занятий студенты обязаны активно участвовать в работе, не допускать разговоров на посторонние темы, хождения по лаборатории.

После проведения лабораторной работы студент оформляет отчет и представляет его в печатном (письменном) виде или в электронном виде в образовательной среде Blackboard Learn. По результатам проверки представленной работы преподаватель оценивает ее в соответствии с критериями оценки.

Отчеты по лабораторным занятиям должны быть представлены в сроки, установленные учебным графиком. Студенты, пропустившие и не отработав-

шие лабораторные занятия, а также не защитившие отчетов по результатам занятий, не допускаются к промежуточной аттестации.

Требования к содержанию отчетов по лабораторным занятиям:

- отчет должен соответствовать тематике занятия;
- отчет должен содержать теоретическую и практическую части. Практическая часть подтверждает теоретические выводы и включает в себя решение задач в соответствии с темой занятия;
- отчет может содержать как текстовый, так и графический материал, дополняться иллюстрациями в виде фотографий, рисунков, схем и т.д.;
- при формировании отчета студент должен проявить творческий, самостоятельный подход к изложению материала, умение выразить своё мнение по теме отчета;
- не допускается механическое переписывание материала учебника или лекций;
- в отчете допускается цитирование первоисточников со ссылками на номер работы, указанный в списке используемой литературы, и страницу

Требования к оформлению отчетов по лабораторным занятиям:

- объём отчета – до 10 страниц машинописного текста стандартного формата А4; на страницах отчета необходимо оставлять поля для замечаний преподавателя;
- страницы отчета нумеруются, титульный лист является первой страницей отчета (номер страницы на титульном листе не проставляется); на второй странице даётся цель лабораторного занятия, его план; далее следуют теоретическая часть и решение практических задач ; все иллюстрации и таблицы должны быть пронумерованы, каждую иллюстрацию необходимо снабжать подрисуночной надписью, таблицы с заголовками должны быть помещены в тексте после абзацев, содержащих ссылки на них;
- тексты цитат заключаются в кавычки и сопровождаются сноской;
- в конце отчета приводится список использованной литературы и иных источников информации в алфавитном порядке;
- небрежность в изложении и оформлении не допускается.

Выполнению лабораторных работ должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы и других источников информации.

Ответы на теоретические вопросы должны отражать необходимую и достаточную компетенцию студента, содержать краткие и четкие формулировки, убедительную аргументацию, доказательность и обоснованность выводов, быть логически выстроены.

Решения практических задач должны сопровождаться краткими, но исчерпывающими пояснениями (аргументами).

Отчеты должны быть представлены на проверку преподавателю не позднее, чем за 20 дней, а защищены не позднее, чем за 10 дней до начала экзаменационной сессии. Отчет, выполненный и оформленный без соблюдения требований или не полностью, к защите не допускается и возвращается студенту для его выполнения в соответствии с темой.

До начала сессии студент обязан защитить отчеты по всем лабораторным работам, указанным в РПД дисциплины.

Требования к выполнению и защите лабораторной работы

Требования	БАЛЛ			
	10	15	20	25
Изучить материалы темы, выделить главное и второстепенное и установить логическую связь между элементами темы	не выделяет главное и второстепенное в рассмотренном материале, не может установить логическую связь между элементами	выделяет основные моменты, но путает главное и второстепенное нарушает логическую связь между элементами,	выделяет главное и второстепенное, допуская незначительные ошибки, устанавливает логическую связь между элементами, но нарушает ее в изложении материала	полностью ориентируется в материале, выделяет главное и второстепенное, устанавливает логическую взаимосвязь между элементами, соблюдает ее при изложении материала
Выполнить расчеты в соответствии с темой занятия, оценить результаты расчетов и сформулировать выводы	расчеты выполнены не в полном объеме	расчеты выполнены в полном объеме, но содержат ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно, не может выделить главную информацию, оценить результаты расчетов и сделать выводы	расчеты выполнены в полном объеме, но содержат незначительные ошибки, которые студент исправляет после замечаний преподавателя, умеет акцентировать главную информацию, оценивает результаты расчетов, делает выводы, но недостаточно в них уверен	расчеты выполнены в полном объеме без ошибок и замечаний, самостоятельно и уверенно выделяет главную информацию, оценивает результаты расчетов, делает выводы, принимает проектные решения
Оформить отчет и предоставить к установленному сроку	минимальное соответствие требованиям	содержание соответствует требованиям, имеются незначительные ошибки. Оформление не в полной мере соответствует требованиям	содержание соответствует требованиям, имеются незначительные ошибки. Оформление в полной мере соответствует требованиям	содержание соответствует требованиям, ошибки отсутствуют. Оформление в полной мере соответствует требованиям
Защитить результаты работы	даны неполные ответы	даны неполные ответы	даны полные, разверну-	даны полные, разверну-

Требования	БАЛЛ			
	10	15	20	25
ты	на поставленные вопросы, допущены существенные ошибки в теоретическом и практическом материале; сформированность умений не показана	на поставленные вопросы, логика и последовательность изложения имеют некоторые нарушения, допущены несущественные ошибки в изложении теоретического материала и трактовке результатов расчетов; сформированность умений показана слабо,	тые ответы на поставленные вопросы, показано умение выделять существенные и несущественные моменты материала; однако были допущены неточности в терминах, выводах и т.п.	тые ответы на поставленные вопросы; показана совокупность осознанных знаний по теме работы.

Таблица 2

Критерии оценки выполнения лабораторных работ

Балл	Критерии оценивания	Оценка
100 - 81	Расчеты выполнены полностью, выводы сделаны, проектные решения приняты, оформление и содержание отчета соответствует требованиям, в представленном отчете обоснованно получено правильное выполненное задание, отчет защищен	Работа зачитывается
80 - 60	Расчеты выполнены полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений, отчет защищен	Работа зачитывается после дополнительного собеседования
менее 60	Задание не выполнено	Работа возвращается студенту на исправление

1. Лабораторная работа 1,2

Машины и механизмы для горизонтального и вертикального перемещения грузов

Цель работы: изучение грузоподъемных механизмов (домкратов, лебедок, подъемников) и грузоподъемных машин (кранов), системы их классификации, структуру. Изучение основных частей грузоподъемных машин, их размерных и технико-экономических показателей.

Время выполнения работы: 4 часа.

Теоретическая часть включает общие сведения о грузоподъемных машинах и механизмах, их основных частях, узлах и деталях, методику расчета производительности и стоимости машино-часа эксплуатации кранов.

Часть 1. Грузоподъемные механизмы

В строительстве грузоподъемные машины применяются очень широко. При возведении зданий с их помощью подают строительные материалы, штучные детали, выполняют погрузочно-разгрузочные работы.

В зависимости от назначения, конструкции и характера выполняемых работ грузоподъемные машины и механизмы делятся на 4 группы:

- домкраты;
- лебедки;
- подъемники;
- краны.

Домкраты и лебедки – простейшие механизмы, используемые в основном в качестве вспомогательного оборудования на монтаже и др. работах.

Подъемники – механизмы, при помощи которых обеспечивается только вертикальная транспортировка.

Краны обеспечивают как вертикальное, так и горизонтальное перемещение грузов в любом направлении в пределах, зависящих от параметров крана.

ДОМКРАТЫ

Домкраты – переносные вручную грузоподъемные механизмы с ручным или гидравлическим приводом, обладающие большой грузоподъемностью, но

малой высотой и скоростью подъема груза и воздействующие на груз снизу вверх.

Очень часто домкраты используются на монтаже конструкций для подъема их на небольшую высоту (до 1 м), при выверке приподнятых конструкций и оборудования.

Назначение домкратов – для перемещения грузов на небольшую величину воздействуя на груз снизу вверх за счет распорного усилия. Можно выполнять и горизонтальные перемещения, воздействуя на груз сбоку при упоре основания домкрата в неподвижную опору. Но все равно при этом смещение груза происходит за счет распорного усилия.

Применяются домкраты как самостоятельные механизмы при монтажных и ремонтных работах, выверке конструкций, подъеме и выправке рельсошпальной решетки, а также в качестве встроенных сборочных единиц в самоподъемных подмостях, в качестве выносных опор кранов и т.д.

Домкраты классифицируются по виду оборудования на механические (винтовые и реечные) и гидравлические.

Реечный домкрат состоит из корпуса (деревянного окованного металлом или стального штампованного). Внутри него перемещается грузоподъемная зубчатая рейка. В верхней части рейки есть самоустанавливающийся оголовок (опора), а в нижней части – консольный выступ (лапа, пята) для подъема низко расположенного груза (с пола, с земли). Поднимают или опускают груз при помощи передаточного механизма, состоящего из рукояти и нескольких пар шестерен (зубчатых колес), соединенных с рейкой. Для удержания груза на определенной высоте на одной из шестерен установлен храповик с собачкой. Рукоять должна быть снабжена грузоупорным тормозом, исключающим самопроизвольное опускание груза при снятии усилия с рукояти.

Винтовые домкраты состоят из чугунного или стального (штампованного) корпуса с неподвижной гайкой в верхней части. В гайку входит поворотный винт домкрата, снабженный рукоятью с храповым двухсторонним устройством.

Подъем и опускание груза осуществляется за счет вращения винта вокруг вертикальной оси. В верхней части винта находится свободно сидящий на нем оголовок (опора), которая остается неподвижной при вращении винта. Винт снабжен трапециевидной или прямоугольной резьбой, причем чем меньше шаг резьбы, тем больше подъемная сила домкрата. Особенность винтового домкрата состоит в том, что угол подъема винтовой линии резьбы $\alpha \approx 4^\circ$ делают мень-

ше, чем угол трения металла по металлу (около 6°). Это обеспечивает самоторможение домкрата без дополнительных устройств. Следовательно, груз при снятии усилия привода (с рукояти) самопроизвольно не опустится. Для правки металла, а также горизонтального перемещения грузов на незначительные расстояния (до 130 мм) применяются винтовые распорные домкраты, представляющие собой горизонтальный корпус с винтами, которые перемещаются по горизонтали с помощью рукоятки.

Домкраты должны быть снабжены приспособлениями, препятствующими полному выходу винта или рейки из корпуса.

Гидравлический домкрат поднимает груз поршнем (плунжером), заключенным в корпус домкрата. В подпоршневое пространство (цилиндр) домкрата закачивается рабочая жидкость поршневым насосом, которому сообщается возвратно-поступательное движение при помощи рукояти. Чтобы жидкость поступала только в направлении от насоса к поршню есть запорный клапан. Такой же клапан есть между баком с жидкостью и насосом. Опускание груза происходит при открывании запорного вентиля (винта сброса давления). Рабочая жидкость под тяжестью опускающегося поршня через перепускной клапан выдавливается опять в бак.

При работе с домкратами надо соблюдать следующие правила:

- осмотреть стопорные приспособления винтовых и реечных домкратов, исключающие возможность выхода винта или рейки из корпуса;
- осмотреть опорные поверхности (груз не должен соскальзывать);
- осмотреть устройства, предохраняющие от самопроизвольного опускания груза;
- в гидравлических домкратах контролировать соединения, в которых возможны просачивание или утечка рабочей жидкости;
- гидравлические домкраты снабжаются опломбированными манометрами;
- при подъеме грузов необходимо следить за плавностью подъема, положением груза, состоянием опорного основания и опоры в самом домкрате;
- освобождать домкраты из-под груза можно только после надежного закрепления груза в поднятом положении или укладке его на устойчивую шпальную клетку.

ЛЕБЕДКИ

Лебедки – грузоподъемные машины, перемещающие груз при помощи каната, наматываемого на барабан.

Назначение лебедок – для подъема и перемещения грузов.

Лебедки применяются в качестве самостоятельных механизмов для подъема и подтаскивания грузов и как составляющая часть грузоподъемных машин, погрузочно-разгрузочных машин и машин для производства земляных работ (одноковшовые экскаваторы и т.п.)

По назначению лебедки подразделяются на подъемные, тяговые (передвижение грузов). Применяют также лебедки смешанного назначения, которые можно использовать и как подъемные и как тяговые.

По типу привода лебедки бывают ручные и с машинным электрическим приводом.

По конструкции станины и способу установки могут быть переставные и стационарные (встроенные в корпус строительной машины).

Основные технические характеристики (параметры) лебедок:

- тяговое усилие на последнем слое навивки на барабан;
- скорость наматывания каната на барабан;
- канатоемкость барабана (длина каната);
- температурный интервал работы лебедок от плюс 50° до минус 40° С.

Ручные лебедки по существу однотипны и отличаются друг от друга лишь числом валов и числом и размером зубчатых колес. Все валы вращаются в подшипниках скольжения, закрепленных в боковых листах станины. Листы соединены между собой стяжными болтами. Подъем и перемещение грузов осуществляется вращением рукояти, закрепленной на конце первого вала, называемого рабочим или ведущим валом.

Лебедки, как правило, располагаются на горизонтальном основании так, чтобы ось барабана была перпендикулярна направлению каната. Это обеспечит правильную его намотку и минимальные усилия в канате.

Ручные лебедки характеризуются общим передаточным числом, которое равно:

$$i_{\text{общ}} = \frac{M_{\text{гр}}}{M_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{общ}}}, \quad (1.1)$$

где $M_{\text{гр}}$ – момент вращения на грузовом барабане

$$M_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{к}} \cdot D_{\text{к}}}{2}, \quad (1.2)$$

где $S_{\text{к}}$ – тяговое усилие каната;

$D_{\text{к}}$ – диаметр барабана по последнему слою навивки;

$\eta_{\text{общ}}$ – коэффициент полезного действия лебедки в общем;

$M_{\text{пр}}$ – момент на рабочем приводном валу

$$M_{\text{пр}} = P_1 \cdot L_{\text{рук}} \cdot n_{\text{раб}} \cdot K_{\text{одн}}, \quad (1.3)$$

где P_1 – усилие на рукояти, развиваемое одним рабочим ($P_1=0,15\text{кН}$ при кратковременной работе; $P_1 = 0,12\text{кН}$ при длительной работе);

$n_{\text{раб}}$ – общее число рабочих на рукоятях (один рабочий при тяговом усилии $\leq 7,5\text{кН}$; два – при тяговом усилии $7,5 - 25 \text{ кН}$; четыре – при тяговом усилии более 25 кН);

$L_{\text{рук}}$ – плечо рукояти $0,25-0,4 \text{ м}$;

$K_{\text{одн}}$ – коэффициент одновременности приложения усилий рабочими. Для 2-х человек $K_{\text{одн}} = 0,8$; для 4-х человек $K_{\text{одн}} = 0,7$.

$$i_{\text{общ}} = \frac{0,5 \cdot S_{\text{к}} \cdot D_{\text{к}}}{P_1 \cdot L_{\text{рук}} \cdot n_{\text{раб}} \cdot K_{\text{одн}} \cdot \eta}; \quad (1.4)$$

$$D_{\text{к}} = [D_{\text{б}} \div d_{\text{к}} \cdot 2 \cdot m - 1] \cdot 10^{-3}, \quad (1.5)$$

где $d_{\text{к}}$ – диаметр троса, мм;

m – число слоев навивки каната на барабан;

$D_{\text{б}}$ – диаметр барабана.

Если $i_{\text{общ}} = 8-12$, то принимают один вал с одной зубчатой передачей;

$i_{\text{общ}} = 12-50$ – два вала с двумя передачами; $i_{\text{общ}} > 50$ – три передачи.

Затем определяют передаточное число для каждой передачи и их количество с учетом того, что $i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots \cdot i_n$ и для последней передачи i должно быть $8-10$, а для промежуточных – не более 5 для каждой.

Серия из двух и более зубчатых передач называется зубчатым редуктором, назначение которого – уменьшение частоты оборотов ведомого (выходно-

го) вала по сравнению с частотой оборотов ведущего (входного вала и соответственное увеличение крутящего моментов.

В лебедках с 2-3 передачами есть переключающие устройства, которые позволяют путем отключения промежуточной передачи уменьшить общее число передач на 1 и передаточное число лебедки.

Длина рукояти $L_{рук} = 0,25$ м при одном рабочем на рукоятке и $L_{рук} = 0,4$ м – при двух рабочих.

Электрические лебедки делятся на переставные и подвесные и состоят из следующих основных частей:

- электродвигателя трехфазного тока с пусковой аппаратурой (магнитный пускатель и т.п.);
- редуктора, соединенного с валом двигателя фланцевым соединением;
- электромагнитного двухколодочного тормоза с втулочно-пальцевой муфтой;
- барабана, на который наматывается канат;
- рамы, на которой установлены все узлы лебедки.

Электрические лебедки могут быть реверсивными и неревверсивными. Реверсирование – изменение направления вращения на противоположное. Особенностью электрореверсивных однобарабанных лебедок является то, что электродвигатель и барабан лебедки соединены между собой постоянной жесткой кинематической связью. Поэтому опускание груза возможно только при обратном вращении ротора двигателя и при том с той же скоростью, что и при подъеме. Жесткая кинематическая связь барабана с двигателем осуществляется через редуктор, как правило, двухступенчатый зубчатый. В неревверсивных лебедках связь электродвигателя и барабана может быть и зубчато-фрикционной (барабан соединен с зубчатым колесом за счет фрикционной муфты). В этом случае груз опускается за счет силы тяжести.

Достоинством электрореверсивных лебедок является:

- высокая безопасность подъема груза;
- компактность, малые размеры;
- надежность спуска порожнего крюка;
- простота управления так как все операции – это включение электродвигателя на подъем, включение на спуск;
- возможность дистанционного управления. В этом случае пусковая аппаратура переносится в специальную кабину управления, где один человек мо-

жет управлять несколькими лебедками. Например, в башенном кране крановщик управляет всеми лебедками, входящими в состав механизма.

Недостаток – относительно малая скорость опускания груза, а, следовательно, удлиняется цикл и снижается производительность крана.

По скорости подъема груза электрореверсивные лебедки делятся на быстроходные и тихоходные.

Быстроходные имеют скорость подъема 0,5-1,0 м/с, используются преимущественно в подъемниках и частично в башенных кранах, работающих на жилищном строительстве, то есть в таких машинах, для которых основная операция – подъем сравнительно небольших по массе грузов на значительную высоту.

Для монтажа тяжелых и громоздких конструкций применяются тихоходные лебедки со скоростью поднятия груза 0,1-0,12 м/с с трехступенчатым зубчатым редуктором (быстроходные непригодны из-за больших скоростей движения каната).

Лебедки с вертикальным валом называются кабестанами. Специальный кабестан, служащий для подтягивания грузов пеньковым канатом на небольшие расстояния называется шпиль.

Подвесные лебедки называются талями и служат для подтягивания груза кверху цепями или канатами.

Тали бывают также ручными и электрическими

Электрические тали называются тельферами. Тельфер может не только поднимать, но и перемещать груз по монорельсу или кран-балке. В этом случае его подвесное устройство выполнено в виде тележки.

ПОДЪЕМНИКИ

Это грузоподъемные механизмы, осуществляющие в основном вертикальное перемещение грузов на грузовой площадке или платформе (сыпучие и жидкие составляющие перемещаются в ковше – скиповые подъемники).

Назначение подъемников – вертикальное перемещение людей и грузов. Подъемники применяются для подачи разнообразных материалов, как правило, штучных деталей или людей на этажи строящегося здания после демонтажа основных грузоподъемных машин (при отделочных работах).

Подъемники классифицируются по:

- назначению на грузовые, пассажирские и грузопассажирские;
- по способу установки на передвижные (автовышки) и стационарные или приставные: мачтовые (в основном), шахтные, скиповые.

Мачтовые подъемники монтируются с фасада строящегося здания, высота их неограниченна, так как может быть увеличена за счет модулей и зависит только от канатоемкости лебедки. При значительной высоте мачтовых подъемников они крепятся кронштейном к самому зданию.

У грузовых мачтовых подъемников (рис. 1.5) грузовые площадки устроены так, что можно не только поднять груз, но и вдвинуть его в проем. При подъеме малогабаритных грузов на большую высоту на грузовой площадке устраивается ограждение.

У мачтовых подъемников крайнее положение платформы фиксируется конечными выключателями-ограничителями. Платформа оборудована аварийными захватами, удерживающими платформу при обрыве грузового каната.

Грузопассажирские подъемники (рис. 1.6) – это кабина с ограждением. Может останавливаться на каждом этаже, есть поэтажные площадки с дверями. Могут быть канатные и бесканатные (зубчато-реечные, имеющие шестерни в кабине, перекатывающиеся по зубчатой рейке, установленной вдоль всей мачты). Высота подъема ограничивается только высотой подъема мачты и высотой объекта, к которому мачта прикреплена. В грузопассажирских подъемниках имеются уловители (на кабине имеет захватные устройства, которые силой прижимаются к направляющим кабины и затормаживают ее).

У пассажирских подъемников принцип действия такой же, как у грузовых, но здесь уже используется не выносная площадка, а кабина, расположенная не снаружи, а внутри направляющих. Подъемники оборудованы кабиноуловителями сверху и снизу. Такие подъемники очень широко используются в шахтах.

Скиповые подъемники служат только для подачи сыпучих или жидких материалов в ковшах и широко используются на бетонных заводах для подачи материалов в дозаторы. Скиповые подъемники состоят из наклонной рамы с направляющими, по которым перемещается ковш с помощью каната электролебедки. Ковш имеет опорные ролики, которые движутся по разным колеям. При подходе ковша к верхнему оголовку его передние ролики начинают двигаться по криволинейной части направляющих, а задние движутся по прямой и ковш сам опрокидывается. Вместимость ковша скиповых подъемников $Q = 0,75-1 \text{ м}^3$ и более.

Автомобильные подъемники имеют рабочее оборудование в виде одного, двух или более шарнирно сочлененных колен. К оголовку верхнего колена прикреплена рабочая площадка – люлька. Нижнее колено шарнирно закреплено на поворотной платформе. Колена поворачиваются друг относительно друга и

платформы с помощью гидроцилиндров и рычагов, а платформа – относительно ходовой части на опорно-поворотном устройстве с помощью механизма вращения. Люлька при повороте колен сохраняет вертикальное положение.

Автовышки представляют собой телескопическую мачту с рабочей площадкой наверху, смонтированную на базе автомобиля. Они предназначены только для подъема людей. Рабочие площадки вышек не перемещаются в пространстве и поэтому вышки имеют ограниченную зону обслуживания и используются, как правило, для обслуживания осветительной сети и контактных линий общественного транспорта.

ПОЛИСПАСТ

Полиспаст – это система, состоящая из нескольких подвижных и неподвижных блоков и канатов, последовательно огибающих все блоки. Один конец каната закреплен на подвижной или неподвижной обойме блоков, а другой идет на барабан лебедки.

Полиспасты обеспечивают распределение силы тяжести груза на несколько ветвей каната и позволяют применять канаты меньшего диаметра, а, следовательно, более эластичные. Кроме того, усилие, передаваемое на лебедку, уменьшается, что позволяет использовать лебедки меньшей мощности.

Основная характеристика полиспаста – кратность, которая определяется количеством рабочих ветвей, на которых подвешена подвижная обойма.

Число рабочих ветвей (кратность) при сбегании с подвижного блока равно числу блоков плюс один, то есть $n = z + 1$; при сбегании с неподвижного блока – равно числу блоков, то есть $n = z$, где z – число блоков, а n – кратность полиспаста.

При упрощенном расчете полиспаста определяют тяговое усилие на сбегавшей ветви каната и его диаметр.

Тяговое усилие на сбегавшей ветви каната S определяется по формуле, кН

$$S = \frac{Q + q}{n \cdot \eta^z}, \quad (1.1)$$

где Q – вес поднимаемого груза, кН;

q – вес подвижных блоков с крюком, кН;

n – кратность полиспаста;

η – коэффициент полезного действия (КПД) полиспаста;

z – число блоков.

Площадь сечения каната рассчитывается по формуле, мм²

$$F = \frac{S \cdot K_3}{R} \quad (1.2)$$

где R – расчетное сопротивление каната на разрыв $R = 1,50$ кН/мм²;

K_3 – коэффициент запаса, для ручных лебедок $K_3 = 4$; для электрических $K_3 = 5$.

Диаметр каната, мм определяется как $d = 2r$ $r = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$

Материалы и оборудование: макеты грузоподъемных механизмов, плакаты, видеоматериалы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучение конструкции и технических параметров домкратов, лебедок, подъемников и полиспастов (плакаты, макеты).

2. Вычерчивание схем грузоподъемных механизмов с указанием основных частей и особенностей конструкции, размерных и технических параметров.

3. Расчет полиспаста и подбор лебедки.

4. Оформление отчетов с предоставлением конспекта теоретической части, дополненного чертежами и выводами.

Задача. Рассчитать тяговое усилие на сбегающей ветви полиспаста, определить диаметр каната, подобрать лебедку, вычертить схему полиспаста при заданных условиях (табл. 1).

Таблица 1

Исходные данные для расчета полиспаста

Вариант	Вес поднимаемого груза, кН	Кратность полиспаста	Сбегание каната с обоймы блоков	КПД η
1	150	5	неподвижной	0,94
2	100	4	подвижной	0,95
3	150	3	неподвижной	0,96
4	200	5	подвижной	0,93
5	250	4	подвижной	0,95
6	300	6	подвижной	0,92

Пример решения задачи: Рассчитать тяговое усилие на сбегающей с подвижного блока ветви каната для 4-х кратного полиспаста при подъеме груза весом 180 кН. Определить диаметр каната, подобрать электрическую реверсивную лебедку. Вычертить схему полиспаста. КПД полиспаста равно 0,98.

При расчете тягового усилия пренебрегаем весом подвижных блоков с крюком. Число блоков полиспаста при заданных условиях $z = 3$. Тогда тяговое усилие равно:

$$S = \frac{180}{4 \cdot 0.98^3} = 47.8 \text{ кН.}$$

Принимаем лебедку ПЛ-5-61.

Площадь сечения каната равна $F = \frac{47.8 \cdot 5}{1.5} = 160 \text{ мм}^2$.

Потребный диаметр каната $d = 2 \cdot \sqrt{\frac{160}{3.14}} = 14.3 \text{ мм}$. Принимаем стандартный канат диаметром $d = 15 \text{ мм}$.

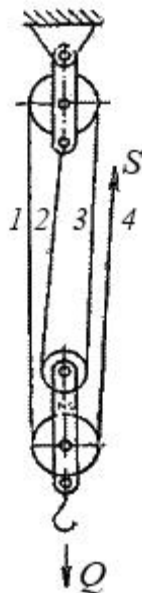


Рис. 1.1. Схема полиспаста

Часть 2. Грузоподъемные машины. Строительные краны

Возведение объектов транспортной инфраструктуры, а также выполнение работ в промышленном и гражданском строительстве невозможно без привлечения грузоподъемных машин – кранов, которые выполняют наиболее трудоемкие тяжелые процессы.

Назначение кранов – для вертикального и горизонтального перемещения грузов.

Применение – для выполнения строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ.

Классификация строительных кранов приведена на рис. 1.2.

Главный технический параметр кранов – грузоподъемность.

Основные размерные параметры – высота подъема крюка и вылет стрелы.

Высота подъема крюка – расстояние от поверхности земли (уровня стоянки крана) до «зева» крюка.

Вылет стрелы – расстояние от оси вращения крана до крюка.

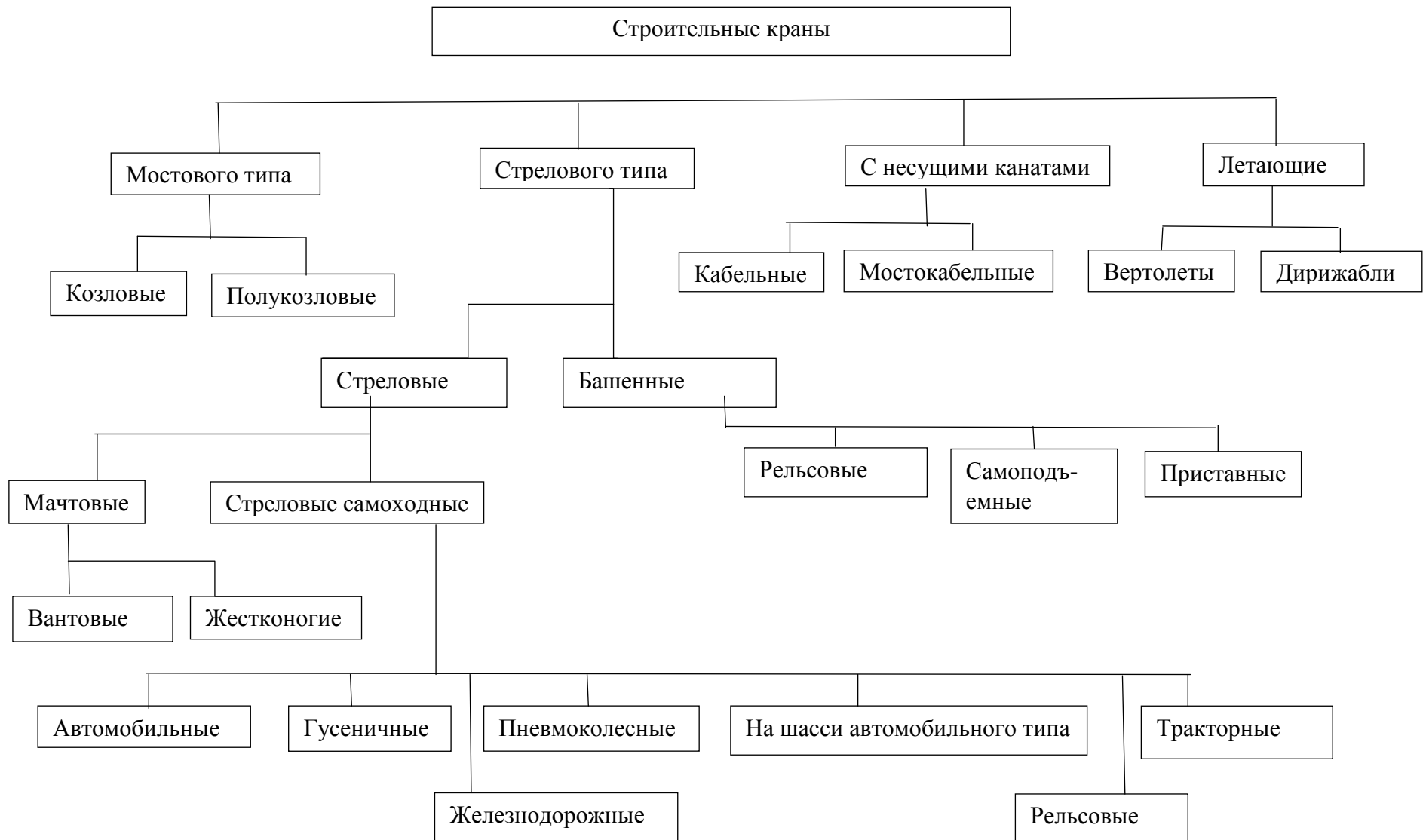


Рис. 1.2. Классификация строительных кранов

Грузоподъемность, высота подъема крюка и вылет стрелы для стреловых кранов являются величинами переменными, зависящими друг от друга и взаимно друг на друга влияющими.

Грузовая характеристика крана – зависимости между грузоподъемностью и вылетом стрелы. Грузовая характеристика приводится в техническом паспорте крана.

СТРЕЛОВЫЕ САМОХОДНЫЕ КРАНЫ

Основные части кранов:

- неповоротная ходовая часть;
- поворотная платформа. Через поворотное устройство (опорно-поворотный диск) платформа соединяется с ходовой частью. На платформе расположены рабочее оборудование, система управления, трансмиссия, силовая установка;

- рабочее оборудование. Оно у различных кранов различно. Универсальные стреловые краны могут работать с основной и удлиненной с помощью вставок стрелой, со стрелой оборудованной подставками (клювами или гуськами управляемыми и неуправляемыми), с башенно-стреловым оборудованием. Управляемая подставка – это такая подставка, которая изменяет вылет в процессе цикла. Для этого нужна добавочная стреловая лебедка с полиспастом, которые будут менять угол наклона подставки, а, следовательно, ее вылет. Применяются также телескопические стрелы, длина которых может изменяться за счет выдвижения или втягивания крановой обоймы. Конструктивно рабочее оборудование – это, как правило, решетчатая стрела с крюком на конце или стрела телескопическая на гидроцилиндрах с крюком;

- силовая установка предназначена для работы крана и может располагаться на поворотной платформе или в кабине. Силовые установки могут быть дизельными, электрическими, дизель-электрическими. Краны могут быть одномоторными и многомоторными;

- система управления;

- трансмиссия – устройство для передачи усилия от силовой установки на опорно-поворотное устройство, ходовое устройство и к лебедкам подъема крюка.

Стреловые краны имеют механизмы: подъема груза, изменения вылета стрелы, вращения стрелы, передвижения крана. Все эти механизмы (кроме передвижения крана) входят в систему управления крановой установкой и распо-

ложены на поворотной платформе. Механизм перемещения крана расположен или на платформе, или в отдельной кабине.

Подъемных механизмов, как правило, два. Один из них обслуживает подъем больших по массе грузов основным крюком на малой скорости, другой – подъем вспомогательным крюком малых грузов на большой скорости.

Все стреловые краны снабжены приборами безопасности:

- ограничитель грузоподъемности;
- ограничитель угла минимального наклона стрелы и маневрового гуська (устанавливается у основания стрелы и на оголовке башни);
- ограничитель высоты подъема стрелы, главного и вспомогательного крюка (устанавливается на оголовке стрела и оголовке гуська);
- креномер, определяющий угол наклона крана на местности (не более $1-3^\circ$, для кранов с башенно-стреловым оборудованием 1° , для кранов с удлиненной стрелой 2° , кранов с обычной стрелой 3°);
- анемометр, измеряющий скорость ветра;
- прибор, оповещающий о приближении стрелы к проводам ЛЭП.

На стреле крана установлен указатель вылета и грузоподъемности (сменные шкалы, на которых указана грузоподъемность Q в зависимости от высоты подъема крюка $H_{\text{крюка}}$ и вылета стрелы $l_{\text{стр.}}$), а также указатели вылета маневрового гуська при башенно-стреловом оборудовании крана.

Для стреловых самоходных кранов (кроме кранов на гусеничном ходу) паспортная грузоподъемность может быть реализована только при работе на выносных опорах, когда ходовое оборудование полностью освобождено от нагрузки. При работе без выносных опор грузоподъемность снижается на 60-80% от паспортной. Движение самоходных кранов с грузом допускается со значительными ограничениями по грузоподъемности и скорости. Эти ограничения указываются в техническом паспорте машины. Перемещение кранов с грузом возможно только при опущенной к земле стреле, стрела должна быть расположена строго вдоль оси ходовой части крана. Это возможно только для гусеничных, пневмоколесных кранов и кранов на шасси автомобильного типа специально уширенных.

Достоинства стреловых самоходных кранов: автономность в работе, высокая маневренность, быстрая переброска с объекта на объект.

Перебазирование стреловых самоходных кранов с одной площадки на другую осуществляется: автомобильных кранов – своим ходом в транспортном

положении со скоростью до 75 км/час; пневмоколесных и кранов на специальном шасси автомобильного типа – собственным ходом и на буксире со скоростью 30 км/час; гусеничных кранов – на прицепах к тяжеловозам, трейлерах. Гусеничные краны при отсутствии тягача или трейлера могут транспортироваться и собственным ходом, но они очень тяжелые и тихоходные. В городской черте разрешается транспортировать гусеничные краны собственным ходом только за пределами проезжей части, то есть по обочине, а при переезде через автодорогу должны устраиваться слани.

Стреловые самоходные краны классифицируются:

- по грузоподъемности;
- по типу ходовой части, так как поворотные части (крановые установки) принципиально ничем не отличаются (гусеничное – Г; гусеничное уширенное – Гу; пневмоколесное – Пн; специальное шасси автомобильного типа – Ш; автомобильное – Ав; тракторное – Тр; прицепные – Пр);
- по конструкции стрелы или по исполнению рабочего оборудования (пространственная решетка, на гидроцилиндрах, телескопическая).

Основные признаки, по которым классифицируются краны, положены в основу системы индексации кранов (рис. 1.3).

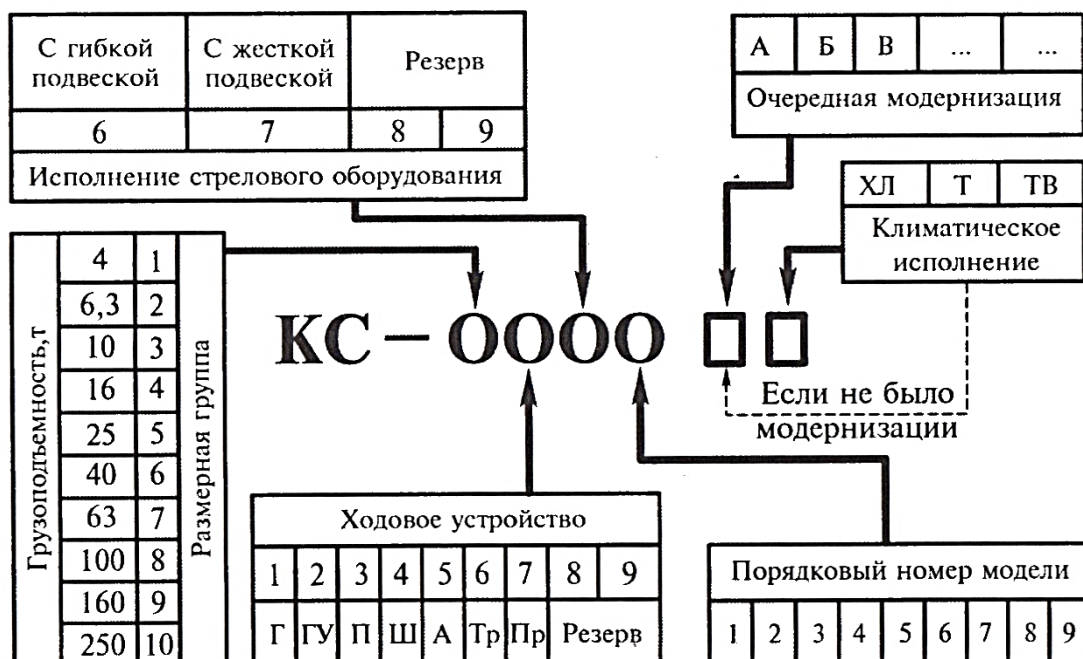


Рис. 1.3. Система индексации стреловых самоходных кранов

ПЕРЕСТАВНЫЕ КРАНЫ

Переставные краны – грузоподъемные машины с небольшим вылетом стрелы. Применяются для подачи небольших грузов в смонтированное здание. Устанавливаются на плитах покрытия, перекрытия, могут переставляться вручную. Стрела выставляется за пределы покрытия в оконные или дверные проемы. Краны могут быть на выносных опорах. Удобны на подсобных работах, при подаче отделочных материалов на этажи здания или кровельных материалов на крышу здания. Представляют собой в основном поворотную платформу, на которой установлена лебедка и канат с крюком. Лебедки могут быть ручные и электрические, оборудованы полиспастом. Технические параметры основных типов переставных кранов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технические и размерные параметры переставных кранов

Марка крана	Грузоподъемность, Q , т	Вылет стрелы, $l_{стр}$, м	Высота подъема крюка, $H_{кр}$, м
КЛ-1А	0,5 – 1	2 – 4	до 20
Пионер-2	0,5	3	18

СПЕЦИАЛЬНЫЕ КРАНЫ

К специальным кранам относятся краны мостовые и козловые. Это краны пролетного типа. Их отличительной особенностью является то, что краны не испытывают опрокидывающего момента от действия веса груза. По сравнению со стреловыми кранами они имеют постоянную грузоподъемность по всей площади обслуживаемой зоны, большую устойчивость, меньшую массу, но менее маневренны, так как смонтированы на рельсовых путях и зона их действия постоянна. Кроме того, они более сложны в монтаже.

Мостовые краны применяются, как правило, на предприятиях строительной индустрии – в цехах, на складах. Во время строительства цехов могут быть использованы при устройстве фундаментов оборудования и монтаже самого оборудования. По окончании строительства остаются в качестве штатного оборудования на предприятиях.

Мостовой кран состоит из металлической фермы – моста, который перемещается по специальному рельсовому пути, уложенному на подкрановых балках. По мосту движется грузовая тележка с электролебедкой, на которой укреп-

лено рабочее оборудование – крюк с канатом. На мосту есть конечные ограничители, которые ограничивают движение крана, чтобы он не врезался в колонну. Кран имеет кабину управления, которая может быть расположена на конструкции крана или на опоре при дистанционном управлении.

По конструкции мост может быть одно и двухбалочный. Однобалочный мост применяется при длине пролета 5-17 м и грузоподъемности до 10 т. Двухбалочный мост – это две продольные балки коробчатого или двутаврового сечения, соединенные концевыми балками. Грузоподъемность двухбалочного мостового крана 10-100 т, а пролет зависит от строительного пролета. Если грузоподъемность крана более 20 т, то кран имеет два механизма подъема – главный и вспомогательный, грузоподъемность которого в 3-5 раз меньше, чем у основного. Механизмы подъема, передвижения моста по подкрановым путям и тележки по мосту имеют самостоятельные электродвигатели. Питание осуществляется от внешних источников энергии при помощи кабеля и троллеев.

Козловые краны широко применяются при погрузочно-разгрузочных работах, на складах и полигонах заводов строительных изделий, на площадках укрупнительной сборки и монтаже строительных конструкций, на базах сборки рельсовых звеньев и т.д.

Козловой кран отличается от мостового тем, что передвигается по наземным подкрановым путям, состоящим из рельсов (в основном Р-43, Р-50), опирающихся на полушпалы и балласт, толщина которого зависит от грузоподъемности крана, типа рельсов и грунтов земляного полотна.

Конструктивно козловой кран – пролетное строение в виде моста (ригеля), установленного на опорах-козлах. По ригелю передвигается электроталь или грузовая тележка. Ригель перекрывает пролеты шириной 20-44 м. При большом пролете кранов одна опора закрепляется жестко с мостом, другая – шарнирно. Это позволяет устранить опасность заклинивания опор при температурном расширении моста.

Ригель или мост крана может быть выполнен консольным, одноконсольным (тележка движется по нижнему поясу) и безконсольным (тележка движется по верхнему поясу). Зона действия крана – пространство, охватываемое тележкой при движении моста по подкрановым путям и движении тележки по мосту. Ее размеры зависят от длины подкрановых путей, конструкции ригеля (наличия консолей). Питание электродвигателей крана осуществляется гибким кабелем типа КРПТ. Кабина крана находится на конструкции ригеля или на

опоре, имеет дистанционное управление механизмами крана, лестница для подъема в кабину расположена на жесткой опоре.

Козловые краны делятся на монтажные с грузоподъемностью до 500 т и общего назначения с грузоподъемностью до 10 т.

У кранов с большой грузоподъемностью грузовая тележка может передвигаться по нижнему и верхнему поясу моста. В кранах с комбинированной конструкцией моста по верхнему поясу движется тележка с механизмом для основного подъема, а по нижнему – тележка вспомогательного механизма подъема.

Достоинства козловых кранов: простота конструкции, устойчивость, грузоподъемность Q и высота подъема крюка $H_{кр}$ не зависят от места нахождения груза в рабочей зоне, хороший обзор у машиниста.

БАШЕННЫЕ КРАНЫ

Наиболее распространенные грузоподъемные машины при выполнении строительного-монтажных работ – это башенные краны. Они имеют следующие отличительные особенности:

- возможность подъема грузов на значительную высоту;
- высокая производительность;
- возможность широкого маневрирования в подстреловом пространстве.

Главным техническим параметром башенного крана является грузовой момент или произведение грузоподъемности на соответствующий ей вылет. На основе грузового момента оцениваются экономическая эффективность машины, её технологические возможности. У башенных кранов значение грузового момента на всех вылетах принимается постоянным. Поэтому грузоподъемность Q принимают в зависимости от его вылета $l_{стр}$ (чем меньше вылет, тем больше грузоподъемность). Эта зависимость называется грузовой характеристикой крана и изображается в виде графика (диаграммы). Грузоподъемность на минимальном вылете крана считается номинальной. Для визуального контроля значения грузового момента на кранах устанавливают указатели фактического грузового момента. При превышении грузового момента автоматическое выключение привода механизма подъема машины обеспечивает ограничитель грузового момента (ОГМ).

Система индексации башенных кранов приведена на рис. 1.4.

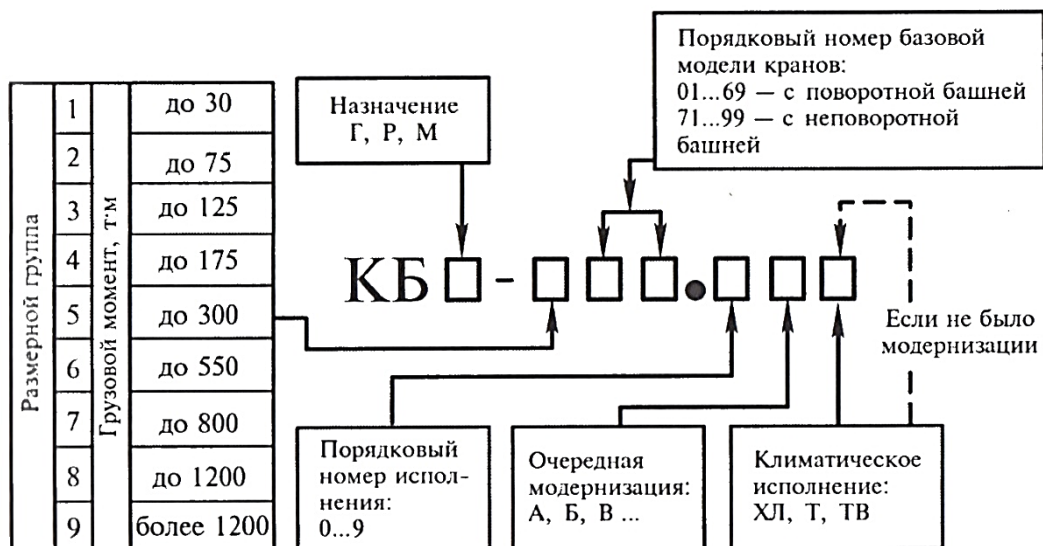


Рис. 1.4. Система индексации башенных кранов

Башенные краны классифицируются:

- по способу установки: стационарные, самоподъемные и передвижные;
- по типу башни: поворотная и неповоротная;
- по виду стрелы: подъемная или управляемая и балочная;
- по виду ходового оборудования: рельсовое ходовое устройство и крайне редко краны на гусеничном и автомобильном ходу.

К стационарным относятся краны, закрепленные на фундаменте; при большой высоте их дополнительно крепят к возводимому зданию (тогда их называют приставными). При возведении нижней части здания эти краны могут быть на рельсовом ходу и передвигаться как широко распространенные передвижные. С увеличением высоты башни кран наращивается и крепится к зданию. Такая схема организации работ улучшает использование крана. Стационарные краны имеют неповоротную башню. Монтаж их осуществляется наращиванием за счет обоймы, расположенной в верхней части башни. Приставные краны, по сравнению с передвижными рельсовыми, имеют меньшую массу и меньший расход металла.

К самоподъемным относятся краны, устанавливаемые на конструкцию возводимого сооружения и перемещающиеся вверх с одного уровня на другой (обычно через 2 этажа) с помощью собственных механизмов. Краны используются при возведении зданий и сооружений большой высоты, имеющих метал-

личный или мощный железобетонный монолитный каркас, который служит их опорой. При возведении монолитных зданий краны опираются на специально предусмотренные окна в стенах лифтовой шахты и по мере роста здания самоподнимаются по ней. В сборных зданиях с металлическими или железобетонными каркасами для опирания самоподъемного крана используются ячейки каркаса.

Применение самоподъемных кранов позволяет возводить здания в стесненных условиях и на косогорах, обеспечить одним краном строительство зданий сложной конфигурации, повысить безопасность эксплуатации кранов, снизить эксплуатационные расходы, улучшить условия труда строителей-монтажников.

Приставные и самоподъемные краны применяются преимущественно при возведении зданий точечного типа ограниченных размеров в плане, но большой этажности, а также в зданиях большой протяженности, когда из-за высокого темпа работ необходимо такое количество кранов, при котором площадь, приходящаяся на один кран, полностью им перекрывается без дополнительной перестановки.

К передвижным (рельсовым) относятся краны, оборудованные собственным приводом для перемещения.

В зависимости от вида стрелы краны могут быть с подъемной и балочной стрелой. У кранов с подъемной стрелой груз находится на конце стрелы, а вылет стрелы меняется за счет изменения угла ее наклона. У кранов с балочной стрелой груз перемещается при помощи тележки, оборудованной грузовым полиспастом с крюковой подвеской. Вылет стрелы меняется за счет движения тележки.

Балочные стрелы являются в основном жестко закрепленными и удерживаются в рабочем состоянии одной или несколькими подвесками, состоящими из канатов большого диаметра или металлических тяг, соединенных с верхним поясом стрелы в одной или нескольких точках. Однако имеются также конструктивные решения балочной стрелы, которая при необходимости может устанавливаться под углом 30° к горизонту. При этом в одних случаях грузовая тележка закрепляется на конце стрелы, а в других имеет возможность перемещаться с грузом вдоль наклонной стрелы. В балочных стрелах грузовая тележка может перемещаться по двутавровой балке, закрепленной вдоль оси нижнего пояса стрелы, или по направляющим, расположенным по сторонам нижней грани стрелы, или по двум верхним поясам стрелы прямоугольного сечения.

Подъемные стрелы имеют большее применение, так как просты по конструкции, масса стрелы меньше, что позволяет увеличить грузоподъемность крана, имеют возможность увеличить высоту подъема груза при уменьшении вылета, имеют хорошую маневренность в стесненных условиях строительной площадки, более технологичны в изготовлении, удобнее в монтаже и перевозке.

Но у подъемных стрел есть и недостатки: отсутствие строгого горизонтального перемещения груза при изменении вылета крюка; незначительная и неравномерная горизонтальная скорость при изменении вылета; незначительная зона обслуживания с одной стоянки, так как груз не может подводиться близко к башне крана из-за того, что крутой подъем стрелы невозможен (у балочной стрелы грузовая тележка может перемещаться по всей длине стрелы). В результате создается мертвая зона и площадь, обслуживаемая краном с одной стоянки, почти в 2 раза меньше, чем у балочного крана. Для ликвидации мертвой зоны необходимы частые перемещения крана вдоль фронта работ, что повышает износ ходовой части и опорно-поворотного устройства. Кроме того, при изменении вылета вместе со стрелой опускается или поднимается груз, что затрудняет его установку, удлиняет цикл работы, снижает производительность.

Подъемные и балочные стрелы применяют в кранах 3 и 4 размерных групп с поворотной башней. Краны 5 и 6 размерных групп оборудованы стрелами только балочной конструкции. У кранов 5-й размерной группы балочная стрела может устанавливаться горизонтально и под углом 30° к горизонту, а у кранов 6-й размерной группы – только горизонтально.

Башни и стрелы могут быть выполнены решетчатыми из уголков или труб малого диаметра и трубчатыми (сплошностенчатыми) из металлического листа или труб большого диаметра, что приводит к большому расходу металла, сложности монтажа и демонтажа, транспортирования, потере грузоподъемности, но обеспечивает большую устойчивость крана. Поперечное сечение башен и стрел может быть квадратным, прямоугольным и круглым. А для стрел еще и треугольным с ребром вниз или вверх. Башни имеют по высоте постоянное сечение при высоте башни до 25 м или переменное с уменьшением его размеров по высоте.

Башенные краны оборудованы противовесом или контргрузом, предназначенным для уравновешивания массы стрелы, груза и снижения изгибающих нагрузок на башню. Обычно контргруз состоит из маркированных по массе железобетонных плит, которые укладываются на поворотную платформу и закреп-

пляются на ней. Такое нижнее расположение контргруза характерно как для кранов с поворотной, так и неповоротной башней (кроме стационарных и самоподъемных) и позволяет снизить центр тяжести крана, сохранить полноповоротность крана при любых условиях.

В тоже время контргруз, расположенный внизу, занимает много места по ширине, кран не может максимально приблизиться к сооружению и частично теряет в использовании вылета стрелы (большой запас по вылету).

Стационарные (особенно приставные) и самоподъемные краны оборудованы противовесными консолями и распорками, расположенными в верхней части и выполненными в виде плоской рамы или фермы, аналогичными по конструкции стрелам. Консоли одной стороной крепятся на шарнирах к нижней части поворотного оголовка с противоположной от стрелы стороны, а верхняя их часть с помощью тяг подвешивается к оголовку. На консоли расположены грузовая и стреловая (если необходимо по конструкции) лебедки, а также бетонные блоки противовеса, которые могут устанавливаться на консоль сверху, крепиться на торце или подвешиваться снизу. Длина консоли может меняться при изменении длины стрелы. Противовес может быть выполнен подвижным, по типу грузовой тележки на стреле и передвигаться при помощи специального механизма, установленного на консоли. Верхнее расположение противовеса имеет свои недостатки: завышенный центр тяжести крана, длинная противовесная консоль не позволяет крану при монтаже верхних этажей поворачиваться на 360° или необходимо выбирать кран с большим запасом по высоте так, чтобы высота башни позволяла крану беспрепятственно поворачиваться «спиной» к зданию, а консоль проходила над конструкциями.

Башенные краны оборудованы приборами безопасности:

- ограничители крайних положений всех видов движения крана (упоры, при касании которых работа соответствующих механизмов прекращается);
- ограничитель грузоподъемности. Если вес поднимаемого груза больше нормы на данном вылете, то грузовая лебедка автоматически отключается;
- ограничитель угла наклона стрелы;
- краны оснащены тормозами, электрозащитой, аварийными кнопками, автоматикой определения опасных порывов ветра (при больших порывах ветра электропитание автоматически отключается), сигнализацией, указателями вылета крюка и грузоподъемности, рельсовыми захватами (кран ставится «на прикол» после окончания смены).

Эксплуатация кранов разрешается только после их регистрации и технического освидетельствования службой Горгостехнадзора.

ЛЕТАЮЩИЕ КРАНЫ

К летающим грузоподъемным средствам, используемым при строительномонтажных работах, относятся вертолеты и дирижабли, а также их комбинации.

Вертолеты предназначены для вертикального и горизонтального перемещения грузов, а также их доставки к месту установки. Используются при монтаже высотных сооружений или в том случае, когда доставить конструкцию другим путем, кроме воздушного, крайне сложно или невозможно (нет дорог или их строительство дорого). Пример использования вертолетов: монтаж буровых вышек, телевизионных башен, вентиляционных и дымоходных труб и т.п. Одновинтовые вертолеты имеют индекс Ми (наиболее распространенные в строительстве Ми-8 и Ми-6, Ми-10К), двухвинтовые, имеющие два соосных винта – Ка.

Одновинтовые вертолеты компактны, имеют хорошую весовую отдачу, маневренность и большую скорость полета, но наличие рулевого винта на хвостовой балке затрудняет полет и посадку в стесненных условиях, приводит к несимметричному распределению сил и боковому заваливанию в сторону тяги хвоста, скольжению при полете и посадке.

Двухвинтовые вертолеты с соосными несущими винтами компактнее, образуют более равномерный воздушный поток, у них более короткий хвост, меньше диаметр винтов и ниже уровень вибрации, рулевые винты отсутствуют. Однако наличие двух винтов, расположенных один над другим, усложняет конструкцию, удорожает изготовление и эксплуатацию, увеличивает конструктивную высоту вертолета.

Возможная грузоподъемность (взлетная масса) вертолета определяется по специальным номограммам, приведенным в Руководстве по летной эксплуатации. Это вызвано тем, что взлетная масса величина переменная, зависящая от ряда факторов: температуры, влажности воздуха, атмосферного давления и высоты полета, скорости ветра, влияния воздушной подушки (летом у земли воздух более разрежен, подушка менее плотная и взлетная масса вертолета меньше). Воздушная подушка – область повышенного давления воздуха под винтами вертолета при его нахождении над уровнем земли, воды, здания до высоты

равной диаметру винта. При наличии воздушной подушки тяга вертолета увеличивается на 18-20%. Правильность выбора величины взлетной массы проверяется контрольным висением вертолета у земли после строповки и подъема груза. Грузы на вертолетах крепят на специальной внешней подвеске, расположенной на одной вертикали с осью несущего винта.

Масса груза $P_{гр}$, поднимаемого вертолетом, определится как

$$P_{гр} = P_{взл} - P_c - P_T - P_э, \quad (1.3)$$

где $P_{взл}$ – взлетная масса вертолета (возможная грузоподъемность)

P_c – масса сухого вертолета;

P_T – масса топлива и смазки из расчета 1т на час полета;

$P_э$ – масса экипажа и дополнительного оборудования (0,5 т)

Взлетная масса вертолета, определенная по номограмме должна быть уменьшена еще на 2 т для получения запаса мощности двигателей, обеспечивающих его маневрирование.

Таблица 3

Основные летно-технические характеристики вертолетов

Наименование показателей	Тип вертолета				
	Ка-26	Ми-8	Ми-6	Ми-10К	
Грузоподъемность на монтажных работах максимальная, т	0,9	3	6	9	
Масса максимального груза, т, перевозимого	на внешней подвеске	0,9	3	8	11
	внутри фюзеляжа	0,9	4	12	3
Скорость максимальная, км/ч	170	230	300	235	
Продолжительность полета максимальная, ч	3,3	2,1	5	3,5	
Дальность полета максимальная, км	130	680	1160	750	
Дальность полета, км/полезная масса груза, т	100/0,84-500/0,49	100/3,7-500/2,5	100/11,1-500/7,3	50/9,8-500/4,14	
Потолок динамический, м	3100	4500	4500	3000	
Длина вертолета, м	13	25,2	42,02	41,9	
Диаметр несущего винта, м	13	21,3	35	35	

Наименование показателей		Тип вертолета			
		Ка-26	Ми-8	Ми-6	Ми-10К
Масса пустого вертолета, т		2,18	6,8	27,9	25,5
Взлетная масса вертолета, т при транспортировании грузов	на внешней подвеске	3,25	11	38	
	при монтаже	3,25	11	35	
Расход топлива на 500 км полета, т		0,48	2,2	6,2	7,5
Число членов экипажа при монтажных работах, чел.		2	3	5	5

Дирижабли, как монтажное средство, имеют основные достоинства: большая грузоподъемность (более 500т), отсутствие мощных потоков воздуха, нахождение в воздухе при отказе двигателей. Но имеются также и недостатки: большие габариты, малая устойчивость в режиме висения, необходимость в системе управления аэростатической силой. Основные характеристики дирижаблей приведены в табл. 4.

Таблица 4

Основные характеристики дирижаблей

Модель дирижабля	Полезная нагрузка, т	Крейсерская скорость, км/час	Высота полета, м	Взлетная масса/ масса конструкции, т	Объем подъемного газа, м ³	Длина, м	Высота (диаметр), м	Ширина, м
Д1	14	170	6000	27,5/13	27,5	84	25	25
Д4	125	170	6000	220/95	220	168	50	50

Расчет технико-экономических показателей работы крана

Технико-экономические показатели работы кранов – эксплуатационная производительность кранов, P_3 и сметная цена машино-часа эксплуатации строительных кранов, $C_{\text{маш-ч}}$.

Эксплуатационная производительность стрелового крана определяется по формуле, т/см

$$\Pi_{\text{э}} = \frac{480 \cdot q \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\text{В}}}{t_{\text{Ц}}}, \quad (1.4)$$

где 480 – продолжительность рабочей смены при пятидневной рабочей неделе, мин;

q – максимальная грузоподъемность подобранного крана, т;

K_{Γ} – коэффициент использования крана по грузоподъемности

$$K_{\Gamma} = \frac{\Sigma P_{\text{эл}}}{n \cdot q}, \quad (1.5)$$

где $\Sigma P_{\text{эл}}$ – вес всех элементов, поднимаемых данным краном, т;

n – количество подъемов (может соответствовать числу элементов) для увеличения K_{Γ} , легкие элементы следует поднимать по несколько штук одновременно с применением соответствующих грузозахватных приспособлений;

$K_{\text{В}}$ – коэффициент использования крана по времени. Для стрелового крана – 0,85, для башенного крана – 0,9;

$t_{\text{Ц}}$ – время одного цикла, мин

$$t_{\text{Ц}} = t_{\text{маш}} + t_{\text{руч}}, \quad (1.6)$$

где $t_{\text{маш}}$ – машинное время монтажа в минутах, определяется по формуле, мин

$$t_{\text{маш}} = \left(\frac{H_{\text{ср}}}{V_1} + \frac{H_{\text{ср}}}{V_2} + \frac{2 \cdot \alpha}{360 \cdot n_{\text{об}}} + \frac{2S}{V_3} \right) \cdot K_{\text{с}} + t_{\text{г}}^n, \quad (1.7)$$

где $H_{\text{ср}}$ – средняя высота подъема элементов, м;

V_1 – скорость подъема крюка, м/мин;

V_2 – скорость опускания крюка, м/мин;

α – средний угол поворота стрелы крана при подаче элементов, град. (принимается в зависимости от расположения склада);

$n_{\text{об}}$ – число оборотов стрелы крана в минуту, об/мин;

S – длина подкрановых путей, учитывается только для башенного крана (принимается половина длины здания);

V_3 – скорость перемещения крана по подкрановым путям (или грузовой каретки по стреле), учитывается только для башенного крана, м/мин;

K_c – коэффициент, учитывающий совмещение рабочих операций крана для стрелового крана – 1, для башенного крана – 0,75;

t_g^n – приведенное время установки домкратов для одного элемента, (учитывается только при применении стреловых кранов на пневмо- или автомобильном ходу), мин

$$t_g^n = \frac{t_g}{m}, \quad (1.8)$$

где t_g – время установки 4-х домкратов, для гидравлических домкратов – 4 мин, для механических домкратов – 12 мин;

m – количество элементов, монтируемых с одной стоянки крана;

$t_{руч}$ – продолжительность всех ручных операций (затрат ручного труда монтажников: строповка, установка, выверка, временное закрепление, расстроповка) при монтаже всех элементов, монтируемых данным краном. Определяется как средневзвешенное значение (если конструкций несколько)

$$t_{руч} = \frac{\sum t_{ручi} \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.9)$$

где $t_{ручi}$ – продолжительность ручных операций при монтаже i -го типа элемента, принимается по таблице 5;

n_i – количество конструкций i -го типа элемента

Таблица 5

Данные для расчета затрат труда монтажников

№ п/п	Наименование конструкций	Масса	Длительность ручных операций ($t_{руч}$) на один элемент, минут			
			Строповка	Установка, выверка, временное закрепление	Расстроповка	Итого
1	Фундаменты	10	2	10	1	13
2	Колонны, устанавливаемые в стаканы фундаментов с применением клиньев и расчалок	6	4	20	2	26
3	Колонны, устанавливаемые на нижестоящие	4	2/2	24/6	1/1	27/9

№ п/п	Наименование конструкций	Масса	Длительность ручных операций ($t_{\text{руч}}$) на один элемент, минут			
			Стро- повка	Установка, выверка, временное закрепление	Расстро- повка	Итого
4	Ригели (балки)	3	3	12	1	16
5	Плиты перекрытий	3	2	6	1	9
6	Стеновые панели;					
	- внутренние несущие	5	2/2	20/5	1/1	23/8
	- наружные	3	2/2	18/8	1/1	21/11

Примечание: в знаменателе – длительность ручных операций при применении групповых кондукторов.

Сметная цена машино-часа работы крана определяется по формуле, руб.

$$C_{\text{маш-ч}} = \frac{M \cdot A}{800 \cdot D \cdot m} + \frac{C_{\text{тр}} + M_{\text{д}}}{D_0} + (B + \text{Э} + P + C) \cdot 1,1 + 3 \cdot 1,25, \quad (1.10)$$

где M – инвентарная расчетная стоимость машины;

A – норма амортизационных отчислений;

D – число дней работы в течение года (табл. 6);

m – коэффициент сменности в течение года = 1,5;

$C_{\text{тр}}$ – стоимость транспортировки крана;

$M_{\text{д}}$ – стоимость монтажа/демонтажа машины;

D_0 – число часов работы машины на объекте, ч

$$D_0 = T \cdot t_{\text{см}} \cdot m, l \quad (1.11)$$

T – количество дней по заданию;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены $t_{\text{см}} = 8$ ч;

B – стоимость эксплуатации вспомогательного оборудования;

Э – энергозатраты;

P – стоимость технического обслуживания и ремонта машины;

C – смазочные материалы;

3 – зарплата машиниста.

$1,1$ – коэффициент косвенных расходов;

$1,25$ – коэффициент накладных расходов.

Годовой фонд рабочего времени (Д), дни

	Башенный кран	Стреловой кран
Северная зона	214	238
Южная зона	249	255
В целом в строительстве	233	247

Материалы и оборудование: макеты грузоподъемных машин, плакаты, видеоматериалы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучение классификации, системы индексации и областей применения грузоподъемных кранов, их конструкции и основных размерных и технических параметров.

2. Вычерчивание схем грузоподъемных машин с указанием основных частей и особенностей конструкции.

3. Расчет производительности кранов и стоимости машино-часа.

4. Оформление отчетов с предоставлением конспекта теоретической части, дополненного чертежами и выводами.

Задача. Рассчитать производительность и себестоимость машино-часа работы стрелового самоходного и башенных кранов по данным расчетно-графической работы. Сравнить краны по технико-экономическим показателям, сделать вывод. Для стрелового крана вычертить грузовую характеристику и определить схему движения крана при монтаже фундаментов монтируемого здания.

Пример решения задачи: Определить эксплуатационную производительность и себестоимость машино-часа работы башенного крана КБ-309.01.АХЛ при возведении здания высотой 20 м, шириной 16 м и длиной 48 м. Суммарный вес всех элементов, поднимаемых данным краном 5473,6 т, количество подъемов $n = 1356$, продолжительность ручных операций $t_{\text{руч}} = 15,42$ мин. Кран работает на объекте в две смены в течение 35 дней.

В соответствии с технической характеристикой крана КБ-309.01.АХЛ его грузоподъемность $q = 8$ т, скорость подъема груза и опускания пустого крюка $V_1 = V_2 = 16$ м/мин, скорость передвижения крана по подкрановым путям

$V_1 = 30,5$ м/мин, частота вращения опорно-поворотного устройства $n_{ог} = 0,8$ мин⁻¹.

$$\text{Тогда } t_{\text{маш}} = \left(\frac{10}{16} + \frac{10}{16} + \frac{2 \cdot 180}{360 \cdot 0,8} + \frac{48}{30,5} \right) 0,75 = 3,05 \text{ мин,}$$

$$t_y = 3,05 + 15,42 = 18,47 \text{ мин,}$$

$$K_r = \frac{5473,6}{8 \cdot 1356} = 0,51$$

$$П_3 = \frac{480 \cdot 8 \cdot 0,51 \cdot 0,9}{18,47} = 95,4 \text{ Т/см.}$$

$$C_{\text{маш-ч}} = \frac{33,9 \cdot 1000 \cdot 11,9}{800 \cdot 233 \cdot 1,5} + \frac{250 + 800}{8 \cdot 2,35} + (0,96 + 0,5 + 1,7 + 0,06) \cdot 1,1 + 0,91 \cdot 1,25 = 8,02 \text{ руб/маш-час}$$

Вопросы для самоконтроля

1. Какие грузоподъемные машины и механизмы Вы знаете?
2. Механические домкраты, область применения, основные части, технические параметры?
3. Гидравлические домкраты, область применения, основные части, технические параметры?
4. Ручные лебедки, основные части, технические параметры?
5. Электрические лебедки, основные части, технические параметры?
6. Что такое передаточное число лебедки?
7. Что такое реверс? Достоинства электрореверсивных лебедок?
8. Классификация подъемников. Основные части. Технические параметры
9. Полиспасты, их назначение, устройство, расчет?
10. Классификация строительных кранов?
11. Система индексации стреловых самоходных кранов?
12. Система индексации башенных кранов?
13. Основные части стреловых самоходных кранов, приборы безопасности?
14. Что такое грузовая характеристика крана?
15. Основные части и технические параметры переставных кранов, назначение кранов?

16. Какие краны относятся к специальным? Особенности их устройства, область применения, достоинства и недостатки?
17. Классификация башенных кранов?
18. Устройство противовеса в башенных кранах?
19. Особенности приставных и самоподъемных кранов?
20. Особенности подъемной и балочной стрел башенных кранов?
21. Основные части башенных кранов, приборы безопасности?
22. Достоинства и недостатки поворотных и неповоротных башен крана?
23. Монтаж кранов с поворотной и неповоротной башнями?
24. Расчет производительности строительных кранов?
25. Расчет себестоимости машино-часа строительных кранов
26. Летающие краны, область применения, особенности конструкции, основные технические параметры?

2. Лабораторная работа 3,4

Монтажные приспособления

Цель работы: изучение назначения и системы классификации монтажных приспособлений, их конструкции, области применения, технологии работ, методики расчета стропов и траверс.

Время выполнения работы: 4 часа.

Теоретическая часть включает общие сведения о видах монтажных приспособлений, их классификации, основных частях, способах и области применения, методику расчета стропов и траверс, методику разработки карт трудовых процессов.

Монтажные приспособления делятся на три группы:

I - приспособления для подъема элементов (грузозахватные)

II - приспособления для временного крепления и выверки (монтажная оснастка);

III - обеспечивающие приспособления: навесные лестницы, люльки, приставные лестницы, консольные навесные площадки, передвижные подмости и площадки, передвижные вышки и т.д.

Часть 1. Грузозахватные приспособления

Грузозахватные приспособления предназначены для соединения поднимаемых конструкций с рабочим органом грузоподъемной машины – крюковой подвеской крана. Они применяются при строительно-монтажных работах для подъема и перемещения конструкций. Классификация грузозахватных приспособлений приведена на рис. 2.1

Основные требования к грузозахватным приспособлениям:

- соответствие грузоподъемности;
- полное исключение самопроизвольной расстроповки;
- абсолютная надежность;
- стропы и их элементы должны выдерживать статическую нагрузку, превышающую на 25% номинальную;
- коэффициент запаса прочности канатов стропов не менее 6.

Все грузозахватные приспособления допускаются к работе лишь после регистрации и технического освидетельствования в порядке, установленном правилами Госгортехнадзора.

Все грузозахватные приспособления обязательно маркируются. Каждое приспособление (строп или траверса) снабжается биркой, на которой указывается: товарный знак предприятия-изготовителя; обозначение стропа – марка и индекс; грузоподъемность; дата следующего испытания.



Рис. 2. 1. Классификация грузозахватных приспособлений

Наиболее распространенные грузозахватные приспособления – поддерживающие, а чаще всего применяют принцип захвата – зацеп. Именно поэтому принципу работают наиболее широко применяемые приспособления – стропы и траверсы.

Стропы – гибкие грузозахватные приспособления, состоящие из подвески различной конфигурации, отрезков канатов или цепей (очень редко для больших грузов – пеньковые канаты) и рабочего органа – крюка или карабина.

По конструкции и назначению стропы делятся на универсальные (петлевой и облегченный) и специальные.

Универсальные предназначены для подъема и монтажа любых конструкций. Специальные – только для монтажа той или иной конструкции. Например, при монтаже плит перекрытия с шестью точками подвеса используются балансирующие стропы с блоками, обеспечивающими равномерное натяжение ветвей.

Подвески стропов необходимы для прикрепления их к крюковой подвеске крана и могут быть разъемными и неразъемными, а по форме – кольцевые, треугольные, овальные, овоидные (яйцеобразные).

Гибкий несущий орган стропов – канаты или цепи (круглозвенные сварные цепи), для небольших грузов – пеньковые канаты.

Цепные стропы применяются в тех отраслях, где канатные неэффективны, то есть при высоких температурах, при возможном абразивном износе, при перемещении грузов с острыми кромками. Преимущество круглозвенных сварных цепей по сравнению с канатами – высокая гибкость, а недостатки – большая масса, возможность внезапного разрушения из-за быстрого раскрытия образовавшихся трещин (необходим тщательный систематический контроль состояния звеньев).

Как правило стропы имеют стальной канат диаметром 12-30 мм из проволоки марки В (высший сорт).

Канат может быть одинарной, двойной или тройной свивки (как правило – двойной).

Канат одинарной свивки состоит из отдельных проволок, свитых между собой и называется прядь.

Канат двойной свивки состоит из свитых между собой или вокруг сердечника канатов одинарной свивки (прядей). Канат двойной свивки – стренг. Причем если в пряди проволоочки закручены по часовой стрелки, то вокруг сердечника сами пряди будут закручены против часовой стрелки. Сердечник состоит из растительных волокон (пенька, джут, кенаф, манила, сезаль) или искусственных волокон (металлический сердечник из витых канатных проволок).

Канаты для стропов выбирают с учетом коэффициента запаса прочности, который устанавливается Госгортехнадзором. Он разный для канатов различного назначения. Коэффициентом запаса прочности называется число, показывающее во сколько раз следует уменьшить нагрузку на канат по сравнению с предельной нагрузкой (разрывным усилием), чтобы перемещение груза было безопасным. $S=R/k$, где S – наибольшее допускаемое усилие в канате; R – разрывное усилие каната в целом; k – коэффициент запаса прочности, для стропов коэффициент запаса прочности $k = 6$.

Концевые крепления канатов в стропях:

– неразъемные – заплетка; обжимная втулка; конусная втулка с заливкой легкоплавкими сплавами;

– разъемные – винтовые зажимы (не менее 3х зажимов – болтов); клиновые втулки; прижимные планки. Расстояния между зажимами и от конца каната до последнего зажима не менее шести диаметров каната. Гайки в зажимах должны быть расположены со стороны рабочей ветви.

На концах стропов устанавливаются петли с коушами или без них (в зависимости от назначения стропа). Коуш – стальная пластинка, укладываемая в петли стропа для предохранения каната от истирания и другого механического воздействия.

Выбор стропов производится в зависимости от габаритов груза и его массы при соблюдении угла между стропами не более 90° . При большем угле возникают значительные горизонтальные усилия, действующие на груз у места присоединения стропов, которые могут его деформировать. При увеличении угла между ветвями стропа более 120° может произойти разрушение стропа. Поэтому для обеспечения надежной работы стропов угол между ветвями должен быть не более 90° . Можно взять и меньший угол, например 60° . При этом нагрузки на канаты существенно уменьшатся, но это приведет к потере высоты подъема крюка.

Применение стропов для подъема крупногабаритных или длинномерных конструкций – балок, ферм, плит покрытий длиной более 9 м приводит при нормальном угле строповки между ветвями к потере полезной высоты подъема крюка крана, а также из-за малых наклонов стропов вызывает в них большие растягивающие напряжения и изгибающие напряжения в поднимаемом грузе и элементах крепления. Например, при подъеме стеновой панели, имеющей оконный или дверной проем, сжимающие усилия могут разрушить ее в сечении над проемом. Поэтому для строповки таких элементов применяют траверсы, в которых положение ветвей близко к вертикали. В примере с панелью применение траверсы обеспечивает воздействие на панель только вертикальных сил, а сжимающее усилие воспринимает сама траверса.

Грузоподъемные траверсы являются промежуточным элементом между крюком грузоподъемного механизма и грузом. Траверсы применяются для подъема и перемещения краном крупногабаритных длинномерных грузов с креплением к траверсе в нескольких точках одновременно при помощи грузозахватных устройств или строп. Траверсы могут применяться и для подъема конструкций сравнительно небольшой длины, если их несколько, например, гирляндная подвеска плит перекрытия или бадей с кладочным раствором.

Применяются траверсы – на строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работах.

Конструкция траверс определяется геометрическими параметрами груза, условиями эксплуатации траверсы и техническими характеристиками крана, на крюк которого она навешивается. Грузоподъемные траверсы бывают двух основных видов — линейные (балочные) и пространственные (траверсы-фермы и комбинированные). Линейные траверсы изготавливаются из труб, двутавров или двух соединенных между собой швеллеров, выполненных из углеродистой стали. На концах траверс размещаются места крепления грузозахватных приспособлений. Как правило, длина балочных траверс не превышает 4 метров, так как при большей длине слишком велика собственная масса, которая обычно не должна превышать 10% от массы поднимаемого груза.

Траверсы навешивают на крюк грузоподъемного устройства за проушину или палец, который закреплен в теле траверсы, а также за жесткие или гибкие тяги. Для крепления строп и прочих съемных грузозахватных приспособлений, в балке траверсы делают отверстие: крепят косынки с проушинами или устанавливают оси между швеллерами.

К крюку грузоподъемного механизма траверса может крепиться за центральную часть либо за концевые элементы. При подъеме траверсы за центр, к высоте подъема предъявляются минимальные требования, но значительно увеличиваются требования к самому грузу, чтобы избежать его перекоса при подъеме. В этой ситуации центр тяжести груза должен находиться на одной линии с местом крепления траверсы к крюку крана (либо максимально близко).

При подвесе траверсы за концевые элементы, она становится более устойчивой и балансировка груза не требуется. При этом сама траверса к крюку крана крепится с помощью многоветвевых строп — 2СК для линейных и 4СК (3СК) для рамных.

Для расширения диапазона использования грузовых траверс их могут изготавливать с переставными точками крепления концевых элементов или с применением вставок в составной балке. В этом случае обоймы со стропами переставляются вдоль балки. Запирание обойм выполняется пальцами, вставляемыми в предусмотренное отверстие. Это делает траверсу более универсальной, но требуется время для выставления размеров под новый груз.

Для работы с рядом грузов используются балансирные траверсы. Балансирные траверсы применяются при работе с грузами, точки крепления на кото-

рых расположены неравномерно, на разных расстояниях от центра тяжести либо на разных уровнях. В этом случае на траверсе закрепляются оси с роликами, огибаемые канатными стропами. Количество роликов зависит от количества точек подвеса.

Траверса-ферма – это решетчатая конструкция треугольной формы с вершиной обращенной вверх или вниз. В последнем случае сокращается потеря высоты подъема крюка крана, но при этом необходима большая точность изготовления траверс для обеспечения расположения в одной вертикальной плоскости балки и нижних раскосов с учетом нагружения. Для подъема стропильных балок и ферм применяются преимущественно траверсы с вершиной, обращенной вверх, а для стеновых панелей, большепролетных ферм, плит перекрытий и покрытий – с вершиной вниз.

Комбинированные траверсы – состоят из фермы и балок для подъема нескольких конструкций, например, три плиты покрытия, две стеновые панели и т.д.

Расчет строп и траверс

Расчет строп выполняется в следующем порядке:

1. Усилие, возникающее в канате (одной ветви) S , определяем по формуле, т

$$S = \frac{P}{\cos \alpha \cdot n}, \quad (2.1)$$

где P – вес рассчитываемого элемента;

α – угол между стропом и монтируемым элементом, 45° ;

n – число ветвей строп.

Из рисунка 2.2: $h_{\text{стр}}$ – высота строп, определяется по расчетам; c – расстояние от края конструкции до монтажной петли, $0,2-0,3$ м; $l_{\text{эл}}$ – длина элемента.

2. Разрывное усилие, возникающее в канате (одной ветви) S_p , определяем по формуле, т

$$S_p = S \cdot k_3, \quad (2.2)$$

где k_3 – коэффициент запаса, для строп $k_3 = 6$.

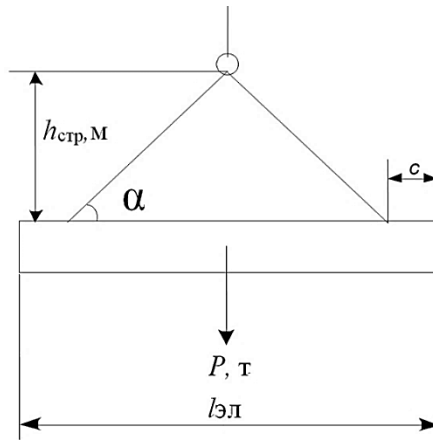


Рис. 2.2. Схема строповки элемента

3. Площадь поперечного сечения ветви стропы, мм²

$$F = \frac{S_p}{R_p}, \quad (2.3)$$

где R_p – предел прочности на разрыв, 150 кг/мм².

4. Радиус поперечного сечения ветви стропы, мм

$$R = \sqrt{\frac{F}{\pi}}. \quad (2.4)$$

Отсюда определяем диаметр строп: $d = 2R$, принимаем диаметр стропы равным четному целому числу, округленному в большую сторону ($d_{min} = 8$ мм).

5. Высота строп

$$h_{стр} = 0,5 \cdot (l_{эл} - 2 \cdot c). \quad (2.5)$$

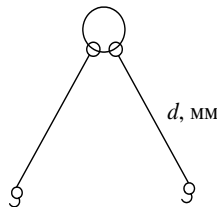
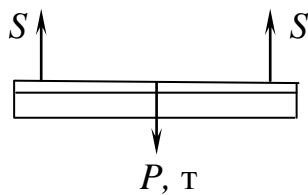


Рис. 2.3. Схема стропы

Расчет траверсы состоит из двух частей: 1 – расчет строп; 2 – расчет балки.

1. Расчет строп: определяем усилие в одной ветви по формуле 2.1. Так как $\alpha = 90^\circ$ и количество ветвей $n = 2$, то, т

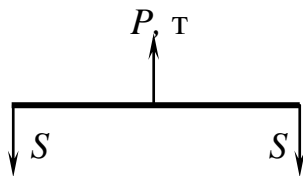


$$S = \frac{P}{2}. \quad (2.6)$$

Выполняя расчет по формулам 2.2–2.4, определяем диаметр стоп d .

Рис. 2.4. Расчетная схема элемента

2. Расчет балки: определяем наибольший изгибающий момент, возникающий в сечении балки, т·м

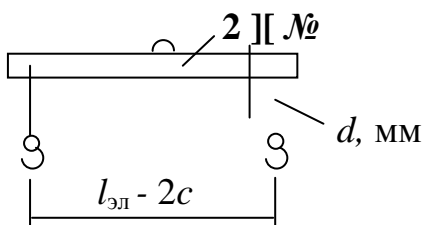


$$M = \frac{P \cdot L}{4}, \quad (2.7)$$

где L – расстояние между стропами $L = (l_{\text{эл}} - 2c)$.

Рис. 2.5. Расчетная схема балки

Момент сопротивления балки, см^3



$$W = \frac{M}{R_d}, \quad (2.8)$$

где R_d – расчетное сопротивление стали на изгиб, $R_d = 2100 \text{ кгс/см}^2$.

Рис. 2.6. Схема траверсы

Пользуясь сортаментом, определяется сечение балки (ГОСТ 8240-97, ГОСТ 8239-89).

Материалы и оборудование: макеты и образцы грузозахватных приспособлений, плакаты, видеоматериалы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучение грузозахватных приспособлений, их классификации, видов, основных частей, схем строповки монтажных элементов (плакаты, макеты, образцы оборудования).

2. Вычерчивание схем грузозахватных приспособлений с указанием основных частей, технических параметров и особенностей конструкции.

3. Расчет грузозахватных приспособлений в соответствии с заданием. Вычерчивание схемы строповки заданного элемента.

4. Оформление отчетов с предоставлением конспекта теоретической части, дополненного расчетами, чертежами и выводами.

Задача. Рассчитать грузозахватные приспособления по данным расчетно-графической работы.

Пример решения задачи: рассчитать балочную траверсу для подъема конструкции весом 10 т, длиной 9 м.

1. Определяем усилие в одной ветви стропа $S = \frac{10}{2} = 5 \text{ т}$.

2. Определяем разрывное усилие, возникающее в канате (одной ветви)

$$S_p = 5 \cdot 6 = 30 \text{ т}$$

3. Определяем площадь поперечного сечения ветви стропа

$$F = \frac{30 \cdot 10^3}{150} = 200 \text{ мм}^2$$

4. Определяем радиус поперечного сечения ветви стропа и его диаметр

$R = \sqrt{\frac{200}{3,14}} = 7,98 \text{ мм}$, $d = 2 \cdot R = 2 \cdot 7,98 = 15,96 \text{ мм}$. Принимаем ближайший стандартный диаметр $d = 16,5 \text{ мм}$.

5. Определяем наибольший изгибающий момент, возникающий в сечении балки. Балочные траверсы принимаются длиной не более 4 м.

$$M = \frac{10 \cdot 4}{4} = 10 \text{ тм}$$

6. Определяем момент сопротивления балки

$$W = \frac{10 \cdot 10^5}{2100} = 476 \text{ см}^3$$

7. По сортаменту проката подбираем необходимый профиль для балки траверсы. Принимаем балку из 2][24 (два швеллера № 24).
8. Вычерчиваем схему строповки заданного элемента.

Часть 2. Монтажная оснастка

Назначение монтажной оснастки – временное закрепление и выверка неустойчивых конструкций (технологическая фиксация), то есть монтажная оснастка используется только во время монтажа, после, в процессе эксплуатации сооружения, убирается. Поэтому ее называют технологической [6,7].

Классификация монтажной оснастки по:

- виду конструкций: оснастка для линейных конструкций (колонны, балки); оснастка для плоских конструкций (панели);
- по приоритетности установки, то есть очередности: вначале конструкция, затем оснастка (панели стен – подкосы) или вначале оснастка, затем конструкция (групповые кондукторы – колонны);
- по количеству монтируемых конструкций: одиночная и групповая.

Монтажная оснастка для технологической фиксации монтажных элементов представлена в табл. 7.

Таблица 7

Монтажная оснастка для технологической фиксации конструкций зданий

Тип конструкции	Монтажные оснастки
Колонны 1 этажа, устанавливаемые в стакан фундамента	<ol style="list-style-type: none"> 1. Деревянные, металлические или железобетонные клинья; 2. Инвентарные клиновые вкладыши; 3. Одиночный кондуктор – металлический пространственный жесткий каркас; 4. Расчалки
Колонны последующих этажей, устанавливаемая на оголовки нижестоящих колонн	<ol style="list-style-type: none"> 1. Одиночные кондукторы; 2. Групповые кондукторы; 3. Рамно-шарнирные индикаторы (РШИ)
Стропильные балки и фермы, устанавливаемые на оголовки колонн	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тяги со стяжными муфтами; 2. Кондукторы; 3. Расчалки; 4. Распорки
Стеновые панели жилых панельных зданий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подкосы со струбцинами и бесструбцинные, укороченные с байонетным зажимом; 2. Угловые связи 3. Распорки 4. Кондукторы-туры 5. Кондукторы ВИЗы

Карта трудового процесса

Карты трудовых процессов – это технологическая документация, с помощью которой устанавливаются рациональные составы бригад или звеньев рабочих, организация строительного процесса, методы труда, технологическая последовательность и продолжительность операций. КТП разрабатывают для организации и выполнения отдельных трудовых операций. В них содержатся рекомендации по организации труда рабочих, высокопроизводительным приемам и методам труда, применению эффективных инструментов и приспособлений, формированию звеньев и бригад, рациональной организации рабочих мест и др.

В КТП установлено четкое разграничение обязанностей между членами звена, даны разъяснения, подкрепленные графическими изображениями по выполнению отдельных производственных операций с рекомендациями рациональных рабочих движений и приемов.

В состав карт трудовых процессов по каждому виду работ входят [8]: схема организации работ; состав звеньев рабочих по численности и квалификации; оценка эффективности применения данной карты в сравнении с ЕНиР по выработке и трудозатратам; список необходимого инструмента, приспособлений и инвентаря для каждого звена; правила техники безопасности; календарный график производства работ; описание операций; схема организации рабочего места. Кроме того, приводится перечень усовершенствованных инструментов, приспособлений, инвентаря, применяемых для выполнения данного вида работ.

Типовые карты трудовых процессов обычно содержат четыре раздела: область и эффективность применения карты; подготовка и условия применения процесса; исполнители, предметы и орудия труда; технология процесса и организация труда.

В первом разделе указывают назначение карты, области ее применения, сведения о ее привязке к местным условиям.

Во втором разделе приводят требования к готовности и качеству выполнения предшествующих работ, указания к подготовке материалов и изделий к употреблению.

В третьем разделе указывают профессиональный и численно-квалификационный состав рабочих, а также перечень и число инструментов и приспособлений.

В четвертом разделе приводят краткую характеристику технологического процесса, рабочих операций, график трудового процесса, затраты труда и схему организации рабочего места.

Материалы и оборудование: макеты монтажной оснастки, плакаты, видеоматериалы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучение классификации монтажной оснастки, ее конструкции
2. Изучение технологии монтажных работ с применением различных видов монтажной оснастки
3. Вычерчивание схем монтажной оснастки с указанием основных достоинств и недостатков каждого вида оснастки
4. Разработка карты трудового процесса на монтаж заданной железобетонной конструкции
5. Оформление отчетов с предоставлением конспекта теоретической части, дополненного чертежами и выводами.

Задача. Разработать карту трудового процесса на монтаж конструкции многоэтажного промышленного здания по заданию к расчетно-графической работе.

Пример решения задачи. Карта трудового процесса составлена на монтаж ригеля Р-1.

1. Область и эффективность применения карты.

1.1. Карта предназначена для организации труда рабочих при укладке железобетонных ригелей с размерами 300x300x5950 мм, массой 3,2 т.

1.2. Показатели производительности труда

	<u>КТП</u>	<u>ЕНиР</u>
Затраты (чел-ч)	2,35	2,2
Выработка (шт-см)	$8/2,35=3,4$	$8/2,2=3,6$

2. Условия и подготовка выполнения процесса

2.1. Ригели укладывают на выверенные и закрепленные колонны после того, как бетон в стыках колонн и фундаментов достигнет 70% проектной прочности.

Смещение осей ригелей относительно разбивочных осей на колоннах не должно превышать ± 5 мм; а отклонение высотных отметок опорных узлов ригелей ± 20 мм.

2.2. Работы следует выполнять, строго соблюдая правила техники безопасности и охраны труда рабочих согласно СНиП III-A.11-70, §14.

3. Исполнители, предметы и орудия труда

3.1. Исполнители:

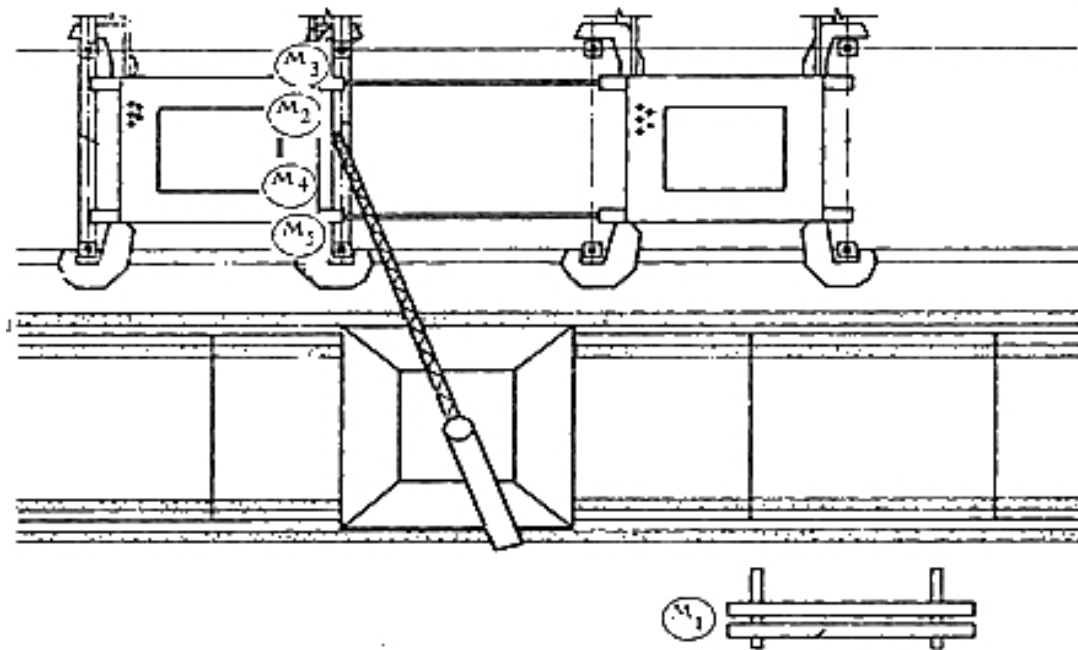
Монтажник конструкций V разряда (M_5) - 1
монтажник конструкций IV разряда (M_2) - 1
монтажник конструкций III разряда (M_3) - 1
монтажник конструкций II разряда (M_4, M_1) - 2

3.2. Инструменты, приспособления и инвентарь

Наименование, назначение и основные параметры		Количество, шт.
Траверса		1
Лестница приставная		2
Оттяжка из пенькового каната		2
Лом монтажный		2
Молоток-кирочка		2
Рулетка		1

4. Технология процесса и организация труда

Ригели монтируются при помощи башенного крана. После выверки установленных ригелей электросварщик сначала прихватывает, а потом полностью приваривает их к закладным деталям колонн. Организация рабочего места показана на рис. 2.7.



Ⓜ₁, Ⓜ₂, Ⓜ₃, Ⓜ₄, Ⓜ₅ - рабочие места монтажников

Рис. 2.7. Схема организации рабочего места

5. График трудового процесса

№	Наименование рабочей операции																														Продолжительность	Глубина чет-час			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			30		
1	Строповка конструкции	M1																															3	3	
2	Подготовка места для монтажа конструкции	M2	M3	M4	M5																													3/9,27	30,81
3	Подача конструкции к месту монтажа					M1	M5																											6,27	12,54
4	Установка, выверка и временное закрепление конструкции																																	12	48
5	Расстроповка конструкции																																	1	4
6	Подготовка следующей конструкции к монтажу																																	13	13 121,35

6. Описание операций

СТРОПОВКА ригеля: М₁ – 3 мин; траверса, оттяжки. Монтажник М₁ строует один ригель траверсой и прикрепляет к нему оттяжки;

ПОДГОТОВКА МЕСТА МОНТАЖА: М₂, М₃, М₄ и М₅ – 3/9,27 мин; приставные лестницы, молотки-кирочки, лом. Монтажники М₂, М₃, М₄ и М₅, стоя на приставных лестницах, готовят место установки ригеля, молотками - кирочками очищают опорную часть консолей колонн от наплывов бетона. Затем при помощи метра и грифеля они наносят осевые риски на боковые грани колонн.

ПОДАЧА РИГЕЛЯ К МЕСТУ МОНТАЖА: М₁, М₅ – 6,27 мин; траверса, оттяжки. Машинист крана подает ригель к месту установки. Монтажники М₁, М₅, следят за подъемом конструкции и при необходимости подают команду «стоп» машинисту крана.

УСТАНОВКА РИГЕЛЯ: М₂, М₃, М₄, М₅ – 12 мин; траверса, ломы. Монтажники М₂, М₃, М₄ и М₅ принимают ригель на расстоянии 30 см от опорных консолей колонн и ориентируют его над местом укладки. По сигналу монтажника М₅ машинист крана медленно опускает ригель, а монтажники направляют его так, чтобы риски на торцах ригеля и колонн совместились, при необходимости, рихтуют ригель ломом. Электросварщик прихватывает ригель сваркой к закладным деталям колонн.

РАССТРОПОВКА РИГЕЛЯ: М₂, М₃, М₄, М₅ – 1 мин; траверса, оттяжки, лестницы, ломы. Убедившись в надежности временного крепления ригеля монтажник М₅ подает команду машинисту крана ослабить натяжение стропа, после чего монтажники расстроповывают и снимают оттяжки. Затем они спускаются на землю или перекрытие, переставляют приставные лестницы и переносят инструменты к следующим колоннам.

ПОДГОТОВКА СЛЕДУЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ К МОНТАЖУ: М₁ – 13 мин; молоток-кирочка, лом, метр. Монтажник М₁ осматривает ригель, ломом проверяет прочность монтажных петель, молотком-кирочкой сбивает наплывы бетона с закладных деталей и с помощью метра наносит осевые риски на оба конца ригеля.

Вопросы для самоконтроля

1. Как классифицируются грузозахватные приспособления?
2. Основные требования к грузозахватным приспособлениям?

3. Что такое стропы, их назначение, основные элементы?
4. Что такое траверсы их назначение, конструкция?
5. Расчет строп.
6. Расчет траверс.
7. Классификация монтажной оснастки
8. Какая монтажная оснастка применяется при монтаже колонн с установкой в стаканы фундаментов? Достоинства и недостатки оснастки. Технология работ.
9. Какая монтажная оснастка применяется при монтаже колонн с установкой на нижележащие колонны? Достоинства и недостатки оснастки. Технология работ.
10. Какая монтажная оснастка применяется при монтаже стропильных конструкций? Технология работ.
11. Какая монтажная оснастка применяется при монтаже стеновых панелей жилых зданий? Достоинства и недостатки оснастки. Технология работ.
12. Технология монтажа фундаментов стаканного типа и ленточных фундаментов?
13. Особенности технологии монтажа подкрановых балок?
14. Технология монтажа плит перекрытия и плит покрытия?
15. Какие обеспечивающие монтажные приспособления применяются при установке конструкций?
16. Каково назначение карт трудовых процессов?
17. Какие разделы включает КТП?
18. Правила и особенности разработки КТП?

3. Лабораторная работа 5,6

Машины и механизмы для производства бетонных работ

Цель работы: изучение машин и механизмов для транспортирования, приготовления, укладки и уплотнения бетонных смесей, их основных частей, области применения.

Время выполнения работы: 4 часа.

Теоретическая часть включает общие сведения о машинах и механизмах для производства бетонных работ, классификацию машин, основные части, технологию производства работ.

Бетонные работы включают в себя: приготовление бетонной смеси, ее транспортировку к месту укладки, установку опалубки и арматуры, укладку бетонной смеси, ее уплотнение и выдерживание при определенном температурно-влажностном режиме.

Бетонная смесь состоит из:

- вяжущего – цемент: портландцемент (гидрофобный и пластифицированный, быстротвердеющий, пуццолановый, сульфатостойкий, расширяющийся); шлакопортландцемент; глиноземистый и гипсоглиноземистый цемент;
- мелкого и крупного заполнителя: песок, щебень и гравий;
- воды.

Заполнители еще иначе называют инертными материалами.

Материалы заполнителя получают из месторождений нерудных полезных ископаемых.

Каменные материалы добываются взрыванием естественного скального массива, затем они дробятся до требуемых размеров заполнителя, сортируются по фракциям различной крупности, при этом удаляются посторонние включения и примеси, то есть щебень обогащается.

Дробление исходной горной породы осуществляется с помощью специальных дробилок.

ДРОБИЛКИ

По конструктивным признакам основного рабочего органа дробилки различают: щековые, конусные, валковые и роторные или молотковые.

Щековые дробилки служат для крупного и среднего дробления кускового крупного и среднего материала среднепрочных, прочных и очень прочных пород. В строительстве используется для получения щебня, для дробления известняка или мергеля на цементных заводах и дробления перлита и обсидиана на заводах теплоизоляционных материалов.

Щековые дробилки могут быть: с верхним и нижним подвесом щеки; с простым и сложным движением щеки; с двумя подвижными щеками; с эксцентриковым и кулачковым приводом.

Щека изготовлена из твердого марганцовистого металла. Поверхности щеки и корпуса ребристые.

При раздавливании материала между щеками дробилки степень измельчения тем больше, чем больше угол между рабочими щеками (угол захвата) α . Однако при превышении некоего предельного значения этого угла силы трения, возникающие между щеками и материалом, уже не удерживают материал и он выскальзывает из зоны дробления. Поэтому угол захвата между щеками принимают на практике не более 24° .

Работа дробилки осуществляется следующим образом: при завершении рабочего хода подвижной щеки зазор между щеками будет наименьшим d_1 , а при отходе подвижной щеки от неподвижной зазор увеличивается на величину S . За это время через разгрузочную щель выпадает часть материала, размеры которого соответствуют величине d_1+S .

Производительность щековой дробилки зависит в основном от размера щек. Выпускаются дробилки производительностью 1-700 т/час, но у каждой дробилки она может регулироваться путем изменения величины d_1 при помощи регулировочных клиньев и сменных распорных плит.

Конусные дробилки применяются для крупного, среднего и мелкого дробления. Имеют эксцентриковый конус, который при вращении приближается то к одной, то к другой стороне корпуса и дробит породу. Если щековая дробилка дает более крупное бесформенное дробление, то конусная – более мелкое дробление с образованием кубообразной формы щебня.

Степень измельчения и производительность конусных дробилок различаются подъемом и опусканием конуса путем навинчивания резной гайки на резьбу верхнего конца вала. Степень измельчения 6-18.

Валковые дробилки применяют при производстве щебня из известняка. Они измельчают материал путем раздавливания и истирания его между двумя цилинд-

рическими поверхностями валков, вращающихся навстречу друг другу. Используют при мелком и среднем дроблении. Степень измельчения породы 4-6.

Молотковые (роторные) дробилки применяют для дробления пород средней прочности и мягких с естественной влажностью менее 10% (известняк, мергель). Они измельчают материал ударом быстро вращающихся молотков, шарнирно или жестко закрепленных на роторе. Куски материала разрушаются от удара молотков, а также от удара о дробящие плиты, колосники решеток и друг о друга. Степень измельчения 10-50.

Молотковые дробилки классифицируются:

- по способу крепления молотков – с шарнирно подвешенными молотками для крупного, среднего и мелкого дробления и с жестко закрепленными молотками для мелкого дробления и помола;

- по количеству валов дробилки бывают одновальные или двухвальные с одним или двумя роторами соответственно;

- по расположению молотков дробилки делятся на одно и многорядные. У однорядных на роторе располагают по окружности в одной плоскости 2-8 молотков массой до 70 кг каждый. Энергия удара таких молотков чрезвычайно велика и куски дробятся практически без образования пылевидных частиц.

Многорядные дробилки имеют ротор, выполненный в виде многих параллельных дисков, на каждом из которых подвешено 2-8 сравнительно легких (3-10 кг) молотков. Всего на роторе имеется до 300 молотков. Производительность дробилки зависит от размеров ротора, крупности загруженного материала, степени измельчения и физических свойств материала и может достигать до 400 т/ч.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

В строительстве приготовление бетонной смеси полностью механизировано и производится на районных и центральных заводах товарного бетона и на бетоносмесительных установках, расположенных на стройплощадках.

Районные заводы товарного бетона или сухих смесей рассчитаны на срок службы до 20 лет и обслуживают стройки, расположенные на расстоянии до 100 км.

Центральные бетонные или бетонорастворные заводы обычно рассчитывают на срок 5-6 лет и обслуживают одну крупную стройплощадку. Они сборно-разборные.

При месячной потребности в бетоне до 1,5 тыс. м³ и отсутствии в районе строительства бетонных заводов используют простейшие инвентарные бетоносмесительные установки непосредственно на стройплощадке. Состоят они из нескольких транспортабельных блоков, монтируемых по партерному типу, то есть со ступенчатой схемой компоновки оборудования. В таких установках имеет место неоднократный подъем компонентов бетонной смеси сначала в расходные емкости, затем в дозаторы и после в бетоносмеситель.

На заводах ЖБИ применяется вертикальная или башенная схема компоновки оборудования и производства бетона. Все оборудование расположено на одной вертикали и производится однократный подъем исходных материалов.

При приготовлении бетонной смеси все ее компоненты должны быть строго отдозированы. Дозаторы могут быть весовые и объемные. Весовая дозировка точнее, так как цемент при насыпании распушивается и увеличивается в объеме в 1,5-1,7 раза, а объем песка меняется с ростом влажности. Например, при увеличении влажности на 5% объем песка может увеличиваться на 30-35%. Цемент дозируют только по весу, а воду и заполнители по весу или объему с поправкой на влажность песка.

Приготовление бетонной смеси (перемешивание) происходит в бетоносмесительных установках.

БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Бетоносмесительные установки классифицируются:

- по способу установки – стационарные и передвижные;
- по режиму работы – циклического, периодического или порционного действия и непрерывного действия. БСУ непрерывного действия применяются при непрерывном технологическом процессе, эффективны при возможности непрерывной выдачи бетона. Поэтому такие установки применяются при больших объемах работ и в сочетании со средствами доставки бетона непрерывного действия (транспортеры или бетононасосы и пневмонагнетатели).

- по способу перемешивания (принципу смешивания) – гравитационного и принудительного действия. БСУ гравитационного действия: барабан смесителя после загрузки в него компонентов и воды приводится во вращение. При этом загруженные в него материалы, увлекаемые лопастями, перемешиваются. Поднятые лопастями вверх материалы, под действием силы тяжести падают вниз и дополнительно перемешиваются. Применяются при перемешивании

подвижных бетонных смесей. Наиболее широко распространены, конструктивно просты, менее металлоемки и энергоемки, но процесс перемешивания в 1,5-2 раза дольше. БСУ принудительного действия оборудованы лопастями или кулачками, вращающимися на центральном валу. При этом барабан вращается в одну сторону, а лопасти в другую и происходит перемешивание жестких, малоподвижных бетонных смесей. Используется при приготовлении жестких смесей, смесей с повышенным содержанием цемента, мелкозернистого бетона. В БСУ принудительного действия получают бетоны с лучшими физико-механическими характеристиками, чем в гравитационных.

Продолжительность перемешивания бетонов в гравитационных БСУ циклического действия на плотных заполнителях – 60-150 сек в зависимости от объема замеса, подвижности бетонной смеси. Для жестких бетонов или для бетонов на пористых заполнителях продолжительность увеличивается в 1,5-2 раза.

Передвижные бетоносмесительные установки – автобетоносмесители. Эти же машины используются не только при приготовлении, но и при транспортировке бетонной смеси на строительную площадку.

Исходные материалы, загружаемые в автобетоносмеситель, могут представлять собой сухую смесь, частично затворенную (смоченную) смесь или готовую бетонную смесь. В зависимости от вида загруженной смеси возможна работа автосбетоносмесителей в 3-х режимах.

Первый режим реализуется при загрузке барабана сухими или частично затворенными компонентами. В этом случае смесительный барабан включается в пути следования или на стройплощадке за 10-20 мин до выгрузки. Вода при этом подается из специального бака, расположенного перед смесительным барабаном. Такой режим используется при большой дальности возки и нахождении в пути более 1 часа. Получаем на выходе свежеприготовленную бетонную смесь.

Второй режим возможен при нахождении в пути 30-40 минут. Как и в первом случае, барабан загружается сухой, частично смоченной или готовой бетонной смесью, и включается сразу непосредственно после его загрузки для приготовления или побуждения смеси в пути следования.

Третий режим возможен при продолжительной доставке готовой смеси (1,5-2 часа). При этом режиме предусматривается периодическое включение и выключение барабана в процессе транспортировки готовой бетонной смеси.

Этот режим используется для восстановления физико-механических свойств смеси (исключается расслоение и начальная кристаллизация бетона).

Транспортирование бетонной смеси возможно автобетоносмесителями, автобетоновозами, бортовыми машинами в бадьях и бункерах и автосамосвалами. В настоящее время транспортирование бетонной смеси автосамосвалами применяется в частных случаях, например, для доставки бетона на перегон при выполнении ремонтных работ на искусственных сооружениях.

Бетонная смесь укладывается в опалубку, которая классифицируется:

– по применяемым материалам: деревянная, металлическая, дерево-металлическая, железобетонная, из полимерных материалов (пенопласт и т.п.), из прорезиненной ткани;

– по конструкции: мелкощитовая, крупнощитовая, блок-формы, несъемная, катучая, скользящая, пневматическая (надувная).

Подача бетонной смеси в опалубку может быть с помощью бадей, бункеров, ленточных конвейеров, звеньевых и вибрационных хоботов, бетононасосов и пневмонагнетателей.

После укладки бетонная смесь обязательно должна уплотняться.

УПЛОТНЕНИЕ БЕТОНА (в условиях стройплощадки)

Уплотнение бетона может выполняться штыкованием, трамбованием и вибрированием.

Сущность уплотнения бетонной смеси – под воздействием механических колебаний значительно уменьшаются силы внутреннего трения между частицами. В результате этого бетонная смесь приобретает большую подвижность, получает свойства вязкой тяжелой жидкости, переходит в текучее состояние и хорошо заполняет форму. Из смеси выделяется воздух, ее частицы под действием силы тяжести стремятся занять более устойчивое положение, при котором бетонная смесь имеет наименьший объем. Происходит плотная упаковка бетона в опалубке. Процесс разжижения обратимый. По окончании вибрирования прочность структуры бетонной смеси восстанавливается. Уплотнение бетонной смеси ведется послойно. Следующий слой укладывается только после уплотнения предыдущего.

Внешние признаки достаточности уплотнения бетонной смеси:

– прекращается оседание бетонной смеси, поверхность бетона становится плоской и горизонтальной;

– прекращается выделение больших пузырьков воздуха;

– появляется на поверхности цементное молочко.

Штыкование выполняется шуровками, используется при бетонировании тонкостенных густоармированных конструкций.

Трамбование применяется при очень жестких бетонных смесях, небольших объемах работ и в том случае, когда вибрирование невозможно, например, из-за того, что находящиеся рядом конструкции или оборудование нельзя подвергать вибрации. Используются ручные или пневматические трамбовки.

Вибрирование – наиболее распространенный способ уплотнения, выполняется с помощью вибраторов.

Вибраторы классифицируются:

– по способу применения: внутренние (глубинные), наружные и поверхностные;

– по конструкции: виброиглы, вибробулавы, накладные на хомутах, виброрейки, виброплощадки;

– по характеру колебаний: круговые или вращательного действия, направленные или возвратно-поступательного действия;

– по виду применяемой энергии: электрические (наиболее распространенные на стройплощадке), электромагнитные (электромагнит, состоящий из якоря и сердечника с катушкой. По катушке проходит ток и якорь попеременно притягивается и отталкивается от сердечника с частотой 100 Гц), пневматические, гидравлические (применяются во взрывоопасных, влажных помещениях).

Эффективность вибрирования бетонной смеси зависит от частоты и амплитуды колебаний, влияющих на скорость перемещения частиц.

Для смесей с крупным заполнителем лучше низкочастотные вибраторы с большой амплитудой колебаний, для смесей с заполнителями мелких фракций – высокочастотные с малой амплитудой. Частота может колебаться в пределах 2800-20000 колебаний/минуту, амплитуда $A = 0,1-3$ мм (табл. 8). Поскольку в бетонной смеси содержатся частицы разной крупности, то наилучшее уплотнение дают поличастотные вибраторы.

Характеристика вибраторов

Тип вибратора	Частота, колебаний/мин.	Амплитуда колебаний, мм
Низкочастотные	3500	3
Среднечастотные	3500-9000	1-1,5
Высокочастотные	10000-20000	0,1-1

Глубинные или внутренние вибраторы применяются для уплотнения бетонных смесей в крупных блоках массивных сооружений (фундаментах, колоннах, балках).

Вибробулаву или виброиглу устанавливают вертикально на поверхность уплотняемого слоя, затем включают электродвигатель. В процессе вибрирования наконечник (игла или булава) погружают в бетонную смесь несколько заглубляя в ранее уложенный слой, примерно на 10-15 см, но не более, чем 1,25 длины наконечника вибратора. В этом случае нижний слой разжижается и лучше контактирует с уплотняемым верхним слоем. По окончании вибрирования наконечник извлекают. При этом электродвигатель не выключается, чтобы пустота под наконечником заполнилась бетонной смесью.

Расстояние между позициями глубинных вибраторов не должно превышать полутора радиусов их действия, в пределах этого расстояния имеет место достаточный уплотняющий эффект. Очень близко располагать глубинные вибраторы к опалубке нельзя, так как это способствует не уплотнению, а разрушению бетонной смеси за счет высокого динамического давления в этой области. В тоже время удаление вибратора от опалубки может привести к недоуплотнению прилегающих к опалубке участков, что повышает пористость, понижает прочность бетона. Поэтому в каждом конкретном случае с учетом радиуса действия вибратора определяют его местоположение.

Могут быть пакеты вибраторов. Такой вибропакет перемещают с одной позиции на другую при помощи крана или навешивают на бульдозер.

Наружные вибраторы применяются при бетонировании густоармированных конструкций и конструкций с малым поперечным сечением (стены, колонны). Крепят их снаружи к опалубке. Если используется один вибратор, то он переставляется по мере укладки бетона и уплотняет бетонную смесь послойно. Если используется несколько вибраторов, то они располагаются на определенном расстоянии друг от друга, чтобы не происходило взаимного гашения колебаний соседних вибраторов, что резко снижает эффективность уплотнения. При

этом уплотнение слоя бетона должно происходить под прикрытием вышеуложенного слоя, то есть всегда уплотняется тот слой, который «прикрыт» вышележащим слоем, так как только в этом случае будет обеспечен контакт всех слоев бетона.

Поверхностные вибраторы применяются при уплотнении неармированных и армированных плоских конструкций (перекрытия, полы, своды, дорожные покрытия).

При производстве работ вибраторами необходимо правильно выбрать режим вибрирования, то есть продолжительность работы. Продолжительность вибрирования зависит от типа вибратора и технологических характеристик бетонной смеси. Чем меньше подвижность бетонной смеси, тем более длительной вибрации она требует. При недостаточной продолжительности смесь недоуплотняется, при избыточной – расслаивается. Такая смесь резко теряет свои физико-механические свойства. Чтобы этого не произошло, нужно опытным путем определять оптимальное время вибрирования, при котором достигается плотная структура бетона. В крайнем случае, можно определить достаточность уплотнения визуальным путем по внешним признакам.

По мере уплотнения каждого слоя бетона вибраторы переставляются с одной позиции на другую вдоль слоя и вертикально со слоя на слой.

При перестановке виброплощадок необходимо, чтобы их основание перекрывало смежный провибрированный участок не менее, чем на 10 см.

Уложенная и уплотненная бетонная смесь требует ухода. То есть должен создаваться определенный температурно-влажностный режим, обеспечивающий набор бетоном необходимой прочности. В зимних условиях бетон необходимо прогревать до набора им критической прочности.

Создание искусственной тепловлажностной среды для твердения бетона в зимнее время осуществляется безобогревными методами и методами искусственного прогрева.

Экономическая целесообразность того или иного метода зависит от массивности конструкции, температурных условий, наличия ресурсов и определяется в каждом случае технико-экономическими расчетами.

Для выбора метода зимнего бетонирования определяют модуль поверхности, m^{-1}

$$\mu_{\Pi} = \frac{\sum F}{V}, \quad (3.1)$$

где $\sum F$ – сумма площадей всех поверхностей заданной конструкции, м^2 ,
 V – объем конструкции, м^3 .

Если $\mu_{\text{п}} \leq 3$ (массивная конструкция), применяют безобогревный метод (метод «термоса»). Его сущность состоит в том, что бетон набирает критическую прочность за время остывания от начальной температуры до $+5^\circ\text{C}$ уложенной бетонной смеси.

Если $3 < \mu_{\text{п}} < 10$ и конструкция не армированная, то можно применять разновидность метода «термоса» – с применением в бетоне противоморозных добавок, понижающих температуру его замерзания, для конструкций армированных рабочей арматурой применяют обогревные методы.

Для конструкции с модулем поверхности $\mu_{\text{п}} \geq 10$ следует применять обогревные методы.

Для выбранного метода зимнего бетонирования производят теплотехнический расчет.

Теплотехнический расчет метода «Термоса»

При расчете метода «Термоса» необходимо подобрать опалубку с таким теплоизоляционным слоем и такой толщины, чтобы бетон, остывая до температуры $+5^\circ\text{C}$ успел набрать критическую прочность. Расчет основан на решении уравнения теплового баланса

$$Q_{\text{ист}} > Q_{\text{потерь}}, \quad (3.2)$$

где $Q_{\text{ист}}$ – количество тепла, создаваемое массой бетона и гидратацией цемента;
 $Q_{\text{потерь}}$ – теплопотери, образуемые от остывания конструкции до $+5^\circ\text{C}$, а также идущие на нагрев арматуры и опалубки.

Чтобы обеспечить предусмотренное уравнением (3.2) соотношение, необходимо создать соответствующую теплоизоляционную защиту, т. е. подобрать опалубку, для чего пользуемся формулой профессора Б. Г. Скрамтаева

$$C \cdot \gamma \cdot (t_{\text{бн}} - t_{\text{бк}}) + \text{Ц} \cdot \text{Э} = K_{\text{T}} \cdot \mu_{\text{п}} \cdot \tau \cdot (t_{\text{б ср}} - t_{\text{нв}}) \cdot 24, \quad (3.3)$$

где C – удельная теплоемкость бетона, $C = 0,25$ ккал/кг $^\circ\text{C}$;

γ – удельный вес бетона, $\gamma = 2500$ кг/м³;

$t_{\text{бн}}$ – начальная температура уложенного бетона, град.;

$t_{\text{ок}}$ – температура, при остывании до которой бетон должен набрать критическую прочность;

Ц – расход цемента, кг/1м³ бетонной смеси;

Э – тепловыделение, ккал/1 кг цемента за период твердения, подбирается по таблицам или графикам;

K_T – коэффициент теплопередачи опалубки и теплоизоляции, ккал/м² · ч · град ;

μ_n – модуль поверхности;

$t_{\text{б ср}}$ – средняя температура бетона за время остывания, град.;

$t_{\text{нв}}$ – температура наружного воздуха, град.

T – время остывания бетона от $t_{\text{он}}$ до +5°C, за которое бетон должен набрать критическую прочность, сутки

Поскольку теплотери на нагрев арматуры и опалубки близки по величине количеству тепла, создаваемое гидратацией цемента, то значения величин (Ц) и (Э) для упрощения расчетов не учитывать.

Величины C и γ постоянные, поэтому целесообразно в формулу (3.3) подставить произведение этих чисел, т. е. $C \cdot \gamma = 0,25 \cdot 2500 = 625$.

Отсюда формула (3.3) примет вид:

$$K_m = \frac{625 t_{\text{он}} - t_{\text{ок}}}{\mu_n \cdot \tau t_{\text{б ср}} - t_{\text{нв}}} 24 \quad (3.4)$$

$$\tau = \left(\frac{R}{A + B \cdot t_{\text{б ср}}} \right)^2, \quad (3.5)$$

где R – критическая прочность бетона, % (табл. 9);

A, B – коэффициенты, зависящие от свойств бетона (табл. 10);

$t_{\text{б ср}}$ – средняя температура бетона за время остывания, градусов.

$$t_{\text{б ср}} = \frac{t_{\text{он}}}{1,03 + 0,181 \cdot \mu_n + 0,006 \cdot t_{\text{он}}} \quad (3.6)$$

Рассчитав по формуле (3.4) коэффициент теплоотдачи K_T , по таблице 11 подбирается конструкция опалубки.

Таблица 9

Критическая прочность бетона (R)

Марка бетона	Критическая прочность бетона	
	% от R_{28}	кгс/см ²
100	50	50
150	50	75
200	50	80
250	40	100
300	40	120
400	30	120
500	30	150

Таблица 10

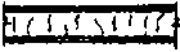
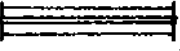
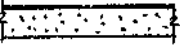


Коэффициенты, учитывающие интенсивность твердения бетона

Характеристика бетона	А	В
Быстро твердеющий портландцемент	25,5	0,96
Портландцемент	12,65	0,48
Шлакопортландцемент	6,0	0,85
Пуццолановый портландцемент	4,6	0,95

Таблица 11

Коэффициент теплоотдачи опалубки K_T

Тип	Конструкция	Материал	Толщина слоя, мм	K_T (ккал/м ² · ч · град;) при скорости ветра м/с		
				0	5	15
1		Доска	25	2,10	4,50	5,15
2		Доска	40	1,73	3,10	3,40
3		Доска	25	1,55	2,60	2,80
		Толь Доска	- 25			
4		Доска	25	0,58	0,69	0,71
		Пенопласт Фанера	30 4			
5		Доска	25	0,75	0,92	0,95
		Толь	-			
		Мин. вата	50			
		Фанера	4			

Тип	Конструкция	Материал	Толщина слоя, мм	K_T (ккал/м ² · ч · град;) при скорости ветра м/с		
				0	5	15
6		Металл Мин. вата Фанера	3 50 4	0,86	1,10	1,15
7		Фанера Асбест Фанера	10 4 10	2,10	4,40	5,00
8		Толь Опилки	- 100	0,64	0,77	0,78
9		Толь Шлак	- 150	1,10	1,53	1,60
10		Толь Мин. вата	- 50	0,67	1,13	1,16

Теплотехнический расчет метода электропрогрева

Одним из наиболее распространенных и экономичных обогревных методов зимнего бетонирования является электропрогрев, который основан на преобразовании электрической энергии в тепловую и может осуществляться двумя способами: первый – электродный, второй – нагревательными приборами.

Первый способ заключается в пропускании электрического тока через свежешеленный бетон, при этом бетон в электрической цепи является элементом с большим сопротивлением, на котором выделяется большое количество тепла, прогревающего бетон.

Второй способ осуществляется путем поверхностного нагрева окружающей бетон среды.

При выборе способа электротермообработки следует отдавать предпочтение электродному прогреву, так как выделение тепла происходит непосредственно в бетоне и КПД использования электрической энергии значительно выше, равномернее распределяется температурное поле.

В зависимости от ряда факторов электродный прогрев может производиться по трем различным режимам (рис. 3.1).

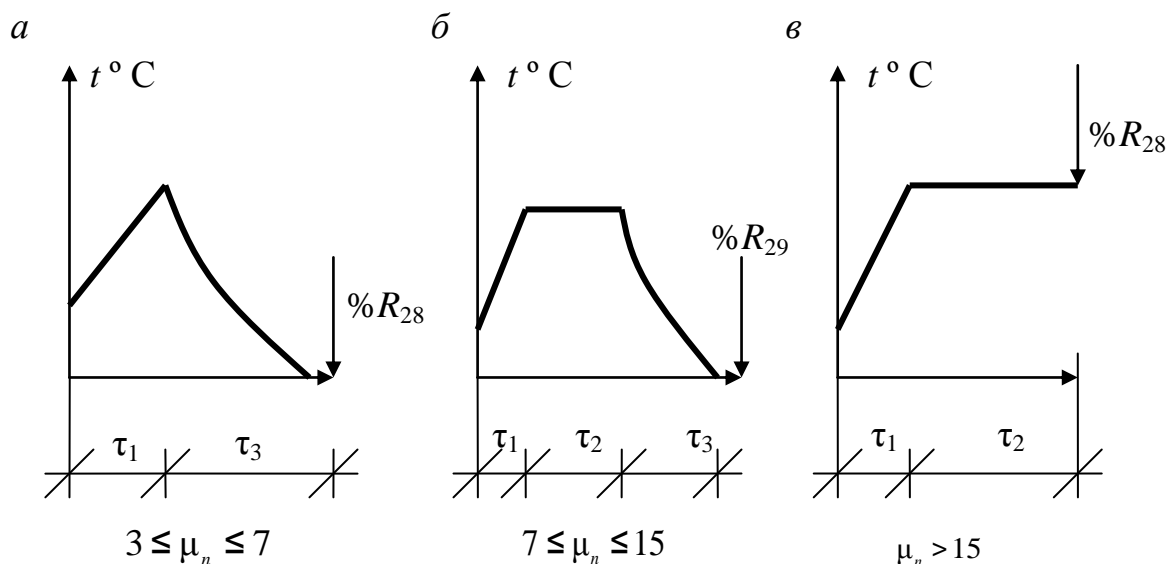


Рис. 3.1. Графики режимов электропрогрева:
а – 1 режим; *б* – 2 режим; *в* – 3 режим

Режим 1 используется для массивных конструкций с $3 \leq \mu_n \leq 7$, состоит из двух периодов: периода разогрева τ_1 и периода остывания τ_3 .

Режим 2 используется для конструкций с $7 \leq \mu_n \leq 15$ и состоит из трех периодов: периода разогрева τ_1 , периода прогрева τ_2 и периода остывания τ_3 .

При первом и втором режимах заданная прочность обеспечивается к концу остывания конструкции.

Режим 3 применяется для прогрева тонкостенных конструкций с модулем поверхности $\mu_n > 15$ и состоит из двух периодов: периода разогрева τ_1 и периода изотермического прогрева τ_2 .

Требуемая прочность бетона при таком режиме должна быть достигнута к моменту окончания изотермического прогрева, а прирост прочности за время остывания не учитывается.

Теплотехнический расчет метода электропрогрева заключается в определении продолжительности периодов разогрева, прогрева и остывания конструкции и потребной мощности (в зависимости от принятого режима)

Продолжительность периода разогрева рассчитывается для всех режимов, часов

$$\tau_1 = \frac{t_{из} - t_{б.н}}{\Delta t_0} \quad (3.7)$$

где $t_{из}$ – предельная допустимая температура прогрева бетонной смеси: при $\mu_{п} \leq 6$ $t_{из} = 80^{\circ}C$; при $\mu_{п} > 6$ $t_{из} = 90^{\circ}C$;

$t_{б.н}$ – начальная температура укладки бетонной смеси (в учебных целях принимается плюс $50^{\circ}C$);

Δt_0 – скорость разогрева конструкции, град/час, которую рекомендуется принимать: при $\mu_{п} \leq 6$ $\Delta t_0 = 10^{\circ}C/час$; при $\mu_{п} > 6$ $\Delta t_0 = 8^{\circ}C/час$.

Продолжительность периода прогрева, часов

$$\tau_2 = A' - B' \cdot \alpha \tau_1 + \alpha \tau_3, \quad (3.8)$$

где A', B' – коэффициенты, зависящие от температуры изотермического прогрева $t_{из}$ и требуемой критической прочности бетона $R = 50\%$ (табл. 12);

α – температурный коэффициент определяется в зависимости от средней температуры бетона $t_{б.ср}$ (ф.3.6), (табл.13).

Таблица 12

Значения коэффициентов A', B'

Коэффициенты	Температура изотермического прогрева $t_{из}$ при критической прочности бетона 50%			
	60	70	80	90
A'	13,8	9,5	6,0	3,6
B'	0,17	0,12	0,075	0,05

Таблица 13

Значения температурного коэффициента α в зависимости от средней температуры бетона $t_{б.ср}$

$t_{б.ср}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	95
α	0,12	0,5	1,0	1,0	2,7	4,0	5,9	8,4	13,2	21,5

Продолжительность периода остывания, часов

$$\tau_3 = \frac{t_{из}}{\Delta t} \quad (3.9)$$

где Δt – интенсивность остывания, град/час (табл. 14).

Допустимая скорость остывания конструкции

Тип бетонируемой конструкции	$\mu_{\text{п}}$	Δt , град/час
Бетонные слабо армированные	10	12
то же	9-6	5
то же	5-3	2-3
Ж/бетонные сильно армированные	8	не более 15

После выполнения расчетов соответствующих режимов переходят к определению расхода электроэнергии.

Расход электроэнергии на одну конструкцию определяется по формуле, кВт·час

$$W = P_1 \cdot \tau_1 + P_2 \cdot \tau_2 \quad V \quad (3.10)$$

где τ_1, τ_2 – продолжительность периодов разогрева и прогрева соответственно;

V – объем бетонируемой конструкции, м³;

P_1 – потребная мощность для разогрева 1 м³ бетона, кВт/м³

$$P_1 = \frac{600 \cdot \Delta t + K_T \cdot \mu_{\text{п}} \cdot t_{\text{б.ср}} - t_{\text{нв}}}{864} \quad (3.11)$$

P_2 – потребная мощность для прогрева 1 м³ бетона, кВт/м³

$$P_2 = \frac{K_T \cdot \mu_{\text{п}} \cdot t_{\text{из}} - t_{\text{нв}}}{864} \quad (3.12)$$

где K_T – коэффициент теплоотдачи, принимается в зависимости от конструкции опалубки (табл. 11).

После выполнения расчетов следует в масштабе вычертить график принятого режима электропрогрева, привести краткие указания по технологии выполнения бетонных работ.

Материалы и оборудование: макеты и образцы рабочего оборудования, плакаты, видеоматериалы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучение конструкции, технических параметров дробилок

2. Изучение конструкции и принципа действия бетоносмесительных установок

3. Изучение способов транспортирования и подачи бетонной смеси, вариантов механизации работ

4. Изучение конструкции опалубок, их классификации по материалу и конструкции, областей применения

5. Изучение методов и способов уплотнения бетонной смеси, конструкции вибраторов, особенностей их применения.

5. Изучение методов зимнего бетонирования, теплотехнический расчет зимнего бетонирования заданной конструкции.

6. Вычерчивание схем бетоносмесительных установок, дробилок, вибраторов с указанием основных частей и особенностей конструкции.

7. Оформление отчетов с предоставлением конспекта теоретической части, дополненного чертежами и выводами.

Задача. Выполнить теплотехнический расчет зимнего бетонирования конструкции в соответствии с заданием к расчетно-графической работе.

Пример решения задачи. Выполнить теплотехнический расчет зимнего бетонирования конструкции с размерами, м 2,0x2,0x1,0. Температура наружного воздуха минус 15 °С, начальная температура уложенного бетона плюс 35 °С, скорость ветра 15 м/с.

Определяем объем конструкции

$$V = 2,0 \cdot 2,0 \cdot 1 = 4 \text{ м}^3.$$

Определяем сумму площадей всех поверхностей конструкции

$$\sum F = 2,0 + 2,0 + 1 + 1 + 2 + 2,0 \cdot 1,0 \cdot 2 = 16 \text{ м}^2.$$

Определяем модуль поверхности

$$\mu_{\Pi} = \frac{\sum F}{V} = \frac{16}{4} = 4 \text{ м}^{-1},$$

Так как конструкция неармированная, то возможно применить метод «Термоса».

Определяем среднюю температуру бетона за время остывания

$$t_{\text{ср}} = \frac{35}{1,03 + 0,181 \cdot 4 + 0,006 \cdot 35} = 17,82.$$

Определяем время остывания бетона

$$\tau = \left(\frac{50}{12,65 + 0,48 \cdot 17,82} \right)^2 = 5,6.$$

Тогда коэффициент теплопередачи опалубки и теплоизоляции равен

$$K_{\tau} = \frac{625 \cdot 35 - 5}{4 \cdot 5,6 \cdot 17,82 - 15 \cdot 24} = 12,4 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}.$$

Вывод: для бетонирования может быть принята опалубка, выполненная из досок толщиной 25 мм.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие составляющие входят в бетонную смесь?
2. Какие виды дробилок Вам известны? Области применения дробилок, их технические характеристики?
3. Какие Вы знаете типы бетоносмесительных установок? Их характеристики, области применения?
4. Как транспортируется бетонная смесь?
5. Как классифицируется опалубка по конструкции?
6. Как классифицируется опалубка по материалам?
7. С помощью какого оборудования подается бетонная смесь в опалубку?
8. Какие методы уплотнения бетонной смеси Вы знаете?
9. Как классифицируются вибраторы по способу применения?
10. Как классифицируются вибраторы по конструкции?
11. Как классифицируются вибраторы по характеру колебаний?
12. Как классифицируются вибраторы по виду применяемой энергии?
13. Основные правила установки вибраторов?
14. Как ухаживают за бетоном в летнее и зимнее время?
15. Методы зимнего бетонирования?
16. Как рассчитывается модуль поверхности?
17. Когда применяется метод «Термоса»?

18. Когда нельзя применять метод «холодного бетона» с добавлением противоморозных добавок?
19. Когда применяются обогревные методы при зимнем бетонировании?
20. Какие обогревные методы Вам известны?
21. Как выполняется теплотехнический расчет метода «Термоса»?
22. Как выполняется теплотехнический расчет электрообогревного метода?

4. Лабораторная работа 7

Технология работ по каменной кладке. Инструменты, приспособления, контрольно-измерительные приборы

Цель работы: изучение инструментов, приспособлений и контрольно-измерительных приборов для каменной кладки. Изучение технологии производства каменных работ с использованием плакатов, макетов, образцов каменных материалов.

Время выполнения работы: 2 часа.

Теоретическая часть включает классификацию каменных материалов и кладочных растворов, анализ видов кладки, систем перевязки швов, изучение правил разрезки каменной кладки, основных операций при кладке стен, способов укладки кирпича, приборов, инструментов и приспособлений для каменных работ.

Помимо железобетонных зданий и сооружений (сборных и монолитных) очень большое место в строительстве занимают здания из каменных материалов. Возведение зданий из каменных материалов имеет свои достоинства и недостатки. Достоинства: используется местное достаточно дешевое сырье; применяется прочный, долговечный, огнестойкий материал; можно возводить самые разнообразные пол архитектурной выразительности здания. Недостатки: большая трудоемкость выполнения работ, большая материалоемкость конструкций, большая масса каменных материалов, а, следовательно, большая нагрузка на основания и большие транспортные расходы.

Каменные материалы классифицируются:

- по виду материалов: природные – гранит, ракушечник, известняк, туф, бутовый камень; искусственные – бетонные, силикатные, керамические;
- по размерам: панели, крупные блоки, мелкие блоки, штучный кирпич различных марок;
- по структуре: полнотелые, пустотелые.

Отдельные камни в кладке скрепляются между собой растворами. После твердения раствора кладка становится прочной и монолитной.

Кладочные растворы делятся на:

- простые: *цементные*, применяющиеся при кладке особо нагруженных конструкций и подземных коммуникаций, они должны быть использованы до

начала схватывания, то есть в течение 1 часа; *глинистые*, применяющиеся при кладке печей, дымоходов, обмуровочных работах, при огнеупорной кладке); *известковые*, используемые при кладке малоэтажных зданий и перегородок;

– сложные, состоящие из вяжущего (цемента), мелкого заполнителя (естественный или искусственный песок) и пластификатора (глина или известь): *известково-цементные, цементно-глинистые*.

Каменная кладка может выполняться как:

– кирпичная сплошная (применяется при кладке стен, столбов);

– кирпичная облегченная (выполняется из нескольких материалов: кирпич и теплоизоляционные материалы – пенопласт, пенополистирол, керамзит, блоки из пенобетона, керамзитобетона и т.п.);

– кирпичная армированная сварными сетками или отдельными стержнями под перемычками, под перекрытиями. Армируется кладка простенков в несущих стенах, кладка столбов, вертикальные штрабы, зимняя кладка;

– бутовая и бутобетонная кладка (выполняется из бутового камня, укладываемого на раствор, применяется в основном при кладке фундаментов).

Каменная кладка состоит из следующих элементов:

– версты (наружная и внутренняя);

– забутка;

– швы вертикальные продольные и поперечные и горизонтальные. Швы – это зазоры между камнями, заполненные кладочным раствором. Толщина шва строго регламентирована и составляет 10-15 мм. Увеличение толщины шва возможно только при армировании кладки.

Наружные швы каменной кладки могут выполняться:

– в пустошовку (под штукатурку), когда раствор не доходит до края кирпича на 1,5-2 см для лучшего скрепления штукатурного намета с кладкой;

– в полный шов с подрезкой раствора кельмой;

– под расшивку.

Расшивка выполняется для уплотнения раствора, выходящего на поверхность кладки; создания привлекательного законченного вида кладки; создания на поверхности шва цементной пленки, которая дополнительно защищает конструкцию от коррозии. Форма шва после расшивки может быть выпуклой, вогнутой, прямой, односрезной, двухсрезной.

Расшивка швов выполняется сразу же в процессе кладки, через каждые 3 – 4 ряда специальными расшивками. Расшивают вначале вертикальные швы, а затем горизонтальные. Обычно вместе с расшивкой идет зачистка поверхности. Кладка с нерасшитыми швами, если это требуется по проекту, считается «незавершенкой» и может не оплачиваться заказчиком.

Способ расположения камней в кладке называется *разрезкой*. Существуют три основных правила разрезки каменной кладки:

1. Кладку ведут горизонтальными рядами перпендикулярными нагрузке, чтобы в кладке не возникло опасных скалывающих напряжений и сдвига. Если в процессе эксплуатации действующие силы отклоняться от вертикали, то угол отклонений должен быть не более 18° (половины угла трения камня по камню);

2. Вертикальные швы должны быть перпендикулярны постели, чтобы не возникло эффекта клина.

3. Вертикальные швы должны быть перевязаны, так как иначе кладка будет представлять собой не монолитный массив, а ряд отдельных столбов, которые могут отделиться друг от друга.

Порядок укладки кирпичей (камней) относительно друг друга называется *системой перевязки швов*.

Существует около 150 систем перевязки швов. Такое их количество связано с тем, что для стен и столбов системы перевязки разные, для стен разной толщины также разные системы перевязки, соответственно для углов стен разной толщины системы укладки кирпича при «заведении угла» тоже разные. Принципиально можно выделить три группы систем перевязки швов: однорядная система, многорядная и система «Профессора Онищика». Следует учитывать, что при любой системе перевязки швов кладка от фундамента всегда начинается тычковым рядом целого кирпича и также заканчивается под перекрытие.

Однорядная система перевязки швов предполагает чередование тычковых и ложковых рядов. При этом во всех рядах идет перекрытие швов в продольном направлении на $\frac{1}{2}$ кирпича и в поперечном – на $\frac{1}{4}$ кирпича.

Достоинства кладки: очень прочная, хорошо воспринимает вертикальные нагрузки.

Недостатки: много неполномерного кирпича, небольшой объем забутки, более трудоемкая.

Многорядная система перевязки швов предполагает чередование одного тычкового и нескольких ложковых рядов. При этом в зависимости от количества ложковых рядов кладка может быть 3-х, 4-х, 5-и, 6-и рядная. В такой кладке все ложковые ряды выполняются с перекрытием швов на $\frac{1}{2}$ кирпича. Продольные вертикальные швы ложковых рядов раствором не заполняются, а перекрываются снизу и сверху тычковыми рядами. За счет этого создается воздушная прослойка, обеспечивающая дополнительную теплоизоляцию кладке.

Достоинства кладки: сокращается количество неполномерного кирпича; повышается жесткость в продольном направлении; улучшаются теплоизоляционные свойства; уменьшается трудоемкость кладки за счет того, что 40% кирпича идет в забутку; кладка более интересная с дизайнерской точки зрения. Если на стройплощадке много колотого кирпича и нет специальных указаний, то лучше класть стены многорядной кладкой.

Недостатки: несущая способность кладки меньше, чем у однорядной. Поэтому такую кладку используют при возведении малоэтажных зданий, при кладке ограждающих (не несущих) стен многоэтажных зданий, при этом желательно, чтобы кладка была высотой на этаж с опиранием на междуэтажные перекрытия.

Система перевязки швов «*Профессора Онищика*» обладает очень высокой несущей способностью и применяется при кладке столбов (колонны из кирпича), простенков несущих стен и т.п. Это трехрядная перевязка швов, при которой допускается совпадение вертикальных швов в трех смежных рядах с перевязкой их кирпичами четвертого ряда.

Участки стен, где кладка отличается от сплошной глухой кладки, называются *детальными каменными конструкциями*. К ним относятся: простенки между оконными проемами; оконные и дверные проемы и четверти в проемах; надоконные и наддверные перемычки; цоколь с обрезом фундамента; пояса (выступы на фасаде); пилястры (вертикальные выступы стены, обычно имеющие базу и капитель, и тем самым условно изображающие колонны); борозды для прокладки коммуникаций; ниши – углубления, например, для радиаторов; штрабы (выступы и углубления или ступеньки в торце участка каменной стены для последующей связи с другим участком). Штрабы могут быть вертикальными (выступы и углубления) и убежными (ступеньки) и применяются при временных перерывах кладки. Как правило, вертикальные – в месте примыкания поперечных и продольных стен, а убежные – в начале кладки, когда «заводят» угол и

нет возможности продолжать кладку сразу в двух направлениях. Такие штрабы называются убежными угловыми. При перерывах в процессе работ по непредвиденным и независящим от каменщика причинам рекомендуется выполнять промежуточную убежную штрабу.

При кладке стен выполняются следующие *рабочие операции*:

- установка причалки (рабочий высокой квалификации);
- подача раствора и кирпича (рабочий низкой квалификации);
- укладка кирпича в версты (рабочий высокой квалификации);
- укладка кирпича в забутку (рабочий низкой квалификации);
- контроль кладки (рабочий высокой квалификации);
- расшивка швов (рабочий высокой квалификации).

Операции по контролю кладки и расшивке швов выполняются не реже, чем через 3-4 ряда

Кирпичи (камни) могут укладываться несколькими *основными способами*:

– вприсык, когда каменщик держит кирпич наклонно на расстоянии 5-8 см от ранее уложенного и ребром кирпича подгребает часть раствора с постели, поворачивает его и прижимает к ранее уложенному кирпичу, а затем нажатием руки осаживает кирпич до требуемой толщины шва. Таким образом формируется и заполняется вертикальный шов. Этот способ применяется при пластичном растворе, чаще всего при кладке стен впустошовку, то есть при неполном заполнении швов на лицевой поверхности, когда раствор расстилается с отступом от края стены на 2-3 см. Такой способ кладки, при котором каменщик не пользуется кельмой, отличается высокой производительностью, однако поверхности выложенных стен необходимо штукатурить.

– впритык с подрезкой применяется также на пластичном, но более жестком растворе, при полном заполнении шва под расшивку. Раствор раскладывается на постель с отступом от края 10-12 мм. Кирпич укладывается, как и в первом случае, осаживается нажатием руки или рукояткой кельмы, выжимаемые при этом излишки раствора после укладки (4-6 кирпичей) подрезаются кельмой и вновь укладываются на постель.

– вприжим применяется при полном заполнении шва при жестком растворе. Этот способ обеспечивает лучшее качество работы, но менее производительен. Кладку вприжим каменщик выполняет в следующем порядке: поданный раствор разравнивает кельмой, подготавливая постель для укладки нескольких кирпичей. При этом раствор расстилает с отступом от лицевой поверхности

стены на 10 мм. Ребрами кельмы каменщик подгребают часть раствора с верха постели и прижимают к вертикальной грани ранее уложенного кирпича. Лево́й рукой каменщик укладывает кирпич и прижимает его к ранее уложенному, одновременно правой рукой извлекая кельму вверх. При этом образуется плотно заполненный раствором вертикальный шов. Далее рукой или рукояткой кельмы каменщик осаживает кирпич на растворной постели до требуемой толщины шва. После укладки двух-четырех кирпичей подрезает кельмой выступивший из швов раствор и набрасывает его на растворную постель.

– вполуприту́к используют при кладке кирпичей в забутку. Для этого сначала ровным слоем расстилают раствор. Каменщик ведет кладку обеими руками, при этом ребрами кирпичей подгребают раствор для частичного заполнения вертикальных швов. Уложенные кирпичи осаживают до одинакового уровня с верстовыми рядами. Этот способ кладки несложен, его выполняют каменщики 2-го разряда.

При выполнении каменных работ используются различные инструменты, приспособления и контрольно-измерительные приборы.

Инструменты:

– кельма – предназначена для разравнивания раствора по постели, подрезки раствора, зачистки и прижима кирпича, подтесывания кирпича;

– лопатка растворная используется для подачи раствора из ящиков на стены, расстилания раствора на постели при образовании горизонтальных швов;

– молоток-кирочка необходим для получения неполномерного кирпича;

– расшивки для выполнения расшивки швов;

– монтажные ломы;

– топор.

Приспособления:

– шнур-причалка – крученый шнур Ø 2-3 мм, по натянутому положению которого контролируют уровень поверхности верст, прямолинейность и горизонтальность рядов;

– порядовки предназначенные для разметки и контроля высотных отметок кладки. Изготавливаются из металлических уголков или деревянных реек, которые с помощью скоб крепят к стенам здания по углам и через 10-12 м на прямых участках стены. Положение порядовки выверяют по отвесу и нивелиру. На порядовке с учетом суммарной толщины кирпича и шва нарезают деления,

соответствующие высоте ряда кладки. Используя эти деления и фиксирующие устройства, натягивают причалку и таким образом контролируют уровень поверхности;

- скобы причальные, которые используют для крепления причалок непосредственно к кладке. Скобы верхним концом опираются на маячный кирпич, а нижним входят в шов кладки;

- шаблоны для окон и дверей;

- пробки для правильного направления и гладкости дымоходных и вентиляционных каналов.

Контрольно-измерительные приборы:

- уровень горизонтальный и вертикальный;

- отвес, он особенно важен при заведении углов;

- рулетка;

- складной стальной метр;

- угольник для проверки углов.

Транспортирование материалов для каменной кладки осуществляется автотранспортными средствами.

Кирпич транспортируется:

- в автосамосвалах с последующей их разгрузкой сбрасыванием поштучно, но не сваливанием (это запрещено);

- в контейнерах – металлических решетчатых пространственных конструкциях (этот способ не оправдал себя)

- на деревометаллических или деревянных поддонах, снабженных металлическими скобами для строповки. Укладывают кирпич на поддон с перекрестной перевязкой или «в елку». Кирпич, уложенный «в елку» можно перевозить бортовыми автомобилями без дополнительного крепления поддонов. Это основной способ перевозки кирпича.

Раствор транспортируется:

- автосамосвалами с последующей выгрузкой в раздаточные бункера или поворотные бадьи. В таких бункерах или бадьях раствор подают краном на подмости и выгружают в растворные ящики. Из автосамосвалов можно выгружать непосредственно в ящики-контейнеры, которые подают на рабочее место краном по одному или гирляндой из двух-трех ящиков;

- бортовыми автомобилями в бункерах-контейнерах. Бункера подают на рабочее место каменщиков краном и выгружают в растворные ящики.

– при строительстве многоэтажных зданий предпочтительнее подавать раствор растворонасосами по трубопроводам, которые монтируются обычно в лестничных клетках. На уровне подмостей к трубопроводам присоединяют разводящие шланги и раздаточные рукава для подачи раствора в растворные ящики. К раздаточному рукаву может быть присоединен раствороукладчик – металлическая трубка со сплюснутым наконечником (своего рода сопло). При помощи такого сопла на поверхность кладки наносят полосу раствора требуемой ширины и толщины.

Важным моментом при выполнении каменной кладки является правильная организация труда каменщиков и организация рабочего места.

Основными методами *организации производства работ* при кирпичной кладке являются деляночный и кольцевой методы.

Деляночный (расчлененный) метод предусматривает деление захватки на отдельные участки для работы отдельными звеньями в составе 2- 6 человек. Численный состав звеньев зависит от толщины стены, способа, сложности и трудоемкости кладки.

«Двойка» ведет кладку узких стен, перегородок толщиной 0,5-1 кирпич, столбов, простенков. 1-й каменщик ведет кладку верст, забутки, приколку кирпича, а подручный рабочий – подает кирпич, подает раствор, помогает класть забутку.

«Тройка» – ведет кладку узких стен толщиной 1,5-2 кирпича и более при меньшем числе проемов и более простой кладке. 1-й каменщик кладет версты, 2-й – кладет забутку, 3-й – подает раствор и кирпич.

«Четверка» – стены толщиной в 2 кирпича – две «двойки».

«Пятерка» – стены толщиной в 2-2,5 кирпича («двойка» и «тройка» или 2 каменщика кладут наружную версту как «двойка», 2 каменщика – внутреннюю версту, 1 каменщик – забутку.

«Шестерка» – стены толщиной 2,5-3 кирпича. Работают, как три «двойки» или две «тройки»;

Кольцевой (конвейерный) метод применяется при кладке «глухих» стен толщиной 2-2,5 кирпича. Работу ведут звеньями «пятерка» («двойка» и «тройка») или «шестерками» (три «двойками»), перемещаясь вдоль стены: 1-я «двойка» ведет наружную версту, 2-я – внутреннюю, 3-я – забутку.

Организация рабочего места каменщика включает в себя мероприятия по оснащению рабочего места средствами и предметами труда и их размещению в

определенном порядке с целью создания необходимых условий для высокопроизводительного и безопасного труда рабочих и достижения высокого качества работ.

Рабочее место включает в себя рабочую зону шириной 600-700 мм (удобно работать и можно брать материал без излишних перемещений), зону размещения материалов и свободную зону (для перемещения). Общая ширина рабочего места не менее 2 м.

Материалы и оборудование: макеты и образцы рабочего оборудования, плакаты, видеоматериалы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучение видов камней и кладочных растворов
2. Изучение правил разрезки каменной кладки, систем перевязки швов, способов укладки кирпича
3. Изучение рабочих операций при кладке стен, организации работ и организации рабочего места каменщика.
4. Изучение инструментов, приспособлений и контрольно-измерительных приборов, применяемых при каменной кладке.
5. Решение задач.
6. Вычерчивание схем раскладки кирпича при различных системах перевязки швов, элементов и деталей каменной кладки.
7. Оформление отчетов с предоставлением конспекта теоретической части, дополненного чертежами и выводами.

Задача 1

Выполнить кладку стен по заданию (табл. 15) , пользуясь модульными кирпичами.

Таблица 15

Исходные данные по вариантам

№ варианта	Элемент кладки	Толщина стены, в длинах стандартного кирпича	Система перевязки швов
1	Глухая стена	1,5	цепная
2	Заведение угла	2	цепная
3	Глухая стена	2	многорядная (четырёхрядная)

№ варианта	Элемент кладки	Толщина стены, в длинах стандартного кирпича	Система перевязки швов
4	Глухая стена	3	многорядная (трехрядная)
5	Заведение угла	2	многорядная (трехрядная)
6	Простенок (столб)	1,5	«Профессора Онищика»

Задача 2. Подобрать состав звена каменщиков для работы на делянке. Определить количество потребных материалов в соответствии с заданием (табл. 16). Вычертить схему принятой системы перевязки швов, описать принятый способ укладки кирпича (впритык, вприжим, в пустошовку, под расшивку, с подрезкой), описать организацию работ на делянке (метод, состав звена, распределение операций между рабочими).

Таблица 16

Исходные данные по вариантам

№ варианта	Размеры конструкции		Норма времени, чел-час/ м ³	Консистенция раствора
	Толщина стены, в длинах стандартного кирпича (<i>a</i>)	Высота кладки (<i>h</i> , м)		
1	0,5	4,0	4,4	Жесткая
2	1,0	2,0	4,6	Пластичная
3	1,5	3,0	3,7	Пластичная
4	2,0	3,0	3,2	Пластичная
5	2,5	2,0	2,9	Жесткая
6	3,0	3,0	2,5	Жесткая
7	2,0x2,0 (столб)	4,0	3,65	Жесткая

Пример решения задачи: Подобрать состав звена каменщиков для работы на делянке при кладке стены толщиной в два кирпича (0,5 м). Определить количество потребных материалов при высоте кладки 2,5 м на жестком растворе, норма времени $N_{вр} = 3,8$ чел-час/ м³.

1. При кладке стены толщиной в два кирпича потребуется звено каменщиков численностью $n = 4$ чел.

2. Объем кладки, выполняемой звеном каменщиков в смену

$$V = \frac{n \cdot 8}{H_{\text{вр}}} = \frac{4 \cdot 8}{3,8} = 8,4, \text{ м}^3/\text{смену}.$$

3. Длина делянки (фронт работ для звена)

$$L = \frac{V}{a \cdot h} = \frac{8,4}{0,5 \cdot 2,5} = 6,7, \text{ м}$$

4. Потребное количество кирпича и раствора

$$K = 0,4 \cdot V = 3,36 \text{ тыс. шт.}$$

$$P = 0,25 \cdot V = 2,1 \text{ м}^3$$

Примечание: в 1 м³ кладки кирпича – 400 штук, раствора 0,25 м³

Вопросы для самоконтроля

1. Как классифицируются каменные материалы?
2. Как классифицируются кладочные растворы, область их применения?
3. Из каких элементов состоит каменная кладка?
4. Для чего и как выполняется расшивка швов?
5. Как формулируются три правила разрезки каменной кладки?
6. Какие системы перевязки швов Вам известны, их достоинства и недостатки, область применения?
7. Что такое детали стен, какие детали Вы знаете?
8. Какие рабочие операции выполняются рабочими высокой квалификации?
9. Какие рабочие операции выполняются рабочими низкой квалификации?
10. Какие применяются способы укладки кирпича?
11. Как организуется работа бригад при деляночном методе производства работ?
12. Как организуется работа бригад при кольцевом методе производства работ?
13. Какие приборы, инструменты и приспособления используются на каменных работах
14. Как организуется рабочее место каменщиков?
15. Как доставляются на строительную площадку материалы для каменной кладки?

5. Лабораторная работа 8,9

Технология и механизация выполнения отделочных работ

Цель работы: изучение технологии производства штукатурных и малярных работ, видов штукатурных и малярных растворов, их классификацию. Изучение особенностей подготовки поверхностей под нанесение штукатурных и малярных составов. Изучение машин для приготовления и транспортирования штукатурного и малярного растворов, заглаживания штукатурного намета.

Время выполнения работы: 4 часа.

Теоретическая часть включает общие сведения о штукатурных и малярных растворах, области их применения, технологии производства штукатурных и малярных работ, машинах и механизмах, применяемых на отделочных работах.

Для придания зданию законченного вида и защиты конструкций от неблагоприятных природно-климатических и техногенных факторов необходимо выполнить отделку конструкций здания. Виды отделочных работ и материалы, которые для этого используются самые разнообразные. Для зданий определенной группы используются определенные отделочные покрытия, отличающиеся по характеру используемых материалов, качеству и сложности выполняемых работ. Отделка внутренних и наружных поверхностей отличается по видам материалов, по технологии производства работ и т. д. В панельном домостроении рекомендуется использовать конструкции с высокой степенью заводской готовности (наружные панели, отделанные на заводе стеклянной и каменной крошкой, внутренние панели, не требующие дополнительного оштукатуривания и шпаклевки).

Отделочные работы включают в себя стекольные, штукатурные, устройство грязных полов, облицовочные, обойные, малярные, устройство чистых полов.

Часть 1. Штукатурные работы

Штукатурка – камневидный отделочный слой, создаваемый на поверхности конструкции. Наносимый слой сырой штукатурки при твердении превра-

щается в камень и при правильной технологии работ не только служит сам довольно долго, но и увеличивает срок службы сооружений.

В зависимости от свойств и назначения штукатурки делятся на:

– *обычные*, предназначенные для нормальных температурно-влажностных условий, как правило, требуют еще дополнительной окраски или оклейки обоями;

– *декоративные*, предназначенные для отделки фасадов и некоторых помещений общественных зданий (вестибюли, лестничные клетки, холлы). Декоративные штукатурки могут быть гладкими, цветными, иметь характерную фактуру, имитировать декоративные, природные облицовочные камни, дополнительной окраски или облицовки, как правило, не требуют;

– *специальные*, выполняющие защитные функции. К специальным штукатуркам относятся:

– водонепроницаемая гидроизоляционная и гидрофобная, водоотталкивающая. В гидроизоляционную вводятся химические уплотняющие добавки (жидкое стекло, церизит, эпоксидные смолы и др.). В гидрофобную вместе с водой затворения вводятся кремнийорганические добавки, например, фенилэтоксисилоксан;

– рентгенозащитная – вводится баритовый песок, баритовая пыль;

– серпентинитовая (от ионизирующего излучения) – вводится карбид бора;

– теплозащитная и огнезащитная – с использованием легкого заполнителя (перлит, шлак, пемза и др.);

– акустическая или звукопоглощающая. Звукоизоляционные свойства штукатуркам придают накрывочные слои толщиной 10 мм из раствора с легкими заполнителями (может быть пробковая крошка диаметром 3 мм). Такие слои наносятся по сырому, слегка окрепшему грунту из цементно-песчаного или цементно-известкового раствора.

Для создания штукатурного покрытия используются *штукатурные растворы*, прочность которых зависит от вяжущего.

Самые прочные растворы – цементные. Чем выше марка цемента, тем прочнее раствор. В жилищно-гражданском строительстве при производстве штукатурных работ редко используются высокомарочные цементные растворы, только для наружных стен и помещений с повышенной влажностью. Жилые помещения с нормальной влажностью отделываются растворами с более дешевым вяжущим, которое входит в состав сложных или смешанных растворов.

Штукатурные растворы классифицируются:

– по типу и количеству вяжущих: простые (цементные, известковые, глиняные); сложные (известково-цементные по камню и цементно-гипсовые по дереву); смешанные, включающие несколько вяжущих, но без цемента (известково-гипсовые);

– по объему вяжущего: жирные (большое количество вяжущего – очень прочные, но дают большую усадку при твердении) и тощие (малое содержание вяжущего – дают небольшую усадку, но менее прочные и продолжительность твердения дольше).

Растворы могут включать специальные добавки, помимо тех, которые вводятся в специальные растворы: пластифицирующие (глина, отходы производства целлюлозы); активные минеральные гидравлические добавки, которые смешиваются с тонкоизмельченной известью, затворяются водой и получается тесто, которое, начав твердеть на воздухе, может твердеть и под водой (трепеллы, опоки, диатомиты); добавки, ускоряющие схватывание (хлористый кальций, хлористый натрий, поташ; добавки, замедляющие схватывание. Такие добавки очень редко применяются с цементом (серноокисное железо) и гораздо чаще с гипсовым раствором (известь, бура, животный клей).

ТЕХНОЛОГИЯ ШТУКАТУРНЫХ РАБОТ

Перед началом штукатурных работ выполняется приемка помещений.

Штукатурные работы можно начинать лишь после того, как пройдет определенный срок, за время которого здание или конструкция дали осадку. Стены и столбы из штучного материала (кирпича) на цементном растворе можно штукатурить по окончании кладки данного этажа, на известковом или сложном растворе – после возведения следующего этажа; одноэтажные здания и верхние этажи многоэтажных зданий оштукатуривают сразу после окончания кладки независимо от кладочного раствора; деревянные, рубленые стены оштукатуривают через год.

До начала штукатурных работ должна быть готова кровля, установлены перегородки, дверные и оконные коробки (окна застеклены), встроенная мебель, отопление, водопровод, канализация, сделана скрытая электропроводка.

Одним из важных факторов, определяющих качество штукатурки, является *подготовка поверхности*. Различные поверхности подготавливаются по-разному. Но в любом случае поверхность должна быть:

– очищена от пыли, грязи, остатков раствора. Используются стальные щетки, жесткие веники, пескоструйные аппараты, заправленные песком с влажностью не более 2%;

– очищена от копоти промывкой 3% раствором соляной кислоты с дальнейшей промывкой водой;

– очищена от пятен невысыхающих масел обмазкой слоем жирной глины с дальнейшим просушиванием и удалением;

– удалены наплывы бетона или раствора вручную или отбойными молотками.

Кроме этого, стены из разных материалов дополнительно подготавливаются для лучшего закрепления штукатурного намета на поверхности стены.

В стенах из бутового камня, если швы кладки заполнены заподлицо, то их выбирают на глубину не менее 15 мм, поверхность кладки очищают стальными щетками. Если в швах в процессе кладки вставлены куски проволоки, то делают проволочное плетение. Могут вставляться деревянные пробки (дюбеля). Тогда в них вбивают гвозди и тоже делают плетение из проволоки.

Кирпичные стены. Если кладка выполнена впустошовку, то стену очищают металлической щеткой, поливают водой. Если швы были заполнены полностью, то их выбирают на глубину не менее 10 мм, на стенах с помощью зубил, бучард, топоров, отбойных молотков и т.п. делают насечку.

Бетонные поверхности. При их изготовлении могут делаться борозды. если борозд нет, то поверхность очищают стальной щеткой и насекают топором, зубилом, бучардой или зубчаткой. При больших объемах работ для насечки используют пневматические или электрические ручные отбойные молотки, дрели и т.п. После насечки стену очищают от пыли и смачивают водой.

Деревянные поверхности. Доски шириной более 10 см надкалывают и в подколы забивают клинья для образования щели 5-12 мм, так как более широкие доски после нанесения влажного штукатурного раствора могут покоробиться. Для получения шероховатых поверхностей на доски набивают дрань (драчные щиты или штучную). Для уменьшения теплопроводности и звукопроводности деревянных конструкций на них до набивки драни натягивают рогожу, мешковину, войлок, обработанные антисептическими и антимолевыми составами (мягкий войлок закрывают пергамином).

Стыки разнородных поверхностей. При высыхании штукатурки на стыкуемых поверхностях, выполненных из разных материалов (бетон и дерево, бе-

тон и металл, кирпич и дерево и т. п.) образуются трещины, так как впитывающая способность поверхностей разная, а, следовательно, высыхают они в разные сроки. Чтобы не появлялись трещины, стыки затягивают сетками с ячейками от 10x10 до 30x30 мм. Лучше крепить их до дрени.

Стальные балки обматывают или оплетают проволокой или затягивают сеткой.

Сборные железобетонные конструкции очищают от наплывов бетона, а пазы проконопачивают, утопив в них на глубину не менее 15-20 мм паклю, смоченную в гипсовом тесте.

Армированные поверхности. При подготовке поверхности под толстые слои штукатурки на нее крепится металлическая сетка с размерами ячеек 40x40 мм или забиваются гвозди и оплетаются проволокой. Чтобы сетка не ржавела при оштукатуривании известково-гипсовым раствором, ее предварительно окрашивают цементным молочком, красками (эмалевыми, масляными), лаками. Сетку набивают не вплотную к стене, а так, чтобы между стеной и сеткой был слой штукатурки толщиной 20-25 мм. Для этого под сетку подкладывают дрань, рейки, арматурную проволоку. Могут быть использованы сетки из полимерных материалов.

Под улучшенную и высококачественную штукатурку устанавливают марки и устраивают маяки. В гвоздимые поверхности (швы кирпичной кладки, гипсобетонные и деревянные конструкции) забивают гвозди и обмазывают известково-гипсовым или гипсовым раствором несколько выше шляпок гвоздей. После схватывания раствор подрезают в виде усеченной пирамиды, зачищают его точно в уровень со шляпкой гвоздя. На негвоздимые поверхности примораживают (прикрепляют гипсовым раствором) отлитые заранее полые гипсовые марки в форме усеченной пирамиды.

Нанесение штукатурных слоев – это основной процесс.

В зависимости от сложности штукатурные покрытия классифицируются на:

– *простые*. Такая покрытия состоят из двух слоев (обрызг, грунт) общей толщиной до 12 мм, выполняются «под сокол» и используются в подсобных помещениях, складах и т.д;

– *улучшенные*. Эти покрытия состоят из обрызга, грунта, накрывки общей толщиной до 15 мм, выполняются «под правило», используется в жилых и общественных зданиях;

– *высококачественные*, состоящие из обрызга, двух слоев грунта и накрывки общей толщиной до 20 мм, выполняются «по маякам», используются для отделки помещений с повышенными требованиями к качеству (операционные, концертные залы, холлы общественных зданий и т.д.).

Обрызг – контактный слой, первый слой штукатурного намета. На смоченную поверхность под давлением накладывается слой раствора толщиной по деревянным поверхностям 9 мм, по каменным и железобетонным – 5 мм.

Раствор должен быть довольно пластичным, чтобы хорошо затекал во все поры и неровности поверхности, крепко сцеплялся с ней и удерживал последующие слои грунта и накрывки. Раствор нагнетается с помощью форсунок и растворонасоса или наносится вручную.

Поверхность обрызга не разравнивается, чтобы обеспечить лучшее сцепление с последующими слоями.

Грунт – основной слой. Наносится вручную или механизированным способом (форсунки и растворонасос) на схватившийся (затвердевший) слой «обрызга». Толщина грунта – 5-7 мм. Может наноситься в два слоя. Первый слой толщиной 3-5 мм и только после схватывания первого слоя наносят второй тоже толщиной 3-5 мм. Последний слой тщательно выравнивают. За поверхностью грунта ухаживают: в течении 6-7 дней его увлажняют 2-3 раза в день, прикрывая от прямых солнечных лучей рогожами, смоченными водой. Грунт до нанесения накрывки должен быть выдержан не менее 7-12 дней.

Накрывка – отделочный слой толщиной 2 мм. Раствор на очень мелком песке (0,1-0,5 мм) наносят обычно вручную для придания гладкости поверхности. После нанесения накрывки выполняют затирку и заглаживание поверхности. Затирают терками вкруговую, а потом вразгонку. После этого заглаживают гладилкой обитой резиной или металлической.

Штукатурные работы – наиболее трудоемкие, тяжелые и продолжительные из всех отделочных работ. Для облегчения труда рабочих и ускорения процесса необходимо внедрять комплексную механизацию штукатурных работ за счет применения штукатурных станций, оборудованных растворонасосами при приготовлении, приеме раствора и его транспортировке и нанесении набрызгом слоев обрызга и грунта; затирочных машинок при затирке поверхностей (рис. 5.1).

a



б



в



г



д



Рис. 5.1. Механизированный инструмент для штукатурных работ:
a, б – штукатурные станции; *в* – нанесение слоев штукатурного покрытия
набрызгом; *г* – затирочная машинка; *д* – затирка поверхности покрытия

Часть 2. Малярные работы

Малярные работы – это последний вид общестроительных отделочных работ. После них разрешается делать только чистые полы и электротехнические и санитарно-технические работы.

Помещение должно быть подготовлено под малярные работы. Конечно закрыты все оконные и дверные проемы. В помещении должен выдерживаться определенные температурно-влажностный режим: влажность воздуха не более 70 %, температура не менее 8 °С (температура измеряется возле стены, в которой есть окно на расстоянии 1 м от пола). Сама окрашиваемая поверхность должна иметь определенную влажность: оштукатуренные и бетонные поверхности – влажность не более 8%, а деревянные – 12%.

Наружная отделка не выполняется в знойное время, ветреную погоду, при отрицательных температурах (кроме синтетических красок и лаков, которые можно применять и при минусовых температурах).

Малярные покрытия – это тонкий слой краски, эмали, лака, который после высыхания превращается в декоративно-защитную пленку.

Назначение малярных покрытий – создание защитно-декоративной пленки в результате нанесения слоев окрасочных составов.

Окрасочные покрытия классифицируются:

- по виду вяжущего, которое служит для сцепления между собой частиц пигмента и создания тонкой окрасочной пленки: водные, неводные;
- по условиям выполнения или назначения: для внутренних работ, для наружных работ;
- по качеству: простые, применяемые в подсобных, складских и других второстепенных помещениях или временных строениях; улучшенные, применяемые в жилых, гражданских, промышленных зданиях и сооружениях; высококачественные применяемые в театрах, на вокзалах и других общественных зданиях и помещениях, а также в помещениях со взрывоопасной средой, операционных в больницах и т.п.

Водные окрасочные покрытия – известковые, клеевые, силикатные. Вяжущее в этих составах – известь, мел, растительный и животный клей, казеин, жидкое стекло. Разбавитель, он же и растворитель – вода.

Водные составы имеют небольшой срок годности – 2-3 часа (то есть в течении этого времени они должны быть нанесены на отделываемую поверх-

ность, иначе они могут начать расслаиваться), готовят их непосредственно на строительной площадке из отдельных составляющих или сухих смесей.

Водно-известковые – известковое тесто плюс вода, добавляют поваренную соль, применяют для окраски кирпичных стен, бетонных поверхностей.

Водно-клеевые – раствор отварного клея плюс пигмент, плюс вода и мел. Применяется для внутренней отделки поверхностей, неподвергающихся воздействию влаги.

Силикатные составы выпускаются в виде сухих смесей из мела, цинковых белил, талька и пигмента. Затворяют смесь и доводят до требуемой вязкости жидким стеклом (водный раствор силикатов натрия или калия). Такие составы прочнее, чем клеевые, можно применять для наружной окраски, но внутренние жилые помещения, особенно кухни не надо, так как они содержат цинк.

Водоэмульсионные готовят из различных эмульсий, разбавляя водой до требуемой вязкости, используются сразу же после приготовления. Окрашивают деревянные, оштукатуренные, металлические, бетонные и др. поверхности. Особенно часто применяются водоэмульсионные составы для окраски стен и потолков, так как пленка из краски эластична, воздухопроницаема, допускает помывку.

Неводные покрытия – масляные, эмалевые, лаковые. Вяжущее – олифа, искусственная олифа, смола, лак, т. е. материалы, не содержащие воду. Разводят растворителями или разбавителями. После твердения создается тонкая непроницаемая пленка. Изготавливают такие составы на лакокрасочных заводах и поставляют в виде готовых к употреблению или густотертых (пигмент затертый на олифе) красок. На банке указывается колер, состав вяжущего, правила личной гигиены (респиратор), срок годности, дата изготовления. Используются для окраски конструкций из дерева, металла, бетона, оштукатуренных конструкций.

Малярные работы состоят из трех процессов: подготовки поверхностей под окраску, обработки поверхностей и нанесения окрасочного слоя (основной процесс).

Подготовка поверхностей под окраску. Состав операций, последовательность их выполнения зависит от материала окрашиваемой поверхности, вида и качества окраски, но в любом случае проводятся следующие операции:

– очистка поверхности от потеков раствора, ржавчины, грязи, пыли, пятен и прочее. Выполняется по бетону – скребками, по металлу – металлическими щетками, шлифовальным инструментом, пламенем (кислородно-ацетиленовые

горелки), пескоструйными аппаратами, химическими составами (ржавчина должна быть удалена обязательно);

– сглаживание оштукатуренных поверхностей. Выполняется для удаления слабо держащихся песчинок, потеков раствора, следов затирки штукатурки при помощи дерева, пемзы, песчаного камня (лещади);

– расчистка или разрезка трещин оштукатуренных поверхностей. Выполняется в процессе сглаживания или после него с помощью ножа на глубину не менее 2 мм, чтобы их можно было заполнить подмазочной пастой;

– в сухой штукатурке заделывают стыки, грунтуют поверхность, шляпки гвоздей изолируют шпаклеванием или нитрокраской светлых тонов.

– в деревянных поверхностях вырезают сучки, засмолы и заделывают получившиеся отверстия пробками из дерева, закрепляя их клеем. Гвозди утапливают с помощью добойника на глубину 3-4 мм и углубления шпаклюют.

– с ранее окрашенных поверхностей обязательно удаляют старые набелы водных красок, пленки масляных и других неводных красок. Масляную краску снимают шпателем, предварительно смочив поверхность 5% раствором кальцинированной соды. Если очень старые слои масляной краски не удаляются шпателем, то можно выжечь паяльной лампой.

Обработка поверхностей. Окрашиваемая поверхность должна быть высушена, оштукатурена и проштукатурена.

Огрунтовка поверхностей выполняется для закрепления и лучшего контакта краски с окрашиваемой поверхностью и для придания поверхности однородной пористости, чтобы выровнять ее впитывающую способность. Состав грунтовки может быть различным и зависит от вида будущей окраски.

Клеевое окрасочное покрытие – купоросная, известковая, квасцовая грунтовка (квасцы – дубящие вещества кожевенной промышленности, протрава при окрашивании тканей); известковое и казеиновое покрытие – известковая грунтовка; силикатное покрытие – жидкое стекло и мыло; водоэмульсионное – та же эмульсия, но разбавленная большим количеством воды; масляное покрытие – олифа и т.д.

Нанесение шпаклевочных (шпатлевочных) составов на оштукатуренную поверхность выполняется для заполнения трещин, неровностей, мелких углублений и придания гладкости поверхности. Шпаклевка – меловая составляющая на мелком протертом меле на олифе, латексе, анилине и т. д. в зависимости от того, какой окрасочный состав.

Количество грунтовочных и шпаклевочных слоев зависит от сложности окраски, предъявляемых требований к ее качеству и состояния отделываемой поверхности.

Так при простом окрасочном покрытии шпаклюются только отдельные места, а при подготовке поверхности под улучшенную и высококачественную окраску выполняют сплошное шпатлевание поверхности. Под высококачественную окраску даже на 2 слоя. При этом первый слой – более густая паста, толщина слоя до 1 мм. Наносится сначала сверху вниз, затем слева – направо, после высыхания слой шлифуется затирочными машинками, пемзой, мелкой наждачной шкуркой. Затем наносится второй более пластичный слой для еще лучшего выравнивания и сглаживания поверхности.

Шпаклевку наносят вручную или механизированными шпаклевочными агрегатами, пистолетами-распылителями и т. д. При работе вручную порцию шпаклевки намазывают на поверхность в одном направлении, а разравнивают движением в разных направлениях. При механизированном нанесении шпаклевки один рабочий наносит пистолетом шпаклевку на поверхность, другой шпателем разравнивает. Пистолет держат перпендикулярно поверхности на расстоянии 20-30 см и двигают сверху вниз, перекрывая предыдущие полосы на 4-5 см.

Основной процесс – окраска. Все операции начинаются сверху, с потолков, потом стены и в последнюю очередь – полы.

Стены начинают красить с труднодоступных мест, с малых объемов (трубы, радиаторы, углы, ниши) и выполняют вручную, затем переходят на большие объемы. Их окраску выполняют валиками или механизированным способом – краскопультами ручными, электрическими и пневматическими или краскораспылителями. Ручные краскопульты применяются при нанесении водных составов, электро-и-пневмокраскопульты – водных и неводных составов, краскораспылители – неводных составов (рис. 5.3).

После окраски поверхности могут еще отделываться:

– вытягиваются филенки для того, чтобы с помощью одной или нескольких горизонтальных полос разделить поверхность стены, окрашенную в разные цвета или тона и скрыть дефекты стыка. Филенка может быть в виде отдельных полос, может быть более сложный рисунок по трафарету. Филенка – выразительная часть поля стены, пилястры или двери обведенная рамкой или углубленная);

- прокатывается рисунок валиком;
- выполняется торцевание для создания однотонной матовой поверхности;
- выполняется набрызг – нанесение брызг одного или нескольких колеров на окрашенный фон;

- выполняется отделка песчаной присыпкой – на свежую масляную краску наносят промытый, высушенный, просеянный песок, он утопает в краске, обволакивается ею и придает поверхности бархатистый вид. Если вместо песка использовать мелкое гранулированное стекло, то получим эффект светящихся красок.

После выполнения малярных работ составляются акты на скрытые работы, если закрывались специальные штукатурки.

Для производства малярных работ используется комплект рабочего инструмента и контрольно-измерительный комплект.

Комплект рабочего инструмента включает в себя: кисти (маховая, ручник, макловица, флейц, для окраски радиаторов и труб, филеочная, торцовка); валики; шпатели; скребки; шнуры для провешивания поверхностей; щетки для очистки от пыли и грязи; ножницы.

Контрольно-измерительный комплект включает: метр складной, рулетка, отвес, уровень, линейка деревянная.

Кисти бывают разных размеров и форм в зависимости от назначения (рис. 5.2).

Маховые кисти (в виде пучка волос) применяют для окраски больших поверхностей – потолков, стен и др. В продаже бывают кисти, требующие специальной подвязки (чтобы волос не выпадал) и готовые, волос которых укреплен в металлическом кольце с ручкой. Диаметр готовых кистей 60-65 мм, длина волоса до 100 мм) Слишком длинный волос плохо растушевывает краску и создает много потеков. Поэтому при работе с известковыми, клеевыми и воднодисперсионными красками его длина должна составлять 70-90 мм, при использовании же масляных и эмалевых красок – 50-70 мм. Кисть опускают в окрасочный состав только распушенной частью, излишки краски отжимают о край посуды. В процессе работы маховую кисть держат перпендикулярно (или с небольшим наклоном) к поверхности, делая при этом равномерные взмахи (вертикальные или горизонтальные) с таким нажимом, чтобы краска накладывалась тонким слоем в виде длинных широких штрихов, которые по ходу работы растушевываются.

Для меловых и казеиновых составов рекомендуется применять побелочные кисти (ширина 200 мм, толщина 45-65 мм, длина волоса – 100 мм) или кисти-

макловицы (диаметр 120-170 мм, длина щетины 84-100 мм). Они в несколько раз производительнее маховых, позволяют получить более качественное покрытие, не требующее флейцевания. Макловицы бывают круглые и прямоугольные, ручка у них наглухо крепится к середине колодки или бывает съемной на винтах.

Ручники – небольшие кисти с короткой ручкой для окраски оконных переплетов, дверей, радиаторов, плинтусов и т.п. Краску набирают небольшими порциями, погружая кисть на 10-20 мм и наносят широкими ровными мазками с последующим растушевыванием тонким слоем сначала в одном, а затем в другом направлении. Ручник держат так, чтобы волос кисти работал на торцом, а боковой частью и слегка выгибался.

Новые маховые кисти и ручники перед употреблением рекомендуется обмотать (обвязать) прочным шпагатом на 2/3 ворса – это делает кисть более упругой, она меньше забивается краской и лучше растирает ее. По мере износа волоса обвязку нужно постепенно уменьшать.

Флейцы – плоские кисти с длинным, тонким и упругим волосом (ширина 25-100 мм). Применяются для сглаживания (флейцевания) свеженанесенной краски – удаления полос, сгустков, просвечивающих участков и других дефектов, но могут быть использованы и для окрашивания с целью получения гладкого, глянцевого покрытия. Флейцы изготавливают из высококачественной полухребтовой щетины или барсучьего волоса, закрепленного в металлической обойме. По окрасочному слою кистью проводят фактически без нажима, самым кончиком волоса, регулярно отжимая и вытирая ее.

Филеочные кисти (диаметр 6,8,10,14 и 18 мм) предназначены для нанесения узких полос краски (филенок). Кисти изготавливают из щетины, закрепляемой в оправе-патроне из белой жести, насаженном на деревянную ручку.

Торцовки – кисти прямоугольной формы из твердой хребтовой щетины, укрепленной в деревянной колодке с ручкой (размер колодки 154x76 мм). Служат для обработки свежеокрашенной поверхности «под шагрень» – слабые равномерные удары наносят так, чтобы волос кисти только слегка касался краски. В результате образуется шероховатое покрытие (в виде мельчайших бугорков). При ударах по одному и тому же месту более одного раза есть риск, что после высыхания краски эти места будут выделяться. Торцуют обычно покрытия из клеевых и масляных красок, обязательно чистой и сухой кистью, поэтому во время работы ее часто приходится вытирать сухой тряпкой.



Рис. 5.2. Кисти для малярных работ:

а – побелочная; *б* – макловица; *в* – ручник; *г* – флейц; *д* – филеочная; *е* – торцовка



Рис. 5.3. Краскопульты и краскораспылители

Материалы и оборудование: макеты и образцы рабочего оборудования, плакаты, видеоматериалы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучение состава отделочных работ.

2. Штукатурные растворы, их классификация и область применения.
3. Изучение технологии производства штукатурных работ.
4. Рабочий инструмент штукатурка, средства механизации работ.
5. Классификация малярных покрытий.
6. Подготовка поверхностей под нанесение окрасочных составов
7. Инструменты и приспособления на малярных работах, краскопульты, краскораспылители.
8. Оформление отчетов с предоставлением конспекта теоретической части, дополненного чертежами, схемами и выводами.

Вопросы для самоконтроля

1. В какой последовательности выполняются отделочные работы?
2. Как подготавливаются здания и помещения под отделку?
3. Как классифицируются штукатурные покрытия?
4. Каково назначение специальных штукатурок?
5. Какие штукатурки относятся к специальным?
6. Как подготавливаются поверхности под оштукатуривание в зависимости от материала поверхности?
7. Как выполняется простая штукатурка?
8. Как выполняется улучшенная штукатурка?
9. Как выполняется высококачественная штукатурка?
10. Какие средства механизации используются на штукатурных работах?
11. Как классифицируются малярные покрытия?
12. Как подготавливаются поверхности под нанесение окрасочных составов?
13. Каково назначение грунтовки?
14. Каково назначение шпаклевки?
15. Где применяются простые окрасочные покрытия, как они выполняются?
16. Где применяются улучшенные окрасочные покрытия, как они выполняются?
17. Где применяются высококачественные окрасочные покрытия, как они выполняются?
18. Какой рабочий инструмент используется на малярных работах?
19. Какой механизированный инструмент используется на малярных работах?
20. Как выполняются малярные покрытия? Технология производства работ?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белецкий Б. Ф. Строительные машины и оборудование : учеб. пособие / Б. Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова. – М. : Издательство «Лань», 2012. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-1282-2.
2. Доценко А. И. Строительные машины : учебник для студентов, обучающихся по направлению 270100 "Строительство" / А. И. Доценко. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 533 с.
3. Железнодорожное строительство. Технология и механизация : учебник для вузов ж.-д. трансп. / С. П. Першин [и др.] ; под ред. С. П. Першина. – М. : Транспорт, 1982. – 407с.
4. Добронравов С. С. Строительные машины и оборудование : справочник / С. С. Добронравов, М. С. Добронравов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 2006. – 445 с.
5. ЕНиР: единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. Е8. Отделочные покрытия строительных конструкций, вып. 1 : Отделочные работы / Гос. строит. комитет СССР (Госстрой СССР). – М. : Стройиздат, 1987. – 94 с.
6. Каталог монтажной оснастки, приспособлений и инвентаря. 180-01: Открытое акционерное общество «Проектно-конструкторский и технологический институт промышленного строительства». – М. : ОАО ПКТИПромстрой, 2001.
7. МДС 12-41.2008 Монтажная оснастка для временного закрепления сборных элементов возводимых и разбираемых зданий. – М., 2008.
8. Рекомендации по составлению карт трудовых процессов строительного производства (текст документа с изменениями и дополнениями на ноябрь 2014 года). – М.: ВНИПИ труда в строительстве Госстроя СССР, 2014.
9. ЕНиР: единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. Е3. Каменные работы / Гос. строит. комитет СССР (Госстрой СССР). – М. : Стройиздат, 1986. – 52 с.