

Раздел 1. Строительство наружных сетей

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	2
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	3
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ РАБОЧЕГО И ПРИЁМНОГО КОТЛОВАНОВ И ВЫБОР ВАРИАНТА ЕГО ОБУСТРОЙСТВА	3
<i>А) ОБЪЁМ ТРАНШЕИ.....</i>	<i>3</i>
<i>Б) ОБЪЁМ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.....</i>	<i>4</i>
3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ	7
4. ВЫБОР ЭКСКАВАТОРА И РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ЭКСКАВАТОРНОГО ЗАБОЯ	8
<i>РАСЧЁТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОТВОЗКИ ИЗБЫТОЧНОГО ГРУНТА.....</i>	<i>9</i>
5. ПОДГОТОВКА ОСНОВАНИЯ.....	11
6. ПОДГОТОВКА ТРУБ К УКЛАДКЕ В ТРАНШЕЮ.....	12
7. СБОРКА ЧУГУННЫХ ТРУБ СО СТЫКОВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ НА РЕЗИНОВЫХ УПЛОТНИТЕЛЯХ.....	13
8. УКЛАДКА ТРУБ В ТРАНШЕЮ	14
9. ЧАСТИЧНАЯ ЗАСЫПКА ТРУБ.....	18
10. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДА	18
11. ЗАСЫПКА ТРАНШЕИ.....	19
12. ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДА	20
13. ПРОМЫВКА И ДЕЗИНФЕКЦИЯ ТРУБОПРОВОДА.....	20
14. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ И СДАЧА ТРУБОПРОВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.....	22
15. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА	23
16. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ	25
17. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	28

Введение

В строительстве важное значение имеет применение современных технологий, которые сокращают сроки и стоимость строительства, уменьшают долю ручного труда и повышают качество строительно-монтажных работ.

При открытом способе производства работ приходится прекращать или ограничивать движение транспорта, строить объезды, перекладывать существующие коммуникации, нарушать благоустройство территорий.

На основе исходных данных:

- Определяются размеры рабочего и приемного котлованов;
- Выбирается для разработки грунта одноковшовый экскаватор и рассчитываются параметры его забоя;
- Рассчитываются объемы кавальера;
- Выбирается способ открытой прокладки трубопровода и подбор необходимого для этого оборудования и машин;
- Принимается тот или иной вариант крепления вертикальных стенок котлованов и назначаются необходимые для его осуществления технические средства;
- Выбирается стреловой самоходный кран для монтажа в котловане трубопровода, спуска в котлован секций труб.
- Выбирается оборудование для производства обратной засыпки и уплотнения грунта в ней.

1. Исходные данные

Тип проходки – открытая

Диаметр трубы – 350 мм

Глубина заложения трубы – 7 метров

Длина проходки (простой прямолинейный участок) – 300 метров

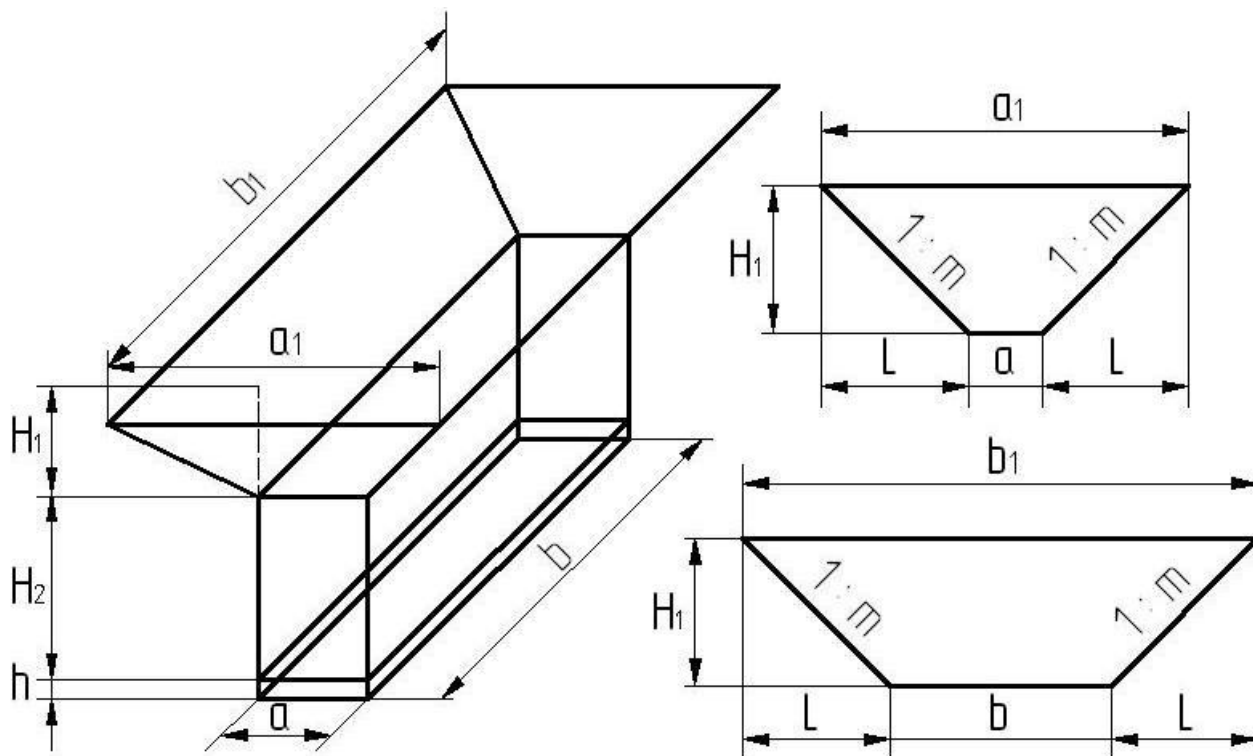
Название грунта – песок

Работы проходят за городом

Время проведения работ – лето

2. Определение размеров рабочего и приёмного котлованов и выбор варианта его обустройства

а) Объём траншеи



Объем траншеи будет состоять из суммы двух объемов:

$$V = V_1 + V_2$$

V_1 – объём прямоугольного котлована с откосами вдоль сторон определяется по формуле для опрокинутой усечённой пирамиды:

$$V_1 = \frac{H_1}{6} \cdot (a \cdot b + a_1 \cdot b_1 + (a + a_1)(b + b_1)), \text{ м}^3$$

где H_1 – глубина прямоугольного котлована с откосами вдоль сторон, м; $H_1 = 3\text{ м}$

a и b – размеры дна котлована, м;

a_1 и b_1 – размеры котлована поверху, м.

Определение размеров рабочего котлована поверху иллюстрирует рисунок. Так как по определению коэффициента заложения откосов: $m = L/H$, то $L = m \cdot H$, тогда $a_1 = a + 2mH$, $b_1 = b + 2mH$, для песка $m=1,0$; тогда получим:

$$a_1 = 1,0 + 2 \cdot 1,0 \cdot 3,0 = 7,0\text{ м}$$

$$b_1 = 300 + 2 \cdot 1,0 \cdot 3 = 306,0\text{ м}$$

$$V_1 = \frac{3}{6} \cdot (1 \cdot 300 + 7 \cdot 306 + (1 + 7)(300 + 306)) = 3645 \text{ м}^3$$

V_2 – объем котлована, который будет устраиваться с вертикальными стенками

$$V_2 = a \cdot b \cdot (H_2 + h), \text{ м}^3$$

Глубина второго объема котлована складывается из оставшейся глубины заложения трубы (т.е. расстояния от поверхности земли до верха трубы), диаметра трубы (350 мм) и толщины щебеночной прослойки, составляющей 150-200 мм.

$$H_2 = H - H_1 + d + h$$

где, H – глубина заложения трубопровода ($H = 7\text{ м}$);

d – диаметр, прокладываемой трубы ($d = 350\text{ мм}$);

h – высота щебеночной подготовки.

$$V_2 = 1 \cdot 300 \cdot (7 - 3 + 0,35 + ,02) = 1365 \text{ м}^3$$

$$V = 3645 + 1365 = 5010 \text{ м}^3$$

б) Объём земляных работ

При подсчёте объёмов земляных работ, прежде всего, определяется их полный объем, который затем делится на объёмы земляных работ, выполняемых механизированным способом (экскаватором) и вручную (землекопами), а также на объёмы грунта для обратной засыпки траншеи и отвозимого за пределы строительной площадки. Как правило, разработку траншеи следует вести механизированным способом - 97% объёма, а зачистку недоборов - вручную - 3% объёма разработки.

При прокладке трубопроводов в полевых условиях весь грунт допускается складировать на бровке траншеи, имея в виду, что избыточный грунт после засыпки траншеи можно будет здесь же спланировать.

Расчет объема извлеченного из траншеи грунта, необходимого для ее обратной засыпки определяется как разница объёма траншеи и объёма укладываемых в неё материалов и конструктивных элементов (объёма труб, колодцев, искусственного основания, завозимого материала засыпки).

Объём грунта обратной засыпки определяется по формуле:

$$V_{оз} = \frac{V_k - V_{ом}}{K_{ост.разр.}}, \text{ м}^3$$

где V_k - объём котлована, м^3

$V_{ом}$ - объём укладываемых в траншею материалов, конструктивных элементов, м^3

$K_{ост.разр.}$ - коэффициент уплотнения грунта.

Объём укладываемого трубопровода рассчитывается по формуле

$$V_{тр} = \frac{D_n^2 \cdot \pi}{4} \cdot l$$

где D_n - наружный диаметр трубопровода, м;

l - длина проходки, м.

$$V_{тр} = \frac{0,35^2 \cdot 3,14}{4} \cdot 300 = 28,85 \text{ м}^3$$

Объём грунта, вытесняемого искусственным основанием под трубопровод ($V_{и.о.}$) зависит от его конструкции. При основании в виде прямоугольной горизонтальной засыпки $V_{и.о.} = b_{и.о.} \cdot h_{и.о.} \cdot l_{и.о.}$, где $b_{и.о.}, h_{и.о.}, l_{и.о.}$ - ширина, высота и длина искусственного основания, м.

$$V_{и.о.} = 1,0 \cdot 0,2 \cdot 300,0 = 60 \text{ м}^3$$

Итого получим: $V_{о.м.} = 28,85 + 60 = 88,85 \text{ м}^3$

При определении объёмов кавальеров грунта для обратной засыпки и грунта, вывозимого со строительной площадки транспортными средствами, учитывают коэффициенты первоначального и остаточного разрыхления грунта, принимаемые в соответствии сданными

Грунты	Коэффициент первоначального разрыхления	Коэффициент остаточного разрыхления
Песок	1,08 – 1,28	1,01 – 1,05

Объём грунта обратной засыпки

$$V_{оз} = \frac{5010 - 88,85}{1,03} = 4777,8 \text{ м}^3$$

Необходимо предусмотреть транспортировку со строительной площадки объёма разработанного грунта, представляющего собой разность между объёмами котлованов и обратной засыпки.

Объём избыточного грунта, подлежащего отвозке за пределы площадки равен

$$V_{\text{изб}} = V_{\text{ом}} \cdot K_{\text{перв разр}} = 88,85 \cdot 1,12 = 99,52 \text{ м}^3$$

Как правило, грунт для обратной засыпки временно оставляют в виде кавальера на расстоянии не менее 1 метра от бровки котлована. Кавальер выполняют одновременно с разработкой грунта в котловане. Профиль кавальера определяется углом естественного откоса грунта насыпного грунта и при соблюдении этого условия обеспечивается отвод атмосферных осадков.

в) Объём грунта в кавальере определяется как

$$V_{\text{ков}} = V_{\text{оз}} \cdot K_{\text{перв разр}} = 4778 \cdot 1,12 = 5351 \text{ м}^3$$

$V_{\text{оз}}$ - объём грунта обратной засыпки, м^3 ;

$K_{\text{перв разр}} = 1,12$ – коэффициент первоначального разрыхления грунта.

Кавальер устраивается рядом с траншеей.

Задаваясь длиной кавальера, определяют его поперечное сечение. Высота кавальера не должна превышать возможной высоты разгрузки ковша экскаватора с учётом запаса, равного 0,5м. Для определения размера кавальера, прежде всего, определяется площадь его поперечного сечения

$$F_{\text{кав}} = \frac{V_{\text{кав}}}{b_1} = \frac{5351}{306} = 17,5 \text{ м}^2$$

где $b_1 = 306$ м – длина кавальера, при строительстве трубопроводов равна протяжённости траншеи по верху.

Высота кавальера $H_{\text{кав}} = \sqrt{F_{\text{кав}}} = \sqrt{17,5} = 4,2$ м. При этом она должна быть на 0,5 м меньше конечной высоты разгрузки экскаватора.

Ширина кавальера понизу $B_{\text{кав}}$ при угле естественного откоса разрыхлённого глинистого грунта 45° принимается равной

$$B_{\text{кав}} = \frac{2 \cdot H_{\text{кав}}}{\text{tg}45^\circ} = \frac{2 \cdot 4,2}{\text{tg}45^\circ} = 8,4 \text{ м}$$

В связи со сложной конфигурацией рабочего органа и кинематикой движения ковша экскаватора в грунте невозможно выполнить заданные отметки дна и откосов выемки. Поэтому осуществляют доработку этого котлована, производя его зачистку и уплотнение щебнем.

3. Подготовительные работы

Подготовительные работы, выполняемые до начала разработки грунта, включают в себя:

- подготовку территории (очистка ее от кустарника, леса, пней и больших камней, снятие растительного слоя грунта, осушение территории, снос существующих строений, водоотвод и т. п.)
- геодезические работы (разбивка опорной геодезической сети и установка временных реперов, нивелирование площадки и разбивка сооружений);

К вспомогательным работам, выполняемым в ходе устройства земляных сооружений или после их возведения, относятся: рыхление плотных и мерзлых грунтов; водоотвод, водоотлив и водопонижение; искусственное закрепление грунтов, их уплотнение; отделка поверхности земляных сооружений (зачистка, планировка и т.п.).

Производство земляных работ разрешается после выполнения геодезических разбивочных работ по выносу в натуру проекта земляных сооружений и установки необходимых разбивочных знаков (столбов – вне расположения земляных сооружений или кавальеров и кольев – на месте работ).

До начала производства земляных работ представители строительной организации совместно с представителями заказчика проверяют правильность разбивки сооружений в натуре и составляют соответствующий акт с приложением к нему разбивочных схем. В ходе земляных работ строительная организация должна обеспечить сохранность всех геодезических знаков.

Разбивка трасс подземных трубопроводов включает установку временных реперов и закрепление на местности оси трассы вешками, устанавливаемыми через 10 м на прямых и 5 м на кривых участках, а также в характерных точках (углах поворота трассы, местах расположения колодцев).

Водоотвод необходим для защиты котлованов и траншей от затопления их ливневыми и талыми водами. Для водоотвода обычно используют расположенные с нагорной стороны кавальеры, а также специально устраиваемые оградительные обвалования, водоотводящие канавы, лотки и системы дренажей. Канавы или лотки устраивают с продольным уклоном 0,002-0,003, а их размеры и виды креплений принимают в зависимости от расхода ливневых или талых вод и предельных значений неразмывающих скоростей их течения. Воду от всех водоотводящих устройств, а также от кавальеров отводят в пониженные места, удаленные от возводимых и существующих сооружений.

Предварительное осушение часто осуществляют при устройстве котлованов и траншей, поскольку большинство сооружений и сетей систем водоснабжения и водоотведения и возводят либо в непосредственной близости от водоемов, либо в условиях обводненных и неустойчивых грунтов. Котлованы и траншеи при небольшом притоке грунтовых вод разрабатывают с применением открытого водоотлива, а если приток значителен и толщина водонасыщенного слоя, подлежащая разработке, большая, то до начала производства работ уровень грунтовых вод искусственно понижают с использованием различных

способов закрытого (грунтового) водоотлива, называемого еще строительным водопонижением.

4. Выбор экскаватора и расчёт параметров экскаваторного забоя

Для разработки траншей и котлованов глубиной до 5 метров при строительстве трубопроводов систем водоснабжения и канализации чаще всего применяют одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием «обратная лопата».

На выбор ходового оборудования экскаватора влияют характеристики грунта. На плотных грунтах применяют пневмоколёсные экскаваторы, на слабых и влажных - гусеничные.

Выбор наиболее эффективного по техническим характеристикам экскаватора осуществляют по трём основным позициям: шаг экскаватора при работе в заданных условиях (глубине котлована, крутизне откосов) должен быть не менее рекомендуемого для данного экскаватора (или не менее 1 метра); угол поворота при отрывке грунта должен составлять 70-90°; высота ковша должна не менее трёх раз укладываться по глубине котлована (для обеспечения 100% - ого заполнения ковша).

Наименьшая высота забоя, м, обеспечивающая наполнение ковша экскаватора с «шапкой», принимается по данным таблицы:

Группа грунта	Вместимость ковша, м ³				
	0,25	0,4-0,5	0,65-0,8	1-1,25	1,6-2,5
I, II	1,5	1,5	2,5	3	3
III	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5
IV	3	3,5	5,5	6	6

С учётом выполнения всех требований принимаем экскаватор ЭО-2503В, со следующими рабочими характеристиками:

Наименование показателя	Ед.изм.	Значение
Вместимость ковша q	м^3	3
Группы разрабатываемого грунта		I-II
Глубина копания H_k	м	10,2
Радиус копания R_k	м	17,5
Расстояние от оси стрелы до оси вращения $r_{ш}$	м	1,6
Высота оси пяты стрелы $h_{ш}$	м	2,5
Расстояние от оси вращения до опоры l_0	м	1,8
Расстояние от опоры до откоса (минимальное) l_{min}	м	1,15
Минимальная величина шага экскаватора $L_{ш}$	м	6

Как правило, рабочий радиус копания у экскаваторов принимается равным 0,85 – 0,95 от паспортного радиуса.

Для расчёта реального шага перемещения экскаватора необходимо определить наибольший и наименьший радиус копания по низу

$$R_{\text{низ}}^{\text{max}} = \sqrt{\left((R_p - r_{ш})^2 + h_{ш}^2\right) - (h_{ш} + H_k)^2 + r_{ш}}$$

$$R_{\text{низ}}^{\text{max}} = \sqrt{((0,9 \cdot 17,5 - 1,6)^2 + 2,5^2) - (2,5 + 7,55)^2 + 1,6} = 11,87\text{м}$$

$$R_{\text{низ}}^{\text{min}} = l_0 + l_{min} + H_1 \cdot m$$

$$R_{\text{низ}}^{\text{min}} = 1,8 + 1 + 3 \cdot 1 = 5,8\text{м}$$

$$L_{ш} = R_{\text{низ}}^{\text{max}} - R_{\text{низ}}^{\text{min}} = 11,87 - 5,8 = 6,07\text{м}$$

где $L_{ш}$ – шаг перемещения экскаватора;

R_p – рабочий радиус копания, принятый как $0,9R_k$;

$r_{ш}$ – расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения;

$h_{ш}$ – высота оси пяты стрелы;

H_k – полная глубина копания;

H_1 – глубина прямоугольного котлована с откосами вдоль сторон.

Расчёт необходимого количества транспортных средств для отвозки избыточного грунта

Объем избыточного грунта $V_{из.гр.}$, при разработке траншеи рекомендуется производить, определяя эксплуатационную сменную производительность экскаватора, $м^3/см$,

$$П_{\text{ЭКС}}^{\text{см}} = 492 \cdot q \cdot n_{\text{ц}} \cdot K_e \cdot K_v$$

где 492 – продолжительность рабочей смены, мин (8,2 х 60);

q – геометрическая ёмкость ковша экскаватора, $м^3$;

$n_{\text{ц}} = \frac{60}{t_{\text{ц}}} = \frac{60}{29} = 2,07$ – число циклов экскавации в минуту;

$t_{\text{ц}} = 29с$ – продолжительность цикла экскавации;

$K_e = 0,75$ – коэффициент ёмкости ковша экскаватора – отношение объёма грунта в плотном состоянии, разрабатываемого за одну экскавацию, к геометрической ёмкости ковша;

$K_v = 0,65$ – коэффициент использования экскаватора по времени в течение смены.

$$П_{\text{ЭКС}}^{\text{см}} = 429 \cdot 3 \cdot 2,07 \cdot 0,75 \cdot 0,65 = 1298,7 \text{ } м^3/см$$

Продолжительность работы экскаватора по отрывке траншеи

$$T_{\text{пр}} = \frac{\sum V}{П_{\text{ЭКС}}^{\text{см}}} = \frac{5010}{1298,7} = 3,85 \text{ смены}$$

Объём грунта, который должен быть перевезён за одну смену

$$V_{\text{ЭКС}}^{\text{см}} = \frac{V_{\text{изб}}}{T_{\text{пр}}} = \frac{99,52}{3,85} = 25,8 \text{ } м^3/см$$

При выработке марки автосамосвала, необходимо сопоставить его грузоподъёмность с объёмом кузова.

Принимаем автосамосвал ЗИЛ-555, со следующими рабочими характеристиками:

Грузоподъёмность – 5,25 т;

Вместимость кузова – 3,10 $м^3$;

Габаритные размеры, м:

Длина – 5,55

Ширина – 2,40

Высота – 2,32

Радиус поворота – 7,80м;

Погрузочная высота – 2,00м

Количество ковшей грунта, загружаемых в кузов автосамосвала

$$n_{\text{ковш}} = \frac{P_a}{\gamma_{\text{тр}} \cdot q \cdot K_n} = \frac{5,25}{1,6 \cdot 3 \cdot 0,9} = 1,2 \approx 1 \text{ шт}$$

где P_a – грузоподъёмность автосамосвала, т;

γ_{mp} – объёмная масса разрабатываемого грунта, т/м³, для ориентировочных расчётов может быть принята в пределах 1,6-1,9 т/м³;
 q – геометрическая ёмкость ковша экскаватора, м³;
 $K_n = 0,9$ – коэффициент наполнения ковша экскаватора для одноковшовых экскаваторов.

Продолжительность погрузки автосамосвала определяется по следующей формуле:

$$t_{\text{погр}} = \frac{n_{\text{ковш}}}{n_{\text{ц}} \cdot K_a} = \frac{1}{2,07 \cdot 0,85} = 0,6 \text{ мин}$$

где $n_{\text{ц}} = 2,07$ – число циклов экскавации в минуту;

$K_a = 0,85$ – коэффициент, учитывающий условия подачи транспорта в забой.

Время, затраченное на отвозку излишнего грунта на дальность до 5 км (путь туда и обратно), которая принимается при выполнении курсового проекта, со средней скоростью движения автосамосвала 20 км/ч, $t_{\text{кав}} = (5+5) / 20 = 0,5$ ч или 30 мин;

Количество рейсов автосамосвала в смену:

$$n_p^{\text{см}} = \frac{492}{t_{\text{погр}} + t_{\text{кав}}} = \frac{492}{0,6 + 30} = 16 \text{ раз}$$

Сменная производительность автосамосвала:

$$P_a^{\text{см}} = V_{\text{куз}} \cdot n_p^{\text{см}} = 3,1 \cdot 16 = 49,6 \text{ м}^3 \text{ грунта}$$

Сменная потребность в автосамосвалах для вывоза грунта:

$$N_a^{\text{см}} = \frac{V_{\text{экс}}^{\text{см}}}{P_a^{\text{см}}} = \frac{25,8}{49,6} = 0,52$$

5. Подготовка основания

Тип основания оказывает существенное влияние на производство строительно-монтажных работ и стоимость прокладки трубопровода, поэтому выбор основания должен производиться весьма тщательно с учетом его технико-экономической целесообразности.

Устройством основания под трубы предупреждаются неравномерные осадки грунтов, лежащих ниже дна траншеи, вдоль трубопровода, которые могли бы привести к разгерметизации стыковых соединений труб.

Как напорные, так и безнапорные трубопроводы могут укладываться в траншею на естественное или искусственное основание.

Выбор того или иного типа основания под трубопровод зависит от несущей способности грунтов, расположенных ниже подошвы трубопровода, местных гидрогеологических условий, требований, предъявляемых к водонепроницаемо-

сти трубопровода, его размеров (диаметр или сечение), материала труб и нагрузок на трубу (постоянных и временных).

Естественное основание может быть рекомендовано для всех трубопроводов, кроме керамических, диаметром более 450 мм, бетонных и железобетонных, диаметром более 500 мм, при их укладке в любых грунтах естественной влажности и ненарушенной структуры, за исключением скальных, водонасыщенных и разжижающихся, плавунных и болотистых грунтов.

При разработке траншей одноковшовыми экскаваторами и укладке труб на естественное основание для сохранения его ненарушенной структуры нижний слой грунта толщиной не менее 5-7 см следует разрабатывать вручную. Чтобы получить лучшее по сравнению с плоским основание под трубопровод и сократить объем ручных земляных работ, рекомендуется дорабатываемый вручную слой грунта разрабатывать не на всю ширину траншеи, а под «выкружку» с углом охвата трубы, равным 90°, т. е. устраивается спрофилированное под «выкружку» естественное основание, при котором трубы по всей длине не менее чем четвертой частью своей поверхности плотно соприкасаются с грунтом ненарушенной структуры.

Под колодцы и камеры ручная подчистка дна котлованов производится по их наружным размерам. В качестве искусственного основания под трубопроводы и колодцы (камеры) используются различные материалы: песок, гравий, щебень, бетон, железобетон (монолитный или сборный).

6. Подготовка труб к укладке в траншею

При определении состава и объемов работ по подготовке труб к укладке в траншею следует различать два случая:

- трубопровод собирается из отдельных труб, соединяемых между собой на дне траншеи;
- трубы собираются в звенья, секции или плети на бровке траншеи, которые затем укладываются в траншею.

Первый случай имеет место при укладке бетонных, железобетонных, асбестоцементных, чугунных, керамических, а также стальных труб в траншеях, имеющих распорные крепления. Отдельные полиэтиленовые трубы соединяют в траншее на участках трубопровода с отводами, когда его прямолинейный участок не превышает длины трубы.

Второй случай применяют при укладке керамических, стальных, полиэтиленовых труб в траншеи, не имеющие креплений стенок или имеющие безраспорные крепления.

При сборке трубопровода из отдельных труб перед укладкой в траншею следует произвести их тщательный визуальный осмотр с целью выявления отколов раструбов или гладких концов труб, их эллипсности, трещин (легким постукиванием молотком) и других отклонений от требований ГОСТ, а затем очистить от грунта, грязи, масел и пр. Дефектные трубы укладывать запрещается.

Во втором случае, кроме внешнего осмотра и очистки труб, на бровке траншеи производится сборка керамических труб в звенья, сборка и сварка

стальных или полиэтиленовых труб в секции или плети с последующей изоляцией стыков стальных труб (после предварительного испытания трубопровода). Перед сборкой и сваркой труб деформированные при перевозке концы труб должны быть выправлены или обрезаны, кромки труб и примыкающие к ним внутренняя и наружная поверхности очищены на ширину не менее 10 мм.

7. Сборка чугунных труб со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях

Стыковые соединения на резиновых уплотнителях позволяют значительно снизить трудоемкость монтажа, а также дают возможность производить испытания под давлением, равным 0,7 заводского испытательного давления.

Для обеспечения водонепроницаемости стыковых соединений к трубам и резиновым кольцам предъявляют следующие требования:

- поверхности гладких концов труб, а также внутренние поверхности раструбов должны быть гладкими без наплывов и рисков;
- овальность не должна превышать допускаемых отклонений по наружному диаметру гладкого конца трубы и внутреннему диаметру раструба;
- торец гладкого конца трубы должен быть перпендикулярен оси трубы, а у труб, соединяемых на манжетах, иметь с наружной стороны фаску;
- поверхность колец должна быть гладкой, без трещин, пузырей, посторонних включений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные качества колец;
- на всей рабочей поверхности манжет не должно быть более трех выступов или углублений высотой или глубиной до 1 мм, диаметром до 3 мм.

Перед началом монтажных работ необходимо устранить в начале участка концевой упор, в который должна упираться первая труба и который впоследствии может быть использован при гидравлическом испытании трубопровода. Затем следует очистить гладкий конец и раструб с кольцевым пазом от загрязнений, и особенно от масла, жира и натеков битума в кольцевой паз; проверить соответствие размеров трубы типоразмерам манжет Б-1 и Б-П.

Трубы при опускании их в траншею захватываются двухветвевым стропом за концы. Монтаж стыка производится в следующем порядке:

1. с помощью шаблона на гладком конце трубы мелом отмечают длину конца трубы, вводимого в раструб уложенной трубы; зазор С между гладким концом трубы и упорной поверхностью раструба для труб диаметром до 300 мм должен быть равен 5 мм;
2. в кольцевой паз раструба закладывают резиновую манжету, контролируя размещение гребня манжеты в кольцевом пазе; при наличии загрязнений его необходимо прочистить;

3. наружную поверхность гладкого конца трубы на длину раструба и внутреннюю поверхность манжеты смазывают графитоглицериновой смазкой состава: графит порошковый 45—50 %, глицерин 30 %, вода 20—25 %; расход смазки 200 г на 1 м² площади рабочей поверхности;
4. монтируемую трубу с помощью монтажного приспособления вводят гладким концом в раструб ранее уложенной трубы до ограничительной линии;
5. раструбный конец центрируют по шнуру и отвесу и закрепляют подбивкой грунта до половины диаметра трубы.

8. Укладка труб в траншею

Доставленные на трассу трубы должны быть соответствующим образом размещены вдоль траншеи. Рекомендуются следующие два основных способа размещения труб: в нитку на расстоянии 1-1,5 м от края траншеи и перпендикулярно траншее.

Первый способ целесообразнее при укладке труб больших диаметров, имеющих значительную массу (1 т и более), при помощи кранов-трубоукладчиков (если позволяет вылет их крюка), а также при укладке труб в стесненных условиях, когда длина труб превышает возможную ширину строительной площадки, например, в городских условиях.

Второй способ рекомендуется в случаях, когда не может быть применен первый. При этом для укладки труб используются различные монтажные стреловые краны, имеющие соответствующие грузоподъемность, вылет крюка и длину стрелы. В данном случае с одной стоянки укладывается по две, три или четыре трубы.

В процессе прокладки трубопроводов соответствие высотного положения труб проектным отметкам постоянно контролируется при помощи нивелира, а плановое положение - при помощи теодолита.

При строительстве трубопроводов в качестве грузоподъемного оборудования чаще всего используют трубоукладчики и монтажные стреловые краны на гусеничном и пневмоколесном ходу. Особенностью этих машин является нелинейное изменение их грузоподъемности в зависимости от вылета и длины стрелы. Для безопасной эксплуатации трубоукладчиков и стреловых кранов, которая исключает возможность опрокидывания грузоподъемного оборудования, необходимо, чтобы опрокидывающий момент от поднимаемого груза был меньше, чем момент, воспринимаемый конструкцией машины. Последний приводится в технической характеристике марки грузоподъемной машины в виде графиков зависимости «масса груза - вылет стрелы».

Выбор грузоподъемной машины основывается на определении максимальной массы поднимаемого груза (труб, элементов колодцев и т. п.) и максимального перпендикулярного расстояния в горизонтальной плоскости от ребра опрокидывания машины (наружный край гусеницы трубоукладчика, прямая между выносными опорами пневмоколесного крана) до крюка с поднимаемым или

переносимым грузом. Сопоставляя расчетные параметры с параметрами, приведенными в технических характеристиках грузоподъемных машин, выбирают наиболее подходящее оборудование для работы в этих условиях.

При определении максимального расстояния от ребра опрокидывания крана до крюка с поднимаемым или перемещаемым грузом следует учитывать, что установка и работа машины вблизи выемок (траншей, котлованов) с неукрепленными откосами разрешается только за пределами призмы обрушения грунта. Минимальное расстояние по горизонтали от основания откоса до ближайших опор машины допускается принимать по следующей таблице:

Глубина выемки, м	Грунт			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
	Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей машины, м			
1,0	1,5	1,25	1,00	1,00
2,0	3,0	2,40	2,00	1,50
3,0	4,0	3,60	3,25	1,75
4,0	5,0	4,40	4,00	3,00
5,0	6,0	5,30	4,75	3,50

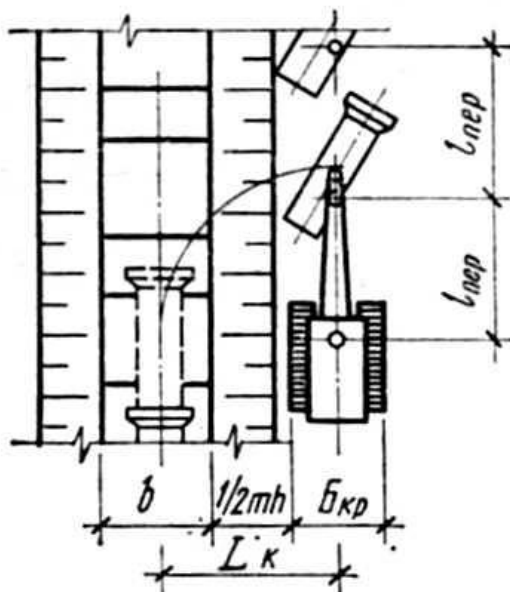


Рис. 1. Схема расположение крана

При расположении на бровке траншеи труб расстояние между их осью и опорой грузоподъемной машины должно быть не менее минимального вылета ее крюка в соответствии с технической характеристикой, а требуемый вылет можно определить по формуле:

Требуемый вылет крюка Автокрана «ИВАНОВЕЦ КС 45717А-1»:

$$L_k = 0,5(b + B_{кр}) + 1,2mh$$

где $b = 1 \text{ м}$ – ширина траншеи по дну;

$B_{кр}$ – ширина базы крана;

$1,2mh$ - расстояние от основания откоса выемки до колес (выносных опор) крана (свободная берма при этом должна быть не менее 1м);

m - заложение откосов ($m = 1$);

h - глубина траншеи (3м).

$$L_k = 0,5(1 + 3,5) + 1,2 \cdot 1 \cdot 3 = 5,85\text{м}$$

Грузоподъемность крана подсчитывают исходя из максимального груза, который должен поднять кран при требуемом вылете крюка. Он определяется массой монтируемых труб или их секций с учётом массы грузозахватных приспособлений. По этим данным, пользуясь справочниками, подбираю соответствующий тип и марку крана.

Окончательный выбор наиболее экономичного крана для монтажа труб произвожу путём сравнения технико-экономических показателей. Основными показателями при этом являются: продолжительность и трудоёмкость монтажа, стоимость монтажных работ на единицу конструкции.

Учитывая требования к кранам, изложенные выше, принимаю кран Ивановец КС 45717А-1 на шасси МАЗ 630303 со следующими рабочими характеристиками:

Базовое шасси автомобильного крана Ивановец КС-45717А-1	МАЗ 630303-021-47
Колесная формула крана	6 X 4
Двигатель	ЯМЗ 236БЕ2
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	184(250)
Грузоподъемность, т	25
Грузовой момент, тм	75
Вылет стрелы крана автомобильного, м	2-19,7
Высота подъема груза автокраном КС 45717А-1, м	
Автомобильного крана с основной стрелой	10-21,3
Автокрана Ивановец с гуськом	28,2
Длина стрелы крана КС-45717А-1, м	9-21
Длина гуська крана автомобильного, м	7
Скорость подъема (опускания) груза, м/мин	6,1
Макс. скорость подъема(опускания) пустого крюка, м/мин	12,2
Скорость посадки, м/мин	0,2
Частота вращения, 1/мин	1,7
Скорость передвижения, км/ч	60
Габаритные размеры автокрана Ивановец КС 45717А-1 в транспортном положении, мм	
Длина автокрана	11000
Высота крана автомобильного	3900
Ширина автомобильного крана	2500
Полная масса с основной стрелой, т	22,38
Распределение нагрузки на дорогу, т.с.	
Через шины передних колес тележки	5,48
Через шины задних колес тележки	16,9

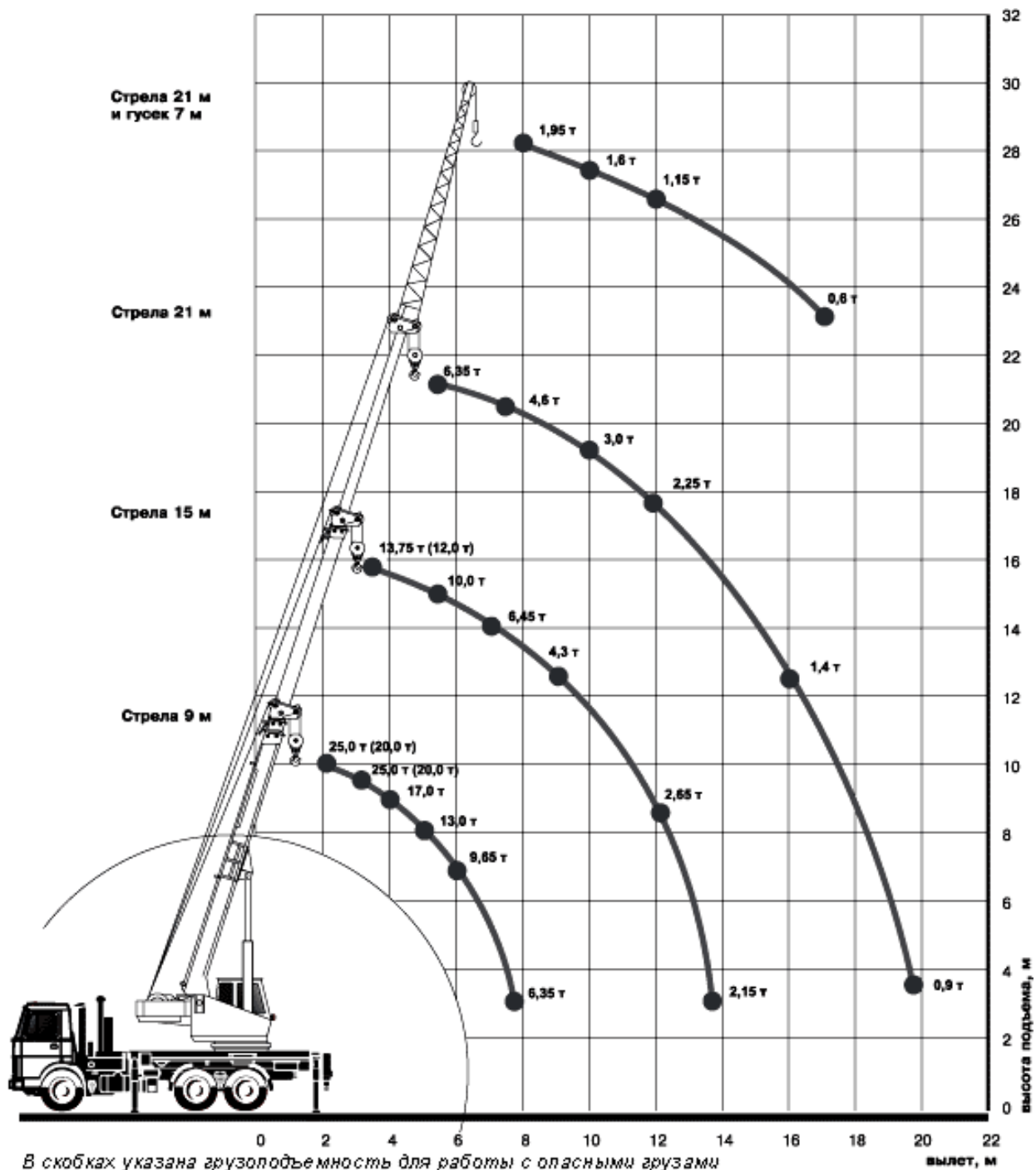


Рис. 2 Грузовысотные характеристики автомобильного крана Ивановец КС 45717А-1

9. Частичная засыпка труб

Частичная засыпка труб производится перед предварительным испытанием трубопровода. Для этого должен использоваться рыхлый грунт без крупных твердых включений. При частичной засыпке труб прежде всего производится засыпка пазух слоями толщиной не более 0,2 м на высоту не менее 0,5 диаметра труб с уплотнением грунта одновременно с двух сторон трубопровода.

После этого трубы засыпаются с послойным уплотнением грунта по всей ширине траншеи на высоту 0,5 м выше шельги - для трубопроводов из керамических, асбестоцементных и полиэтиленовых труб и 0,2 м выше шельги - для трубопроводов из стальных, чугунных, бетонных и железобетонных труб. При этом стыки труб и приямки оставляются незасыпанными.

Частичную засыпку керамических и асбестоцементных труб всех диаметров; чугунных, бетонных и железобетонных диаметром до 500 мм следует производить вручную, а больших диаметров и стальных труб всех диаметров - при помощи экскаватора с грейферным ковшом или фронтальным погрузчиком.

Послойное уплотнение грунта рекомендуется производить ручными пневматическими трамбовками или вибротрамбовками с автономным приводом.

10. Предварительное испытание трубопровода

При разработке курсовых проектов будем считать, что испытания трубопроводов производятся гидравлическим способом.

До проведения предварительного (впрочем, как и приемочного) испытания трубопровода должны быть закончены все работы по заделке стыковых соединений, устройству упоров, монтажу соединительных частей и арматуры, получены удовлетворительные результаты контроля качества сварки и изоляции стальных трубопроводов. А также установлены фланцевые заглушки на отводах взамен гидрантов, вантузов, предохранительных и противовакуумных клапанов и в местах присоединения к эксплуатируемым трубопроводам. На всех воздушных выпусках, кранах и задвижках установлены, закреплены и выведены из колодцев шланги для удаления воздуха при наполнении трубопровода. Должно быть рассчитана продолжительность наполнения трубопровода, последовательность и время закрытия отдельных воздушных выпусков по длине трубопровода. Должны быть подготовлены средства наполнения, опрессовки и опорожнения испытываемого участка, смонтированы временные коммуникации и установлены приборы и краны, необходимые для проведения испытаний.

При предварительном испытании необходимо заполнить водой испытываемые участки трубопроводов и удаление из них воздуха. Заполнение трубопровода должно происходить с интенсивностью не более 4-5 м³/ч (66 - 83 л/мин) для трубопроводов диаметром до 400мм.

При предварительном испытании напорного трубопровода в нем создается внутреннее испытательное давление, величина которого всегда больше рабочего давления и может быть принята по данным, приведенным в [4].

Прочность испытываемого участка трубопровода определяется путем осмотра находящегося под давлением трубопровода и наблюдения за падением давления по манометру.

Предварительно испытываемый напорный трубопровод должен находиться под испытательным давлением в течение не менее 10 мин, после чего давление в трубопроводе снижают до рабочего и приступают к осмотру трубопровода.

Если под испытательным давлением в трубопроводе не произойдет разрывов труб, фасонных частей и нарушения заделки стыковых соединений, а под рабочим давлением не будет обнаружена утечка воды, трубопровод считается выдержавшим испытание на прочность.

Предварительное испытание безнапорных трубопроводов (на плотность) производится после частичной засыпки труб путем наполнения трубопровода водой и наблюдения за утечкой воды из трубопровода. Эти испытания проводят, если трубопровод уложен в сухих грунтах, а также в мокрых грунтах, когда уровень грунтовых вод у верхнего колодца находится на глубине (от поверхности земли), равной или большей половины расстояния между люком колодца и шельгой трубы, или путем определения притока воды в трубопровод, когда уровень грунтовых вод находится на глубине, меньшей половины расстояния между люком колодца и шельгой трубы.

Испытание безнапорных трубопроводов на плотность следует производить участками между смежными колодцами и не ранее чем через 24 часа после их заполнения.

Гидростатическое давление в безнапорном трубопроводе создается заполнением водой стояка, установленного в верхней его точке. Безнапорный трубопровод считается выдержавшим предварительное испытание, если при его осмотре не обнаружено видимых утечек воды.

Выбор величины испытательного (для напорных трубопроводов) и гидростатического (для безнапорных трубопроводов) давления, а также описание порядка проведения предварительного испытания трубопровода должны быть отражены в расчетно-пояснительной записке. Здесь же (или в графической части) необходимо привести схему предварительного испытания трубопроводов.

11. Засыпка траншей

Засыпка траншеи производится после предварительного испытания трубопровода, как правило, при помощи бульдозеров. Для этой цели используют грунт, полученный от разработки траншеи и находящийся в отвале.

Если трубопровод прокладывается в полевых условиях, когда на траншею не передаются дополнительные нагрузки (кроме собственного веса грунта), обратная засыпка траншеи может выполняться без уплотнения грунта. При этом по трассе траншеи отсыпается валик, объем которого рассчитывается с учетом последующей естественной осадки грунта.

12. Окончательное испытание трубопровода

Окончательное гидравлическое испытание напорных трубопроводов (на плотность), заключающееся в определении утечки воды из трубопровода, производится после засыпки траншеи, но до установки гидрантов, предохранительных клапанов и вантузов (вместо них на время испытания устанавливаются заглушки).

Приемочное (окончательное) испытание на прочность и герметичность надлежит выполнять после полной засыпки трубопроводов при участии представителей заказчика и эксплуатирующей организации с составлением акта о результатах испытания по форме обязательного приложения 1 к СнИП 3.05.04-85.

Трубопроводы из стальных, чугунных, железобетонных и асбестоцементных труб, независимо от способа испытания, при длине 1 км следует испытывать за один прием, а при большей длине – участками длиной не более 1 км. Длину испытательных участков стальных трубопроводов при гидравлическом способе испытания разрешается принимать более 1 км.

Это испытание разрешается производить, если с момента засыпки траншеи грунтом и заполнения трубопровода водой прошло не менее 24 часов - для стальных, чугунных и асбестоцементных трубопроводов и не менее 72 часов - для железобетонных трубопроводов.

Трубопровод считается выдержавшим испытание, если утечки воды из него не превысили величин, указанных в [4]. Если расход подкачиваемой воды превышает допустимый расход воды на испытываемый участок длиной 1 км и более, составляющий при $D = 300$ мм для стальных труб 0,42 л/мин, то трубопровод признается не выдержавшим испытание и должны быть проведены мероприятия по обнаружению и устранению дефектов трубопровода, после чего выполняется повторное испытание трубопровода.

Окончательное гидравлическое испытание безнапорных трубопроводов (на плотность) отличается от их предварительного испытания лишь тем, что в этом случае величина утечки или притока воды в трубопровод не должна превышать величин, указанных в [4].

Схема опрессовочной установки для гидравлического испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность приведена в графической части курсового проекта.

Подготовка к проведению приемочного гидравлического испытания на прочность и герметичность аналогична при проведении предварительного испытания.

13. Промывка и дезинфекция трубопровода

Промывке и дезинфекции подлежат трубопроводы питьевого водопровода после их окончательного испытания. Эти работы должны выполняться в соответствии с требованиями «Санитарных правил проектирования, строительства и эксплуатации хозяйственно-питьевых водопроводов».

При промывке трубопровода:

1. Присоединение трубопровода.

2. Наполнение трубопровода водой.
3. Промывка трубопровода до полного очищения воды от мутных примесей.
4. Слив воды из трубопровода.
5. Наполнение трубопровода хлорной водой.
6. Слив хлорной воды из водопровода.
7. Вторичное наполнение и промывка трубопровода после хлорирования.

Очистку полости и промывку трубопровода для удаления оставшихся загрязнений и случайных предметов следует выполнять, как правило, перед проведением гидравлического испытания путем водовоздушной промывки или гидромеханическим способом с помощью эластичных очистных поршней (поролоновых и др.) или только водой.

Скорость движения эластичного поршня при гидромеханической промывке принимается в пределах 0,3-1,0 м/с при внутреннем давлении в трубопроводе около 0,1 МПа. Очистные поролоновые поршни принимаются диаметром 1,2-1,3 диаметра трубопровода, длиной 1,5-2,0 диаметра трубопровода только на прямых участках трубопровода с плавными поворотами (не более 15°), при отсутствии выступающих внутрь трубопровода концов присоединенных трубопроводов или других деталей, при полностью открытых задвижках. Диаметр выпускного трубопровода следует принимать на один сортамент меньше диаметра промывочного трубопровода.

Гидропневматическая промывка осуществляется подачей по трубопроводу вместе с водой сжатого воздуха в количестве не менее 50% от расхода воды. Воздух следует вводить в трубопровод под давлением, превышающим внутреннее давление в трубопроводе на 0,05-0,15 МПа. Скорость движения водовоздушной смеси должна составлять 2-3 м/с.

Для дезинфекции трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения допускается применять следующие хлорсодержащие реагенты: сухие (гипохлорид кальция) и жидкие (хлорноватистый натрий, электролитический гипохлорид натрия и жидкий хлор).

Длину участка трубопровода для проведения хлорирования следует назначать не более

1-2 км. После очистки и промывки трубопровод подлежит дезинфекции хлорированием при концентрации активного хлора 75-100 г/м³ с продолжительностью контакта хлорной воды в трубопроводе 5-6 часов или при концентрации 40-50 г/м³ с продолжительностью контакта не менее 24 часов. Концентрация активного хлора назначается в зависимости от степени загрязненности трубопровода.

Перед хлорированием необходимо выполнить следующие подготовительные работы: осуществить монтаж необходимых коммуникаций для введения раствора хлорной извести (хлора) и воды, выпуска воздуха, стояков для отбора проб (с выводением их выше уровня земли), монтаж трубопровода для сброса и отведения хлорной воды (с обеспечением мер безопасности); подготовить рабочую схему хлорирования и график проведения работ; определить и подготовить необходимое количество хлорной извести (хлора).

Для осуществления контроля за содержанием активного хлора по длине трубопровода в процессе его заполнения хлорной водой через каждые 500 метров следует устанавливать с выводом выше поверхности земли временные пробоотборные стояки с запорной арматурой, которые также используют для выпуска воздуха по мере заполнения трубопровода (диаметр стояков принимается по расчету, но не менее 100 мм).

Введение хлорного раствора в трубопровод следует продолжать до тех пор, пока в точках, наиболее удаленных от места подачи хлорной извести, не начнет вытекать вода с содержанием остаточного хлора не менее 50% заданного. С этого момента дальнейшую подачу хлорного раствора необходимо прекратить, оставив трубопровод заполненным хлорным раствором в течение расчетной продолжительности.

После окончания контакта хлорную воду следует сбросить в спец. места (места и условия сброса хлорной воды и порядок осуществления контроля ее отвода должны быть согласованы с местными органами санитарно-эпидемиологической службы), и промывать трубопровод чистой водой пока содержание остаточного хлора в промывной воде не снизится до 0,3-0,5 мг/л. После окончания дезинфекции сбрасываемую воду из трубопровода необходимо разбавить водой до концентрации активного хлора 2-3 мг/л или дехлорировать (путем введения гипосульфата натрия).

14. Восстановление территории строительной площадки и сдача трубопровода в эксплуатацию

Под восстановлением территории строительной площадки следует понимать уборку и отвозку на склад, новые объекты или свалку неоднократно используемых и не использованных по разным причинам (например, вследствие дефекта) строительных материалов (инвентарные щиты из досок, деревянный или металлический шпунт для крепления стенок траншеи, трубы, элементы сборных железобетонных колодцев и пр.), демонтаж и перевозку на склад или новые объекты различного оборудования, установок, насосных агрегатов и др., которые использовались на законченном строительстве объекте, восстановление дорожного покрытия или укладка плодородного слоя грунта и посев трав.

После завершения всех работ по строительству трубопровода, его окончательного испытания и восстановления территории строительной площадки трубопровод предъявляется комиссии для приемки его в эксплуатацию.

15. Мероприятия по охране труда

Работы следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 12-03-01, часть I «Безопасность труда в строительстве» и СНиП 12-04-02, часть II «Безопасность труда в строительстве». СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты», а также правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

На объекте из числа инженерно-технических работ (ИТР) должно быть назначено приказом лицо, ответственное за безопасное производство работ и работ, выполняемых краном.

На время производства работ следует выделять участки работ, вокруг которых должны быть установлены границы опасной зоны, сигнальное ограждение, знаки безопасности и надписи по ГОСТ 12.4.026-1.

На территории строительства устанавливаются указатели проездов и проходов, предупредительные сигналы и плакаты, видимые как в дневное, так и в ночное время.

Лица, допущенные к производству работ, должны быть ознакомлены с безопасными методами их выполнения, пройти медицинское освидетельствование и обучение безопасным методам работы, иметь наряд-допуск.

Строительная площадка должна быть оборудована комплексом первичных средств пожаротушения – песок, лопаты, багры, огнетушители.

Рабочие места, проходы к ним на высоте 1,3м и более и на расстоянии менее 2м от границы перепада по высоте должны быть ограждены временными ограждениями в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.059-89.

Средства подмащивания (лестницы с площадками, подмости) должны соответствовать требованиям ГОСТ 26887-86, ГОСТ 24258-88.

При работе крана должны соблюдаться следующие требования:

- при перемещении груза нахождение рабочих на грузе и в зоне возможного падения не допускается;
- после окончания и в перерывах между работами груз, грузозахватные приспособления и механизмы не должны оставаться в поднятом состоянии;
- перемещение груза над транспортными средствами, где находятся люди, запрещается;
- стропальщик может находиться возле груза во время его подъема или опускания, если ГРУ находится на высоте не более 1м от уровня площадки, на которой стропальщик находится;
- при подъеме или опускании груза вблизи штабелей нахождение людей между поднимаемым грузом и сооружением (транспортом) не допускается;
- при перемещении груза в горизонтальном направлении он должен быть предварительно поднят на высоту 0,5м выше встречающихся на пути препятствий;
- при подъеме груза, масса которого близка к предельной грузоподъемности крана, необходимо приподнять его на 20-30см для проверки правильности

строповки, надежности действия тормозов, а затем поднять груз на высоту 0,5м выше встречающихся на пути препятствий.

Между стропальщиком и крановщиком крана должен быть установлен порядок обмена условными сигналами, а значения сигналов должны быть разъяснены всем работающим на объекте.

Во всех случаях, когда крановщик плохо различает сигналы стропальщика, при сильном тумане, снегопаде работа крана должна быть прекращена.

При перемещении конструкций монтажникам следует находиться вне контура устанавливаемого элемента со стороны, противоположной подаче их краном. Поданный элемент опускают над местом установки не более, чем на 300см выше проектного положения, после чего монтажники наводят его на место установки.

При выполнении сварочных работ в одном помещении с другими работами должны быть приняты меры, исключающие возможность воздействия опасных факторов на работающих. Места производства сварочных работ должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5м, а от взрывоопасных установок (газовых баллонов) – не менее 10м. При прокладке или перемещении сварочных проводов необходимо применять меры против повреждения изоляции их и соприкосновении с водой, маслом и стальными канатами. Производство сварочных работ во время снегопада, дождя при отсутствии навеса над электросварочным оборудованием не допускается. Сварщики должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты.

Строительная площадка должна быть оборудована средствами пожаротушения (песок, лопаты, багры, огнетушители), должны быть отведены места для курения, оборудованные ящиком с песком. При выполнении строительно-монтажных работ необходимо соблюдать требования «Правил пожарной безопасности»

При выполнении погрузо-разгрузочных работ необходимо соблюдать требования законодательства о предельных нормах переноски тяжестей и допуске работников к выполнению этих работ.

Механизированный способ погрузо-разгрузочных работ является обязательным для грузов весом более 50кг, а также при подъеме грузов на высоту более 2м.

Запрещается переносить материалы на носилках по лестницам и стремянкам.

Если масса груза превышает 50кг, но не более 80кг, то переноска груза грузчиком допускается при условии, что подъем (снятие) груза производится с помощью других грузчиков.

При организации рабочих мест для устранения вредного воздействия на работающих повышенного уровня шума должны применяться:

- технические средства, уменьшающие шум машин;
- дистанционное управление шумными машинами;
- средства индивидуальной защиты;
- организационные мероприятия (выбор режима труда и отдыха, сокращение времени нахождения в шумных условиях и т.д.).

Зоны с уровнем звука выше 85дБ должны быть обозначены знаками безопасности. Работы в этих зонах без использования средств индивидуальной защиты запрещается.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с октавными уровнями выше 130дБ в любой октавной полосе.

16. Техничко-экономические расчёты

В результате технико-экономических расчетов, выполненных в соответствии с материалами предыдущих разделов настоящих указаний, должен быть принят комплекс решений по выбору комплектов машин и оборудования, а также по определению перечня и объемов работ (шпунтовых, земляных, монтажных).

Оценить качество технологических разработок можно различными способами. В нашем случае критериями оценки эффективности принятых решений можно считать:

- удельную трудоёмкость на 1 пог. м трубопровода, уложенного методом бестраншейного перехода, с учетом всех сопутствующих трудозатрат.
- удельную стоимость 1 пог. м трубопровода с учетом накладных расходов и сроков производства работ, отраженных при составлении календарного плана.

Для получения вышеупомянутых данных необходимо определяю затраты труда и машинного времени. Результаты расчётов представлены в форме таблицы.

Трудоёмкость Q (затраты труда на весь объём данного вида работ), чел.-дн., находим из выражения: $Q = H_{np} \cdot V / 8$, где

H_{np} - норма времени, отражающая затраты труда на единицу продукции по ЕНиР, чел.-ч.;

V – количество единиц измерения, на которые рассчитана H_{np} ;

8 – количество часов в смене.

Удельная трудоёмкость q , чел.-дн./пог.м., рассчитывается как отношение суммарной трудоёмкости на все виды работ к общей длине труб $q = \frac{\sum Q}{L}$, где

$\sum Q = 80,59$ - суммарная трудоёмкость, чел.-дн.;

$L = 300$ м - общая длина труб.

Удельная трудоёмкость:

$$q = \frac{80,59}{300} = 0,27 \text{ чел} - \text{дн} / \text{пог. м}$$

№	Параграфы ЕНиР	Наименование работ	Объем работ		Норма времени, ч		Затраты труда чел-дн.			Состав звена по ЕНиР	Кол-во машин - см.
			Единица измерения	Количество	Рабочих	Машин	Рабочих	Машинистов	Общая трудоемкость		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	§ Е2-1-5	Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ-28 (трактор Т-130)	1000 м ²	8,00	0	0,66	0	0,66	0,66	машинист 6 разряда - 1	1
2	§ Е2-1-35	Предварительная планировка строительной площадки бульдозером ДЗ-28 (трактор Т-130)	1000 м ²	8,00	0	0,66	0	0,66	0,66	машинист 6 разряда - 1	1
3	§ Е2-1-13	Разработка грунта в траншеях навывмет	100 м ³	50,1	0	0,21	0	1,32	1,32	машинист 6 разряда - 1	2
4	§ Е2-1-13	Разработка грунта в траншеях с погрузкой на транспорт	100 м ³	1	0	1,2	0	0,15	0,15	машинист 6 разряда - 1	1
5	§ Е2-1-51	Устройство креплений стенок траншей	1 м ²	1365	0,12	0	20,48	0,00	20,48	Плотник 4 разр.-1, Плотник 3 разр.-2	-
6	§ Е2-1-47	Разработка грунта вручную (доработка после экскаватора)	1 м ³	150,3	0,85	0	15,97	0,00	15,97	землекоп 3 разряда - 1	-
7	§ Е9-2-32	Устройство песочно-щебеночного основания	1 м ³	60	0,85	7Е-04	6,38	0,00	6,38	Монтажники 3 разр - 2 Монтажники 2 разр - 2	-

8	§ E9-2-3	Укладка чугунных трубопроводов	1 м	300	0,56	0	21	0,00	21,00	Монтажник нар. труб-ов 4 разр. - 2, Монтажник нар. труб-ов 3 разр. - 1, Монтажник нар. труб-ов 2 разр. - 1	-
9	§ E2-1-34	Частичная засыпка труб	100 м ³	0,53	85	0	5,63	0,00	5,63	машинист 6 разряда - 1	-
10	§ E9-2-9	Предварительные испытания	1 м	300	0,16	0	6	0,00	6,00	Монтажник нар. труб-ов 5 разр. - 1, Монтажник нар. труб-ов 4 разр. - 1, Монтажник нар. труб-ов 3 разр. - 2	-
11	§ E2-1-34	Засыпка пазух бульдозером Т130	100 м ³	47,27	0	0,23	0	1,36	1,36	машинист 6 разряда - 1	2
12	§ E2-1-35	Зачистка строительной площадки	1000 м ²	8,00	0	0,19	0	0,19	0,19	машинист 6 разряда - 1	1
13	§ E2-1-31	Уплотнение грунта самоходным катком	1000 м ²	8,00	0	0,79	0	0,79	0,79	машинист 6 разряда - 1	1

17. Список литературы

1. Белецкий Б. Ф. «Технология строительных и монтажных работ». «Высшая школа». - М., 1986.
2. Верстов В.В. «Разработка технологии бестраншейной прокладки трубопроводов: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Технология строительного производства» для студентов специальности 290500 – городское строительство и хозяйство». СПбГАСУ. – СПб., 1997
3. Лукин В.М. «Строительство подземных сетей систем водоснабжения и водоотведения: Методические указания к разработке курсовых проектов по дисциплине «Технология возведения сетей и сооружений» для студентов специальности 290800 – водоснабжение и водоотведение». СПбГАСУ. – СПб., 2005.
4. Монтаж систем внешнего водоснабжения и водоотведения: Справочник строителя / Под редакцией А.К. Перешивкина. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ГУП ЦПП, 1988.
5. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты.
6. СНиП 12-03-99. Безопасность труда в строительстве. Ч.1. Общие требования.
7. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы/ Издание официальное.- М.,1988
8. ЕНиР. Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации./Издание официальное.- М., 1987

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ.

1. Выбор методов производства работ

К емкостным сооружениям систем водоснабжения и водоотведения относят резервуары, отстойники, песколовки, аэротенки, метантенки. В объектах смешанного типа – водозаборных сооружениях, в блоках фильтров очистных сооружений есть емкости для воды. Для строительства таких сооружений широко используются сборные железобетонные конструкции: фундаменты, колонны, ригели, плиты покрытий, стеновые панели. Сооружения могут быть оборудованы подвесными или мостовыми кранами. В случае использования мостовых кранов в качестве сборных конструкций используют подкрановые балки.

Установку конструкций производят самоходными, башенными кранами во время выполнения монтажного процесса. Выбор крана обычно связан с расчетом его технико-экономических параметров. Определяют грузоподъемность крана, вылет стрелы, высоту подъема крюка. Эти параметры зависят от размеров здания в плане, его высоты, а также от наибольшей массы конструкций, расстояния до наиболее удаленной от крана конструкции.

Для возведения относительно невысоких сооружений заглубленного, полузаглубленного типа могут использоваться самоходные краны на гусеничном ходу. Также используют автомобильные краны, краны на специальном шасси автомобильного типа. При больших размерах в плане (длина, ширина объекта более 15–20 м) и глубине заложения конструкций более 3–5 м самоходный кран может перемещаться по низу котлована по днищу будущего объекта (внутри площади застройки объекта) (рис. 1, а). Для съезда крана в котлован разрабатывается въездная траншея с уклоном крутизной не более 1:10. Если размеры сооружения в плане порядка 10–15 м (отстойники, резервуары, насосные станции), кран может перемещаться по низу котлована, но двигаться снаружи объекта (рис. 1, б). В этом случае габаритные размеры котлована увеличиваются на размер А (не менее 5–6 м) для обеспечения проезда крана вдоль одной или нескольких сторон снаружи объекта.

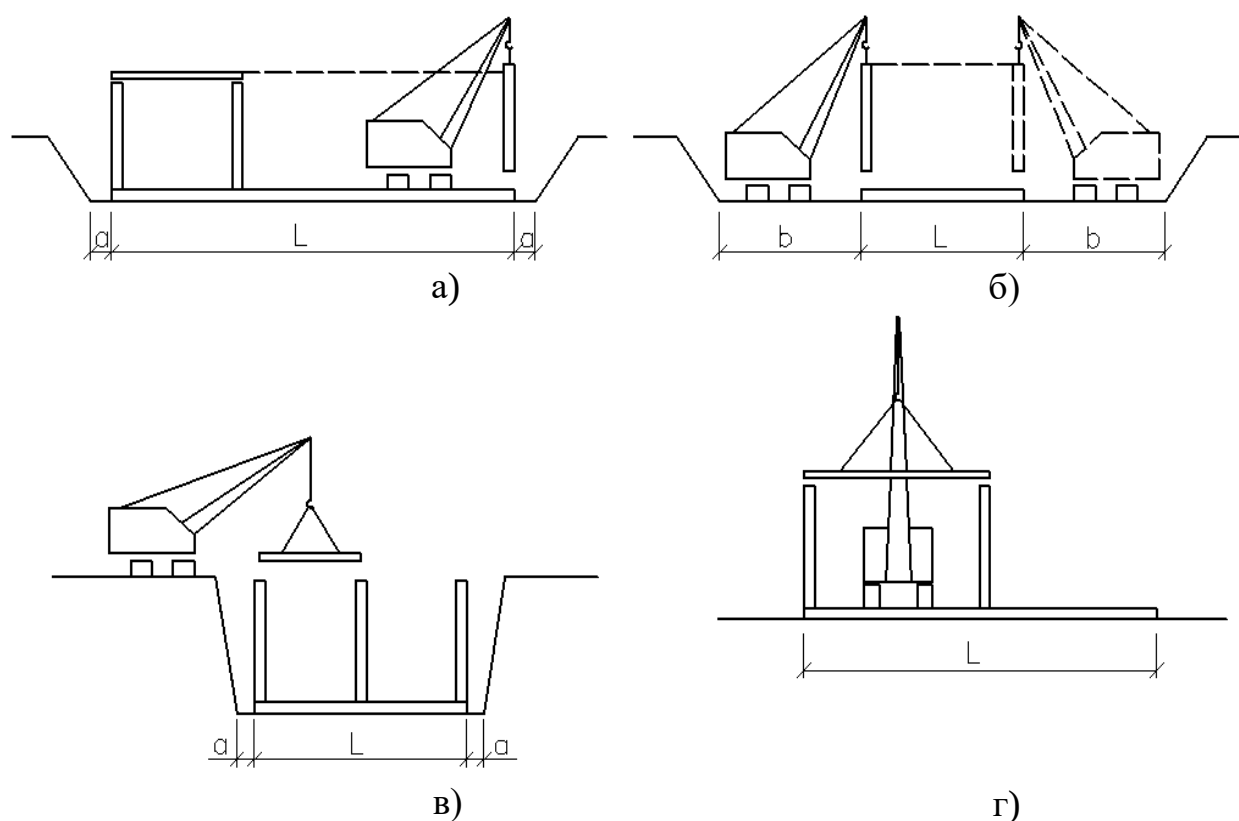


Рис. 1. Схема монтажа конструкций сооружения самоходным краном

При ширине сооружения менее 10–15 м кран может перемещаться поверху с одной или обеих сторон сооружения (рис. 6, в). Это могут быть небольшие отстойники, опускаемые колодцы, проходные тоннели, коллекторы, резервуары. В этом случае особое внимание уделяется установке крана вблизи откоса котлована на безопасном расстоянии.

При строительстве наземных сооружений шириной в плане до 30–40 м могут использоваться башенные краны на рельсовом ходу (рис. 2). Это, например, здания блоков фильтров очистных сооружений, имеющие каркасную конструктивную систему. Колонны в таких зданиях могут быть составные, на несколько ярусов, иметь массу не более 5–8 т, что позволяет подобрать кран соответствующей размерной группы по грузоподъемности.



Рис. 2. Схема монтажа надземной части здания башенным краном

Наземные сооружения каркасного типа состоят, как правило, из железобетонных или металлических колонн на всю высоту объекта, стропильных ферм или балок покрытия, плит покрытия, стеновых панелей. К таким объектам относятся воздуходувные станции, здания решеток, здания реагентного хозяйства. Колонны в таких зданиях могут иметь массу более 8–10 т, поэтому для их монтажа могут использоваться самоходные краны на гусеничном ходу. При монтаже конструкций самоходные краны могут перемещаться внутри объекта (рис. 1, г).

Подкрановые пути башенного крана располагаются параллельно короткой стороне здания. При ширине здания до 15–20 м кран располагают с одной стороны, при ширине более 15–20 м возможно расположение кранов с двух сторон. Особое внимание следует обращать на совместную работу двух и более кранов. Рабочие зоны кранов не должны пересекаться, а если это невозможно, следует принимать дополнительные меры безопасности. Совместно с ведущим процессом – установкой сборных конструкций – выполняют сопутствующие процессы по постоянному закреплению конструкций: сварка закладных деталей, антикоррозионное покрытие сварных соединений, заделка стыков конструкций бетоном, заливка швом бетоном или раствором. Для этих целей используются сварочные трансформаторы, бетоно- и растворонасосы.

2. Определение объемов работ

Виды выполняемых работ зависят от особенностей сооружения: конструктивной схемы, материала конструкций, способов их крепления между собой. Комплекс строительно-монтажных работ состоит из ведущих и сопутствующих процессов. В случае использования монолитных железобетонных конструкций ведущим процессом является укладка бетонной смеси в опалубку. При каркасной конструктивной схеме из сборных железобетонных, металлических конструкций ведущий процесс – установка сборных конструкций.

Рассмотрим подробнее определение объемов работ для блока фильтров очистных сооружений.

Здание блока состоит из подземной и надземной частей (рис. 3). При устройстве подземной части разрабатывают котлован под все здание или отдельные траншеи под ряд фундаментов. Возможна разработка отдельных котлованов под фундаменты. Под колонны надземной части устраивают отдельно стоящие ступенчатые фундаменты. Они могут выполняться в монолитном варианте, в этом случае в установленную опалубку укладывают бетонную смесь. Другой вариант фундаментов – сборный. Монтаж фундаментов из сборных бетонных блоков ведут с помощью

самоходного крана. После устройства фундаментов выполняется их гидроизоляция, производится обратная засыпка пазух котлована.

Надземная часть блока фильтров выполняется, как правило, в каркасном варианте. В поперечном направлении каркас представляет одну или несколько плоских рам, состоящих из вертикальных колонн и горизонтальных стропильных балок или ферм. Сборные железобетонные колонны могут иметь консоли, на которые опираются подкрановые балки. По подкрановым балкам прокладывают подкрановые рельсы, и в дальнейшем по ним перемещается мостовой кран. Перемещение внутри блока технологического оборудования может производиться подвесным краном.

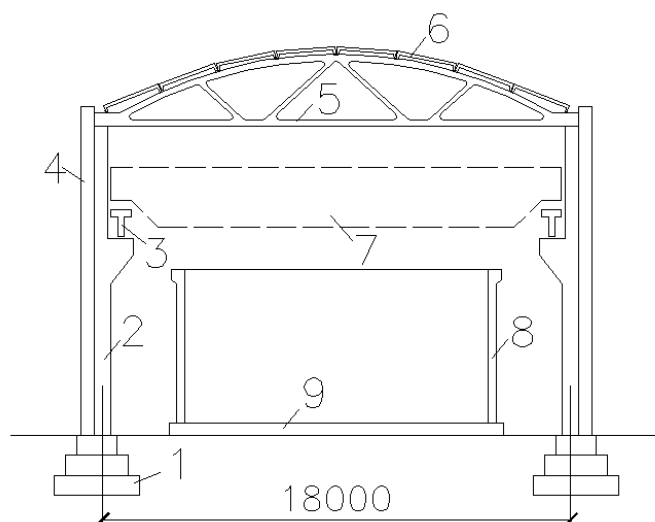


Рис. 3. Поперечный разрез здания фильтров: 1 – фундамент; 2 – колонна крайнего ряда; 3 – подкрановая балка; 4 – стеновые панели; 5 – стропильная ферма; 6 – плита покрытия; 7 – мостовой кран; 8 – стеновые панели фильтра; 9 – днище фильтра

Конструкция крана в этом случае подвешивается к стропильным балкам, фермам.

Наружные стены блока выполняют из навесных стеновых панелей и оконных переплетов. Для покрытия здания используют сборные железобетонные ребристые плиты покрытия. В средней части здания расположены емкости фильтров. Емкости состоят из днища, стенок, перегородок, лотков. Фильтры загружаются специальным материалом, например, песком. Вода, проходя через слой фильтрующего материала, очищается.

Единицы измерения объемов работ приведены в сборниках ЕНиР, ГЭСН. Объемы строительно-монтажных работ определяются по рабочим архитектурно-строительным чертежам. На первом этапе определяется количество сборных конструкций и, если есть, объем монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Количество сборных конструкций приводится в табличной форме (табл. 1).

Таблица 1

Ведомость сборных конструкций

Наименование	Единица измерения	Количество

В качестве примера рассмотрим здание фильтра размером в плане 60х18 м.

Разработка грунта в котлованах под фундаменты, согласно ГЭСН 2001-1 «Земляные работы» [11], измеряется в 1000 м³.

При шаге колонн 6 м под фундаменты можно разработать отдельные траншеи. Ширину траншеи по низу можно определить по выражению

$$A_H = a + 2 \cdot d,$$

где a – длина нижней ступени фундамента в направлении пролета, м;
 d – зазор между наружной поверхностью фундамента и основанием откоса траншеи, можно принять 0,6 м.

$$A_H = 3 + 2 \cdot 0,6 = 4,2 \text{ м}$$

Длину траншеи понизу определим по следующему выражению:

$$B_H = n \cdot p + b + 2 \cdot d,$$

где n – число шагов колонн; p – размер шага колонн, м; b – ширина нижней ступени фундамента в направлении шага колонн, м.

$$B_H = 10 \cdot 6 + 3 + 2 \cdot 0,6 = 64,2 \text{ м}$$

Длина и ширина траншеи по верху зависят от ее глубины h и крутизны откоса стенок траншеи 1:м. Ширина траншеи поверху

$$A_B = A_H + 2 \cdot h \cdot m,$$

где h – глубина траншеи, м; m – коэффициент откоса.

$$A_B = 4,2 + 2 \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 6,7 \text{ м.}$$

Аналогично длина траншеи поверху

$$B_B = B_H + 2 \cdot h \cdot m = 64,2 + 2 \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 66,7 \text{ м.}$$

Объем одной траншеи можно подсчитать

$$V_{\text{тр}} = \frac{h}{3} \cdot (F_B + F_H + \sqrt{F_B \cdot F_H}),$$

где F_H – площадь траншеи понизу, м²; F_B – площадь траншеи поверху, м².

$$V_{\text{тр}} = \frac{2,5}{3} \cdot (4,2 \cdot 64,2 + 6,7 \cdot 66,7 + \sqrt{4,2 \cdot 64,2 \cdot 6,7 \cdot 66,7}) = 886,4 \text{ м}^3$$

Объем земляных работ по разработке двух траншей

$$V_{\text{земл}} = 2 \cdot V_{\text{тр}} = 2 \cdot 886,4 = 1772,8 \text{ м}^3$$

При определении объема работ по устройству монолитных фундаментов следует определить геометрический объем фундаментов.

Например, объем одного фундамента 4,8 м³. Всего нужно забетонировать 22 фундамента. Общий объем бетонных работ

$$V_{\text{бет}} = 22 \cdot 4,5 = 105,6 \quad \text{м}^3$$

При возведении надземной части здания следует смонтировать 22 колонны крайнего ряда, 11 стропильных ферм пролетом 18 м, уложить 20 подкрановых балок, 120 плит покрытий размером 6х1,5 м. Стеновых панелей размером 6х1,5 м нужно установить 208 штук. Стеновая панель фильтра имеет размеры 4,8х3х0,25 м. Всего нужно смонтировать 59 панелей фильтров. Подсчитанное количество сборных конструкций заносится в таблицу (табл. П.7).

При определении трудоемкостей работ по сборникам ЕНиР [15] объемы работ измеряются в элементах (измеритель – 1 конструкция). В случае определения трудоемкостей по сборникам ГЭСН [13] измерителем являются 100 штук сборных конструкций. Ведомость сборных конструкций является исходной для определения объемов строительно-монтажных работ (табл. 2).

Таблица 2

Ведомость объемов работ

Наименование работ	Единица	Объем работы

Пример таблицы с объемами работ приведен в приложении (табл. П.8). Ведомость объемов работ используют для определения трудоемкостей.

3. Калькуляция затрат труда

Трудоемкости процессов зависят в ряде случаев от технологии монтажа, поэтому принципиальные решения по методам производства монтажных работ должны приниматься до подсчета объемов работ. Например, решения об укрупнении конструкций перед монтажом или, наоборот, о членении крупногабаритных конструкций на ряд элементов, свободный монтаж или с применением кондукторов, монтаж с транспортных средств или с раскладкой конструкций на месте монтажа, устройство площадок и стендов для укрупнительной сборки конструкций.

Определение трудоемкостей работ и затрат машинного времени строительных кранов производится с помощью сборников ЕНиР или ГЭСН. Результаты расчетов рекомендуется свести в табличную форму (табл. 3).

Таблица 3

Калькуляция трудовых затрат

Наименование работ	Обоснование	Единица измерения	Объем работы	Норма времени, чел.-ч	Трудоемкость, чел.-см

Следует учесть, что в состав работ в сборниках ЕНиР и ГЭСН включаются различные процессы. Так, в сборнике ЕНиР Е4 [15] в разных параграфах приводятся составы процессов на устройство монолитных железобетонных конструкций. Нормы времени на установку опалубки, установку арматурных сеток, укладку бетонной смеси принимаются отдельно для этих процессов. В сборнике № 6 ГЭСН [12] состав работ при устройстве железобетонных фундаментов общего назначения под колонны приводится в одной таблице. Это раскрой и установка досок, установка щитов опалубки, крепление элементов опалубки проволокой и гвоздями строительными, установка арматуры, укладка бетонной смеси.

При монтаже сборных железобетонных конструкций выполняются ведущие и сопутствующие монтажные процессы. Нормы времени на ведущие процессы на непосредственную установку сборных конструкций приводятся в ЕНиР Е4, на сопутствующие процессы по сварке закладных деталей в ЕНиР Е22, на заделку стыков и заливку швов – в отдельных параграфах сборника ЕНиР Е4. В одной из таблиц ГЭСН, сборник № 7 [13] на установку колонн прямоугольного сечения в стаканы фундаментов приводится следующий состав работ: изготовление и установка клиньев, установка колонн прямоугольного сечения в стаканы фундаментов зданий и сооружений, замоноличивание колонн в стаканах фундаментов, т.е. в одной таблице приводятся и ведущие и сопутствующие процессы.

В приложении (табл. П.9) приведена в табличной форме калькуляция затрат труда на рассмотренное в качестве примера здание фильтров.

4. Выбор кранов для монтажа конструкций

Сооружения наземного типа можно возводить с помощью башенных или самоходных стреловых кранов. Выбор типа крана зависит от геометрических параметров сооружения: размеров в плане, высоты. На выбор крана влияет стесненность условий на строительной площадке, возможность расположить кран с одной или нескольких сторон объекта. Многоэтажные здания блоков очистных сооружений возводят с помощью башенных кранов. Одноэтажные здания насосных станций, фильтров, отстойников, аэротенков монтируют самоходными кранами.

Основными технико-экономическими параметрами монтажных кранов являются грузоподъемность на требуемых вылетах стрелы, высота подъема крюка, вылет стрелы, длина стрелы, стоимость машино-часа работы крана.

При выборе кранов целесообразно минимизировать эти условия, т.е. начинать выбор кранов с наименьшей размерной группы. В этом случае меньше будет общая стоимость строительно-монтажных работ. Влияют на выбор крана методы монтажа,

принятые приспособления для строповки, другие факторы. Так, при раздельном методе монтажа возможно приближение кранов к конструкциям на минимальных вылетах. При комплексном методе вылеты, как правило, увеличиваются. Применение вместо строп траверс уменьшает, как правило, высоту строповки и, следовательно, требуемую высоту подъема крюка крана.

4.1. Выбор башенных кранов

Грузоподъемность крана выбирается по максимальной массе монтируемого элемента на требуемом вылете стрелы.

Для возведения башенными кранами многоэтажных зданий систем водоснабжения (блоки очистных сооружений, водонапорные башни, градирни) могут использоваться следующие варианты расположения кранов:

- различное расположение кранов по отношению к возводимому объекту (с одной стороны, с двух сторон, внутри объекта);
- различные типы кранов (передвижные, стационарные, приставные).

При возведении сооружения башенным краном, перемещающимся с одной стороны объекта, вылет стрелы должен быть достаточным для монтажа всех элементов здания, а грузоподъемность – достаточной для монтажа наиболее удаленного элемента.

С целью применения более легких кранов, имеющих меньший вылет стрелы, может применяться расположение кранов с двух противоположных сторон объекта. При этом зоной монтажа крана с одной стороны является половина ширины сооружения, и грузоподъемность крана подбирается соответственно для обеспечения монтажа только этих конструкций.

При расположении кранов по двум продольным сторонам здания из условий безопасности труда необходимо принять меры, чтобы их стрелы, полиспасты, поднимаемые конструкции не переклестывались (координатная защита, работа кранов на разных захватках).

Возможно расположение крана внутри объекта. При этом кран движется от одного торца к другому, ведя монтаж «на себя» на всю высоту. Такой способ расположения позволит выбрать кран с меньшей

грузоподъемностью и вылетом стрелы по сравнению с предыдущими вариантами.

При определении необходимого вылета стрелы башенного крана следует учесть, что минимальное расстояние, на котором может располагаться башенный кран от объекта, должно обеспечивать его безопасную работу и возможность прохода человека между стеной сооружения и максимально выступающей при вращении частью крана. Это расстояние принимается не менее 1 м [3].

Требуемая грузоподъемность крана

$$Q_{кр} = Q_{э} + Q_{пр} + Q_{гр}$$

где $Q_{э}$ – масса монтируемого элемента, т; $Q_{пр}$ – масса монтажных приспособлений, т; $Q_{гр}$ – масса грузозахватного устройства, т.

Требуемый вылет стрелы крана (рис. 4)

$$L_c = \frac{a}{2} + b + c$$

где a – ширина подкранового пути, м (табл. П.4); b – расстояние от оси подкранового рельса до выступающей части здания, м; c – расстояние по горизонтали от выступающей части здания со стороны крана до центра тяжести элемента, м.

Высота подъема крюка крана

$$H_k = h_m + h_з + h_э + h_{ст}$$

где h_m – превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки крана, м; $h_з$ – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа (0,5–1 м); $h_э$ – высота или толщина элемента, м; $h_{ст}$ – высота строповки (от верха элемента до крюка крана по вертикали), м.

4.2. Выбор самоходных стреловых кранов

Для самоходных стреловых кранов на гусеничном или пневмоколесном ходу определяют грузоподъемность $Q_{кр}$, высоту подъема крюка H_k , вылет стрелы L_c . Важным геометрическим параметром является также длина стрелы $L_{стр}$.

Требуемую грузоподъемность и высоту подъема крюка можно определить так же, как и для башенного крана. Выбор крана следует вести, предполагая проводить монтаж на минимальных вылетах стрелы, возможных по условиям приближения к месту монтажа конструкций.

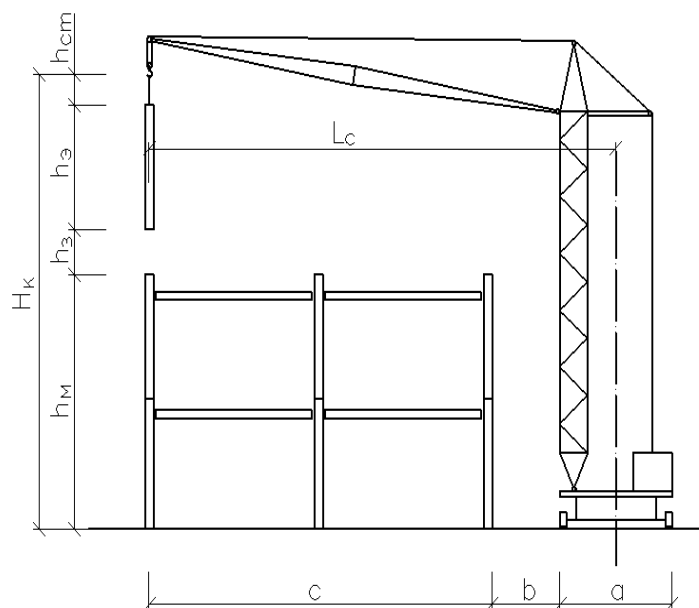


Рис. 4. Схема для определения требуемых технических параметров башенного крана

Линейные и плоские элементы, доступ к которым открыт (колонны, подкрановые балки, стропильные фермы, наружные стеновые панели, стены фильтров) можно монтировать на минимальных вылетах стрелы крана. Это обеспечивает его рациональное использование по грузоподъемности и высоте подъема крюка. Выбор кранов по требуемым техническим параметрам производится по графикам грузоподъемности, приведенных в справочниках [17].

Для плит покрытия и других элементов, при установке которых в зоне монтажа находятся ранее смонтированные конструкции, минимально необходимая высота

подъема крюка может быть определена с дополнительной проверкой возможности монтажа из-за ранее смонтированных конструкций (например, стропильные фермы). Кран устанавливают вне перекрываемого пролета (рис. 5).

Определяют оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту [3]

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot (h_{\text{ст}} + h_{\text{п}})}{b_1 + 2 \cdot S}$$

где α – угол наклона оси стрелы крана к горизонту, град; $h_{\text{ст}}$ – высота строповки, м; $h_{\text{п}}$ – длина грузового полиспаста крана (приблизительно принимают от 2 до 5 м), м; b_1 – длина или ширина сборного элемента, м; S – расстояние от края элемента до оси стрелы (принимается приблизительно 1,5 м), м.

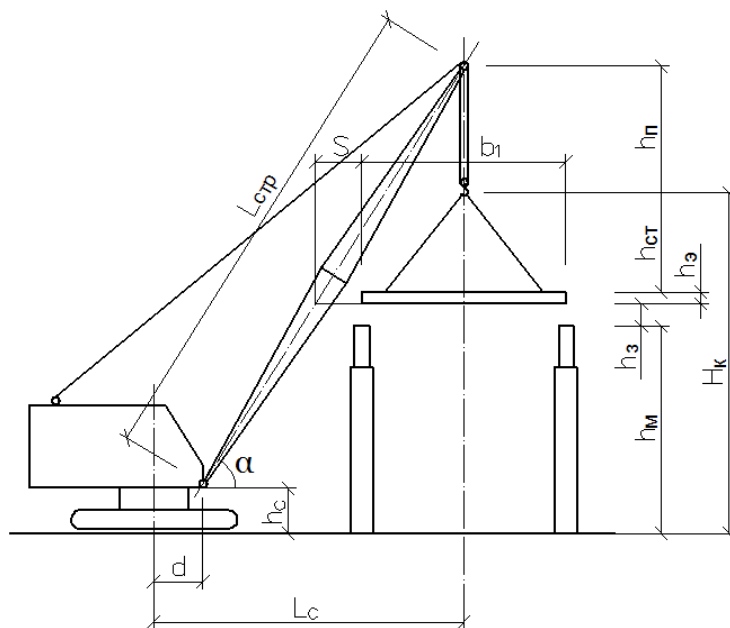


Рис. 5. Схема для определения требуемых технических параметров стрелового самоходного крана

Рассчитывают длину стрелы без гуська

$$L_{\text{стр}} = \frac{H_{\text{к}} + h_{\text{п}} - h_{\text{с}}}{\sin \alpha}$$

где $h_{\text{с}}$ – расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана, м.

Определяют вылет стрелы

$$L_{\text{с}} = L_{\text{стр}} \cdot \cos \alpha + d$$

где d – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы (около 1,5 м).

Вылет стрелы можно увеличить, если использовать неуправляемый или управляемый гусек [3].

5. Технология выполнения работ

Монтаж здания фильтров часто затрудняется расположением ячеек фильтров внутри здания и необходимостью загрузки их фильтрующими материалами [2].

Фильтры сооружают в два этапа (цикла): нулевой и основной. В период нулевого цикла выполняют земляные работы, устраивают фундаменты под колонны здания фильтров, а также монолитные днища ячеек в здании.

Монтаж каркаса здания и самих ячеек фильтров (основной цикл) может выполняться разными способами. Один из них заключается в следующем:

вначале монтируют каркас здания, а затем ячейки. Монтаж колонн, подкрановых балок, стропильных ферм, плит покрытия ведут с помощью гусеничного крана, перемещающегося по днищу фильтров при доставке конструкций в зону крана. Затем устанавливают технологическое оборудование, трубопроводы и задвижки. На второй стадии для монтажа фильтров применяют гусеничный кран с укороченной стрелой, передвигающийся по днищу фильтров. Замоноличивание стыков, монтаж дренажных и переливных лотков часто выполняют параллельно с монтажом панелей ячеек, после чего производят их гидравлические испытания.

Навесные наружные стеновые панели монтируются, как правило, в последнюю очередь. Кран перемещается снаружи здания.

Другой способ выполнения основного цикла заключается в следующем. Вначале отдельным методом монтируют железобетонные колонны здания и замоноличивают стыки с фундаментами бетоном. После достижения бетоном относительной прочности 70 % от R_{28} устанавливают подкрановые балки. Затем комплексным методом монтируют панели ячеек фильтров, стропильные фермы, плиты покрытий. При этом кран, двигаясь посередине пролета, с одной стоянки устанавливает конструкции, находящиеся в пределах одного шага колонн (рис. 6).

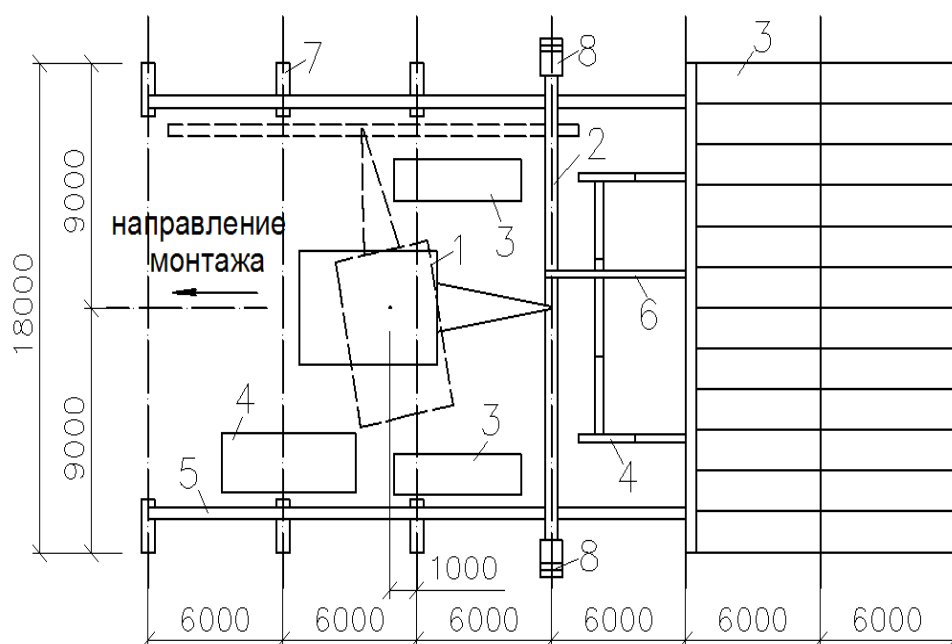


Рис. 6. Схема монтажа здания фильтров водоочистой станции: 1 – кран; 2 – стропильная ферма; 3 – плиты покрытия; 4 – стеновые панели фильтра; 5 – подкрановая балка; 6 – распорка; 7 – колонна; 8 – лестницы приставные с площадками

6. Проектирование графика производства работ

Одним из основных технических показателей возведения объекта является продолжительность строительства. В графике производства работ устанавливают сроки начала и окончания всех отдельных процессов, входящих в общий комплекс монтажных работ. При разработке графика необходимо стремиться к поточному выполнению всех процессов, входящих в общий комплекс и совмещению потоков во времени, к производству работ в минимально возможные сроки. Строительные машины, монтажные краны во времени должны быть максимально загружены. Составы звеньев рабочих могут приниматься по ЕНиР, сборник Е4 [15].

Продолжительность процесса определяют

$$\Pi = \frac{T}{m \cdot n}$$

где T – трудоемкость процесса, чел.-см; m – количество рабочих, чел.; n – количество смен в день.

Объект следует разбить на захватки. Захватками могут быть части здания, сооружения, удобные для производства работ в течение одной, двух и более смен. Соседние захваты должны быть удалены друг от друга на безопасное расстояние. Минимальным размером захватки в продольном направлении можно принять два шага колонн, в поперечном направлении – пролет здания, сооружения.

Следует проектировать непрерывными ведущие процессы. Это механизированные процессы по непосредственной установке конструкций краном. Эти процессы следует проектировать с перевыполнением нормативной продолжительности. Коэффициент перевыполнения можно определить

$$k_{\text{пер}} = \frac{\Pi_{\text{норм}}}{\Pi_{\text{проект}}}$$

где $\Pi_{\text{норм}}$ – продолжительность процесса, определенная с помощью норм по сборникам ЕНиР, ГЭСН, см; $\Pi_{\text{проект}}$ – проектируемая продолжительность, представляющая собой целое число смен, полученное округлением в меньшую сторону значения с дробной частью нормативной продолжительности.

Коэффициент перевыполнения должен находиться в пределах от 1 до 1,2.

Сопутствующие процессы по сварке закладных деталей, замоноличиванию стыков бетоном, заливке швов раствором могут, в виде исключения, проектироваться прерывистыми и иметь коэффициент перевыполнения меньше единицы.

График производства работ проектируется в табличной форме, в левой части находится текстовая часть, в правой части строят линейную модель поточного строительного производства (табл. П.10).

На линейной модели напротив каждого процесса откладывают линию, соответствующую по длине продолжительности процесса в сменах или днях. При построении графика следует соблюдать технологическую последовательность процессов. В целях сокращения сроков работ следует организовать их поточность, совмещение процессов во времени на разных захватках.

Процесс возведения объекта можно выполнять с помощью одного монтажного крана. В этом случае поточность будет проявляться в совмещении ведущих и сопутствующих процессов. При одновременной работе на объекте нескольких кранов поточность отразится в совмещении во времени ведущих процессов по установке строительных конструкций. Можно организовать разные варианты организации потоков на объекте. Например, следующий вариант. Первый поток – монтаж колонн, второй поток – монтаж подкрановых балок, третий поток – монтаж стропильных ферм, плит покрытий, стеновых панелей фильтров, четвертый поток – установка наружных стеновых панелей. Для каждого потока следует подобрать самоходный монтажный кран по техническим параметрам. Продолжительность выполнения работ поточным способом меньше, чем последовательным.

В случае наличия ограничений по срокам строительства можно использовать параллельный способ выполнения работ. В этом случае на каждой захватке работают кран и звено монтажников. Например, на объекте 4 захватки, работают 4 крана и 4 звена монтажников. В технологической последовательности они устанавливают строительные конструкции сооружения. Продолжительность работ будет меньше, чем при поточном способе.

7. Контроль качества работ

В разделе курсового проекта приводятся мероприятия по производственному контролю качества работ на строительной площадке. Производственный контроль качества включает в себя входной, операционный и приемочный контроль.

Строительные конструкции, изделия, материалы, поступающие на объект, должны сопровождаться паспортами и сертификатами качества. При входном контроле следует проверять эти документы, проводить осмотр изделий и конструкций. Также следует анализировать проектную, рабочую документацию.

Второй вид контроля можно представить картами операционного контроля качества. Основным документом для их составления является СНиП 3.03.01-87 [7]. Карты представляют в табличной форме (табл. 4).

Таблица 4

Карта операционного контроля качества

Параметр	Величина	Допуск	Метод контроля, регистрации

Точность установки конструкций оценивают отклонениями от проектного положения. Допускаемые отклонения (допуски) приводят в карте операционного контроля качества.

При приемочном контроле проверяют точность положения ряда конструкций на законченной части объекта (нулевой цикл, надземная часть). Результаты исполнительной съемки конструкций заносят на исполнительную схему. По окончании строительства исполнительные схемы, а также журналы работ, акты освидетельствования скрытых работ хранятся в течение всего срока эксплуатации объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология строительных процессов: учебник для вузов по направлению "Строительство" специальности "Промышленное и гражданское строительство" / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. – М.: Высшая школа, 2000. – 463 с.
2. Белецкий, Б.Ф. Технология и механизация строительного производства: учебник / Б.Ф. Белецкий. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 752 с.
3. Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие для строительных специальностей вузов / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. – СПб.: Интеграл, 2005. – 215 с.
4. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 175 с.
5. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 117 с.
6. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 128 с.
7. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1996. – 190 с.
8. СНиП 3.05.04-85*. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 48 с.
9. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве / Госстрой России. – М.: Госстрой России: ГУП ЦПП, 2001. – Ч. 1: Общие требования: Утв. и введ. в действие 23.07. 01: Взамен СНиП 12-03-99* с изменением № 1, 2001. – 42 с.
10. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве / Госстрой России. – М.: Госстрой России: ГУП ЦПП. – Ч. 2: Строительное производство, 2003. – 27 с.
11. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник № 1. Земляные работы. – М.: Госстрой России, 2000. – 260 с.
12. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник № 6. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. – М.: Госстрой России, 2000. – 84 с.
13. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник № 7. Бетонные и железобетонные конструкции сборные. – М.: Госстрой России, 2000. – 127 с.

14. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник № 23. Канализация – наружные сети. – М.: Госстрой России, 2000. – 31 с.

15. Единые нормы и расценки. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987. – 64 с.

16. Единые нормы и расценки. Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 2. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – 96 с.

17. Строительные краны: справочник / В.П. Станевский, В.Г. Моисеенко, Н.П. Колесник, В.В. Кожушко; под ред. В.П. Станевского. – Киев: Будивельник, 1989. – 294 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица П.1

Технические характеристики бульдозеров

Марка бульдозера	Марка базового трактора	Мощность двигателя, кВт	Ширина отвала, м
Б-10М	Т-10М	132,0	4,26
Б-11	Т-11	139,7	3,42 (4,28)
Б-170	Т-170	132,0	4,26

Таблица П.2

Выбор емкости ковша экскаватора

Объем грунта в выемке, м ³	Емкость ковша экскаватора, м ³
До 500	0,15
500...1500	0,25
1500...5000	0,5
2000...8000	0,65
6000...11 000	0,8
11 000...15 000	1,0

Таблица П.3

Технические характеристики одноковшовых экскаваторов

Марка экскаватора	Объем ковша, м ³	Радиус копания, м	Глубина копания, м	Высота выгрузки, м
на пневмокошесном ходу				
ЭО-2626Е	0,25	5,45	3,9	3,5
ЭО-3323	0,5	8,5	5,4	4,9
ЭО-4321	0,65	9,95	5,5	5,6
на гусеничном ходу				
ЭО-3122	0,63	8	4,7	4,4
ЭО-4225	1,25	10,3	7,3	5,4
ЭО-5126	1,6	9,6	6,25	5,9

Таблица П.4

Технические характеристики башенных кранов

Марка крана	Грузо-подъемность, т	Вылет стрелы, м	Высота подъема крюка, м	Ширина подкранового пути, м
КБ-100	5	20	33	4,5
КБ-308	8	25	28	6,0
КБ-405	8	30	54	6,0
КБ-503	10	35	67,5	7,5

Таблица П.5

Технические характеристики самоходных кранов

Марка крана	Грузо-подъемность, т	Мини-мальный вылет стрелы, м	Макси-мальный вылет стрелы, м	Высота подъема крюка, м	Габаритные размеры, мм		
					Длина	Ширина	Высота
на автомобильном ходу							
КС-45721	25	2,8	25	28,25	12 000	2500	3620
КС-55730	32	2,8	25	29,8	11 500	2500	4000
на гусеничном ходу							
ДЭК-251	25	4,75	27,2	36	6965	4760	4300
ДЭК-321	32	4	33	47,2	8500	3200	3495
ДЭК-361	36	4	34	45,9	9108	3200	3520
ДЭК-401	40	4	32,8	48,4	13 952	3200	3070
на пневмоколесном ходу							
КС-4361А	16	3,8	12	15,5	14 000	3150	3930
КС-5363	25	4,5	27,3	31	14 100	3370	3900

Таблица П.6

Технические характеристики самосвалов

Марка самосвала	Грузо-подъемность, т	Габаритные размеры, мм			Вместимость кузова, м ³
		Длина	Ширина	Высота	
КамАЗ-55102	7	7670	2500	3100	7,8
КамАЗ-4539 3В	10	7617	2500	2760	15
КамАЗ-55111	13	6700	2500	2850	6,6
КамАЗ-65115	15	6690	2500	2955	8,5
МАЗ-457041	4,8	5780	2500	2750	3,3
МАЗ-5551А2	10	8100	2500	2950	5,4
МАЗ-5516А5	20	7560	2500	3180	10,5

Таблица П.7

Ведомость сборных конструкций

Наименование конструкций	Единица измерения	Количество конструкций
1. Колонна крайнего ряда	1 эл.	22
2. Колонна торцового фахверка	1 эл.	4
3. Подкрановая балка	1 эл.	20
4. Стропильная ферма	1 эл.	11
5. Плита покрытия	1 эл.	120
6. Наружная стеновая панель	1 эл.	208
7. Стеновая панель фильтра	1 эл.	59

Таблица П.8

Ведомость объемов работ

Наименование работ	Единица измерения	Объем работы
1. Разработка грунта в траншее	1000 м ³ грунта	1,6917
2. Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом до 5 м ³	100 м ³ железобетона в деле	1,056
3. Установка колонн крайнего ряда прямоугольного сечения массой до 10 т в стаканы фундаментов	100 шт. сборных конструкций	0,22
4. Установка колонн фахверка прямоугольного сечения массой до 8 т в стаканы фундаментов	100 шт. сборных конструкций	0,04
5. Укладка в одноэтажных зданиях балок подкрановых массой до 5 т и высоте здания до 25 м	100 шт. сборных конструкций	0,2
6. Установка стропильных ферм при длине плит покрытий до 6 м, пролетом до 18 м, массой до 10 т и высоте здания до 25 м	100 шт. сборных конструкций	0,11
7. Укладка плит покрытий одноэтажных зданий длиной до 6 м, площадью до 20 м ² , при массе стропильных конструкций до 10 т и высоте здания до 25 м	100 шт. сборных конструкций	1,2
8. Установка панелей наружных стен одноэтажных зданий длиной до 7 м, площадью до 10 м ² , при высоте здания до 25 м	100 шт. сборных конструкций	2,08
9. Установка панелей стен фильтров при вертикальных стыках, замоноличиваемых бетоном, панели площадью до 15 м ²	100 м ³ сборных железобетонных конструкций	2,124

Таблица П.9

Калькуляция трудовых затрат

Наименование работ	Обоснование, ГЭСН	Единица измерения	Объем работы	Норма времени, чел.-ч	Трудоемкость, чел.-см
1. Разработка грунта в траншее	01-01-013-14	1000 м ³ грунта	1,6917	33,28	7,4
2. Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом до 5 м ³	06-01-001-6	100 м ³ железобетона в деле	1,056	610,06	80,5
3. Установка колонн крайнего ряда прямоугольного сечения массой до 10 т в стаканы фундаментов	07-01-011-14	100 шт. сборных конструкций	0,22	1254,3	34,5
4. Установка колонн фахверка прямоугольного сечения массой до 8 т в стаканы фундаментов	07-01-011-13	100 шт. сборных конструкций	0,04	1101,12	5,5
5. Укладка в одноэтажных зданиях балок подкрановых массой до 5 т и высоте здания до 25 м	07-01-019-10	100 шт. сборных конструкций	0,2	1040,48	26,0
6. Установка стропильных ферм при длине плит покрытий до 6 м, пролетом до 18 м, массой до 10 т и высоте здания до 25 м	07-01-022-9	100 шт. сборных конструкций	0,11	1332,8	18,3
7. Укладка плит покрытий одноэтажных зданий длиной до 6 м, площадью до 20 м ² , при массе стропильных конструкций до 10 т и высоте здания до 25 м	07-01-027-7	100 шт. сборных конструкций	1,2	306,36	46,0
8. Установка панелей наружных стен одноэтажных зданий длиной до 7 м, площадью до 10 м ² , при высоте здания до 25 м	07-01-034-01	100 шт. сборных конструкций	2,8	630,56	220,7
9. Установка панелей стен фильтров при вертикальных стыках, замоноличиваемых бетоном, площадью до 15 м ²	07-0-001-4	100 м ³ сб. железобетонных конструкций	2,124	565,44	150,1

Таблица П.10

Пример графика производства работ

Наименование работ	Объем работы		Затраты труда, чел.-см	Требуемые машины		Продолжительность, см	Численность рабочих	График работ (рабочие дни)					
	единица измерения	количество		наименование	число маш.-см			20	40	60	80	100	120
Разработка грунта	1000 м ³ грунта	1,692	7	ЭО-3133	7	7	1	-					
Устройство фундамента	100 м ³ железобетона	1,056	80,5	ДЭК-251	16	16	5	-					
Установка колонн	100 шт.	0,26	40	ДЭК-251	8	8	5		-				
Укладка подкрановых балок	100 шт.	0,2	26	ДЭК-251	5	1	5		-				
Установка панелей стенового фильтра	100 м ³ железобетона	2,124	150,1	ДЭК-251	42	42	5			-	-		
Установка стропильных ферм, плит	100 шт.	0,11	18,3	ДЭК-251									
Установка наружных панелей	100 шт.	1,2	46	ДЭК-251	55	55	4					-	-
	100 шт.	2,8	220,7									-	-

Раздел 3. Монтаж внутренних инженерных систем и технологического оборудования

К внутренним инженерным системам относят:

- слаботочные системы аварийной сигнализации обеспечивают противопожарную, и охранные системы здания, а также сигнализацию о прорыве водопроводов, для безотказной работы подключены к отдельному независимому низковольтному источнику электроэнергии;
- вентилирование, неотъемлемый процесс в каждом административном, жилом и коммерческом здании, профессиональная разработка и монтаж систем вентиляции обеспечивают правильную циркуляцию свежего воздуха и предотвращают преждевременную усталость находящихся в помещении людей;
- канализация и водоснабжение, крайне важно на этапах проектирования учитывать средний и максимальный водоотвод нечистот из здания, а также реальные мощности по отводу подступающих городских трубопроводов, а также грамотно организовать монтаж систем водоснабжения;
- электрическое снабжение и установленное оборудование, грамотно выполненный расчет с учетом основных предполагаемых потребителей, а также освещения и максимальной нагрузке сетей подвода тока предотвратит их перегрузку и необходимость в увеличении выдаваемой мощности со временем;
- отопление, при разработке системы отопления необходимо учитывать не только объем обогреваемого здания, но и влияние скрытых на первый взгляд таких факторов как реальная теплоотдача подводимого теплоносителя и потери тепла на обогрев стен, потолков, окон и предотвращение попадания холода во время открытия входных дверей.

Монтаж насосных агрегатов

Монтаж и центровка горизонтальных насосных агрегатов. Монтаж центробежных горизонтальных насосов начинают с установки плит или рам на фундамент и выверки их в плане, по высоте и горизонтали. Допускаются отклонения плиты (рамы) в плане и по высоте до 10 мм, а по горизонтали до 0,1 мм на 1 м длины плиты. Узлы насосных агрегатов устанавливают на общей раме или на отдельных рамах

Фундаментные рамы устанавливают на прокладки и крепят к фундаменту с помощью глухих или анкерных болтов. Прокладки помещают по обе стороны каждого болта и по всему периметру рамы через 300—1000 мм в зависимости от ее жесткости. Число прокладок по высоте не должно превышать пяти, включая тонколистовые, применяемые для окончательной выверки. После подливки рамы бетоном и затвердевания его до проектной прочности выполняют затяжку болтов. Окончательная центровка агрегата производится с помощью прокладок, помещенных между опорной поверхностью рамы и лапами двигателя. Установка прокладок под опорные поверхности гидромурф и редукторов, а также под опорные поверхности насоса в агрегатах без гидромурф и редукторов не разрешается и допускается только при наличии указаний завода-изготовителя. Плотность прилегания поверхностей прокладок друг к другу, а также к опорным поверхностям фундаментных рам (плит) и установленному на них оборудованию, проверяется щупом. Щуп толщиной 0,05 мм не должен входить в стык сопряженных поверхностей.

Если горизонтальный насосный агрегат поступает на монтаж отдельными узлами, то в агрегатах без редуктора электродвигатель прицентровывают к выверенному и закрепленному на раме насосу, а в агрегатах с редуктором насос и электродвигатель — к выверенному и закрепленному редуктору. В агрегатах с трубопроводом насос прицентровывается к закрепленному

трубопроводу, а в агрегатах с гидромуфтой редуктор, насос и электродвигатель — к выверенной и закрепленной гидромуфте.

При центровке насосных агрегатов с клиноременной передачей следят за тем, чтобы оси валов электродвигателя и насоса были параллельны, а канавки шкивов — расположены без смещения относительно друг друга.

Насосные агрегаты горизонтального исполнения на общей фундаментной плите-раме или на отдельных плитах-рамах перед подливкой бетонной смесью выверяют по высотным отметкам относительно репера или насечки по высоте, а также проверяют положение насосного агрегата по осям в плане и в горизонтальной плоскости. Для этого натягивают горизонтально-продольные и поперечные струны. На струны подвешивают отвесы так, чтобы они совпали с соответствующими насечками, нанесенными на фундамент. На натянутые и закрепленные продольные струны каждого насоса или группы подвешивают отвесы таким образом, чтобы один отвес совпал с центром всасывающего патрубка насоса и насечкой, нанесенной на фундамент. Второй отвес должен совпасть с осью электродвигателя и насечкой. Поперечную струну необходимо натягивать, если одновременно устанавливают два или несколько насосов в одном ряду. При этом отвесы, опущенные с натянутой струны, должны совпасть с центрами нагнетательных патрубков. При монтаже насосов, работающих на горячих жидкостях, обязательно проверяют зазор в продольных шпонках и зазор между дистанционной втулкой и отверстиями в лапах насоса. Они должны соответствовать зазорам, указанным в паспорте насоса.

При монтаже насосного агрегата, имеющего отдельные опорные рамы или плиты, следует особое внимание обращать на зазор между торцами полумуфт, который всегда указывается в чертеже.

Наиболее ответственной операцией при монтаже горизонтальных насосных агрегатов является центровка валов по муфтам. Вначале выполняют

предварительную, а затем окончательную центровку валов. В зависимости от конструкции муфты предварительную центровку производят линейкой и щупом или только щупом.

Окончательную центровку валов выполняют индикаторами, устанавливаемыми с помощью магнитных присосов на полумуфтах, а при отсутствии присосов — приспособлением с индикаторами. В некоторых случаях окончательную центровку валов производят с помощью скобы и щупа

Для определения величин перекоса и параллельного смещения осей делают замеры в четырех положениях при совместном повороте полумуфт на 90° . Перекос a и параллельное смещение подсчитывают по формулам

После центровки агрегатов подливают бетонную смесь, набивают сальники, монтируют систему смазки (если она имеется), присоединяют трубопроводы. Затем насосные агрегаты испытывают вхолостую и под нагрузкой.

Монтаж и центровка вертикальных насосных агрегатов. Последовательность монтажа вертикальных насосов рассмотрим на примере монтажа насоса типа В, поступившего на площадку в разобранном виде отдельными узлами

После проверки фундамента под насосы через проем для электродвигателя на нижний этаж к месту монтажа подают узлы. Вначале устанавливают фундаментные плиты насоса и предварительно выверяют их по высотной отметке металлической рулеткой, а в горизонтальной плоскости уровнем. Отклонения не должны превышать по вертикальной отметке 1 мм, а по горизонтальной 0,1 мм на 1 м. Затем приступают к центровке агрегата по вертикальной оси с помощью струны и отвеса. За базу принимают уплотняющее кольцо корпуса насоса.

Струну натягивают через центр насоса и статора. Зазоры между струной и уплотняющим кольцом насоса измеряют микроштихмассом В электроакустическим способом (несоосность не должна превышать 0,15—0,2 мм), производят предварительную центровку насоса и статора, подливают бетонной смесью фундаментные болты и после затвердевания бетона окончательно центруют агрегат. Допустимые отклонения по соосности не должны превышать 0,03—0,05 мм. После этого на нижнюю крышку корпуса устанавливают ротор насоса, ставят верхнюю крышку насоса с вкладышами подшипника и предварительно выверяют вертикальность вала насоса с помощью рамного уровня: допустимое отклонение от вертикали не должно быть более 0,04 мм на 1 м. Указанной точности добиваются установкой в зазор между шейкой вала и вкладышами подшипника полуколец, изготовленных из металлических пластин толщиной 0,1— 0,4 мм. После предварительной выверки вертикальности вала монтируют трансмиссии. Далее собирают электродвигатель и проверяют зазоры между ротором и статором, измеряемые сверху и снизу в четырех диаметрально противоположных точках. Размеры зазоров не должны отличаться от проектных более чем на 10 %.

Несоосность ротора по отношению к статору можно устранить передвижением вала ротора по сегментам подпятника опорного подшипника с помощью прижимных болтов. Затем выверяют общую линию вала агрегата, измеряя биение вала двумя индикаторами, установленными в горизонтальной плоскости под углом 90°. Биение шеек вала трансмиссий, насоса, электродвигателя должно соответствовать допускам, указанным в инструкции завода-изготовителя. Если биение вала превышает допустимое, его устраняют шабровкой сопрягаемых плоскостей монтажных полуколец или торцов полумуфт. Далее выверяют вертикальность вала агрегата с помощью четырех струн.

Если отклонение вала агрегата от вертикали более 0,02 мм на 1 м, необходимо его уменьшить, изменив установку сегментов подпятника с помощью опорных винтов

Выверив вертикальность вала, проверяют зазоры в подшипниках. Затем подливают бетонную смесь под плиты насоса и электродвигателя. После затвердевания бетонной смеси перебирают сальники, ставят вспомогательное оборудование и трубопроводы. По окончании этих работ приступают к опробованию и испытанию насосного агрегата.

Монтаж мостового крана

Все работы по установке мостового крана нормативно закреплены в требованиях [ГОСТа](#), СП, РД 10-138-97 и ПБ 10-382.

Согласно данным нормативным документам, различают следующие виды монтажа:

- **Комплексный**, включающий установку сперва подкрановых путей, а затем и сборку непосредственно грузоподъемной техники.
- **Частичный**, подразумевающий монтаж мостового крана на уже установленные подкрановые пути. Учитывается то обстоятельство, что подкрановые пути при таком виде установки, требуют обязательной дополнительной нивелировки, согласно нормативным требованиям вышеприведенных документов.

Этапы установки мостового крана включают следующие действия: изучение места установки крана с целью проведения необходимых расчетов и нахождение оптимального способа сборки механизма. В полном соответствии с полученными данными разрабатывается ППР, аббревиатура которого расшифровывается как «**Проект производственных работ**». В

данном документе сформулированы ключевые технологические решения касательно монтажа грузоподъемной техники.

На выбор технологии монтажа влияет площадь монтажной площадки, способ и последовательность проведения работ по сборке крана.

Особенности монтажа мостовых одно- и двухбалочных кранов предусматривают три подхода к исполнению:

1. **Поэлементный тип установки**, подразумевающий сборку конструктивных частей не на земле, а непосредственно на рабочей площадке участка грузоподъемного механизма. Для этого все детали поднимаются к месту установки. Неудобства данной технологии монтажа очевидны, но применение ее целесообразно в случае, когда не хватает свободного пространства (некоторые элементы крана все-таки достаточно габаритны и обладают большой массой механизмов, узлов и металлоконструкций, особенно если это двухбалочный кран).
2. **Крупноблочный тип установки**. Сборка посредством данной технологии подразумевает монтаж отдельных блочных конструкций на земле – электрооборудования, узлов и механизмов крана. Затем укомплектованные и собранные узлы поднимают на площадку монтажа грузоподъемного механизма и собирают в единое целое. Благодаря данной технологии, значительно сокращается количество опасных операций по сборке на высоте, в разы ускоряется процесс установки в целом. К сожалению, технология не подходит для зданий, не располагающих достаточным количеством площади под сборку крупногабаритных конструкций.
3. **Полноблочный тип установки** заключается в сборке моста крана полностью в нижнем положении, то есть на земле. Готовый мост крана поднимается для установки на крановых путях. При этом у

специалистов по монтажу есть выбор – осуществлять монтаж грузовой тележки вместе с мостом или отдельно.

Таким образом, очевидно, что самые перспективные и выгодные технологии установки – крупноблочная и полноблочная. В них сокращено количество операций, которые нужно осуществлять на высоте, есть возможность использования грузоподъемной техники, а также более сжатые сроки исполнения по сравнению с поэлементной технологией сборки.

Поскольку подкрановый путь является основой грузоподъемной конструкции, то его качественный монтаж не только сложный, но и важный этап установки крана в целом

Особенности выполнения подкранового пути напрямую зависят от типа и индивидуальных отличительных характеристик грузоподъемного оборудования. Различают следующие виды выполнения подкранового пути для мостовых кранов:

- *комплекс подкрановых балок, крепящихся непосредственно к несущим элементам конструкции помещения;*
- *установленный на несущих колонах здания опорный подкрановый путь;*
- *подвесной крановый путь, крепящийся к стропилам, усиленным фермам;*

В общих чертах монтаж подкрановых путей выглядит следующим образом:

1. *Разрабатывается проект пути;*
2. *Проводится тщательная экспертиза предполагаемого места монтажа;*
3. *Разрабатывается ППР;*
4. *Поставляются все необходимые элементы металлоконструкции, крепежные элементы;*

5. *Монтируются подкрановые балки, рельсы;*
6. *Осуществляется нивелировка подкрановых путей.*

На порядок операций по сборке грузоподъемного оборудования влияет способ крепления крана по отношению к несущим конструкциям производственного помещения.

Так, монтаж мостового подвесного (однобалочного) крана включает перечень следующих операций:

- *становка пролетной балки на специальные подставки;*
- *сборка концевых балок;*
- *сборка электротельфера;*
- *осуществление электромонтажных работ по проекту;*

Готовый собранный подвесной (однобалочный) кран устанавливается уже непосредственно на подкрановые балки.

Действия по монтажу мостового опорного (однобалочного) крана включают следующие операции:

- *установка концевых балок на подкрановые пути;*
- *сборка моста;*
- *монтаж готового моста непосредственно на концевые балки;*
- *проверка прочности сварочных и болтовых соединений.*

Окончание монтажа мостового крана еще не сигнал к тому, что можно приступать к работе! Согласно важному нормативному документу ПБ 10-382-00, после сборки грузоподъемного оборудования, конструкция должна пройти все предписанные испытания.

В них включают:

- ***статические испытания***, заключающиеся в проверке крана на возможность поднять груз, превышающий рекомендуемую производителем грузоподъемность на 25%;
- ***динамические испытания***, проверяющие способность крана поднять груз, превышающий рекомендуемую грузоподъемность в движении на 10%.

Представленные испытания в полной мере проверяют мостовой кран на работоспособность тормозов и прочих механизмов, исключают вероятность аварий и несчастных случаев, связанных с изначальной неисправностью грузоподъемной конструкции.