

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет

Инженерно-технологический институт

Кафедра Технические системы в агробизнесе,
природообустройстве и дорожном строительстве

Г.В. Орехова

Организация и технология работ по природообустройству

Учебное пособие для изучения дисциплины

Часть 2

по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Брянск 2020

УДК 626:625 (076)

ББК 39.9:39.3

О 65

Орехова, Г. В. Организация и технология работ по природообустройству: учеб. пособие для изучения дисциплины по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства». Ч. 2 / Г. В. Орехова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. - 86 с.

В учебном пособии изложен материал для изучения дисциплины «Организация и технология работ по природообустройству».

Учебное пособие предназначено для бакалавров очной и заочной формы обучения по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры ТМНРМиО Тюрева А.А.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол № 2 от 28 сентября 2020 года.

© Брянский ГАУ, 2020

© Орехова Г.В., 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ	4
Тема 11. Технология механизированной разработки грунта. Разработка грунта землеройно-транспортными машинами.	5
Тема 12. Технология механизированной переработки грунта. Транспортирование и уплотнение грунта.	13
Тема 13. Технология буровзрывных работ.	22
Тема 14. Технология монолитного бетона и железобетона. Приготовление и транспортирование бетонной смеси.	32
Тема 15. Технология монолитного бетона и железобетона. Опалубливание и армирование конструкций.	45
Тема 16. Контроль качества строительных работ. Обеспечение безопасных условий труда.	54
Тема 17. Технология погружения свай и устройства набивных свай	62
Тема 18. Технология монолитного бетона и железобетона. Особенности технологии работ в экстремальных условиях	73
Литература	84

ВВЕДЕНИЕ

Организация и технология работ по природообустройству относится к числу профессиональных дисциплин. Она изучает общие сведения о строительных работах, производство земляных работ машинами, определение объемов работ.

Знания по организации и технологии работ по природообустройству являются базовыми для подготовки выпускной работы бакалавра, а также для производственной деятельности выпускников, самостоятельного принятия профессиональных решений в вопросах организации и технологии строительства и эксплуатации объектов природообустройства.

Дисциплина раскрывает следующие компетенции:

ПК-14 – способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в организации производства и эксплуатации, наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать: существующие виды, методы организации производства, машины и их технологическое оборудование в области природообустройства, методику оценки их показателей.

Уметь: выбирать методы, машины и их технологическое оборудование для организации производства объектов природообустройства, предлагать свой метод проведения работ.

Владеть: различными методами, системой подбора машин и их технологического оборудования для организации производства природообустройства, навыками оценки эффективности выполненного контроля качества.

Тема 11. Технология механизированной разработки грунта.

Разработка грунта землеройно-транспортными машинами

Вопросы:

1. Область применения землеройно-транспортных машин.
2. Производство работ скреперами.
3. Производство работ бульдозерами.
4. Производство работ грейдерами

1. Область применения землеройно-транспортных машин

Основными видами землеройно-транспортных машин являются скреперы и бульдозеры, которые за один цикл разрабатывают грунт, перемещают его, разгружают в насыпь и возвращаются в забой порожняком.

Скрепер – самая мощная землеройно-транспортная машина. В строительстве применяют прицепные (с объемом ковша 3; 7 и 8 м³), полуприцепные (с объемом ковша 4,5 м³) и самоходные (с объемом ковша 8; 15 и 25 м³) скреперы. Они используются:

- для разработки выемок (крупные котлованы, карьеры, каналы);
- для устройства насыпей (плотины, дамбы);
- для вскрышных работ (срезка растительного и непригодного грунта);
- для планировочных работ.

Принимая скреперы необходимо учитывать:

- грунтовые условия (скреперы плохо работают на сухих сыпучих и тяжелых глинистых грунтах, при наличии включений в виде корней, камней и т.п.);
- влажность грунтов (на влажных и липких грунтах не используются);
- дальность транспортирования грунта (для прицепных скреперов до 400...800 м, для самоходных – до 3000 м)
- уклоны пути (предельные уклоны при подъеме – 0,12...0,15, спуске – 0,25...0,3, поперечные уклоны – 0,08-0,12);

- размеры выемки и насыпи (минимальная ширина 2,5-4,5 м);
- достаточность места для маневрирования (минимальный радиус поворота скрепера 5-10 м);
- объем земляных работ (от 5 тыс. до 100 тыс. м³ на одну машину).

Бульдозер вторая по объемам выполняемых земляных работ землеройно-транспортная машина. В строительстве применяют гусеничные или колесные бульдозеры с неповоротным и поворотным (универсальным) отвалом.

Они используются:

- на вскрышных работах;
- при разработке выемок глубиной до 2,5...3,0 м;
- при вертикальной планировке площадей;
- для обратной засыпки пазух котлованов и траншей;
- на профилировании террас, полотна дорог и т.п.
- при разравнивании и перемещении грунта в отвалах после экскаваторной разработки и др.

Принимая бульдозеры необходимо учитывать:

- уклоны пути (предельные уклоны при подъеме – 2,3...3,0, поперечные уклоны – до 0,25);
- дальность транспортирования грунта (от 20...30 м до 150 м при работе бульдозеров тягового класса свыше 25 тс, оборудованных открьлками).

2. Производство работ скреперами.

Полный рабочий цикл работы скрепера состоит из: набора грунта; движения нагруженного скрепера; разгрузки ковша; движения порожнего скрепера назад.

Набор грунта производят при прямолинейном движении скрепера на участке:

$$L_{\min} = l_{\text{н}} + l_{\text{скрепера}} + l_{\text{тягача}}. \quad (1.1)$$

Длина пути набора грунта скрепером (обычно 15...70 м) находится по формуле:

$$l_H = \frac{q \cdot K_H \cdot K_{II}}{K_h \cdot h \cdot b_H \cdot K_p}, \quad (1.2)$$

где q – геометрическая вместимость ковша, m^3 ;

b_H – ширина ковша, м.;

h – средняя толщина стружки, м;

K_H – коэффициент наполнения ковша грунтом;

K_p – коэффициент разрыхления грунта;

$K_{II} \approx 1,2$ – коэффициент потерь грунта;

$K_h \approx 0,7$ – коэффициент неравномерности стружки.

Для увеличения толщины стружки, сокращения времени и пути наполнения ковша применяют тракторы-толкачи (один толкач на 2...6 скреперов).

Скреперы набирают грунт следующими способами:

- *тонкой прямой стружкой* применяют на любых связных грунтах (рис. 1 а);
- *клиновой* при разработке легких связных грунтов на горизонтальных участках (рис. 1.1, б);
- *гребенчатой* при разработке сухих суглинистых и глинистых грунтов на горизонтальных участках (рис. 1.1, в);
- *клевковой с переменным заглублением ковша скрепера* (рис. 1.1, г).

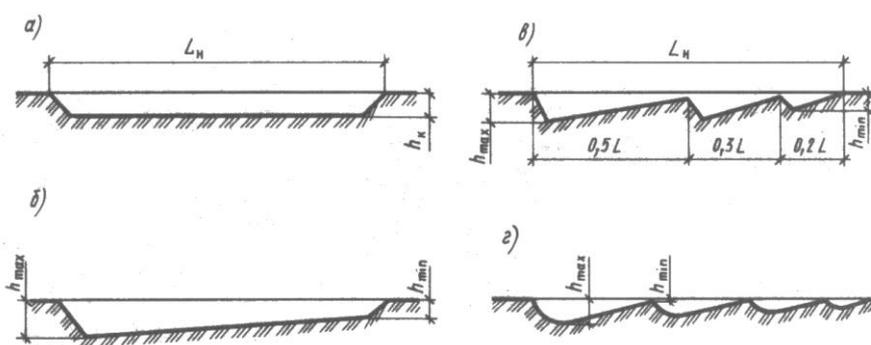


Рисунок 1.1 – Схема производства работ скреперами

Разгрузка ковша скрепера осуществляется на участке:

$$l_{в} = \frac{q \cdot K_{Н}}{h_{сл} \cdot b_{Н}}, \quad (1.3)$$

где $h_{сл}$ – средняя толщина отсыпки, м.

Разработка выемок скреперами ведется *поперечным* или *продольным* способом в зависимости от направления движения скрепера (вдоль или поперек). Применяют следующие схемы движения скреперов:

1. *Эллиптическая* схема (рис. 1.2, а) применяется в большинстве случаев при планировочных работах и при возведении насыпей или разработке выемок линейно-протяженных сооружений при высоте или глубине до 2 м, когда не требуется устройства выездов или съездов.

2. *Спиральная* схема (рис. 1.2, б) находит применение при возведении широких насыпей из двухсторонних резервов или широких выемок высотой или глубиной до 2,6 м. Так же не требует устройства съездов и выездов.

3. Движение «*по восьмерке*» (рис. 1.2, в) применяют при тех же условиях, что и эллиптическую схему. Чередование правых и левых поворотов почти вдвое сокращает время на повороты, повышая на 3... 5% производительность скрепера.

4. Схему движения «*по зигзагу*» (рис. 1.2, г) используют при возведении насыпей высотой до 6 м из резервов по длине захвата 200 м и более. Позволяет повысить производительность по сравнению с эллиптической схемой на 15%.

5. *Челночно-поперечную* схему (рис. 1.2, д) применяют при возведении насыпей высотой менее 1,5 м при работе из двусторонних резервов. По сравнению с эллиптической схемой производительность скрепера выше на 20... 25%.

6. *Челночно-продольную* схему движения (рис. 1.2, е) применяют при возведении насыпей до 5...6 м, с заложением откосов не круче 1:2, с транспортировкой грунта из двусторонних резервов. При этой схеме холостой пробег сокращается до минимума.

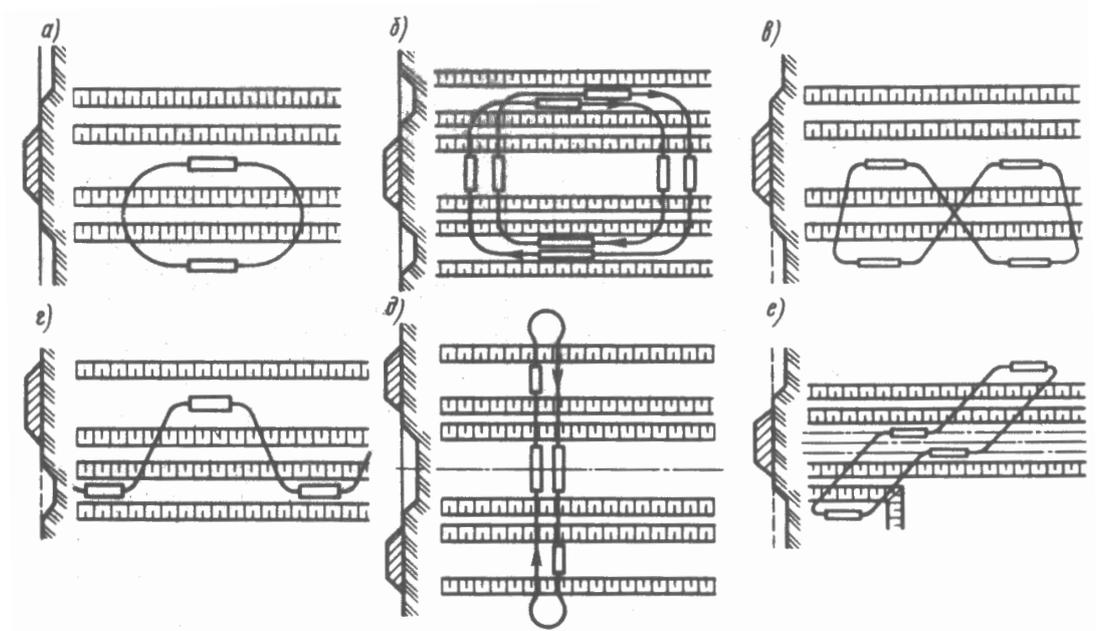


Рисунок 1.2 - Схемы движения скреперов

3. Производство работ бульдозерами

Рабочий цикл работы бульдозера состоит из: резания и набора грунта путем снятия стружки; перемещения грунта отвалом бульдозера; отсыпки, распределения и укладки грунта; возврата обычно задним ходом.

Объем грунта (м^3) перед отвалом бульдозера составляет:

$$q = \frac{H_0 \cdot b_0 \cdot \sin \beta}{2 \operatorname{tg} \varphi} K_H, \quad (1.4)$$

где H_0 и b_0 – высота и ширина отвала бульдозера, м; φ – угол естественного откоса насыпного грунта ($\varphi = 30 \dots 45^\circ$); β – угол захвата, град.; K_H – коэффициент наполнения ($K_H = 0,6 \dots 0,8$).

Длина пути набора грунта (обычно 6...10 м) составляет:

$$l_H = \frac{q \cdot K_p' \cdot K_{II}}{K_H \cdot h \cdot b_0 \cdot \sin \beta}, \quad (1.5)$$

где K_p' – коэффициент приведения грунта к первоначальной плотности.

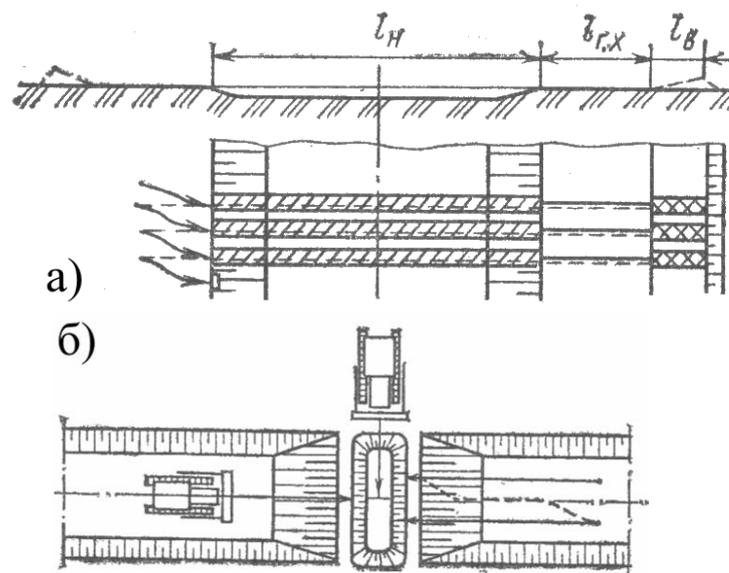


Рисунок 1.3 - Схема производства работ бульдозерами

Разработка выемок бульдозерами ведется *поперечным* (рис. 1.3, а) или *продольно-поперечным* (рис. 10.3, б) способами. При выполнении условий применяется продольно-поперечный способ, в противном случае - поперечный.

$$\underline{1.} \quad b_{\text{выемки}} \leq l_H$$

$$\underline{2.} \quad b_{\text{выемки}} \geq b_0 + 0,5 \text{ м.}$$

При перемещении грунта происходит его потеря в боковых валиках. Для предотвращения этого необходимо:

- работа бульдозера по одному следу;
- работа в траншее (перемычки разрабатываются по мере углубления траншеи);
- спаренная работа бульдозеров;
- перемещение двойной или тройной призмы волочения (при этом призму волочения первого прохода оставляют на середине рабочего хода, призму второго прохода доставляют сюда же, и далее бульдозер перемещает двойную призму);
- закрепление по бокам отвала открылков ящечного типа.

4. Производство работ грейдерами

Грейдеры – прицепные и полуприцепные машины, работающие в сцепе с гусеничными тракторами или колесными тягачами; автогрейдеры - самоходные машины на пневмоходу. Они применяются на:

- планировке площадей, верха и откосов земляных сооружений;
- для разравнивания отсыпанного в насыпь грунта;
- для устройства небольших насыпей (валиков, дамбочек, подушек высотой до 0,5...0,8 м.);
- на профилировании при устройстве дорог, террас, каналов.

Все виды работ грейдеры выполняют при движении по кольцевой продольной схеме вдоль большой оси выемки или насыпи, причем рабочими обычно являются проходы в прямом и обратном направлении.

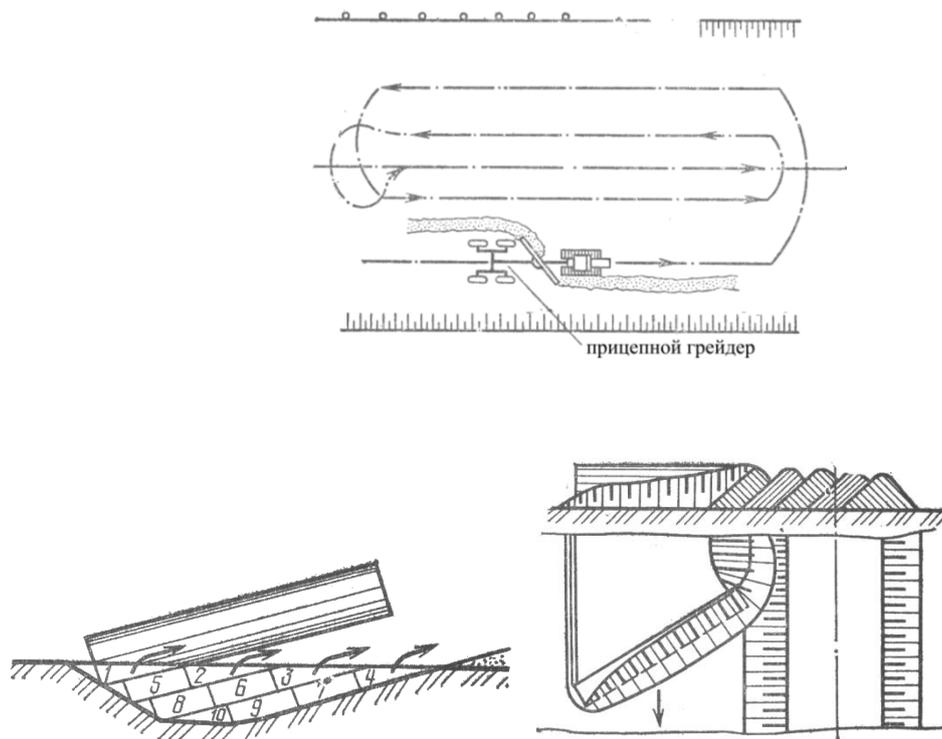


Рисунок 1.4 - Схема производства работ грейдерами

Рабочий цикл грейдера при устройстве профильных выемок включает в себя: одновременное резание, перемещение и укладку грунта; разворот и движение обратным (холостым) ходом. Перерывы в резании грунта при разворотах в конце участка позволяет рассматривать грейдеры как машины циклического действия.

Отвал грейдера может располагаться под различными углами захвата и зарезания. Это позволяет вырезать профильные выемки и отсыпать насыпи глубиной до 0,8...0,5 м.

Технологический процесс работы грейдера состоит из ряда последовательных проходов, при которых, благодаря установке ножа под углом к направлению движения, забираемый ножом грунт перемещается поперек движения машины.

Сначала грейдер перемещается вдоль участка трассы с одной стороны, а затем переходит на другую сторону полотна и идет в обратном направлении. Совершая ряд таких круговых рейсов, грейдер зарезает грунт в боковых резервах, перемещает его в насыпь и разравнивает. Зарезание производится обычно одним концом ножа. Срезанный грунт постепенно перемещается вдоль ножа по направлению к оси дороги и сыпается с противоположного конца ножа. Грунт перемещается и укладывается в насыпь отдельными валами, с последующим послойным их разравниванием и уплотнением каждого слоя.

Длина участка, на котором ведут работы по возведению насыпи, не должна быть менее 400—500 м, так как в противном случае производительность грейдера заметно снижается в связи с увеличением затрат времени на повороты. Максимальная длина участка назначается в зависимости от частоты изменения проектных отметок насыпи, рельефа местности, расположения мостов и труб, естественной влажности грунта, скорости его просыхания и обычно не превышает 1000 м.

Высота насыпей, возводимых грейдерами, может достигать 1,0—1,2 л. Однако при такой высоте значительно увеличивается расстояние перемещения грунта и резко возрастает число необходимых проходов грейдеров, что

неэкономично ввиду большого расхода топлива и снижения производительности работ. Поэтому грейдеры обычно используют для возведения насыпей высотой до 0,5—0,75 м.

Тема 12. Технология механизированной переработки грунта.

Транспортирование и уплотнение грунта

Вопросы:

1. Классификация и выбор средств транспортировки грунта.
2. Способы уплотнения грунта. Механическое уплотнение грунта.
3. Техническая производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) автосамосвала и грунтоуплотняющих машин.

1. Классификация и выбор средств транспортировки грунта.

Транспортировка грунта при строительстве ГТС имеет свои особенности, позволяющие рассматривать этот процесс обособленно. Землеройные машины являются одновременно и транспортными, позволяющими перемещать грунт на следующие расстояния:

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| - экскаваторами | до 20...25 м; |
| - бульдозерами | до 25...150 м; |
| - скреперами прицепными | до 400...800 м; |
| -скреперами самоходными | до 3000 м. |

При больших дальностях перемещения используют транспортные средства циклического и непрерывного действия. К транспорту *циклического действия* относятся рельсовый (железнодорожный) и безрельсовый (автомобильный и тракторный), а к транспорту *непрерывного действия* – гидравлический, конвейерный (с помощью транспортеров) и подвесной. Транспортные средства подбираются на основе их технико-эксплуатационных показателей (см. таблицу 2.1).

Таблица 2.1 - Условия применения средств транспортировки грунта

Транспортные средства	Грузоподъемность, т	Дальность перемещения, км.	Предельные уклоны
Автосамосвалы	2,25-65	0,5-7,0	0,08
Тракторные прицепы	24-30	0,1-1,0	0,15
Железнодорожные			
- узкой колеи	1,5-20	>0,2	<0,04
- нормальной колеи	20-100	>1,0	<0,02
Ленточные транспортеры	--	<1,0	<0,3

В качестве *автомобильного транспорта* в гидротехническом строительстве применяют автомобили-самосвалы грузоподъемностью до 12 т. Рациональное соотношение между вместимостью ковша экскаватора и вместимостью кузова самосвала равно 1:6...1:8 (например, при 1:3 производительность экскаватора падает на 40%).

В качестве *тракторного транспорта* используются тракторы класса 30...100 кН и прицепы к ним. Несмотря на маленькие скорости перемещения (до 5-7 км/ч) целесообразно его использование в условиях бездорожья и значительных уклонах местности (до $i=0,15$) при строительстве средних и мелких объектов (строительство земляных плотин III-IV класса на малых и средних реках) и оптимальной дальности перемещения 600-800 м.

Применение *железнодорожного транспорта* ограничено высокой стоимостью полотна и условиями пути (радиусы закругления 200-300 м – для широкой и 60-100 м для узкой колеи). Поэтому его применяют лишь при строительстве крупных гидроузлов.

Конвейерный транспорт в основном представлен в строительстве ленточными транспортерами. Они бывают переносные и передвижные на коле-

сах, секционные и звеньевые. Грунт перемещается при движении ленты транспортера со скоростью от 1...1,5 м/с (до 2...4 м/с для щебня и гравия). Наибольший размер транспортируемых частиц не должен превышать 1/3 ширины ленты. Угол наклона ленты во избежание обратного ссыпания грунта не должен превышать 22...28°.

Подвесным транспортом называют транспортные устройства, состоящие из закрепленных на опорах одного-двух канатов, по которым перемещаются подвесные тележки с грунтом со скоростью 0,8...1,5 м/с. Данный вид транспорта применяется при работе в сложных топографических условиях и требует наличия опыта и знаний у эксплуатационного персонала.

К наиболее редким видам транспорта для перемещения грунта при строительстве ГТС относятся также *трубопроводный контейнерный пневмотранспорт* и *конвейерные поезда*. Отсыпка грунта под воду осуществляется также и *водным транспортом* (в первую очередь, при помощи саморазгружающихся барж).

2. Способы уплотнения грунта. Механическое уплотнение грунта

Уплотнение грунта с наименьшими затратами энергии достигается при определенной влажности, называемой оптимальной. Ее значение устанавливается по результатам пробного уплотнения грунта и составляет:

- | | |
|------------------------|----------------|
| - для песчаных грунтов | около 7...10%; |
| - супесчаных | 9...15%; |
| - суглинистых | 12...20%; |
| - глинистых | 20...30%. |

Грунт до оптимальной влажности доувлажняют в карьерах или непосредственно при укладке автоцистернами и из временных трубопроводов. Оптимальную влажность выдерживают с точностью $\pm 2\%$.

Уплотнение грунта происходит при неоднократном приложении нагрузок. Число повторных нагрузок (проходов) устанавливается также путем

пробного уплотнения. Обычно число проходов катка по одному месту составляет 6...8 раз.

Существуют следующие способы уплотнения грунта:

1. Механическое уплотнение путем: а) *укатывания* (машинами статического действия); б) *трамбования* (машинами динамического действия); в) *вибрации* (машинами вибрационного действия).
2. Уплотнение при отсыпке в воду.
3. Естественное самоуплотнение грунта.

К машинам статического действия относятся катки гладкие, кулачковые, пневмошинные и решетчатые.

Таблица 2.2 - Условия применения катков

Тип катка	Грунтовые условия	Толщина уплотняемого слоя H_0 , м
Гладкие	Несвязные грунты	до 0,15-0,25
Кулачковые	Связные грунты	до 0,3-0,4
Пневмошинные	Любые грунты	до 0,5
Решетчатые	Комковатые и гравелистые грунты	до 0,4

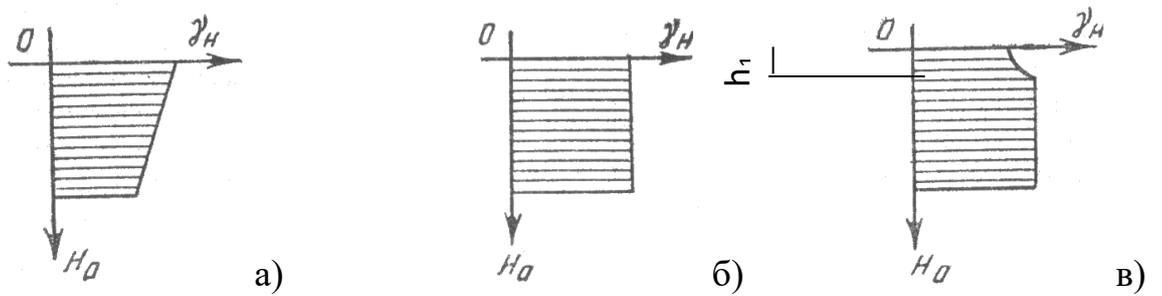
Катки разных типов неравномерно передают нагрузку на грунт и уплотняют его по глубине.

Для катков должно соблюдаться условие:

$$\sigma_{\text{макс}} = (0,8 \div 0,9) \cdot \sigma_p, \quad (2.1)$$

где $\sigma_{\text{макс}}$ – максимальное давление на грунт опорной поверхности машины, МПа;

σ_p – разрушающее напряжение, предел прочности грунта, МПа.



а) для гладкого катка; б) для пневмошинного катка; в) для кулачкового катка

Рисунок 2.1 - Графики изменения плотности грунта по глубине уплотнения

Максимальное давление на грунт можно определить по формуле:

- для гладких катков

$$\sigma_{\text{макс}} = \sqrt{q_{\text{л}} \cdot (E_0 / R)}, \quad (2.2)$$

где $q_{\text{л}} = Q/B$ – линейное давление, отнесенное к ширине катка B , кН/см;

R – радиус катка, см;

E_0 – модуль деформации грунта ($E_0 = 10\text{-}20$ МПа);

- для кулачковых катков

$$\sigma_{\text{макс}} = Q / (0,5 \cdot m \cdot f), \quad (2.3)$$

где Q – сила тяжести катка, кН;

m – число рядов кулачков по ширине катка;

f – опорная площадь кулачка, см^2 .

- для пневмошинных катков

$$\sigma_{\text{макс}} = p / (1 - \zeta), \quad (2.4)$$

где p – давление в шине, МПа;

ζ – коэффициент жесткости покрытия ($\zeta = 0,16-0,6$).

Оптимальная толщина слоя уплотнения находится:

- для гладких катков

$$H_0 = A \frac{\omega}{\omega_0} \sqrt{q_L \cdot R}, \quad (2.5)$$

где A – экспериментальный коэффициент;

ω и ω_0 – влажность грунта естественная и оптимальная соответственно, %;

- для кулачковых катков

$$H_0 = A \frac{\omega}{\omega_0} \sqrt{\frac{Q \cdot p}{1 - \zeta}}, \quad (2.6)$$

- для пневмошинных катков

$$H_0 = 0,65 (L + 0,25b - h_1), \quad (2.7)$$

где L – длина кулачка, см;

b – толщина кулачка, см.

Катки уплотняют поверхности крутизной до 1:5, слоями до 0,5 м, не доезжая до края насыпи 0,5 м и оставляя неуплотненную зону по откосу («бахрому»). Схемы движения обычно продольные кольцевые с разворотом на насыпи или за ее пределами с перекрытием следов на 0,3 м.

В качестве рабочих органов трамбуемых машин применяют трамбуемые плиты разных размеров, формы и веса, которые сбрасывают на поверхность грунта с различной высоты. В строительстве используют трамбуемые плиты на базе одноковшовых экскаваторов и гусеничных тракторов. Рабочие параметры трамбуемых машин (высота сбрасывания – H , м.; вес плиты – Q , т) устанавливают по величине предельного значения удельного импульса i :

$$i = \frac{Q\sqrt{2g \cdot H}}{g \cdot F}, \quad (2.8)$$

где F – площадь трамбовки, m^2 .

Трамбование грунта используется не только для уплотнения грунта, но и для вытрамбовывания небольших одиночных котлованов под фундаменты на просадочных грунтах.

Машины вибрационного действия сообщают грунту колебательные движения. Межчастичные связи при этом разрушаются и под действием собственного веса или дополнительной статической нагрузки происходит уплотнение. Степень уплотнения зависит от разнородности частиц и влажности грунта. Разнородные по крупности частицы обладают разной инерцией, что способствует их взаимному перемещению. Вода способствует уменьшению связности и усиливает интенсивность вибрационного воздействия на грунт.

Интенсивность уплотнения повышается с увеличением частоты колебаний (до $50 \dots 60 \text{ с}^{-1}$). Поверхностное вибрирование эффективно для уплотнения грунтов с содержанием глинистых частиц до 6 %.

В производственных условиях применяют машины разных типов:

- виброплиты на гусеничных тракторах;
- вибротрамбовки;
- виброкатки;
- глубинные виброуплотнители (H_0 до 10 м).

Относительная стоимость применения различных грунтоуплотняющих машин следующая:

катки прицепные пневмошинные		1,0
кулачковые	0,7	
решетчатые	1,2	
виброкатки	1,3	
катки самоходные пневмошинные		1,2
трамбующие плиты на базе экскаваторов		2,0

	тракторов	1,4
виброплиты		1,6

Экономически эффективно уплотнять грунт катками массой 18...20 т.

3. Техническая производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) автосамосвала и грунто-уплотняющих машин

Техническая производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) автосамосвала

$$P_T = 60 \cdot Q_{об} / T = 60 \cdot G_{тр} / \gamma_e \cdot T, \quad (2.9)$$

где $Q_{об}$ – объем грунта в кузове, м^3 ;

$G_{тр}$ – грузоподъемность машины, т.;

γ_e – естественная плотность грунта, $\text{т}/\text{м}^3$;

T – продолжительность одного цикла, мин.

Объем кузова самосвала, исходя из его заполнения 6-8 ковшами, должен быть равен

$$Q_{об} = m \cdot q \cdot K_n \cdot K_p', \quad (2.10)$$

q – вместимость ковша экскаватора, м^3 ;

$m = 6-8$ – число ковшей для загрузки, шт.

Продолжительность цикла равна:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (2.11)$$

t_1, t_2, t_3, t_4 и t_5 – время подачи под погрузку (0,5-1 мин), погрузки, груженого хода, разгрузки (1-3 мин) и порожнего хода соответственно, мин.

Продолжительность погрузки при этом равна

$$t_2 = 60 \cdot Q_{об}/\Pi_{экс}, \quad (2.12)$$

где $\Pi_{экс}$ – техническая производительность экскаватора, м³/ч.

Продолжительность груженого и порожнего хода принимают равной:

$$t_3 \approx t_5 = L/V_{ср}. \quad (2.13)$$

Число транспортных единиц на экскаватор равно:

$$n = \Pi_{экс}/\Pi_{т}. \quad (2.14)$$

Производительность грунтоуплотняющих машин, работающих в движении вычисляется как для машин непрерывного действия:

$$\Pi_{ф} = \frac{V(B-C)}{n} K_B, \quad (2.15)$$

где V – рабочая скорость, м/ч;

B – ширина полосы уплотнения, м;

C – перекрытие следов, м;

n – число проходов по одному следу.

Производительность экскаватора с трамбующей плитой равна:

$$\Pi_{ф} = \frac{60 \cdot F \cdot m \cdot K_{пер}}{n} K_B, \quad (2.16)$$

где m – число ударов в минуту;

$K_{пер}$ – коэффициент перекрытия, $K_{пер}=0,8$.

Производительность механизмов в единицах объема грунта равна:

$$P_v = P_F \cdot H_0. \quad (2.17)$$

Производительность катков зависит от длины гона, которая должна быть не менее 100...200 м.

Тема 13. Технология буровзрывных работ

Вопросы:

1. Виды буровых выработок. Методы и способы бурения.
2. Способы взрывания
3. Техника безопасности при производстве буровзрывных работ.

1 Виды буровых выработок. Методы и способы бурения

К буровым работам относится комплекс производственных операций, связанных с бурением шпуром и скважин в грунте при выполнении геологических изысканий, разработке карьеров и котлованов в скальных и мерзлых породах с рыхлением их взрывом, при устройстве противодиффузионных завес и упрочнении оснований гидротехнических сооружений.

Шпур — это цилиндрическая выработка в грунте диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м. К скважинам относятся цилиндрические выработки диаметром более 75 мм.

Эффективность буровых работ зависит от выбора способа разрушения пород и оборудования. Различают механическое, физико-химическое и комбинированное разрушение горных пород при бурении (табл. 2.1).

Таблица 3.1 – Виды разрушения при бурении

Разрушение, пород при бурении	Способы разрушения пород
Механическое	Вращательный Ударный Ударно-вращательный Вращательно-ударный

Физико-химическое	Огневой Взрывной Гидравлический Плазменный
Комбинированное	Термоударный Термошарошечный Электроударный

Методы и способы бурения

В строительстве наибольшее распространение получили способы механического разрушения пород при бурении. При этом различают ударное разрушение скального массива с последующим скалыванием нарушенной зоны при повороте или вращении бура и силовое резание, при котором под действием осевой нагрузки на рабочий орган и крутящего момента происходит постоянное скалывание породы в забое шпура или скважины. По первому принципу работают пневматические и гидравлические бурильные молотки и станки ударно-вращательного бурения, а по второму — электросверла, станки шнекового и шарошечного бурения.

Вращательное бурение. При вращательном бурении разрушение породы происходит истиранием или скалыванием ее резцом с непрерывным удалением шлама. Различают колонковое, роторное и шнековое вращательное бурение.

Колонковое бурение используют в основном при изысканиях, когда необходимо извлечь из глубины керн (образец породы) ненарушенной структуры. Рабочим органом здесь является бурильная коронка в виде отрезка стальной трубы, рабочий конец которой оборудован фрезой, армирован алмазами или резцами из твердых сплавов. Другой конец трубы соединен с колонковой трубой, наращиваемой в процессе бурения звеньями штанг длиной 1 — 1,5 м. Подача промывочной воды и удаление шлама производятся через канавки на внутренней и наружной поверхности коронки. По заполнении коронки породой ее поднимают и извлекают из нее керн. Диаметр бурения при алмазных коронках 45—350 мм, глубина до 300 м.

Роторное шарошечное бурение представляет собой разрушение породы бурильным наконечником по всему сечению забоя скважины. Бурильный инструмент состоит из долота и звеньев стальных труб — штанг, по внутренним каналам которых нагнетается в скважину воздух. Станки роторного бурения бурят как вертикальные, так и слегка (до 30°) наклонные скважины диаметром до 400 мм и глубиной до 40 м. Разрушение породы происходит в результате внедрения в нее под действием осевого давления зубцов шарошек, перекатывающихся по забою скважины при вращении бурильного инструмента. В местах контакта зубца с забоем скважины возникают напряжения сжатия и скалывания, интенсивно разрушающие породу. Шлам удаляется из скважины сжатым воздухом, который одновременно охлаждает шарошку. Защита от пыли осуществляется пылеулавливающими устройствами. Шарошечное бурение применяют в основном для проходки скважин в породах VI – IX групп. В более крепких породах применять его нецелесообразно из-за большого износа бурильного инструмента. Станки шарошечного бурения монтируют обычно на гусеничной тележке или тракторе. Типичным представителем станков этой группы является станок БТС-150, смонтированный на тракторе Т-100М.

Производительность станков шарошечного бурения определяют по формуле:

$$P_{\text{э}} = 0,1 P n^{0,8} * t_{\text{см}} * r_{\text{с}} / (f_{\text{к}}^{1,6} * D), \quad (3.1)$$

где P —осевая нагрузка на долото, Н;

n — частота вращения долота, мин⁻¹;

$t_{\text{см}}$ — продолжительность смены, ч;

k_B — коэффициент использования сменного времени, принимаемый в пределах 0,56—0,6;

$f_{\text{к}}$ — коэффициент крепости породы по Протоdjяконову;

D — диаметр долота, см;

Шнековое вращательное бурение, применяемое для проходки скважин в породах до VI группы и в мерзлых к грунтах на глубину до 25 м, состоит в том, что наконечник бурильного инструмента скалывает и сверлит породу, а продукт ее разрушения в забое выдвигается из скважины спиральным шнеком. Бурение выполняют без промывки и в любом направлении. Производительность станков шнекового бурения составляет 10-25 м/смену в породах V-VI групп и до 100 м/смену в породах III-IV групп. К станкам этого типа относятся установки СВБ-2М и ШПА-2М.

Ударное бурение состоит в том, что бурильный инструмент внедряется в породу под действием кратковременной ударной нагрузки, направленной по оси скважины, и далее, поворачиваясь (вращаясь), скалывает разрушенную ударом породу

Ударное бурение осуществляется пневматическими бурильными молотками- перфораторами для проходки неглубоких шпуров диаметром от 30 до 75 мм в скальных породах любой крепости.

Принцип действия пневматического бурильного молотка заключается в следующем: с помощью воздухораспределительного механизма сжатый воздух под давлением 0,4-0,6 МПа поступает в цилиндр молотка то с одной, то с другой стороны поршня. Поршень совершает при этом возвратно- поступательное движение и наносит удары по хвостовику бурильной штанги, имеющей на конце бурильную коронку, которая разрушает породу в забое шпура. При обратном движении бур поворачивается на 12-15°, т.е. существует жесткая кинематическая связь между ударом и поворотом бурильного инструмента. Этот принцип бурения получил наименование ударно-поворотного. При повороте бура происходит скалывание выступов разрушенной породы, и следующий удар бур наносит по новому месту на забое.

В процессе бурения породная мелочь удаляется из шпура сжатым воздухом или водой, поступающими на забой по пустотелой бурильной штанге через отверстия в коронке. Вода одновременно является средством подавления пыли.

В качестве инструмента для бурения шпуров используют пустотелые бурильные штанги круглого или шестигранного сечения, изготовленные из специальной стали 55-С2, выдерживающие многократные удары при значительном крутящем моменте, и съемные бурильные коронки, армированные металлокерамическим твердым сплавом ВК-6, ВК-8, ВК-15. В зависимости от структурно-геологических условий породы используют коронки с разнообразной формой лезвия: КДП и КДШ - долотчатая и штыревая для пород средней крепости; КТП и КТШ - трехлезвийная и трехштыревая для крепких и весьма крепких пород; ККП - крестовая для трещиноватых пород; ККШ, КХЛ, КХШ, КОШ - штыревые для мягких и трещиноватых пород.

Ударно-вращательное бурение состоит в разрушении породы в забое скважины бурильной коронкой, закрепленной на погруженном пневмоударнике*, вращающемся совместно с бурильной штангой от внешнего двигателя. Здесь отсутствует жесткая кинематическая связь в системе удар-вращение. Сочетание двух способов разрушения породы обеспечивает высокую производительность станка при бурении им скважин в крепких и абразивных породах. Буровую мелочь из скважины удаляют отработанным воздухом или воздушно-водяной смесью.

В строительстве используют легкие и мобильные типы станков ударно-вращательного бурения. Бурильный инструмент состоит из погруженного пневмоударника со специальной съемной коронкой и набора свинчивающихся пустотелых бурильных штанг, по которым подается рабочий сжатый воздух для пневмоударника. Длина бурильной штанги соответствует величине хода податчика станка.

Станок 1СБУ-125 проходит скважины диаметром 105 и 125 мм в породах VI—XI групп глубиной до 22 м в любых климатических условиях.

Эксплуатационная производительность этих станков составляет 2,5-4,0 м/ч и зависит от крепости и трещиноватости породы, диаметра скважин и давления сжатого воздуха в системе.

Для снабжения бурильных молотков и станков ударно-вращательного

бурения сжатым воздухом под давлением 0,6-0,7 МПа создают компрессорное хозяйство, состоящее из стационарных или передвижных компрессоров, воздухохраника (ресивера), сети трубопроводов и шлангов для подачи сжатого воздуха потребителю. Стационарные компрессорные станции размещают в местах наибольшего потребления воздуха. Их комплектуют поршневыми или турбокомпрессорными агрегатами с суммарной подачей до 200-250 м³/мин. Передвижные компрессоры обычно имеют подачу 8-10 м³/мин и размещаются в непосредственной близости от потребителей.

Потребность в сжатом воздухе для буровых работ, м³/мин, определяют по формуле:

$$Q_k = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * \sum q, \quad (3.2)$$

где K_1 - коэффициент одновременности работы потребителей (при 5 потребителях $K_1=0,82$, при 10 - $K_1 = 0,7$, при 25 - $K_1 = 0,68$);

K_2 - коэффициент утечек воздуха из сети, принимаемый в пределах 1,4-1,6; K_3 - коэффициент, учитывающий уменьшение объема воздуха при охлаждении, принимаемый равным 1,3;

K_4 - коэффициент, учитывающий степень разреженности воздуха на различных отметках (при отметке до 300 м $K_4=1,03$, от 300 до 600 м $K_4 =1,1$, от 600 до 1200 м $K_4=1,14$);

K_5 - коэффициент, учитывающий износ механизмов, принимаемый равным 1,2;

q -расход воздуха единицей потребителем по паспорту, м³/мин.

Обычно предусматривают резерв подач компрессорной установки в размере не менее 20 % расчетной.

Воздухохраник обеспечивает равномерную без толчков подачу сжатого воздуха потребителю. Объем воздухохраника определяют по формуле:

$$Q_B = 1.6\sqrt{Q_k}, \quad (3.3)$$

Магистральные воздухопроводы выполняют из металлических труб диаметром 50—300 мм, соединенных сваркой или (при диаметре до 150 мм) быстроразъемными соединениями. Воздуховоды укладывают с уклоном 1:200 и через 80-100 м снабжают водомаслоотделителями. В суровых климатических условиях магистрали утепляют. Распределительную систему выполняют из труб диаметром 32-50 мм на быстроразъемных соединениях. В конце распределительной системы устанавливают вентиль и делитель, к которому подсоединяют гибкие шланги потребителей сжатого воздуха.

Станки шарошечного бурения снабжены автономными компрессорами. Электроснабжение станков осуществляется током с напряжением 380 В от передвижных трансформаторных подстанций с помощью гибкого кабеля.

Из способов физико-химического разрушения пород при бурении практическое применение получил термический (огневой). При огневом бурении происходят хрупкое разрушение пород, разрушение их с частичным плавлением и плавление. Хрупкое разрушение протекает при 250-500 °С, тогда как плавление происходит при 1200-1700 °С.

Горючее (бензин, керосин или дизельное топливо) в распыленном виде и кислород подаются в камеру сгорания. При сгорании образуются газы с температурой 2500-3000 °С, которые вытекают из сопла в скважину со скоростью 1600-1800 м/с. Одновременно в скважину подается вода. Все это вызывает разрушение раскаленной породы.

Смесь газов, паров воды и измельченной породы под давлением, развивающимся в скважине, выносится на поверхность со скоростью 20-40 м/с по кольцевому зазору между стенками скважины и термобуром.

Огневым бурением можно проходить скважины диаметром до 250 мм на глубину 17-20 м. Ориентировочная скорость бурения: для гранита, чистого кварца-16 м/ч и более; песчаника-10 м/ч; бетона-10-20 м/ч; мрамора - 11,5-23 м/ч. Наибольший эффект этот способ дает при бурении в изверженных породах.

2. Способы взрывания

Для детонации зарядов ВВ используют огневой (электроогневой) и электрический способы взрывания, а также взрывание с помощью детонирующего шнура.

Огневой способ является наиболее простым и не требует специальной аппаратуры, но в то же время обеспечивает необходимую очередность взрывания с интервалами в несколько секунд путем зажигания огнепроводных шнуров разной длины. В настоящее время этот способ используют в строительстве редко - в основном при подрыве одиночных или небольшого числа шпуровых зарядов, при дроблении негабаритов наружными зарядами, ликвидации заколов в карьерах и для инициирования сети ДШ.

Средством огневого взрывания является зажигательная трубка - соединение капсуля-детонатора и огнепроводного шнура (ОШ). В капсуле-детонаторе ОШ закрепляют путем обжатия его в гильзе специальными щипцами. Минимальная длина огнепроводного шнура принимается с учетом запаса времени, необходимого для отхода взрывника в укрытие, принимая во внимание, что время зажигания одного шнура составляет 8-10 с.

Бескапсюльное взрывание с помощью ДШ является основным способом взрывания на дневной поверхности и применяется для мгновенной или короткозамедленной детонации групп зарядов. Он прост при взрывании как сплошных, так и рассредоточенных зарядов и обеспечивает высокую безопасность взрывных работ. К недостаткам способа следует отнести невозможность контроля качества монтажа взрывной сети, необходимость защиты сети от перегрева солнцем в летнее время, сравнительно высокую стоимость.

При взрывных работах на открытой поверхности сеть ДШ состоит из магистрали и отходящих от нее к зарядам концевиков. Концевики присоединяют к магистрали по направлению волны детонации. Короткозамедленное взрывание с использованием ДШ производят с помощью специальных пиротехнических реле КЗДШ, размещаемых в сети между зарядом и магистралью.

Инициирование магистральной нитки ДШ производят капсулем-детонатором.

Электрическое взрывание применяют для инициирования с заданной последовательностью отдельных зарядов или их групп с помощью электродетонаторов. Этот способ является основным при производстве подземных работ. На открытых работах его применяют при осуществлении сложных в техническом отношении взрывов.

К преимуществам электровзрывания следует отнести: возможность инициирования больших групп зарядов со значительным числом интервалов замедления, безотказность взрывания, гарантируемую возможностью проверки приборами исправности электровзрывной сети.

Недостатками способа являются: сложность монтажа и проверки сети, опасность применения при наличии блуждающих токов.

При взрывных работах на открытой поверхности используют три схемы соединения электродетонаторов: последовательную, параллельную и последовательно-параллельную.

В качестве источника тока при электровзрывании используют конденсаторные взрывные машинки КПМ-1А и КПМ-3 или сети переменного тока.

3. Техника безопасности при буровзрывных работах

Буровзрывные работы являются наиболее опасными видами строительных работ. Они должны выполняться в строгом соответствии с утвержденным проектом производства работ.

Бурение шпуров и скважин производится рабочими, имеющими квалификационное удостоверение. Обязательным для них является проведение вводного инструктажа, инструктажа на рабочем месте и плановой проверки знаний правил техники безопасности.

Работа на крутых склонах выполняется специальными бригадами скалолазов. При производстве буровых работ рабочие руководствуются памят-

ками по технике безопасности для машинистов бурильных станков и «Техническими правилами ведения буровзрывных работ в гидротехническом строительстве».

Взрывные работы на открытой поверхности ведутся в соответствии с «Едиными правилами безопасности при ведении взрывных работ» и специальными инструкциями, согласованными с Госгортехнадзором при СМ СССР. Взрывание камерных и скважинных зарядов производится по индивидуальным или типовым проектам на каждый взрыв, а шпуровых - по паспортам буровзрывных работ.

При проведении массовых взрывов зоны, опасные по действию воздушной волны и разлету кусков породы, устанавливаются проектом и должны составлять не менее 200 м для шпуровых и 300 м для скважинных и камерных зарядов рыхления.

Заряжание и взрывание зарядов ВВ производится рабочими, имеющими «Единую книжку взрывника», под руководством лиц, ответственных за ведение взрывных работ.

Взрывные работы на открытой поверхности выполняют преимущественно в дневное время суток (в условиях полярной ночи используют освещение) с предварительным оповещением о взрыве звуковыми или световыми (ночью) сигналами. По первому предупредительному сигналу все лица, не занятые заряжением и взрыванием, эвакуируются из опасной зоны, по второму — взрывники зажигают огнепроводные шнуры и уходят в укрытие и из укрытия включают ток. Третий сигнал означает окончание взрывных работ (отбой) и подается после осмотра места взрыва.

Бурильные и взрывные работы при строительстве ГЭС должны выполняться только специализированными организациями.

Тема 14. Технология монолитного бетона и железобетона.

Приготовление и транспортирование бетонной смеси

Вопросы:

1. Бетонные работы в гидротехническом строительстве.
2. Добыча и переработка камня и гравийно-песчаной смеси.
3. Транспортирование бетонной смеси.

1. Бетонные работы в гидротехническом строительстве

Распространенность бетона объясняется многими его положительными качествами: прочностью и долговечностью; использованием для его приготовления таких распространенных на земной поверхности материалов, как камень, гравий, песок; достаточной водонепроницаемостью; возможностью возводить из него сооружения любой формы, причем в соединении со сталью железобетонные конструкции работают на изгиб и растяжение; возможностью механизации всех строительных операций по возведению бетонных и железобетонных сооружений.

Производство бетонных работ в мелиоративном и гидротехническом строительстве имеет свои организационные особенности. Возводимые на мелиоративных системах сооружения весьма разнообразны по крупности и назначению (регуляторы, водовыпуски, дюкеры, акведуки, мосты, насосные станции и др.). Объем бетона в сооружениях колеблется от десятых долей кубометра до десятков тысяч кубометров.

Разбросанность мелких сооружений на мелиоративных системах затрудняет организацию работ по их возведению. Для таких сооружений обычная технология приготовления бетонной смеси и укладки ее непосредственно в сооружение, то есть возведение их способом монолитной кладки, неприемлема. Мелкие сооружения на строящихся системах возводят только из сборно-

го железобетона. В дальнейшем следует ожидать увеличения сборности крупных сборных сооружений по мере разработки специальных конструкций.

Для монолитных и сборных сооружений на гидромелиоративных системах, для противофильтрационных одежд на каналах применяют специальные гидротехнические бетоны из группы тяжелых с плотностью 2200..2500 кг/м³.

По определению ГОСТ, гидротехническим называется такой бетон, который постоянно или периодически омывается водой и обеспечивает в этих условиях работу сооружения. К нему предъявляются требования водостойкости, водонепроницаемости, морозостойкости, прочности, солеупорности, удобообрабатываемости и пониженного тепловыделения.

Водостойкость бетона достигается применением специальных цементов, а при необходимости нанесением слоя гидроизоляции.

Количественные показатели свойств гидротехнических бетонов задаются следующими основными значениями (марками):

- по прочности на осевое сжатие - М 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600 (цифры соответствуют прочностям на сжатие 7,5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60 МПа);
- по морозостойкости - Мрз 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 (числа соответствуют числу циклов попеременного замораживания и оттаивания бетонного образца, после которого его прочность снизится не более чем на 15%);
- по водопроницаемости-В2, В4, В6, В8, В10, В12 (числа соответствуют гидравлическому давлению воды 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 МПа, при котором через образец бетона не происходит просачивания воды).

Марки бетона назначают при проектировании бетонных конструкций гидротехнических сооружений с учетом расчетных нагрузок, условий работы и природно-климатических условий. Все показатели свойств бетона связаны между собой.

С позиций технологии наиболее существенными показателями свойств бетонных смесей считают подвижность -удобоукладываемость, зависящую от водоцементного отношения и пластифицирующих добавок, и тепловыделение, связанное с активностью цементов. Неравномерный отвод экзотермического тепла приводит к возникновению термических напряжений и появлению в блоках трещин при перепадах температур свыше 10...15°С.

Технология производства бетонных работ отличается разнообразием выполняемых строительных процессов. Это объясняется наличием многих самостоятельных потоков работ: изготовление опалубки, арматуры, приготовление бетонной смеси, транспортировка, укладка бетона или монтаж сооружений из изготовленных частей.

Перечисленные потоки должны быть увязаны по времени и мощности необходимого оборудования. Исходные материалы и продукция переработки их многократно перемещаются внутри строительной площадки на короткие расстояния.

Для приготовления бетонных смесей, как правило, требуются материалы, поставляемые с других предприятий (цементы, добавки), местные материалы, добываемые на месте (щебень, гравий, песок), а также вода.

Все используемые материалы должны отвечать требованиям ГОСТ. В противном случае резко ухудшается качество бетона, и возводимые сооружения быстро выходят из строя. Особое внимание следует обращать на качество местных материалов.

Щебень и гравий должны быть рассортированы по крупности на фракции со следующими диаметрами частиц: 5...20; 20...40; 40...70; 70...120 (150) мм. Прочность материала щебня или гравия должна быть выше заданной прочности бетона не менее чем в 1,5... 2 раза. Содержание примесей мелких глинистых и пылеватых частиц в гравии не должно превышать 1...2 % по массе.

Песок для бетона должен иметь крупность частиц 0,15...5 мм. Иногда песок делят на две фракции: мелкий - 0,15...2 мм и крупный-2...5 мм. Содержание частиц <0,15 мм ограничено 2...3%.

Вода, используемая для приготовления бетона и ухода за ним, не должна иметь механических примесей, а растворимых соединений содержать более 5 г/л. Общее содержание сульфатов в воде не должно превышать 2,7 г/л, а показатель концентрации водородных ионов рН быть не ниже 4.

Цементы, поступающие с заводов, следует хранить отдельно по маркам без смешивания. Они теряют свои свойства от сырости и слеживаются при длительном хранении. После длительного хранения необходимо проверять качество цемента в строительной лаборатории, так как возможно снижение его активности.

Марка цемента должна превышать заданную марку (прочность) бетона:

R _б	100	150	200	250	300	400	500	600
R _ц	200	200...300	400	500	500	500..600	500...600	600

В качестве добавок для улучшения свойств бетона чаще всего используют: пластификаторы (сульфитно-дрожжевая барда - СДБ, хлористый кальций- CaCl₂); ускорители твердения в зимнее время (CaCl₂, NaCl; K₂CO₃; NaNO₂); неактивные добавки для понижения тепловыделения и экономии цемента (тонкомолотый кварцевый песок и др.).

Состав бетона подбирают в строительной лаборатории с учетом свойств местных материалов и условий производства работ.

В первом приближении гранулометрический состав местных материалов (щебня, гравия, песка) должен соответствовать заштрихованным зонам графиков, приведенных на рисунке 66. В противном случае исходные материалы нуждаются в переработке.

Для предварительной оценки потребности в материалах можно считать, что на 1 м³ бетона надо иметь:

Щебня или гравия	Около	0,95 м ³
Песка	»	0,45 м ³
Цементы	»	0,18...0,4 т
Воды (при В/Ц=0,6)	»	0,12...0,25 м ³

От количества воды в составе бетонной смеси зависят его пластические свойства, оцениваемые, как известно, по осадке стандартного конуса (в см) или показателю жесткости (в с). Бетонные смеси относят к жестким при осадке конуса $OK=0...3$ см, к пластичным при $OK=3...6$ см и к литым при $OK>6$ см.

Жесткие смеси плохо заполняют опалубку (форму), с трудом уплотняются, но при хорошем уплотнении имеют высокую прочность, что позволяет уменьшить расход цемента.

Преимущественно используют пластичные смеси, которые легко заполняют опалубку даже при большом количестве арматуры и хорошо уплотняются вибраторами.

Литые бетоны применяют сравнительно редко, так как они требуют более высоких норм расхода цемента для компенсации потерь в прочности бетона из-за повышения пористости

Подвижность (пластичность) бетонной смеси назначают с учетом особенностей бетонируемой конструкции. Бетоны относятся к материалам, которые получаются из исходных компонентов в процессе химических реакций, протекающих в условиях стройплощадки. Это обстоятельство требует от производителя работ знания основных закономерностей образования бетонного камня и влияния различных технологических факторов на конечные свойства бетона.

Стоимость единицы объема бетонных работ довольно высока и характеризуется следующими средними цифрами (р. на 1 м^3):

товарный бетон	15...20
монолитный бетон в конструкции (в деле)	25...50
сборный железобетон в конструкции	40... 100

Под товарным бетоном понимают бетонную смесь на месте ее приготовления без затрат на доставку, укладку ее в блоки, без стоимости опалубки и арматуры. Стоимость бетона в конструкции (в деле) определяют с учетом всех названных затрат.

В общей стоимости бетона на долю всех материалов (с опалубкой и арматурой) приходится до 65...85%, на зарплату-10...30%, на эксплуатацию машин - около 5 % всех затрат.

2. Добыча и переработка камня и гравийно-песчаной смеси

Предприятия для переработки материалов. Добытые в карьерах природные материалы, как правило, нельзя сразу же использовать для приготовления бетонных смесей. Они нуждаются в переработке, с тем чтобы свойства их соответствовали требованиям бетонных работ, а именно: по крупности частиц, гранулометрическому составу, прочности, однородности минералогического состава, содержанию примесей.

Переработку материалов выполняют на специализированных установках и предприятиях. Камень на щебень перерабатывают на дробильно-сортировочных предприятиях, а гравийно-песчаные смеси и песок - на промывочно-сортировочных.

Материалы целесообразно перерабатывать по месту добычи, чтобы не перевозить образующиеся при этом отходы. Переработку сырья на месте приготовления бетона можно допускать в тех случаях, когда все получающиеся попутно материалы могут найти применение для строительных работ.

По характеру потребителей различают построечные предприятия, обслуживающие только одно строительство, и промышленные (районные) предприятия, обеспечивающие материалами всех заинтересованных потребителей в своей зоне.

С учетом необходимой мощности предприятий и длительности их использования применяют:

передвижные установки (на колесном ходу) при годовой потребности в материалах до 50 тыс. м³; сборно-разборные инвентарные при ограниченном сроке использования и потребности в материалах до 50...200 тыс. м³; стационарные постоянно действующие предприятия с производительностью более 200 тыс. м³ в год.

Заготовка щебня. Основные операции по переработке камня на щебень следующие:

- дробление (измельчение) крупных фракций до заданных размеров в камнедробилках разных типов;
- сортировка или грохочение смеси частиц разных размеров на необходимые группы фракций с помощью грохотов и сортировок;
- мойка для освобождения от примесей мелких частиц (обычно совмещается с грохочением);
- обогащение - переработка с целью удаления из смеси непригодных для бетона каменных материалов малой прочности, плохой морозостойкости, большого водопоглощения, малой плотности;
- грануляция - специальная обработка частиц камня для придания им округлой формы;
- перечистка - дополнительная сортировка и промывка материалов непосредственно перед приготовлением бетона в случаях загрязнения их при транспортировке и хранении на складах.

Чтобы избежать операций по обогащению и грануляции, требующих специального сложного оборудования, следует выбирать исходное сырье, имеющее однородный минералогический состав и необходимые для бетонных работ физико-технические свойства.

Для дробления камня выбирают камнедробилки разных типов и марок с учетом наибольшего размера исходного камня (куска), необходимой степени измельчения для получения фракций нужного размера, прочности перерабатываемого камня, необходимой производительности.

Наибольший размер камня, который может быть переработан камнедробилками, обычно составляет:

$$D_{\max} = (0,8 \dots 0,85)B_{\text{вх}}, \quad (4.1)$$

где $B_{\text{вх}}$ - размер приемной входной щели.

Степень измельчения камня камнедробилками оценивают отношением

$$i = D_{\max} / d_{\text{вых}}, \quad (4.2)$$

где $d_{\text{вых}}$, - диаметр камня, получаемого на выходе после дробления.

Для большего измельчения камня применяют последовательное дробление на нескольких камнедробилках с уменьшающимися размерами входной щели. общая степень измельчения : $i_{\text{общ}} = i_1 i_2 i_3 \dots$

После дробления камня получается неоднородная по крупности смесь частиц, характеризующаяся графиками продуктов дробления. Используя такие графики, определяют количество дробленых частиц разных фракций, пригодных для применения, нуждающихся в дальнейшем дроблении и идущих в отходы. Под суммарным выходом верхнего класса следует понимать общее количество частиц, остающихся после отсева дробленого материала на ситах, применяемых для анализа гранулометрического состава.

Дробленый камень или природная гравелистая смесь подлежит сортировке на фракции 5...20; 20...40; 40...70; 70... 120 (150) мм в соответствии с подобранным составом бетонов и параметрами используемых бетоносмесителей. Для отсева смеси частиц применяют грохоты разных типов: колосниковые неподвижные и вибрационные- для первичного грохочения; плоские вибрационные и эксцентриковые- для сортировки на две-три фракции; барабанные - для сортировки на две-три фракции и одновременной промывки каменных материалов; вибросита - для отсева песка.

Состав процессов и оборудования для переработки камня на щебень зависит от свойств исходного сырья и требований к готовой продукции. Применяют различные технологические схемы переработки (рис. 4.1).

Если поток материала или часть его проходит через каждую операцию один раз, то такая переработка называется переработкой по открытому циклу (рис. 4.1,а).

Если весь поток материала или часть его проходит повторно операцию дробления, то такая переработка называется переработкой по замкнутому циклу (рис. 10.1,б). Если для дробления используется одна дробилка, то имеем одноступенчатую схему дробления; если последовательно две или три разные, то двухступенчатую, трехступенчатую и т. д. (рис. 4.1, в).

Входное отверстие дробилки каждой последующей ступени должно быть на 50...60 % больше, чем выходное предыдущей ступени.

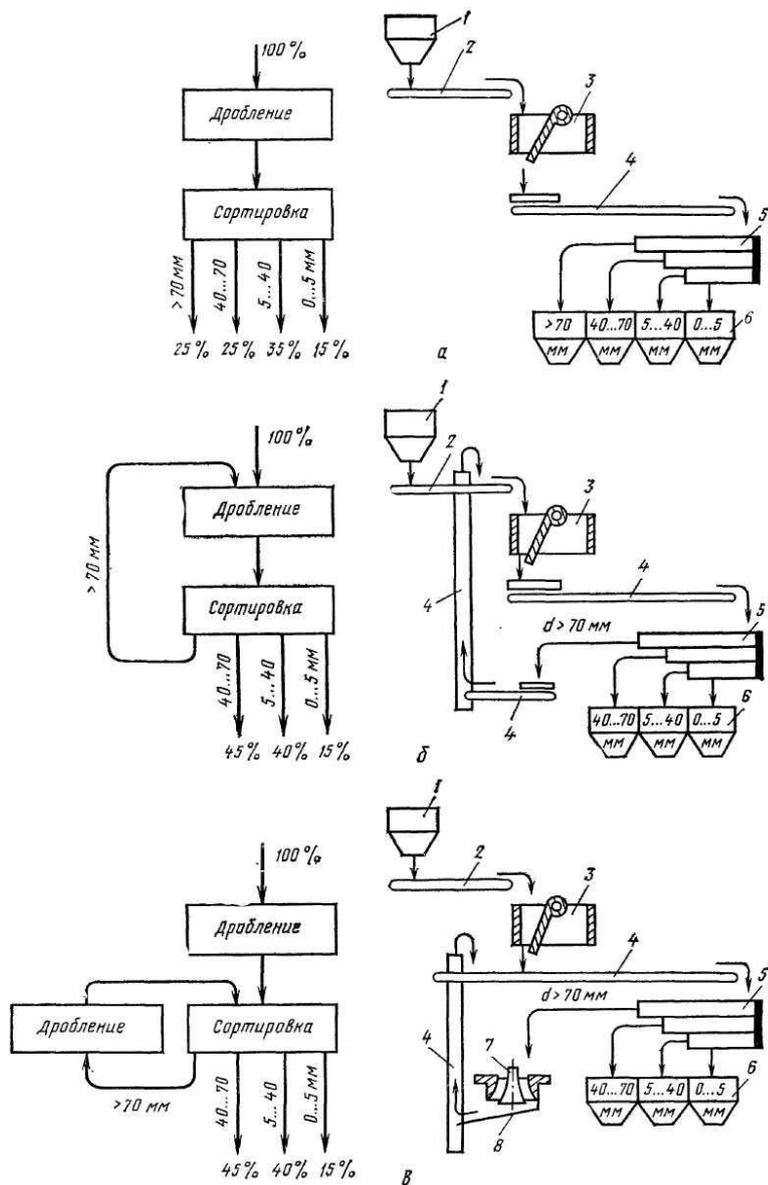
Переработка гравийно-песчаных смесей. В естественной залежи песка и гравия встречаются валуны, пылеватые и глинистые частицы. Пылеватые и глинистые частицы, содержащиеся в смеси сверх нормы по ГОСТ, удаляют.

Валуны выделяют и используют для других целей или превращают в щебень. Основные операции при переработке смеси: первичное грохочение для разделения смесей на песок (0,15...5 мм), гравий (5...150 мм) и валуны (>150мм); промывка песка; промывка гравия; дробление валунов; сортировка гравия и щебня по крупности.

Способ переработки смесей зависит от способа добычи ее: землеройными машинами или средствами гидромеханизации. В первом случае смесь поступает в состоянии естественной влажности, во втором - в виде пульпы.

Кроме того, большое значение имеет содержание в смеси пылеватых и глинистых частиц и крупность материала. В зависимости от этих факторов при добыче материалов землеройными машинами процесс переработки может быть сухим или мокрым.

Сухой процесс применяют при небольшой загрязненности смеси пылеватыми и глинистыми частицами (в сумме не более 3...5%). При большой загрязненности смеси применяют мокрый процесс.



а – одноступенчатая по открытому циклу; б- одноступенчатая по замкнутому циклу; в - двухступенчатая по замкнутому циклу; 1- бункер камня для дробления камня; 2-питатель; 3 - щековая камнедробилка; 4- ленточные транспортеры; 5 - грохот; 6 - бункера для готового щебня; 7 – конусная камнедробилка; 8- лоток.

Рисунок 4.1 - Технологические схемы переработки камня на щебень

Сухой процесс заключается в основном в рассортировке материала по крупности. Промывка в этом случае способствует лучшему отделению песка от гравия.

Материал промывают на грохотах из брызгал - трубок с отверстиями, направляющими струи воды под углом к поверхности сита навстречу движению материала по нему.

Мокрый процесс заключается в грохочении материала и промывке его для удаления пылеватых и глинистых частиц с помощью моющих машин и устройств - моечно-сортировочных барабанов, гравиемочных барабанов, пескомоек. В последующем материал обезвоживают на ситах, в отстойниках и бункерах, имеющих дренажные устройства.

При добывании материала в карьерах способом гидромеханизации он поступает на переработку в виде пульпы. Этот способ добычи исключает промывку. Первичная рассортировка ведется на простейших установках, где пульпа пропускается через сито, позволяющее отделить гравий от песка. Последующая рассортировка гравия по крупности выполняется грохочением, так же как в сухом процессе.

Для выделения пылеватых и глинистых частиц песчаную пульпу перерабатывают в гидравлических классификаторах, работа которых основана на осаждении в водной среде грунтовых частиц различной крупности с разной скоростью.

Применяют гравитационные и центробежные классификаторы (гидроциклоны). Гравитационные бывают вертикальные, горизонтальные, без подвода и с подводом рабочей воды. В классификаторах создают такой режим движения воды, при котором мелкие глинистые и пылеватые частицы остаются во взвешенном состоянии и отводятся вместе с осветленной водой. Более крупные частицы оседают в нижней части классификатора и отводятся к месту обезвоживания и складирования. При соответствующем гидравлическом режиме можно проводить не только промывку, но и сортировку частиц песка по фракциям. Нужный гидравлический режим обычно обеспечивают дополнительным подводом рабочей воды в зону сортировки частиц.

В центробежных классификаторах для разделения частиц используют центробежные силы, возникающие при вращении потока со смесью частиц в

емкостях специальной формы. Такой процесс сортировки частиц более энергозатратен, так как требует больших давлений (порядка 0,2... 0,6 МПа).

Обезвоживание песчаной пульпы осуществляют в отстойниках с дренажными устройствами в виде перфорированных труб, помещенных внутри гравийных фильтров.

При обезвоживании песка непосредственно в штабелях устраивают дамбы обвалования с отводом воды через сбросные колодцы и дренажные устройства.

3. Транспортирование бетонной смеси

Под **транспортированием бетонной смеси** понимают доставку (горизонтальный транспорт) ее от бетонного завода к бетонируемому объекту и подачу (вертикальный транспорт) на место укладки.

Транспортируют бетонную смесь от бетонного завода к бетонируемому объекту с применением средств, обеспечивающих необходимые темпы бетонирования.

Во избежание нарушения однородности смеси и излишних затрат труда наиболее целесообразно транспортировать бетонную смесь до места укладки одним и тем же оборудованием (например, автосамосвалами) без перегрузки. Однако в большинстве случаев на объекте смесь приходится перегружать и подавать ее на место укладки другим оборудованием (например, кранами в бадьях, хоботами, виброхоботами).

Независимо от принятых способов транспортирования подвижность или жесткость бетонной смеси на месте укладки должна соответствовать проектной. Для этого необходимо принимать меры к сокращению времени доставки и подачи бетонной смеси от места приготовления к месту укладки. Нельзя допускать, чтобы при перевозке нарушалась однородность бетонной смеси, т. е. она расслаивалась (щебень или гравий оседает вниз, а отделившееся цементное молоко и вода выступают на поверхности). Расслоившуюся

бетонную смесь запрещается укладывать в бетонируемые конструкции, ее необходимо вновь перемешать до полного восстановления однородности. Одновременно следует выяснить причины расслоения бетонной смеси и принять меры к их устранению.

Особенно легко расслаиваются неправильно подобранные бетонные смеси с избыточным количеством воды. Смесь обычно расслаивается от толчков и сотрясений при погрузке, перевозке или выгрузке с большой высоты.

Бестарная перевозка бетонной смеси в кузовах бортовых автомобилей запрещена, поскольку в этом случае неизбежны потери цементного молока и цементного раствора, а следовательно, и нарушение ее однородности.

Допустимая продолжительность транспортирования должна устанавливаться в каждом отдельном случае лабораторией в зависимости от сроков схватывания применяемого цемента и наружной температуры.

Для легкобетонных смесей на пористых заполнителях продолжительность транспортирования бетонной смеси не должна быть более 45 мин, причем при длительности более 30 мин рекомендуется использовать автобетоносмесители.

При перевозке от бетонного завода до места укладки бетонную смесь защищают от атмосферных осадков и предохраняют от высушивания.

Подавать бетонную смесь ко всем участкам бетонируемого сооружения желательно без дополнительных перегрузок и с возможно малыми перекидками; высота свободного падения ее при подаче в конструкцию не должна превышать 2 м.

При бетонировании колонн без перекрещивающихся хомутов арматуры со сторонами сечения от 0,4 до 0,8 м высота сбрасывания допускается не более 5 м. При необходимости подачи бетонной смеси с большей высоты в местах, где невозможно опустить бадью краном, применяют виброжелоба, наклонные лотки, вертикальные хоботы, а при высоте более 10 м — виброхоботы с гасителями. Виброхоботы с гасителями могут быть также основным средством подачи бетонной смеси при бетонировании с эстакад.

Тема 15. Технология монолитного бетона и железобетона.

Опалубливание и армирование конструкций

Вопросы:

1. Назначение, виды и изготовление арматуры. Производство арматурных работ на объекте.
2. Назначение и устройство опалубки. Технология процессов опалубливания.
3. бетонирование конструкций.

1. Назначение, виды и изготовление арматуры

Для армирования бетона в зонах растягивающих напряжений используют арматурную сталь круглого сечения или прокатные стальные профили (уголки, швеллеры, двутавры). А так же стеклопластиковая арматура в виде нитей $d=3 \dots 6$ мм, стержней $d>6$ мм плоских лент сечением $1,5\dots 3 \times 10$ мм.

В гидромелиоративном строительстве наиболее распространена стальная горячекатаная арматурная сталь г класса А: гладкая диаметром $6\dots 40$ мм и периодического профиля- $6\dots 90$ мм с временным сопротивлением на разрыв $380\dots 600$ МПа.

Легкая арматура диаметром до $8\dots 14$ мм выпускается в бухтах, а при большем диаметре - отдельными стержнями длиной по $9\dots 12$ м.

Содержание арматуры в железобетоне $40\dots 100$ кг на 1 м^3 кладки. Для гидротехнических сооружений, особенно массивных конструкций, характерна малая насыщенность арматурой в среднем $40\dots 60$ кг на 1 м^3 кладки.

Арматурные работы предшествуют укладке бетона.

Арматурные конструкции при необходимости используют в качестве основы для крепления опалубки, закладных частей, а также для установки на них строительных механизмов.

По степени укрупнения арматурных конструкций различают арматуру:

- прутковую в виде отдельных стержней,
- штучные элементарные арматурные конструкции в виде сеток, балок, колонн пакетов
- арматурные конструкции второй степени укрупнения - пространственные конструкции, являющиеся частями или целыми арматурными каркасами строительных блоков.

Арматурные конструкции, которые используют только для армирования бетона, называются свободными. Арматурные конструкции используемые также для поддержания опалубки, закладных частей, бетона и размещения на них строительных машин, называются несущими.

В укрупненном виде в блок подают до 80...85 % массы всей арматуры, и только до 15...20% составляют крепи соединения, устанавливаемые на месте в блоке.

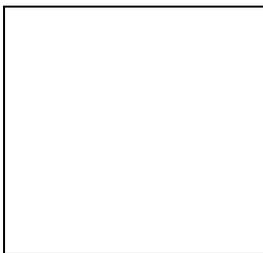
Придание армоконструкциям прочности при использовании в качестве несущих конструкций требует перерасхода металла, который для свободных армоконструкций составляет 20...30% и для несущих – до 80% массы арматуры.

Все операции, связанные с арматурными работами, можно разделить на следующие группы: заготовительно-складские; заготовка отдельных стержней; сборка арматурных конструкций; транспортировка их к месту установки; монтаж арматурных конструкций.

Переработка арматурной стали требует специального станочного оборудования, заключается в выполнении следующих операций: правка стержней, очистка их от ржавчины, окалины, грязи; разметка, резка, гнутые ; транспортировка и. комплектование заготовок; сборка арматурных конструкций.

Таблица 5.1 - Состав операций и применяемые механизмы при переработке арматурной стали

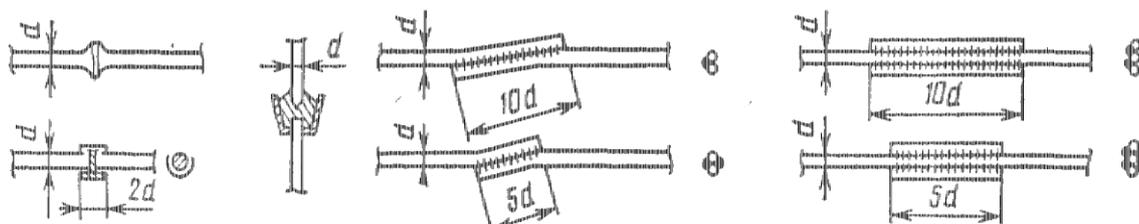
Операция	Содержание процесса и способ выполнения	Механизмы и приспособления
Правка	Придание стержням прямолинейной формы: Вытяжкой Протяжкой через правильный барабан Выпрямление	Самотаски при диаметре $d \leq 14$ мм; правильно-отрезные станки при $d \leq 16$ мм; станки для гнутья арматуры при $d \leq 90$ мм; вручную накидными ключами и на плитах со штырями при $d = 10...40$ мм.
Чистка стержней	Удаление окалины, ржавчины	Стальные щетки - вручную, вращающимися электрощетками; специальные станки с вращающимися стальными щетками.
Разметка	Нанесение меток; продвижение стержня на заданную длину.	Мел до упора или по шаблону
Резка	Образование отрезков заданной длины.	Ручные ножницы при $d \leq 20$ мм; механические ножницы при $d \leq 40$ мм; ножницы с гидроприводом при $d \leq 70$ мм; газопламенная резка при $d \geq 70$ мм.
Гнутье	Изгиб стержней	Станки с ручным приводом при $d \leq 14$ мм; станки с электроприводом при $d \leq 90$ мм
Транспортировка заготовок и их комплектование	Перемещение заготовок	Платформы узкой колеи, тельферы, мостовые, козловые краны.
Сборка арматурных конструкций	установка отдельных элементов в заданном положении в соответствии с рабочими чертежами. Соединение отдельных элементов между собой	Монтажные столы, стеллажи, плазы, кондукторы, шаблоны, инструменты для измерения линейных и угловых величин. Электросварочные аппараты: контактные (стыковые, точечные); для сварки плавлением (электродуговая



- точками или шовная - ванная, электрошлаковая, под слоем флюса). Приспособление для вязки проволокой вручную (при малых объемах и в труднодоступных местах).

Арматуру собирают в укрупненные элементы на стендах. Соединение выполняют или связкой вязальной проволокой диаметром до 2 мм, или сваркой. Преимущественный способ соединения – дуговая контактная сварка.

Элементы соединяют: в нахлестку со швом между элементами или при помощи односторонних и двусторонних накладок со швами между элементами и накладками.



а - основные типы стыков при сварке встык, ванным способом, внахлестку с накладками;

б - сварные стыки стержневой арматуры с закладными частями;

в - схема контактной стыковой сварки;

г - схема контактной точечной сварки,

д - электродуговая сварка;

1 - свариваемые элементы,

2 - зажимы,

3 - трансформаторы;

4 - контактные электроды;

5 - пневмоцилиндр;

6 - сварочный трансформатор сварочный агрегат или сварочный преобразователь,

7 - кабели низкого напряжения;

8 - сварочный электрод. (Размеры в мм.)

Рисунок 5.1 - Соединение арматурных элементов электросваркой:

Потребную сменную производительность можно найти по расчетному потоку бетонных работ (т в смену):

$$P_{\text{смена}} = \frac{Q_{\text{бетон}}}{T_{\text{смена}}} \quad (5.1)$$

Применяют следующие типы предприятий: арматурные мастерские (сарай, площадки) при малых объемах работ; арматурные цехи производительностью до 30 т в смену; арматурные заводы производительностью 30, 100, 200 т в смену и более.

2. Назначение и устройство опалубки

Опалубка служит формой для бетонных и железобетонных блоков.

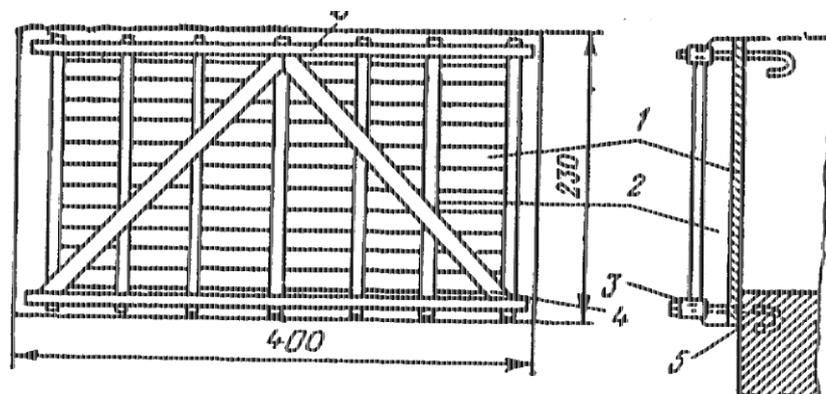
Стоимость опалубки в гидротехническом строительстве составляет в среднем 10...40% стоимости бетонных конструкций.

Применяют различные виды опалубки.

Опалубка имеет следующие части: рабочую поверхность (палубу), ребра жесткости, систему горизонтальных и диагональных схваток, удерживающие конструкции в виде стоек, подкосов, прогонов, схваток.

Для изготовления элементов опалубки применяют: древесину в виде досок, брусьев и древесные материалы - $\delta \geq 8...10\%$ мм, древесноволокнистые и древесностружечные плиты $\delta = 4...50$ мм, метел, железобетонные и бетонные сборные детали.

По характеру крепления и способу различают сборно-разборную щитовую многооборачиваемую, стационарную необорачиваемую, передвижную опалубку.



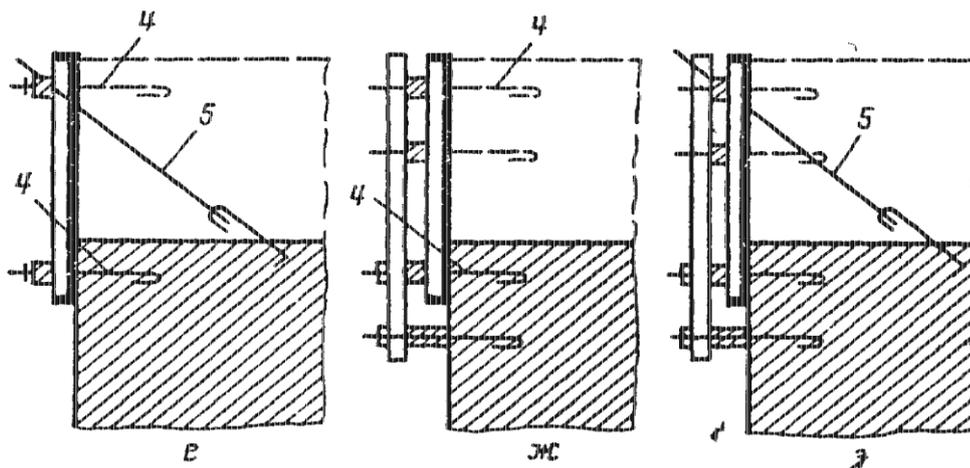
- 1- палуба;
- 2- ребра;
- 3 - горизонтальные схватки;
- 4 - диагональные схватки;
- 5 - анкеры;
- 6 - узел крепления щита опалубки к наклонной тяге

Рисунок 5.2 - Щит сборно-разборной опалубки

Стационарную необорачиваемую опалубку изготавливают индивидуально для данного блока из досок и брусьев. По окончании разбирают и используют на других блоках до 3...5 раз.

Сборно-разборную щитовую многооборачиваемую опалубку монтируют из готовых щитов и крепей. Оборачиваемость такой опалубки зависит от прочности материала, из которого она сделана (деревянная до 30...40, металлическая до 125 раз).

Подвижную применяют для однообразных по форме частей сооружений, развитых в высоту и длину.



а - при высоте плит и фундаментов до 0,2 м;
 б - то же. до 0,5 м,
 в - схема инвентарных наружных креплений при высоте не более 5...6 м;
 г - крепление стяжками и растяжками;
 д - анкеры для крепления наклонных ,тяжей;
 е, ж, з - основной, консольный и комбинированный способы крепления щитов опалубки в один ярус,

и - основной способ крепления щитов опалубки в два яруса со скользящей стойкой,

- 1 - кол или штырь;
- 2 - инвентарные подмости,
- 3 - стяжки;
- 4 - анкерные болты,
- 5 - тяжи,
- 6 - скользящая стойка.

Рисунок 5.3 - Основные способы крепления вертикальных стенок опалубки.

Крепления щитов опалубки бывают: наружные – не связанные с бетонными блоками и внутренние – закладываемые в забетонированные части сооружения. Наружные способы только для невысоких блоков бетониро-

вания (до 2...3 м). При бетонировании блоков свыше 3..6 м переходят на внутренние крепления с использованием металлических стяжек, растяжек анкерных петель, закладываемых в бетонированные части сооружения. Применяют либо одноярусное крепление на высоту одного щита, либо двухъярусное. Одноярусную опалубку крепят одним из трех способов: основным, консольным и комбинированным.

Для бетонирования вытянутых по длине элементов применяют катучную опалубку порталного, тоннельного или одностороннего, несущие рамы, установлены на тележках, перемещающихся по рельсам. Рабочие щиты крепят так, что бы их можно было перемещать вдоль бетонированной части сооружения.

Для бетонирования сооружений, развитых в высоту; применяют скользящую опалубку, которая поднимается вверх за счет перемещения рамы 1 шагающими домкратами 5, опирающимися на стержни несущей арматуры 6.

3. Бетонирование конструкций

Монолитные фундаменты и массивные конструкции или блоки бетонируют чаще всего в разборно-переставной опалубке из готовых унифицированных элементов или в пространственных блоках-формах. При бетонировании больших массивов используют крупные опалубочные панели площадью до 30 м, устанавливаемые кранами.

Бетонную смесь при укладке в монолитные фундаменты и блоки подают, применяя один или несколько видов механизации: в бадьях строительными кранами, автобетоновозами и автосамосвалами по эстакадам или непосредственно в опалубку, ленточными бетоноукладчиками и конвейерами, бетононасосами, а иногда и мостовыми кранами в бадьях.

Выбор способов механизации бетонных работ зависит от местонахождения бетонного завода или установки по приготовлению смеси, конструк-

ции фундамента или массива (объема, ширины, высоты, насыщенности арматурой и закладными частями).

При выборе способа бетонирования предусматривают минимальное число перегрузок бетонной смеси при ее перемещении к месту укладки.

Для бетонирования труднодоступных мест фундамента или блока, а также для распределения бетонной смеси по площади конструкции используют виброжелоба и ленточные бетоноукладчики. При подаче бетонной смеси в армированные конструкции с высоты более 2 м применяют виброжелоба, наклонные лотки и хоботы, а при высоте более 10 м — виброхоботы.

Бетонную смесь в неармированных и малоармированных массивах и фундаментах уплотняют с помощью ручных глубинных вибраторов ИВ-78, ИВ-79, ИВ-80. Бетонируют, как правило, горизонтальными слоями толщиной 0,3—0,4 м. Бетон в больших массивах уплотняют глубинными вибраторами ИВ-90, собранными в вибропакеты, переставляемые кранами. При этом толщина уплотняемого слоя бетона достигает 1 м. При густом армировании применяют вибраторы с гибким валом ИВ-66, ИВ-67, ИВ-47, ИВ-75.

Верхнюю поверхность фундаментов уплотняют виброрейкой или поверхностными вибраторами, а затем заглаживают правилом в уровень с верхними гранями направляющих или специальных маячных досок.

Фундаменты, рассчитанные на статическую нагрузку, можно бетонировать с перерывами, но с обязательной обработкой рабочих швов.

Массивные фундаменты, воспринимающие динамические нагрузки, а также массивные гидротехнические сооружения бетонировать отдельными блоками, размеры и расположение которых предусматривают в проекте. Каждый блок бетонировать без перерыва.

Тема 16. Контроль качества строительных работ.

Обеспечение безопасных условий труда

Вопросы:

1. Строительный контроль.
2. Контроль строительных работ.
3. Строительный контроль качества.
4. Обеспечение безопасности строительных работ.

1. Строительный контроль

Строительный контроль – это организационная форма обеспечения качества. Он включает в себя ряд других видов контроля. В результате получается многоуровневая система проверки. Виды контроля взаимосвязаны между собой. Состав определяется работами, которые выполняют на объекте.

Под контролем понимается создание замкнутой цепи обратной связи между заданными характеристиками строительной продукции и процессами их получения. Характеристики продукции установлены в проектных решениях и нормативно-технической документации. Проверка дает информацию о реальных значениях. Основная цель строительного контроля - обеспечить соответствие объекта принятым проектным решениям и нормативам.

Достижение этой цели возможно за счет решения задач контроля. Задачи распределяются по видам деятельности.

На этапе строительства выделяют следующие виды деятельности:

- управление работами;
- поставки материалов, оборудования и комплектующих;
- выполнение строительно-монтажных работ;
- проведение приемо-сдаточных мероприятий;
- документирование работ.

В ходе управления работами строительный контроль должен решать следующие задачи:

- координировать деятельность всех участников строительства. В строительстве участвует множество организаций. Каждая из них выполняет определенные виды контроля. Они должны дополнять друг друга. Для этого необходима координация деятельности по контролю;

- оценивать влияние организационных, технических и экономических факторов на результаты работ. В ходе строительства происходит большое количество изменений. Они влияют на исходные проектные решения. Такие изменения вызваны организационными, техническими и экономическими факторами. Строительный контроль должен оценивать влияние изменений на технические характеристики и характеристики безопасности строительного объекта;

- повышать эффективность работы. Для получения одного и того же результата подходят разные строительные технологии. Каждая технология требует применения своего метода контроля. В таких ситуациях необходимо обеспечить эффективное использование методов и средств контроля.

Конкретный перечень задач зависит от организационно-технических условий на объекте строительства. Задачи имеют привязку к объектам контроля.

В обобщенном виде объектами строительного контроля являются:

- технологические процессы. Проверяется соответствие процессов установленным требованиям к производству работ. Определяющими факторами контроля являются: масштаб строительного производства, виды работ, разнообразие состава и сложность оборудования, технология работ;

- материалы и оборудование. Проверяется соответствие материалов и оборудования требованиям по качеству, количеству и составу. Исходными данными для проверки служат: проектно-сметная документация, сертификаты и паспорта качества на материалы и оборудование, накладные. В ходе проверки оценивают условия хранения, складирования и обращения с материальными ресурсами;

- производственный персонал. Проверяется квалификация и подготовка персонала, наличие допусков и аттестация кадров. Строительный контроль необходим для гарантии того, что к выполнению работ привлекаются специалисты, квалификация которых не ниже требований, предъявляемых к данному виду работ;

- приемы и методы работы. Проверяется последовательность и состав выполняемых действий. Один и тот же результат можно получить разными методами. В каждом случае стоимость результата будет своя. Проверка приемов и методов работы выявляет эффективные способы выполнения работ;

- условия окружающей среды. Для выполнения процессов хранения и обработки материалов, применения технологий требуются определенные условия окружающей среды. Нарушение этих условий может привести к несоответствиям. В ходе строительного контроля проверяется соблюдение допустимых норм по условиям окружающей среды;

- документация. Выполняется проверка документации, сопровождающей строительство. Документацию проверяют на предмет: наличия, правильности ведения, регистрации, внесения изменений, актуальности.

Строительный контроль характеризуется одновременной проверкой нескольких объектов. Для каждого из них применяются свои виды контроля. Проводить контроль могут разные участники строительного процесса.

2. Контроль строительных работ

Под качеством строительства понимается соответствие качества построенных зданий проектным решениям и нормативам. Качество должно формироваться на всех стадиях строительства: предпроизводственной (проектирование), производственной (строительно-монтажные процессы) и после производственной (эксплуатация). Поэтому оно является комплексной проблемой, зависящей от всех участников: государственных органов, заказчиков, проектных и строительно-монтажных организаций, заводов-

изготовителей, транспортных предприятий и организаций, участвующих в эксплуатации строительных объектов.

При внутреннем контроле качество строительной продукции определяется техническим персоналом стройки по результатам производственного контроля и оценивается в соответствии со специально разработанными регламентами и инструкциями. Результаты контроля фиксируются в журналах работ.

Внешний контроль осуществляется государственными органами контроля и надзора, а также техническим надзором (технадзором) заказчика и авторским надзором разработчика проектной документации.

Осуществлением внутреннего контроля занимается персонал строительных организаций (подрядчик). Техническим заказчикам также не помешает иметь представление о проверках подрядчика, так как не исключено, что отдельные процедуры контроля заказчик и подрядчик будут проводить совместно.

Как правило, любое строительство для осуществления контроля качества сопровождается:

- Техническим надзором заказчика;
 - Авторским надзором проектировщика;
 - Контролем от приемочных комиссий при сдаче объектов в эксплуатацию;
 - Государственным пожарным надзором;
 - Государственным санитарно-эпидемиологическим надзором;
 - Технической инспекцией труда ФНПР;
 - Государственным горным и промышленным надзором за безопасным ведением работ.
- Государственным архитектурно-строительным надзором.

3. Строительный контроль качества

Контроль за качеством строительства заключается в проверке соответствия строительно-монтажных работ, а также строительных материалов и изделий, от которых зависит качество строительной продукции, требованиям проектов, СНиП технических регламентов, стандартов.

Основная задача контроля качества строительства — предупреждение, выявление, устранение причин, отклонений, которые могут привести в строительстве к браку. Брак, своевременно обнаруженный в процессе строительства, в большинстве случаев сравнительно легко поддается исправлению с наименьшими затратами. Брак, обнаруженный после окончания строительства, исправить значительно труднее.

Контроль за качеством строительно-монтажных работ осуществляют службы государственного, общественного и ведомственного контроля, заказчики, а также проектные организации — авторы проектов.

В зависимости от органов, осуществляющих контрольные функции, различают в строительстве контроль внешний и внутренний. К внешнему контролю относят государственный и общественный контроль, а также контроль заказчика, к внутреннему — ведомственный контроль.

Государственный контроль за качеством строительства осуществляют исполнительные органы государственной власти, органы государственного строительного надзора (Госстрой, Ростехнадзор, Росздравнадзор, Росприроднадзор).

Внутренний контроль за качеством строительства имеет различные формы: входной, технологический (операционный), промежуточный, приемочный.

Входной контроль применяется на складе при приемке строительных материалов и деталей. Его целью является проверка качества поступающих на стройку материалов, их соответствия требованиям ГОСТа, технических условий, рабочих чертежей. Этот вид контроля осуществляется, прежде всего, пу-

тем внешнего осмотра материалов, проверки их размеров, маркировки, комплектности. Более тщательная проверка поступающих строительных материалов и изделий проводится в строительных лабораториях, где при помощи лабораторного оборудования испытывают материалы и устанавливают марки кирпича, цемента, бетона, стали и др., влажность пиломатериалов и т.п.

Технологический (операционный) контроль является частью общего производственного процесса по строительству зданий, сооружений предприятий. Этот контроль проводится по мере завершения отдельных производственных операций. При этом выявляются дефекты и причины их возникновения, что дает возможность своевременно принять меры по их устранению. Госстроем разработаны Рекомендации по осуществлению операционного контроля качества выполнения строительно-монтажных работ, где определены состав контрольных функций применительно к возводимому объекту, допустимые отклонения в размерах и требуемая точность измерений, способ и время проведения контроля.

Промежуточный контроль применяется при приемке полностью законченных отдельных видов работ или конструктивных элементов и в первую очередь так называемых скрытых работ, например устройство фундаментов, гидроизоляции, сварных стыков и др. Такие конструкции и виды работ проверяются до того, как они будут скрыты последующими работами. Обычно промежуточный контроль осуществляет комиссия, состоящая из персонала стройки. На некоторых стройках принята система промежуточного контроля между бригадами, при котором последующая бригада проверяет и принимает работу у предыдущих бригад.

В ряде организаций практикуется контроль по этапам (циклам) выполненных работ:

- 1) нулевой цикл;
- 2) коробка здания;
- 3) крыша и кровля;
- 4) отделочные работы и благоустройство.

Подрядчик обязан исполнять полученные в ходе строительства указания заказчика, если такие указания не противоречат условиям договора строительного подряда и не представляют собой вмешательство в оперативно-хозяйственную деятельность подрядчика.

Подрядчик, ненадлежащим образом выполнивший работы, не вправе ссылаться на то, что заказчик не осуществлял контроль и надзор за их выполнением.

Приемочный контроль осуществляется при приемке объекта (здания, сооружения, предприятия) в эксплуатацию или под монтаж технологического оборудования.

4. Обеспечение безопасности строительных работ

Статьей 751 ГК РФ при осуществлении любого строительства на подрядчика возложена обязанность по соблюдению требований закона и иных правовых актов о безопасности строительных работ.

Необходимо отметить, что строительная и иная связанная с нею деятельность расценивается как создающая повышенную опасность для окружающих, а потому нести ответственность в подобных случаях должен владелец источника повышенной опасности (ст. 1079 ГК РФ).

Обязанность по возмещению вреда возлагается на юридическое лицо или гражданина, которые владеют источником повышенной опасности, если они не докажут, что вред возник вследствие непреодолимой силы или умысла потерпевшего.

Вред, причиненный личности или имуществу гражданина, а также вред, причиненный имуществу юридического лица, подлежит возмещению в полном объеме лицом, причинившим вред (п. 1 ст. 1064 ГК РФ).

Постановлениями Госстроя России от 23 июля 2001 г. N 80 и от 17 сентября 2002 г. N 123 приняты и введены в действие с 1 сентября 2001 года и с 1 сентября 2003 года соответственно строительные нормы и правила Россий-

ской Федерации СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования" и СНиП 12-04-2002 "Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство".

Эти нормы и правила распространяются на новое строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, капитальный ремонт (далее - строительное производство), производство строительных материалов (далее - промышленность строительных материалов), а также на изготовление строительных конструкций и изделий (далее - строительная индустрия) независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности организаций, выполняющих эти работы.

Организация и выполнение работ в строительном производстве, промышленности строительных материалов и строительной индустрии должны осуществляться при соблюдении законодательства Российской Федерации об охране труда, а также иных нормативных правовых актов, установленных Перечнем видов нормативных правовых актов, утвержденных постановлением Правительства России от 23 мая 2000 г. N 399 "О нормативных правовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда".

Генеральный подрядчик обязан при выполнении работ на производственных территориях с участием субподрядчиков:

- разработать график выполнения совмещенных работ, обеспечивающих безопасные условия труда, обязательный для всех организаций и лиц на данной территории;

- осуществлять их допуск на производственную территорию с учетом выполнения следующего требования: перед началом выполнения СМР на территории организации генеральный подрядчик (субподрядчик) и администрация организации, эксплуатирующая (строящая) этот объект, обязаны оформить акт-допуск;

- обеспечивать выполнение общих для всех организаций мероприятий охраны труда и координацию действий субподрядчиков в части выполнения

мероприятий по безопасности труда согласно акту-допуску и графику выполнения совмещенных работ.

До начала строительства объекта генподрядная организация должна выполнить подготовительные работы по организации стройплощадки, необходимые для обеспечения безопасности строительства, включая:

- устройство ограждения территории стройплощадки при строительстве объекта в населенном пункте или на территории организации;

- освобождение строительной площадки для строительства объекта (расчистка территории, снос строений), планировка территории, водоотвод (при необходимости понижение уровня грунтовых вод) и перекладка коммуникаций;

- устройство временных автомобильных дорог, прокладка сетей временного электроснабжения, освещения, водопровода;

- завоз и размещение на территории стройплощадки или за ее пределами инвентарных санитарно-бытовых, производственных и административных зданий и сооружений;

- устройство крановых путей, мест складирования материалов и конструкций.

Окончание подготовительных работ должно быть принято по акту о выполнении мероприятий по безопасности труда, оформленному согласно СНиП 1203.

Тема 17. Технология погружения свай и устройства набивных свай

Вопросы:

1. Конструкции забивных свай и шпунта
2. Технология погружения свай
3. Технология устройства набивных свай
4. Приемка свайных работ. Контроль качества

1. Конструкции забивных свай и шпунта

Сваи подразделяют по целому ряду признаков на несколько групп:

- по материалу - деревянные, металлические, бетонные и железобетонные, комбинированные, грунтовые;

- по конструкции - квадратные, трубчатые, прямоугольные и многоугольные, с уширением и без него, цельные и составные, призматические и конические, сплошного сечения и пустотелые, винтовые и сваи-колонны;

- по способу устройства - забивные, изготавливаемые на заводе или на самой площадке и погружаемые в грунт, и набивные, устраиваемые непосредственно в грунте (в заранее пробуренной скважине);

- по характеру работы (по способу передачи нагрузки на основание) - сваи-стойки, которые передают нагрузку от здания своими концами на скальный или практически несжимаемый грунт, и висячие сваи, передающие нагрузку за счет трения грунта по боковой поверхности свай;

- по виду воспринимаемой нагрузки - центральная, вертикально действующая нагрузка, нагрузка с эксцентриситетом, и усилия выдергивания;

- по виду армирования железобетонных свай - с напрягаемой и не напрягаемой продольной арматурой, с поперечным армированием и без него.

Свайный куст - несколько рядом расположенных свай, совместно воспринимающих общую нагрузку; ростверк - конструкция, объединяющая сверху сваи для их совместной работы.

Металлические сваи применяют в портовом, мостовом, энергетическом и промышленном строительстве, при возведении высотных сооружений (радиомачт, телебашен). Используют стальные трубы диаметром 25...100 см, рельсы, двутавры, винтовые сваи со специальным наконечником, завинчиваемые в грунт.

Сваи-оболочки - металлические трубчатые сваи диаметром 1,2...2 м и более, длиной до 14 м, при необходимости их наращивают и соединяют на сварке. Сваи с открытым нижним торцом по мере заглубления заполняют

грунтом, который, уплотняясь, увеличивает несущую способность сваи. Сваи-оболочки с закрытым нижним торцом в виде съемного наконечника забивают в грунт. Металлический наконечник всегда остается в грунте, сама свая может быть оставлена и заполнена бетонной смесью для повышения несущей способности или извлечена. В процессе извлечения сваи-оболочки ее полость заполняется бетонной смесью.

Стальной шпунт применяют для устройства водонепроницаемых стенок котлованов, подпорных стенок, пирсов, набережных. Для шпунта выпускают специальные профили - плоские, корытообразные, зетобразные длиной до 30 м, в отдельных случаях используют обычный стальной прокат.

Полые сваи квадратного и трубчатого сечения длиной 2...6 м применяют в плотных грунтах и малых нагрузках от строящегося сооружения, наружный диаметр может достигать до 80 см.

Устройство свайных фундаментов является комплексным процессом, включающим на примере метода забивки:

- подготовку территории для ведения работ;
- геодезическую разбивку с выносом в натуру положения каждой сваи;
- доставку на стройплощадку, монтаж, наладку и опробование оборудования для погружения свай;
- транспортировку готовых свай от места их изготовления к месту их погружения;
- забивку свай;
- срезку готовых свай по заданной отметке;
- вывоз со строительной площадки срезанных остатков свай;
- устройство монолитного или сборного ростверка;
- демонтаж оборудования.

Анализ грунтов, их несущей способности показывает, что для большей части территории России плотные грунты залегают на сравнительно небольшой глубине, что позволяет использовать сваи длиной 3...7 м.

2. Технология погружения свай

Ударный метод основан на использовании энергии удара (воздействия ударной нагрузки), под действием которой свая своей нижней заостренной частью внедряется в грунт. По мере погружения она смещает частицы грунта в стороны, частично вниз или вверх. В результате погружения свая вытесняет объем грунта, практически равный - объему ее погруженной части. Меньшая часть этого грунта оказывается на дневной поверхности, большая - смешивается с окружающим грунтом и значительно уплотняет грунтовое основание. Зона заметного уплотнения грунта вокруг сваи составляет 2...3 диаметра сваи.

Ударную нагрузку на оголовок сваи создают специальные механизмы:

- паровоздушные молоты, которые приводятся в действие силой сжатого воздуха или пара, непосредственно воздействующих на ударную часть молота;
- дизель-молоты, работа которых основана на передаче энергии сгорающих газов ударной части молота;
- вибропогружатели - передача колебательных движений рабочего органа на сваю (использование вибрации);
- вибромолоты - сочетание вибрации и ударного воздействия на сваю.

Вибропогружатели и вибромолоты чаще используют при погружении трубчатых свай-оболочек большого диаметра, при погружении в грунт и извлечении шпунтовых свай.

Наиболее распространены в промышленном и гражданском строительстве сваи длиной 6...10 м, которые забивают с помощью самоходных сваебойных установок. Такие установки маневренны и имеют механические устройства для подтаскивания и подъема на необходимую высоту сваи, закрепления головы сваи в наголовнике, в вертикальном выравнивании стрелы со сваей перед забивкой.

Забивка свай состоит из трех основных повторяющихся операций:

- передвижка и установка копра на место забивки сваи;
- подъем и установка сваи в позицию для забивки;
- забивка сваи.

Отказ - глубина погружения сваи за определенное количество ударов обычно молота одиночного действия или за единицу времени для молотов двойного действия. Величина отказа - среднее от 10 или серии ударов в единицу времени.

Залог - серия ударов, выполняемых для замера средней величины отказа: для паровоздушных молотов в залоге 20...30 ударов; для дизель-молотов в залоге 10 ударов; для дизель-молотов двойного действия отказ определяют за 1 мин. забивки.

Более универсальным является виброударный способ погружения свай с помощью вибромолотов. При работе вибромолота наряду с вибрационным воздействием на сваю периодически опускается ударник, оказывая и динамическое воздействие на голову сваи.

Виброударный способ применим в связанных плотных грунтах, и позволяет в 3...8 раз быстрее при одинаковой мощности с вибрационным способом осуществлять погружение свай в грунт за счет одновременной вибрации и забивки. При этом должно быть обеспечено жесткое соединение вибропогружателя со свайей.

Погружение свай с использованием электроосмоса применяют в водонасыщенных плотных глинистых грунтах, в моренных суглинках и глинах. Для практической реализации метода уже погруженную в грунт сваю присоединяют к положительному полюсу (аноду) электрической сети постоянного тока, а соседнюю с ней, подготовленную для погружения в грунт - к отрицательному полюсу (катоде). При включении тока вокруг сваи с положительным полюсом резко снижается влажность грунта, а у соседней с отрицательным полюсом она наоборот резко увеличивается. В более влажной среде свая быстрее погружается в грунт, что позволяет применять сваебойное оборудование меньшей мощности.

3. Технология устройства набивных свай

Набивные сваи устраивают на месте их будущего положения путем заполнения скважины (полости) бетонной смесью или песком. В настоящее время применяют большое количество вариантов решения таких свай. Их основные преимущества:

- возможность изготовления любой длины;
- отсутствие значительных динамических воздействий при устройстве свай;
- применимость в стесненных условиях;
- применимость при усилении существующих фундаментов.

Набивные сваи изготавливают бетонными, железобетонными и грунтовыми, причем имеется возможность устройства свай с уширенной пятой. Способ устройства свай прост - в предварительно пробуренные скважины подается для заполнения бетонная смесь или грунты, в основном песчаные.

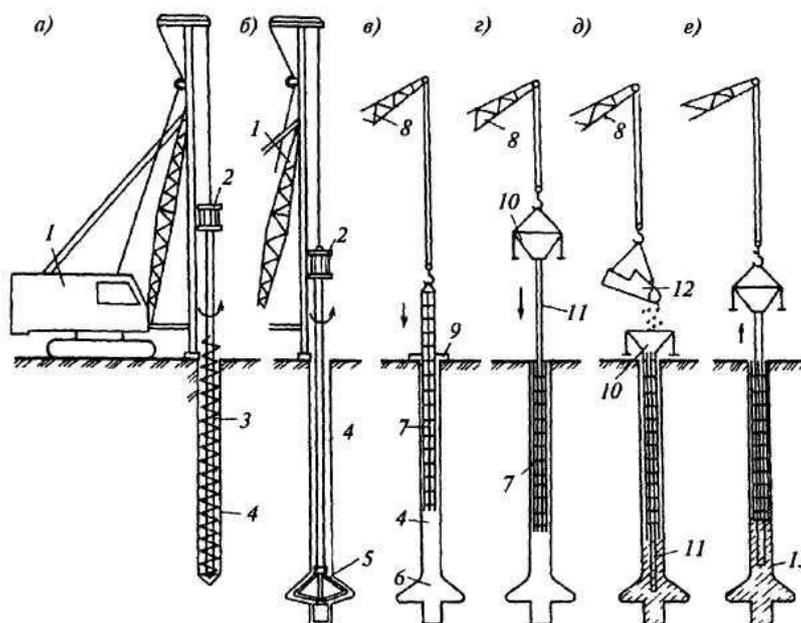
Применяют следующие разновидности набивных свай - сваи Страуса, буронабивные, пневмонабивные, вибротрамбованные, частотрамбованные, вибронбивные, песчаные и грунтобетонные. Длина свай достигает 20...30 м при диаметре 50... 150 см. Сваи, изготавливаемые с применением установок фирм Като, Беното, Либхер могут иметь диаметр до 3,5 м, глубину до 60 м, несущую способность до 500 т.

Изготовление свай включает следующие операции:

- пробуривание скважины;
- опускание в скважину обсадной трубы;
- извлечение из скважины осыпавшегося грунта;
- заполнение скважины бетоном отдельными порциями;
- трамбование бетона этими порциями;
- постепенное извлечение обсадной трубы.

В зависимости от грунтовых условий буронабивные сваи устраивают одним из следующих способов - сухим способом (без крепления стенок

скважин), с применением глинистого раствора (для предотвращения обрушения стенок скважины) и с креплением скважины обсадной трубой.

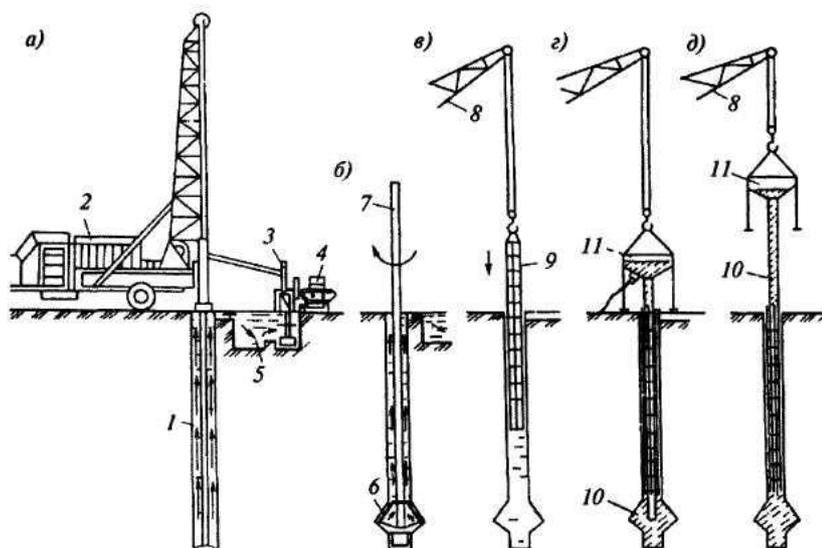


а - бурение скважины; б - разбуривание уширенной полости; в - установка армированного каркаса; г - установка бетонолитной трубы с вибробункером; д - бетонирование скважины методом вертикально перемещаемой трубы (ВПТ); е - подъем бетонолитной трубы; 1 - буровая установка; 2 - привод 3 - шнековый рабочий орган; 4 - скважина; 5 - расширитель; 6 - уширенная полость; 7 - армированный каркас; 8 - стреловой кран; 9 - кондуктор-патрубок; 10 - вибробункер; 11 - бетонолитная труба; 12 - бадья с бетонной смесью; 13 - уширенная пята сваи;

Рисунок 7.1 - Технологическая схема устройства буронабивных свай сухим способом

Применение глинистого раствора. Устройство буронабивных свай в слабых водонасыщенных грунтах требует повышенных трудозатрат, что обусловлено необходимостью крепления стенок скважины для предохранения их от обрушения (рис. 7.2). В таких неустойчивых грунтах для предотвращения обрушения стенок скважин применяют насыщенный глинистый раствор бен-

тонитовых глин плотностью $1,15...1,3 \text{ г/см}^3$, который оказывает гидростатическое давление на стенки, хорошо временно скрепляет отдельные грунты, особенно обводненные и неустойчивые, при этом хорошо удерживает стенки скважин обрушения. Этому же способствует образование на стенках скважины глинистой корки вследствие проникновения раствора в грунт.

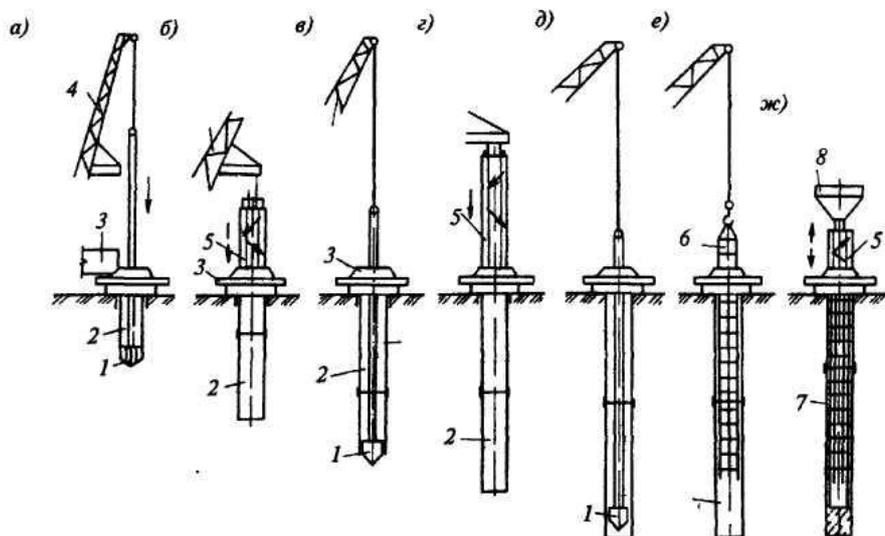


а - бурение скважины; б - устройство расширенной полости; в - установка арматурного каркаса; г - установка вибробункера с бетонолитной трубой; д - бетонирование скважины методом ВПТ; 1 - скважина; 2 - буровая установка; 3 - насос; 4 - глиносмеситель; 5 - приямок для глинистого; 6 - расширитель; 7 - штанга; 8 - стреловой кран; 9 - арматурный каркас; 10 - бетонолитная труба; 11 - вибробункер;

Рисунок 7.2 - Технологическая схема устройства буронабивных свай под глинистым раствором

Крепление скважин обсадными трубами. Устройство свай этим методом возможно в любых гидрогеологических условиях; обсадные трубы могут быть оставлены в скважине или извлечены из нее в процессе изготовления сваи (рис. 7.3). Обсадные трубы соединяют между собой при помощи замков

специальной конструкции (если это инвентарные трубы) или на сварке. Про- буривают скважины вращательным или ударным способом. Погружение об- садных труб в грунт в процессе бурения скважины осуществляют гидро- домкратами.



а - установка кондуктора и забуривание скважины; б - погружение об- садной трубы; в - проходка скважины; г - наращивание следующего звена об- садной трубы; д - зачистка забоя скважины; е - установка арматурного карка- са; ж - заполнение скважины бетонной смесью и извлечение обсадной трубы; 1 - рабочий орган для бурения скважины; 2 – скважина; 3 – кондуктор; 4 - бу- ровая установка; 5 - обсадная труба; 6 - арматурный каркас; 7 - бетонолитная труба; 8 - вибробункер

Рисунок 7.3 - Технологическая схема устройства буронабивных свай с применением обсадных труб

После зачистки забоя и установки арматурного каркаса скважину бето- нируют методом вертикально перемещаемой трубы.

4. Приемка свайных работ. Контроль качества

Приемка свайных работ сопровождается освидетельствованием свай- ного основания, проверкой соответствия выполненных работ проекту, ин-

струментальной проверкой правильности положения свай или шпунта, контрольными испытаниями свай. Отклонение положения свай от проектного не должно превышать в ростверке ленточного типа родного диаметра сваи, в свайных полях двойных размеров сваи.

При осуществлении контроля качества в процессе и при окончании устройства свайных фундаментов руководствуются следующими критериями:

от качества выполнения свайных работ зависит несущая способность свайных фундаментов, что имеет важнейшее значение для всего здания или сооружения;

устройство свай относится к скрытым работам, требующим пооперационного контроля качества в процессе их устройства.

В общем случае контролируют:

- соответствие поступающих на строительную площадку изделий и материалов проекту;
- соблюдение утвержденной технологии погружения забивных или устройства набивных свай;
- несущую способность свай;
- соответствие положения свай в плане геодезической разбивке;

Основным контролируемым параметром является обеспечение несущей способности свай. Несущую способность погруженных свай определяют статическим и динамическим методами, а набивных – только статическим.

Определение несущей способности сваи. Для свай-стоек, опирающихся на прочный грунт, главным фактором является прочность материала сваи, так как их забивают в плотные грунты до проектной отметки. Для висячих свай их несущую способность определяют способами пробных нагрузок и динамическим.

Статическим методом несущую способность определяют после окончания работ по забивке всех свай. Для этого на сваю сверху воздействуют гидравлическими домкратами до момента смещения ее относительно окружающего грунта. При этом способе пробных нагрузок на сваю передают

нагрузку, возрастающую ступенями в $1/10 \dots 1/15$ предельной расчетной нагрузки, измеряют осадки и строят график зависимости между ними. За предельно допустимую нагрузку принимают Ступень, предшествующую нагрузке, в результате которой свая погрузилась в грунт на величину, более чем в 5 раз превышающую предыдущее погружение. Этот способ надежен, но весьма трудоемок и для оценки прочностных характеристик свайного поля требуется большой промежуток времени (4... 12 сут.).

Динамический метод основан на косвенной оценке несущей способности забиваемой сваи по значению отказа, поэтому для погружаемых свай этот метод вполне заменяет статический.

Динамический способ основан на равенстве работы, совершаемой молотом при падении, и сваей на пути ее погружения. За основу принимают контрольный отказ, назначаемый проектной организацией. Отказы замеряют отказомерами, которые можно ставить на грунт или подвешивать на сваю с помощью хомута. Отказомер представляет собой мерную линейку, вдоль которой перемещаются указатели отказов. При погружении сваи в грунт один из указателей движется вниз и показывает на мерной линейке суммарное значение остаточного отказа. При наличии обратного движения сваи вверх за счет упругой реакции грунта второй указатель также перемещается вверх и показывает на мерной линейке суммарное значение упругого отказа. При отсутствии отказомеров величину отказа сваи при забивке за расчетный отрезок времени можно определить нивелиром, гидравлическим уровнем, натянутой над уровнем земли проволокой.

Учитывая, что в процессе забивки сваи грунт находится в напряженном состоянии, следует иметь в виду, что несущая способность сваи оказывается завышенной. Проверку несущей способности свай производят после отдыха свай и стабилизации грунта, а именно: в супесях - через 5...8 сут, в суглинках - через 15...25 сут и в глинистых грунтах — через 30...35 сут.

При контроле положения сваи в плане следят, чтобы не были превышены допустимые отклонения: - $0,2d$ для забивных свай при их однорядном

расположении и $0,3d$ при расположении свай в два и три ряда в лентах или кустах свай (d - диаметр круглой или максимальный размер прямоугольной сваи). Приемка готовых свайных фундаментов оформляется актом с приложением следующих документов:

- паспорта на сваи и сборный ростверк заводов-изготовителей;
- паспорта на бетон набивных свай и монолитных ростверков;
- приемка арматурных каркасов набивных свай и монолитных ростверков;
- акты сдачи свайного поля и готового ростверка;
- результаты динамических или статических испытаний свай.

Тема 18. Технология монолитного бетона и железобетона.

Особенности технологии работ в экстремальных условиях

Вопросы:

1. Особенности бетонных работ зимой.
2. Методы зимнего бетонирования.

1. Особенности бетонных работ зимой

Выполнение бетонных работ зимой усложняется не только отрицательным влиянием низких температур на работоспособность рабочих и эксплуатацию машин и механизмов. При температурах ниже 5°C резко снижается скорость нарастания прочности бетона, а с замерзанием воды процесс гидратации полностью прекращается. Если к моменту замерзания бетон не наберет достаточной прочности, то в нем при наличии в порах свободной воды появляются трещины вследствие расширения на 9 % образующегося льда. Вокруг крупных частиц-заполнителей происходит концентрация свободной воды, что нарушает однородность и монолитность бетона. Значительно снижается и сцепление бетона с арматурой.

После оттаивания твердение продолжается, но, так как образовавшиеся трещины неустранимы, бетон теряет прочность и часто имеет большую водопроницаемость. В связи с этим при производстве бетонных работ зимой принимают все меры, чтобы уложенный бетон к моменту замерзания набрал достаточную прочность, которую иногда называют критической.

При температуре от 0° до 5 °С прочность нарастает очень медленно. Опыт показывает, что в массиве блока при такой температуре через месяц прочность возрастает только до 1,0... 2,0 МПа. Такое медленное нарастание прочности особенно важно учитывать при бетонировании осенью и весной, когда нужно прибегать к утеплению блоков.

С понижением среднесуточной температуры до 5° и наступлением ночных заморозков следует переходить на зимние способы производства бетонных работ.

Все способы и приемы зимнего бетонирования можно разделить на четыре группы: общие приемы ускорения набора прочности; применение противоморозных добавок; подогрев материалов на месте приготовления смеси или перед ее укладкой; подогрев бетона в блоках бетонирования.

Общие приемы ускорения твердения не требуют специальных устройств или оборудования и сводятся к использованию высококачественных чистых исходных материалов и тщательному соблюдению технологии производства работ. Выбор специального способа производства бетонных работ зимой в большей степени зависит от объемов и массивности блоков бетонирования, так как тонкостенные конструкции очень быстро охлаждаются. Для оценки массивности блоков бетонирования используют показатель, называемый модулем поверхности блока (m^1):

$$\dot{I} = F/V, \quad (8.1)$$

где F- суммарная площадь поверхностей блока, через которое рассеивается тепло, m^2

V- объем блока, м².

Блоки принято считать массивными при $M < 3$; немассивными при $M = 3 \dots 5$; тонкостенными при $M > 4 \dots 6$.

Для массивных блоков обычно достаточно подогреть материалы на месте приготовления бетона. В случаях, когда $M > 3$, требуется дополнительный подогрев бетона в блоках на месте укладки или другие меры.

Использование противоморозных добавок. Для того чтобы поддерживать воду в жидком состоянии при отрицательных температурах, применяют химические добавки. Они должны иметь низкую стоимость, быть безопасными в обращении, не ухудшать свойства бетона и арматуры. В строительной практике чаще других применяют следующие добавки: поташ - K_2CO_3 ; нитрит натрия - $NaNO_2$; нитрат кальция - $Ca(NO_3)_2$; нитрит-нитрат кальция - $Ca(NO_2)_2 + Ca(NO_3)_2$; хлорид кальция - $CaCl_2$; хлорид натрия - $NaCl$ и их смеси в строгом соответствии с указаниями по их применению.

Применение того или иного вида добавок в каждом конкретном случае определяется типом конструкции, условиями ее эксплуатации, ожидаемыми температурами наружного воздуха, экономичностью. Некоторые виды добавок ускоряют загустение бетонной смеси и ухудшают его удобоукладываемость. По этой причине их следует применять в сочетании с замедлителями загустения.

Применение некоторых противоморозных добавок ограничено или запрещено: в армированных конструкциях, в конструкциях с напряженной

Добавки вводят в бетонную смесь в процессе ее приготовления в виде растворов. Вначале обычно готовят концентрированные насыщенные растворы, применяя для ускорения растворения веществ горячую воду, нагретую до $40 \dots 80^\circ C$. Из них получают растворы необходимой рабочей концентрации.

2. Методы зимнего бетонирования

Подогрев бетонной смеси на месте приготовления или перед укладкой. Применение этого метода основано на использовании начального запаса тепла (q_1) и тепла, выделяемого бетоном в процессе твердения при экзотермических процессах (q_2). В массивных блоках с модулем поверхности $M \leq 3$ начального запаса тепла обычно бывает достаточно для набора бетоном необходимой прочности к моменту замерзания. С увеличением модуля поверхности даже сильно разогретый бетон быстро остывает. Для уменьшения потерь тепла применяют специальную утепленную опалубку. Метод укладки бетона с использованием только начальных запасов тепла иногда называют методом «термоса». За время остывания в окружающее пространство будет рассеяно количество тепла q_3 . Достаточность начального запаса тепла проверяют по уравнению теплового баланса

$$q_1 + q_2 = q_3 \quad (8.2)$$

или в развернутом виде (по Б. Г. Скрамтаеву)

$$\gamma_b C_b t_{\text{н.в}} + G_{\text{II}} \mathcal{E} = MK \alpha 24n (t_{\text{б.сп}} - t_{\text{н.в}}), \quad (8.3)$$

где γ_b - 2400 кг/м³ - плотность бетона;

$C_b = 1,05$ кДж/(кг·°С) - удельная теплоемкость бетона;

$t_{\text{б.н}}$ - начальная температура бетонной смеси при укладке, град;

G_n - количество цемента в 1 м³ бетона, кг,

\mathcal{E} - удельное тепловыделение при твердении 1 кг цемента, кДж/кг (табл. 8.2);

M - модуль поверхности бетонного блока;

α - коэффициент, зависящий от степени обдуваемости блока ветром, влажности и качества теплоизоляции (1,3...2,3),

n - число суток, за которые температура снизится от начальной до 0°C ;

$t_{\text{н.в}}$ - средняя температура наружного воздуха;

$t_{\text{б.ср}}$ - средняя температура бетона за период остывания в зависимости от модуля поверхности блока M :

Таблица 8.2 – средняя температура бетона за период остывания в зависимости от модуля поверхности блока M

M	<4	$5..8$	$9...12$
$t_{\text{б.ср}}$	$0,5(t_{\text{б.н}}+5)$	$0,5 t_{\text{б.н}}$	$0,33 t_{\text{б.н}}$

$$K = \frac{1}{0,05 + \alpha_1 / \lambda_1 + \alpha_2 / \lambda_2 + \alpha_3 / \lambda_3}, \quad (8.4)$$

Коэффициент теплопередачи для опалубки, теплоизоляции, ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ -толщина слоев опалубки и теплоизоляции, м; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ -коэффициенты теплопроводности материалов, $\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$: картон, толь, рубероид- 0,17; доски - 0,2; опилки - 0,24; шлак - 0,34; минеральная вата - 0,49.

На основании уравнения теплового баланса находят либо необходимую начальную температуру $t_{\text{б.н}}$, либо требующийся коэффициент теплопроводности опалубки - K , либо число суток, за которые температура понизится до 0°C .

Приближенно необходимую начальную температуру можно найти по эмпирической зависимости:

$$t_{\text{б.н}} = 10^{\circ} + t_{\text{н.в}} / (3...4), \quad (8.5)$$

где $t_{\text{н.в}}$ -отрицательная температура наружного воздуха, взятая без знака минус.

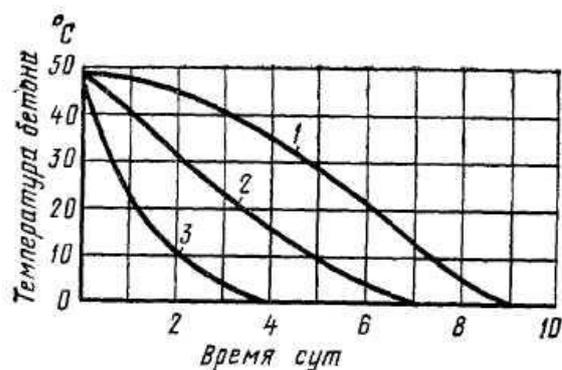


Рисунок 8.1 - График остывания бетона в обычной опалубке при температуре наружного воздуха $t_{н.в} = -20$ °C в блоках с различными модулями поверхности:

1-M=3; 2 - M=6; 3 -M=12 (по данным А. С, Арбенъева).

С учетом потерь тепла начальная средневзвешенная температура исходных материалов для бетона должна быть не менее:

$$t_{\sigma} = t_{\sigma.н} + \Delta t_{п} + \Delta t_{т}, \quad (8.6)$$

где $\Delta t_{п}$ -потери температуры при перемешивании в бетоносмесителях (3...4°); $\Delta t_{т}$ -потери температуры при транспортировке бетонной смеси; их уточняют на месте производства работ в зависимости от способа и дальности транспортировки, температуры воздуха и т. д.

Таблица 8.2 - Приблизительно в зависимости от температуры наружного воздуха потери температуры составляют:

$t_{н.в}$ °C	+5...-5	-5...-15	-15...-20	-20...-25
$\Delta t_{т}$ °C	3	7..8	10..12	15

Бетон высокого качества можно получить при ограничении максимальной температуры бетонной смеси до 35... 45 °C. При выборе составляющих, подлежащих подогреву, и температуры подогрева следует учитывать количе-

ство составляющих в 1 м³ бетона, их теплоемкость, сложность организации подогрева разных составляющих, состояние гравия и песка на складах.

Удельная теплоемкость C составляющих выражается количеством тепла для нагрева 1 кг материала на 1°; для гравия, песка, цемента, добавок $C_m=0,84$ кДж/(кг·°С), а для воды $C_b=4,2$ кДж/(кг·°С). По теплоемкости и сложности организации выгоднее всего нагревать воду.

Средневзвешенную температуру смеси определяют по формуле:

$$t_{\sigma} = \frac{\sum[(C_m G_i + C_g g_i) t_i]}{\sum(C_b G_i + C_g g_i)}, \quad (8.7)$$

где G_i - весовые дозы каждого из смешиваемых материалов - песка, гравия, щебня, цемента - за вычетом содержащейся в них воды, кг;

g_i - весовые количества воды, содержащейся в каждом материале; C_m ,

C_b - удельная теплоемкость смешиваемых сыпучих материалов и воды, кДж/(кг·°С);

t_i - начальная температура каждого из смешиваемых материалов, °С.

Число слагаемых под знаком суммы 2 будет равно числу смешиваемых материалов.

Температуры составляющих подбирают в определенном порядке. При сухих заполнителях предусматривают нагрев в первую очередь воды, если нагрева воды недостаточно, то предусматривают нагрев гравия, и если этого недостаточно, то песка; цемент не подогревают, так как при нагреве ухудшаются его свойства.

Предельная температура подогрева не должна превышать во всех случаях для воды 60...90°, для гравия и песка 40...60°. Для активных цементов высоких марок берут нижние из названных пределов, для малоактивных - верхние.

При смерзшихся заполнителях вначале нагревают гравий и песок до 5°, а затем воду; если этого недостаточно, то нагревают гравий и песок до 40 °С.

Воду подогревают в водяных котлах-теплообменниках, бойлерах. При небольшом объеме работ воду можно подогревать в баках огневым способом.

Гравий и песок подогревают в бункерах или штабелях на складе. Бункера располагают на стыке складов этих материалов и транспортных устройств для подачи материалов в надбункерное отделение завода бетонной смеси. Подогрев ведут открытым или закрытым паром, нагретым воздухом.

В первом случае бункера в нижней части оборудуют паропроводами с отверстиями, через которые пар поступает в массу подогреваемого материала. Это способ наиболее быстрого подогрева. Однако в данном случае расходуется значительное количество пара, и, кроме того, должны быть приняты меры по отводу конденсата. Последний обильно и неравномерно увлажняет подогреваемый материал, что требует учета влажности материала при дозировке воды.

Во втором случае, пар циркулирует по системе паропроводов в бункерах и передает тепло подогреваемому материалу через стенки паропроводов. Такой подогрев будет более продолжительным, но он имеет значительные преимущества в отношении постоянства влажности материала и благоприятных условий работы персонала. Непосредственно в штабелях материалы подогревают с помощью регистров, сваренных из труб, по которым циркулирует пар или горячая вода от котельной. Регистры размещают возле течек и горловин, через которые щебень, гравий или песок поступает в подштабельные галереи на транспортеры.

При большом удалении места укладки от места приготовления бетона за время транспортировки смесь сильно охладится, и может возникнуть потребность в ее подогреве непосредственно перед укладкой. Это проще всего достигается электронагревом от сети с напряжением 220...380 В непосредственно в бадьях, оборудованных пластинчатыми электродами, изолированными друг от друга и от корпуса.

При соответствующих мерах безопасности электронагрев бетонных смесей допускается непосредственно в кузовах автосамосвалов на специально оборудованных площадках. Расход электроэнергии на разогрев 1 м³ смеси таким способом составляет около 0,9 кВт·ч на 1 °С.

Подогрев бетона на месте укладки. В случаях, когда начальный запас тепла недостаточен для набора бетоном необходимой прочности (тонкостенные конструкции, суровые условия и др.), приходится подогревать его непосредственно в блоках с помощью электричества, пара, теплого воздуха.

Электричество используют, пропуская ток через бетон с помощью электродов разных типов.

Поверхностные нашивные электроды делают из проволоки диаметром 6 мм или полосок, прикрепляя их к рабочей поверхности опалубки.

В неармированных бетонных конструкциях такие электроды могут быть утоплены в бетон на глубину 3...4 см. Внутренние электроды применяют в виде коротких стержней из проволоки диаметром 6...8 мм или в виде струн длиной до 3 м, помещаемых в толщу бетона. Все устанавливаемые электроды должны быть изолированы друг от друга и от арматуры. Они могут опираться на деревянную опалубку, а при необходимости крепления к арматуре применяют изоляторы в виде бетонных кубиков со стороны 5... 10 см.

Электронагрев проводят током пониженного напряжения порядка 60... 90 В. Для прогрева неармированных бетонных конструкций допустимо сетевое напряжение 127 и 220 В.

Расстояния между электродами назначают с учетом используемого напряжения.

Выделяющееся при прохождении тока через бетон количество тепла (кДж) можно вычислить по известной формуле:

$$Q = 3.6Pt = 3.6 \frac{V^2}{R} t, \quad (8.8)$$

где P - расходуемая мощность, Вт,

t - продолжительность пропускания тока, ч,

V -используемое напряжение, В,

R - удельное сопротивление, зависящее от минералогического состава, подвижности бетонной смеси и наличия добавок (4 25 Ом/м). По мере твердения и высыхания бетона удельное сопротивление увеличивается.

Во избежание ухудшения качества бетона необходимо строго выдерживать режим электропрогрева: скорость подъема температуры не должна превышать 6...8 °С в час, скорость остывания - 5...10°С в час, предельная температура при прогреве наружными электродами 40 °С, а при внутренних электродах 50...70°С. На электропрогрев бетона требуется большое количество электроэнергии, поэтому его можно применять только при наличии вблизи стационарных электростанций или ЛЭП.

Для поддержания необходимой температуры в блоках можно использовать греющую - термоактивную опалубку. Наиболее удобна и менее энергоемка в сравнении с электродным прогревом опалубка с вмонтированными в нее электронагревательными элементами. В качестве электронагревателей применяют: высокоомную проволоку нихром на асбестокартоне, пластины из токопроводящих материалов (токопроводящая резина, металлическая сетка, запрессованная с клеем между слоями стеклоткани); проволоку в хлорвиниловой изоляции (до $t=60... 90$ °С); специальные высокотемпературные кабели (до $t = 150...200$ °С); теплоэлектронагревательные трубки - ТЭН (до $t=300...350$ °С). В зависимости от поставленных задач электрическую греющую опалубку можно использовать для компенсации потерь тепла при твердении бетона (необходимая мощность 100...200 Вт/м^Г), для подогрева бетона (400... 1200 Вт/м²), для оттаивания грунта и прогрева замерзшего основания (до 2000 Вт/м²).

В соответствующих местных условиях (наличие действующих котельных, топлива) в качестве греющей может быть опалубка с паропрогревом: «паровые рубашки», «капиллярные» опалубки.

Способы прогрева бетона на месте укладки могут быть дополнены применением калориферов для нагрева воздуха, которые работают на жидком топливе, газе или электроэнергии.

Для местного прогрева бетона при малых объемах бетонной кладки, в случае замоноличивания стыков между железобетонными деталями сборных сооружений в качестве источников тепла применяют электронагревательные приборы разных конструкций или лампы накаливания мощностью 500 Вт и более.

Широкое применение находят ограждения - тепляки. Имея разборный металлический каркас и оболочку из брезента или другого пленочного материала, тепляк можно быстро установить над бетонируемым блоком. Он эффективно сохраняет тепло при выдерживании бетона способом «термоса» и обеспечивает лучшие условия для рабочих при установке опалубки, монтаже арматурных конструкций и укладке бетона. При необходимости подогрева воздуха в тепляке применяют калориферы.

При производстве бетонных работ зимой следует постоянно следить за температурой блоков, не допуская их преждевременного замерзания или чрезмерного перегрева. Температуру измеряют техническими термометрами, опускаемыми в скважины, сделанные заранее при укладке бетона. Устье скважин в процессе измерения и после него следует закрывать пробкой или ветошью, чтобы избежать искажения показаний приборов.

Контроль температуры в блоках бетонирования проводят при способе «термоса» через каждые 12 ч, при электропрогреве - через 1...2 ч, при паропрогреве - через 4...8 ч до момента, когда можно допустить замораживание бетона.

Литература

1. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства: учебник. Ростов н/Д: Феникс, 2003.
2. Земляные работы: справ. строителя / Л.В. Гриншпун, А.В. Карпов, М.С. Чиченков и др.; под ред. Л.В. Гриншпуна. М.: Стройиздат, 1992.
3. Соколов Г.К. Технология строительного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 544 с.
4. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. М.: Госстрой России, 1999.
5. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство. М.: Госстрой России, 2002.
6. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
7. Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ. М.: Стройиздат, 1983.
8. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.
9. ЕНиР. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1987.
10. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Терентьев О.М. Технология строительных процессов: учеб. В 2 ч. Ч. 2. М.: Высш. шк., 2003.
11. Технология строительных процессов: учебник для студ. ВУЗов, обуч. по направлению «Строительство» / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. 2-е изд., перераб. М.: Высш. школа, 2001.
12. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Терентьев О.М. Технология строительных процессов: В 2 ч. Ч. 2: учеб. для строит. ВУЗов. М.: Высш. школа, 2002-2003.

13. Технология строительного производства: учеб.-метод. комплекс. В 5 ч. Ч. 2 / сост. В.В. Бозылев, Д.И. Сафончик; под общ. ред. В.В. Бозылева. Новополоцк: ПГУ, 2008.

14. Технология строительного производства: учеб.-метод. комплекс для студ. спец. 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». В 5 ч. Ч. 1. / сост. и общ. ред. В.В. Бозылева. Новополоцк: ПГУ, 2006.

15. Технология строительных процессов / под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. М.: Высш. шк., 2001.

16. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. М.: Колос, 1986.

Учебное издание

Г.В. Орехова

Организация и технология работ по природообустройству

Учебное пособие для изучения дисциплины

Часть 2

по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 23.11.2020 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4,99. Тираж 25 экз. Изд. № 6764.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ