

Екатеринбург, 2020

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной работе
Екатеринбургского монтажного колледжа

Хоринова Л.С.

« 28 » 08 2020 г.

ОДОБРЕНО

Методическим объединением

строительных дисциплин

(название методического объединения)

Руководитель методического объединения:

« 28 » 08 2020 г.

Разработчик:

Преподаватель Екатеринбургского
монтажного колледжа

« 28 » 08 2020 г.

Министерство образования и молодежной политики Свердловской области
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Свердловской области
«Екатеринбургский монтажный колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

ДИСЦИПЛИНА: **ОП.05 Основы строительного производства**

для специальности

**08.02.07 Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и
вентиляции»**

ВВЕДЕНИЕ

Требования к уровню подготовки выпускника специальности 08.02.08 «Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения» предусматривает знание студентами различных способов защиты газопроводов от электрохимической коррозии; устройство, принцип действия, основные технические характеристики оборудования и систем газоснабжения и умение применять данные знания при эксплуатации оборудования и систем газоснабжения. Поэтому в курсе дисциплины ОП.05 «Основы строительного производства» значительная часть учебного времени отводится на проведение практических занятий.

Выполнение студентом практических заданий по дисциплине проводится с *целью*:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по общепрофессиональным и профессиональным модулям;
- углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- формирования умений использовать справочную, нормативную и правовую документацию;
- развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- подготовки к государственной итоговой аттестации.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1	7
1.1. РАСЧЕТ ОБЪЕМА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ СООРУЖЕНИИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ.....	7
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2	15
2.1. ВЫБОР ЗЕМЛЕРОЙНОЙ ТЕХНИКИ И КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУНТА.....	15
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3	14
3.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ (нефтепровод)	14
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4	22
4.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УЧАСТКА ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ	22
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5	27
СВАРОЧНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ.....	27
ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ КРАНОВ И МОНТАЖНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	29
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6	33
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	38

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1.

1.1. РАСЧЕТ ОБЪЕМА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ СООРУЖЕНИИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ.

Земляные работы относят к наиболее тяжелым и трудоемким видам строительных работ, выполняемых в сложных условиях, и в значительной степени зависят от природно-климатических факторов. Поэтому одной из задач, стоящих перед строителями, является разработка и реализация технологий, способствующих сокращению объемов работ на строительной площадке.

При строительстве трубопроводов земляные работы состоят из следующих процессов:

- разработка земляных сооружений;
- планировка, уплотнение и обратная засыпка;
- рекультивация (восстановление нарушенных земель).

Результат разработки грунта – земляное сооружение, представляющее собой инженерное сооружение, устраиваемое из грунта в грунтовом массиве или возводимое на поверхности грунта. Земляные сооружения разделяют:

- по отношению к поверхности грунта – выемки, насыпи, подземные выработки, обратные засыпки;
- по сроку службы – постоянные и временные;
- по функциональному назначению – котлованы, траншеи, ямы, скважины, отвалы, плотины, дамбы, дорожные полотна, туннели, планировочные площадки, выработки;
- по геометрическим параметрам и пространственной форме – глубокие, мелкие, протяженные, сосредоточенные, простые, сложные и т. д.

Характерные типы земляных сооружений представлены на рисунке 1.

К **постоянным** относятся сооружения, предназначенные для долгосрочной эксплуатации – земляные плотины, каналы,

полотно рельсовых и безрельсовых дорог, выемки и насыпи, возводимые при планировке. К **временным** земляным сооружениям относят выемки, отрываемые при возведении фундаментов жилых и промышленных зданий, мостов, плотин, траншеи для прокладки водопроводных, канализационных, газовых и других сетей, насыпи для временных дорог и запруд. Каждое земляное сооружение должно быть устойчивым, прочным и защищенным от размыва водой.

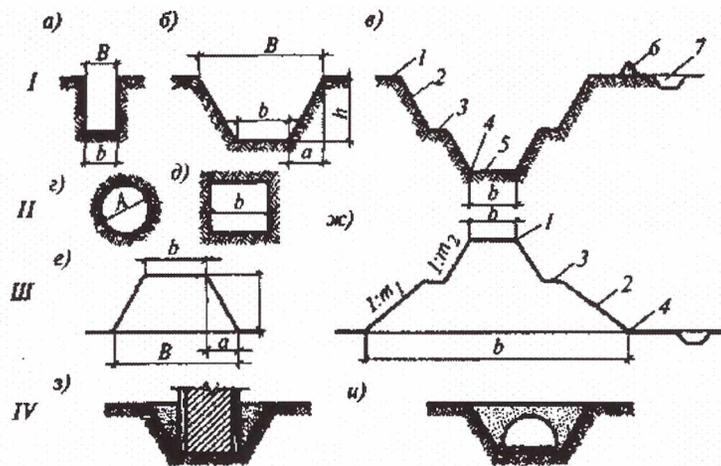


Рис. 1. – Виды земляных сооружений.

I – поперечный профиль выемок: а – траншея прямоугольного профиля; б – котлован (траншея) трапецидальной формы; в – профиль постоянной выемки; 1 – бровка траншеи; 2 – откос; 3 – берма; 4 – основание откоса; 5 – дно откоса; 6 – банкет; 7 – нагорная канава; II – сечение подземных выработок: г – круглое, д – прямоугольное; III – профили насыпи: е – временной насыпи; ж – постоянной; IV – обратная засыпка: з – пазух котлована; и – траншеи

проекции образующей стенки на горизонтальную плоскость.

Глубину траншеи устанавливают из условий предохранения трубопровода от механических повреждений при переезде через него автотранспорта, строительных и сельскохозяйственных машин и назначают равной: для трубопроводов диаметром D_n до 1000 м – $D_n + 0,8$ м; для трубопроводов диаметром 1000 м и более $D_n + 1$ м.

Методы разработки грунтов определяют в зависимости от параметров земляного сооружения и объемов работ, геотехнических характеристик грунтов, классификации грунтов по трудности разработки, местных условий строительства, наличия землеройных машин в строительных организациях. При разработке траншей с откосами объем земляных работ $V_{зр}$ определяется:

$$V_{зр} = \frac{B_1 + B_2}{2} * L * H$$

- где B_1 – ширина траншеи по верху, м;
 B_2 – ширина траншеи по низу, м;
 L – длина траншеи, м;
 H – глубина траншеи.

Определяем объем земляных работ при разработке траншей с откосами:

- ширина траншеи по низу при $D = 820$ мм $B_2 = 1,5$
- $D = 1,5 \cdot 0,82 = 1,23$ м;
- глубина траншеи при диаметре трубопровода 820 мм
 $H = D + 0,8 = 0,82 + 0,8 = 1,62$ м.

Ширина траншеи по верху B_1 определяется по следующей формуле:

$$B_1 = B_2 + 2H/n,$$

где n – коэффициент откоса (определяется по таблице 3).

при пересечении оросительных и осушительных каналов.....1,1э

Ширину траншеи понизу следует назначать не менее:

$D_n + 300$ мм – для трубопроводов диаметром до 700 мм; $1,5 D_n$ – для трубопроводов диаметром 700 мм и более.

При диаметрах трубопроводов 1200 и 1400 мм и при траншеях с откосом свыше 1:0,5 ширину траншеи понизу допускается уменьшать до величины $D_n + 500$ мм, где D_n – условный диаметр трубопровода.

При балластировке трубопроводов грузами ширину траншеи следует назначать из условия обеспечения расстояния между грузом и стенкой траншеи не менее 0,2 м или $2.2 D_n$.

На участке трассы с резко пересеченным рельефом местности, а также в заболоченных местах допускается укладка трубопроводов в специально возводимые земляные насыпи, выполняемые с тщательным послойным уплотнением и поверхностным

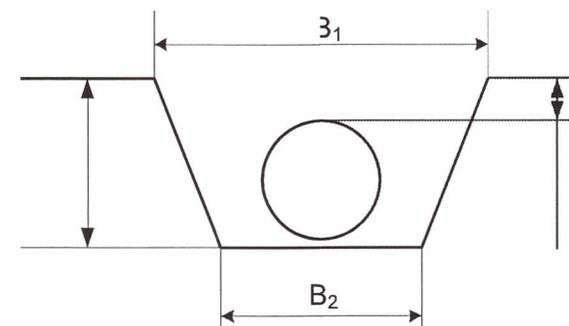


Рис. 2. – Параметры траншеи

закреплением грунта. При пересечении водотоков в теле насыпей должны быть предусмотрены водопропускные отверстия.

Крутизна откосов траншей под трубопровод и котлованов под трубопроводную арматуру принимается по СНиП.

Крутизна откоса – отношение глубины (H) траншеи к

1.1.1. Выбор технологии производства земляных работ и землеройной техники.

Произвести расчет объема земляных работ при сооружении трубопроводных систем и выбрать землеройную технику и комплект машин для транспортировки грунта. Исходные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Исходные данные для расчета

D , мм	Тип грунта	L , м
820	супесь	1250

Параметры земляных сооружений, применяемых при сооружении ГНП (ширина, глубина и откосы траншеи, сечение насыпи и крутизна ее откосов и др.), устанавливаются в зависимости от диаметра (D) трубопровода, способа его закрепления, рельефа местности, грунтовых условий. Размеры траншеи (глубина, ширина по дну, откосы) устанавливаются в зависимости от назначения и диаметра трубопровода, характеристики грунтов, гидрогеологических условий.

Заглубление трубопроводов до верха трубы принимать, м, не менее:

при D_n менее 1000 мм.....	0,8
1000 мм и более (до 1400 мм)	1,0
на болотах или торфяных грунтах, подлежащих осушению..	1,1
в песчаных барханах, считая от отметок межбарханных оснований.....	1,0
в скальных грунтах, болотистой местности при отсутствии проезда автотранспорта и сельскохозяйственных машин.....	0,6
на пахотных и орошаемых землях	1,0

Выемки шириной более 3 м называют **котлованами**, более узкие выемки для ленточных фундаментов или сетей коммуникаций – **траншеями**, выемки под отдельно строящиеся фундаменты или столбы – **ямами**. Эти сооружения имеют дно и боковые поверхности, наклонные откосы или вертикальные стенки. Выемки, разрабатываемые для добычи недостающего для строительства грунта, называют **резервами**; насыпи, в которые осуществляют отсыпку излишнего грунта, – **кавалерами**, или **отвалами**. Места для отсыпки строительного и другого мусора называют **свалками**, а места, где осуществляют разработку песка, щебня и других строительных материалов, – **карьерами**. Выемки, закрытые с поверхности земли и устраиваемые для прокладки транспортных и коммуникационных туннелей, называют **подземными выработками**. Выемки имеют дно и наклонные **откосы**, после устройства подземных сооружений (или подземной части сооружений) выполняется обратная засыпка пазух – заполнение грунтом пространства между сооружением и откосами котлована.

Параметры земляных сооружений, применяемых при строительстве магистральных трубопроводов (ширина траншеи по низу и по верху, глубина траншеи, откосы, сечения насыпи, высота насыпи и крутизна откосов).

устанавливается по СНиП 2.05.06.-85* и зависит от наружного диаметра трубы, способа его закрепления, рельефа местности, грунтовых условий.

Профиль траншеи может быть прямоугольным или трапециевидным. Выбор профиля зависит от вида грунта, глубины траншеи и типа применяемых землеройных машин.

Согласно таблице 4 минимальная емкость ковша экскаватора составит $0,5 \text{ м}^3$. По таблице 5 выбираем требуемый экскаватор.

Таблица 3

Таблица 5

Перечень гидравлических экскаваторов

Наименование показателя	Вместимость ковша, м^3	Радиус копания, м
ЭО-2621В-3	0,25	5,3
ЭО-3323А	0,63	7,9
ЭО-3122	0,63	8,1
ЭО-3221	0,63	7,9
ЭО-4322 (ЭО-4321Б)	1(0,8)	9(8,85)
ЭО-4125А	1	9,3
ЭО-5124	1,6	10
ЭО-6123	2,5	11,6

Выбираем экскаватор ЭО-3221.

Крутизна откосов траншей

№ п/п	Тип/категория грунта	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
		1,5	3,0	5,0
1	Насыпные неслежавшиеся/І	1:0,67	1:1	1:1,25
2	Песчаные/І	1:0,5	1:1	1:1
3	Супесь/ІІ	1:0,25	1:0,67	1:0,85
4	Суглинок/ІІІ	1:0	1:0,25	1:0,75
5	Глина/ІV	1:0	1:0,5	1:0,5
6	Лессовые/ІІІ	1:0	1:0,5	1:0,5
7	Скальные/V	1:0	1:0,5	1:0,5
8	Вечномерзлые/VI	1:0	1:0,5	1:0,5

По таблице 3 определяем коэффициент откоса $n = 1:0,67 = 1,5$. Ширина траншеи по верху B_1 составит $B_1 = 1,23 + 2 \cdot 1,62 / 1,5 = 3,39$ м. Определяем объем земляных работ при разработке траншей с откосами по формуле:

$$V_{\text{зр}} = \frac{3,39 + 1,23}{2} \cdot 1250 \cdot 1,62 = 4677,75 \text{ м}^3.$$

Определение емкости ковша экскаватора будет зависеть от V , для этого можно воспользоваться следующими требованиями (таблица 4).

Таблица 4

Определение емкости ковша экскаватора

$V_{\text{зр}}$ (объем земляных работ)	Q (емкость ковша экскаватора)
До 500	0,15
500...1500	0,24 и 0,3
1500...5000	0,5
2000...8000	0,65
6000...11000	0,8
13000...18000	1,0-1,25
Более 15000	1,5

Тогда установочная мощность может быть определена по формуле:

$$N = k_y \cdot k_e \cdot k_p \cdot S \cdot V / 3600,$$

где k_y – коэффициент, учитывающий отношение времени копания к времени рабочего цикла ($k_y = 1$);

k_B – коэффициент, учитывающий расход мощности на вспомогательные механизмы ($k_B = 0,6-0,8$);

k_p – удельное сопротивление резанию и копанию (определяется по таблице 6);

S – площадь поперечного сечения траншеи, м²;

V – скорость движения экскаватора, м/ч.

Таблица 7

Удельное сопротивление резанию и копанию (k_p)

Категория грунта	I	II	III	IV	V	VI
Коэффициент k_p	70-230	210-400	380-660	650-800	800-1200	1000-2200

Принимаем $k_p = 560$; $k_B = 0,75$; $S = V_{zp}/L = 232,73/175 = 1,33$ м².

Тогда установочная мощность составит:

$$N = 1 \cdot 0,75 \cdot 560 \cdot 1,33 \cdot 250 / 3600 = 38,79 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

На основании рассчитанной установочной мощности выбираем марку роторного экскаватора для земляных работ по таблице 8.

Таблица 8

Технические характеристики роторных экскаваторов

Параметры	Индекс машины		
	ЭТР-223А	ЭТР-224А	ЭТР-254А
Максимальная техническая производительность, м ³ /ч	650	600	1200/220
Категория разрабатываемого грунта	I-IV, мерзлые грунты при глубине промерзания до 1,2 м		I-IV, мерзлые грунты при глубине промерзания до 2,5 м
Размеры разрабатываемой траншеи, м:			

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2.

2.1. ВЫБОР ЗЕМЛЕРОЙНОЙ ТЕХНИКИ И КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУНТА.

Произвести расчет объема земляных работ при сооружении трубопровода и выбрать землеройную технику и комплект машин для транспортировки грунта. Исходные данные представлены в таб. 6.

Таблица 6

Исходные данные для расчета

D , мм	V , м/ч	Тип грунта	L , м
630	250	суглинок	175

Определяем объем земляных работ при разработке траншеи с откосами:

- ширина траншеи по низу при $D = 630$ мм $B_2 = D + 0,3 = 0,63 + 0,3 = 0,93$ м;

- глубина траншеи при диаметре трубопровода 630 мм $H = D + 0,8 = 0,63 + 0,8 = 1,43$ м.

Согласно таблице 3 в данном случае коэффициент откоса n отсутствует, поэтому ширина траншеи по верху B_1 равна ширине траншеи по низу B_2 .

Определяем объем земляных работ при разработке траншеи:

$$V_{zp} = \frac{0,93 + 0,93}{2} \cdot 1,75 \cdot 1,43 = 232,73 \text{ м}^3.$$

Так как у разрабатываемой траншеи отсутствуют откосы, то траншея разрабатывается экскаватором роторного типа.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3.

3.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ.

Произвести технологический расчет участка магистрального нефтепровода. Исходные данные представлены в таблице 9.

Таблица 9

Исходные данные для технологического расчета

Длина проектируемого нефтепровода, L , км	640
Объем годовой перекачки, Q , млн т/год	70
Плотность нефти, ρ , кг/м ³	837
Вязкость нефти, ν , сСт	8
Разность геодезических отметок, Δz , м	5

Задачей технологического расчета является определение количества НПС, мест их размещения, а также подбора основного и вспомогательного оборудования НПС.

Определим секундную пропускную способность, Q_c :

$$Q_c = \frac{Q \cdot 10^9}{\rho \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{640 \cdot 10^9}{837 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 2,652 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Далее согласно таблице 10 по пропускной способности Q выбираем наружный диаметр нефтепровода D и толщину стенки δ .

Таблица 10

Показатели нефтепроводов

Пропускная способность, млн. т/год	6-8	10-12	14-18	22-26	32-36	42-50	70-78
Наружный диаметр и толщина стенки, мм	529 (4-10)	630 (5-12)	720 (6-14)	820 (7-16)	920 (8-16)	1020 (9-18)	1220 (11-20)

Принимаем наружный диаметр $D = 1220$ мм, толщину стенки $\delta = 12$ мм. Определяем внутренний диаметр нефтепровода $D_{вн}$:

$$D_{вн} = D - 2 \cdot \delta = 1,22 - 2 \cdot 0,012 = 1,196 \text{ м}.$$

Определяем гидравлический уклон участка нефтепровода:

глубина	2,2	2,2	2,5
ширина по дну	1,5	0,85	2,1
по верху (с откосами)	2,58	1,85	3,8
Рабочее оборудование (тип)	навесное		полуприцепное
Базовая машина	T-10M	T-10M	ДЭТ-250M2
Мощность двигателя, кВт	125	125	220
Диапазон скоростей рабочего хода, м/ч	10...300	10...300	12...1210
Транспортные скорости, км/ч	1,5...4,2	1,5...4,2	0,5...5,75
Диаметр ротора по зубьям ковшей, мм	3830	3830	4410

Вывод: Для разработки траншеи под трубопровод диаметром 630 мм необходимо использовать роторный экскаватор ЭТР-223А с глубиной копания 2,2 м, диаметром ротора 3830 м и мощностью 650 м³/ч.

$$i = \frac{Q_c^{2,2} \cdot v_m}{D^{5-m}} \cdot \beta = \frac{2,652^{2,2} \cdot (8 \cdot 10^{-6})^{0,25}}{1,196^{5-0,25}} \cdot 0,0247 \quad \text{м/м.}$$

$$= 0,003094$$

Определим потери напора на участке нефтепровода:

$$H = 1,01 \cdot i \cdot L + \Delta z = 1,01 \cdot 0,003094 \cdot 640 \cdot 1000 + 5 = 2004,81 \text{ м.}$$

Определим напор станции:

$$H_{cm} = 5,5 \cdot 10^6 / (\rho \cdot 9,8) = 5,5 \cdot 10^6 / (837 \cdot 9,8) = 670,52 \text{ м.}$$

Определим число НПС на проектируемом участке нефтепровода:

$$n_{cm} = H/H_{cm} = 2004,81/670,52 = 2,99 \approx 3.$$

После определения количества НПС необходимо выбрать основные и подпорные насосы на НПС.

Пропускная способность нефтепровода в м³/ч составит:

$$Q_c \cdot 60 \cdot 60 = 2,652 \cdot 60 \cdot 60 = 9547,03 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Далее, согласно подсчитанной пропускной способности в м³/ч и таблице 11, выбираем тип основного насоса.

Таблица 11

Технические характеристики центробежных насосов

Тип насоса	Кавитационный запас, м
НМ 1250-260	20
НМ 1800-240	25
НМ 2500-230	32
НМ 3600-230	40
НМ 5000-210	42
НМ 7000-210	52
НМ 10000-210	65

Т. к. пропускная способность нефтепровода – 9 547,03 м³/ч, то для осуществления процесса перекачки выбираем марку насосов НМ 10000-210 с пропускной способностью 10 000 м³/ч. Количество магистральных насосов составит:

$$(H_{cm}-65)/210 = (670,52-65)/210 = 2,88 \approx 3.$$

Поэтому на станции должно быть установлено 3 магистральных насоса НМ 10000-210 и 1 резервный.

Подпорные насосы выбираем исходя из условия обеспечения кавитационного запаса для магистральных насосов.

Таблица 12 – Краткие технические характеристики подпорных насосов

Тип насоса	НПВ 1250-60	НПВ 2500-80	НПВ 3600-90	НПВ 5000-120
Напор при проектном расходе, м	60	80	90	120

Выбираем подпорные насосы марки НПВ 2500-80. Количество подпорных насосов составит $9547,03/2500 = 3,82 \approx 4$.

Подитожив выше сказанное, установим:

- на проектируемом участке нефтепровода необходимо установить 3 НПС;
- на каждой НПС необходимо установить 3 магистральных насоса НМ10000-210, соединенных последовательно, и 1 резервный;
- на каждой НПС необходимо установить 4 подпорных насоса НПВ 2500-80, соединенных параллельно.

Краткие технические характеристики подпорных насосов представлены в таблице 12.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4.

4.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УЧАСТКА ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ .

Осуществить выбор и количество ГПА, необходимых для установки на КС, с целью обеспечения нормального функционирования ЕСГ. Исходные данные для расчета представлены в таблице 13.

Таблица 13

Исходные данные для расчета

Наружный диаметр, м, d_n	1,42
Толщина стенки, мм, δ	12
Начальное давление, Мпа, p_n	7,5
Конечное давление, Мпа, p_k	3,2
Относительная плотность газа, Δ	0,71
Коэффициент сжимаемости газа, z	0,79
Средняя температура, К, T_{cp}	274
Длина участка, км, L	205
Коэффициент гидравлической эффективности, E	0,95
Эквивалентная шероховатость труб, мм, k	0,03
Вязкость газа, мкПа*с, μ	13,5
Начальная пропускная способность, млн м ³ /сут., q	85

Определим внутренний диаметр участка магистрального газопровода, м:

$$d = d_n - 2 \cdot \delta = 1,42 - 2 \cdot 0,012 = 1,396 \text{ м.}$$

Определим число Рейнольдса Re:

$$Re = 17,75 \cdot \frac{q \cdot \Delta}{d \cdot \mu} = 17,75 \cdot \frac{85 \cdot 0,71}{1,396 \cdot 13,5 \cdot 10^{-6}} = 56840311.$$

Определим коэффициент сопротивления трению λ_{mp} :

$$\lambda_{mp} = 0,067 \cdot \frac{158}{Re} + \frac{0,2 \cdot k}{d} = 0,067 \cdot \frac{158}{56840311} + \frac{2 \cdot 0,03}{1396} = 0,009082.$$

Определим коэффициент гидравлического сопротивления λ :

$$\lambda = \frac{1,05 \cdot \lambda_{mp}}{E^2} = \frac{1,05 \cdot 0,009082}{0,95^2} = 0,010566.$$

По результатам расчетов видно, что исходная пропускная способность (85) не соответствует полученной (89,96). Поэтому необходимо полученную пропускную способность принять за исходную и произвести аналогичные расчеты.

Определим число Рейнольдса Re:

$$Re = 17,75 \cdot \frac{q \cdot \Delta}{d \cdot \mu} = 17,75 \cdot \frac{89,96 \cdot 0,71}{1,396 \cdot 13,5 \cdot 10^{-6}} = 60157110.$$

Определим коэффициент сопротивления трению λ_{mp} :

$$\lambda_{mp} = 0,067 \cdot \frac{158}{Re} + \frac{2 \cdot k^{0,2}}{d} = 0,067 \cdot \frac{158}{60157110} + \frac{2 \cdot 0,03_{0,2}}{1396} = 0,009076.$$

Определим коэффициент гидравлического сопротивления λ :

$$\lambda = \frac{1,05 \cdot \lambda_{mp}}{E^2} = \frac{1,05 \cdot 0,009076}{0,95^2} = 0,010559.$$

Определим пропускную способность участка газопровода q :

$$q = 105,087 \cdot d^{2,5} \sqrt{\frac{P_n^2 - P_k^2}{\Delta \cdot \lambda \cdot z \cdot T_{cp} \cdot L}}$$

$$= 105,087 \cdot 1,396^{2,5} \cdot \sqrt{\frac{7,5^2 - 2^2}{0,71 \cdot 0,010559 \cdot 0,79 \cdot 274 \cdot 205}} = 89,99 \text{ млн м}^3/\text{сут.}$$

По результатам расчетов видно, что исходная пропускная способность (89,96) не соответствует полученной (89,99). Поэтому необходимо полученную пропускную способность принять за исходную и произвести аналогичные расчеты.

Определим число Рейнольдса Re:

$$Re = 17,75 \cdot \frac{q \cdot \Delta}{d \cdot \mu} = 17,75 \cdot \frac{89,99 \cdot 0,71}{1,396 \cdot 13,5 \cdot 10^{-6}} = 60177172.$$

Определим коэффициент сопротивления трению λ_{mp} :

$$\lambda_{mp} = 0,067 \cdot \frac{158}{Re} + \frac{2 \cdot k^{0,2}}{d} = 0,067 \cdot \frac{158}{60177172} + \frac{2 \cdot 0,03_{0,2}}{1396} = 0,009076.$$

Определим коэффициент гидравлического сопротивления λ :

$$\lambda = \frac{1,05 \cdot \lambda_{mp}}{E^2} = \frac{1,05 \cdot 0,009076}{0,95^2} = 0,010559.$$

Определим пропускную способность участка газопровода q :

Определим пропускную способность участка газопровода q :

$$q = 105,087 \cdot d^{2,5} \sqrt{\frac{P_n^2 - P_k^2}{\Delta \cdot \lambda \cdot z \cdot T_{cp} \cdot L}}$$

$$= 105,087 \cdot 1,396^{2,5} \cdot \sqrt{\frac{7,5^2 - 2^2}{0,71 \cdot 0,010566 \cdot 0,79 \cdot 274 \cdot 205}} = 89,96 \text{ млн м}^3/\text{сут.}$$

$$q = 105,087 \cdot d^{2,5} \sqrt{\frac{P_n^2 - P_k^2}{\Delta \cdot \lambda \cdot z \cdot T_{\text{ф}} \cdot L}}$$

$$= 105,087 \cdot 1,396^{2,5} \cdot \sqrt{\frac{7,5 - 3,2}{0,71 \cdot 0,010559 \cdot 0,79 \cdot 274 \cdot 205}} = 89,99 \text{ млн м}^3/\text{сут.}$$

По результатам расчетов видно, что исходная пропускная способность (89,99) соответствует полученной (89,99). Следовательно, пропускная способность участка газопровода (производительность КС) составит 89,99 млн м³/сут.

Далее произведем расчет количества ГПА для условия неполнонапорных и полнонапорных нагнетателей.

а) КС оснащена агрегатами ГТК-10-4 с нагнетателем 370-18-1 с коммерческой производительностью 30 млн м³/сут. (нагнетатель *неполнонапорный*, степень сжатия составляет 1,23).

Число групп рабочих ГПА составит: 89,99/30 = 3.

То есть на КС будет установлено 3 группы рабочих ГПА или 6 ГПА. Опираясь на таблицу 13, заметим, что при 6 рабочих ГПА с не полнонапорными нагнетателями необходима установка еще 2 резервных ГПА. Таким образом, на КС необходимо установить 8 агрегатов ГТК-10-4 с нагнетателем 370-18-1.

б) КС оснащена агрегатами ГТН-16М-1 с нагнетателем Н-16-76-1,44 с коммерческой производительностью 31 млн м³/сут. (нагнетатель *полнонапорный*, степень сжатия составляет 1,44).

Число рабочих ГПА составит: 89,99/31 = 3.

То есть на КС будет установлено 3 рабочих ГПА. Опираясь на таблицу 14, заметим, что при 3 рабочих ГПА с полнонапорными нагнетателями необходима установка еще 1 резервного ГПА. Таким образом, на КС необходимо установить 4 агрегата ГТН-16М-1 с нагнетателем Н-16-76-1,44.

Таблица 14

Определение количества резервных ГПА

Неполнонапорные нагнетатели		Полнонапорные нагнетатели	
Рабочие	Резервные	Рабочие	Резервные
2	1	2	2*
4	2	3	2*
6	2	4	2*
		5	2
		6	2

Для вариантов оснащения КС, отмеченных звездочкой, допускается сокращать число резервных ГПА на единицу, прежде всего в компрессорных цехах второй и последующих очередей многоточечных газопроводов, если вариант сокращенного резервирования обоснован технико-экономически.

В состав работ входят: центровка стыка и установка зазора; предварительный подогрев кромок стыков секций; сварка корневого слоя шва и второго.

3 этап – сварка заполняющего и облицовочного слоев шва.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5.

СВАРОЧНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ.

Сварочно-монтажные работы в значительной степени определяют конечное качество сооружения, его эксплуатационную надежность. Во всех странах мира, в т. ч. и в России, применяется двухстадийная схема выполнения сварочных работ:

- на первой стадии отдельные трубы с заводской изоляцией, длиной до 12 м и менее на полустационарных трубосварочных базах сваривают с поворотом в секции до 48 м;

- на второй из этих вывезенных на трассу длинномерных секций сваривается непрерывная нитка трубопровода.

Разнообразие условий строительства трубопроводных систем определяет применение различных методов сварки в их сочетании. Поэтому, наряду с дуговыми методами сварки, успешно развивается и электроконтактная сварка, используемая в промышленных масштабах.

Сборка и сварка труб на трубосварочной базе охватывает комплекс работ, в который входят следующие трудовые процессы:

- подготовка и обработка концов труб для автоматической сварки;
- сборка и двухсторонняя автоматическая сварка под флюсом трубных секций. Сборка и сварка секций на трассе выполняется, как правило, поточно-совмещенным методом и охватывает комплекс работ, в который входят следующие трудовые процессы:
- подготовка стыков секций труб к сборке и сварке;
- сборка и сварка корневого шва;
- сварка второго слоя шва;
- сварка заполняющего и облицовочного слоев шва.

Сварка секций труб на трассе поточно-совмещенным методом осуществляется в три технологических этапа:

1 этап – подготовка стыков секций труб сборке и сварке.

В состав работ входят: правка или обрезка дефектных кромок стыков; очистка внутренней полости секций; зачистка кромок стыков; выкладка секций труб вдоль трассы для центровки.

2 этап – сварка первого (корневого) и второго слоя шва.

безопасности не менее 0,5 м;

h_3 – высота монтируемого элемента или блока в положении подъема (с учетом выступающих внизу монтажных приспособлений);

h_{mn} – высота такелажного приспособления (от верха монтируемого элемента до центра крюка крана).

Потребный наибольший вылет крюка (или грузового полиспада) определяется из выражения (рис. 3):

$$L_{кр} = B + B,$$

где B – расстояние от оси поворота крана до ближайшей к крюку грани

(здания) сооружения;

B – расстояние от наружной грани стены до вертикали, проходящей через центр тяжести наиболее удаленных от крюка элементов (здания) сооружения.

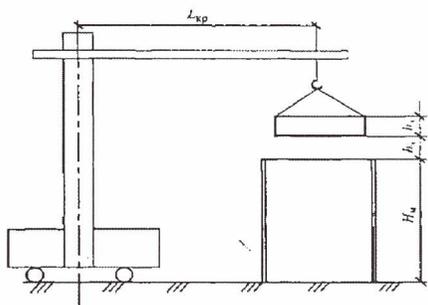


Рис.3. – Определение минимальной высоты подъема крюка.

ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ КРАНОВ И МОНТАЖНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ.

Подбор строительного-монтажного крана по их параметрическому соответствию монтируемым конструкциям является одной из задач проектирования строительного-монтажных работ и управления строительством.

Рациональное использование кранов возможно только при правильном их выборе для монтажа конкретных объектов. Задача сводится к установлению наибольшего соответствия технических показателей грузоподъемных машин объемно-планировочным и конструктивным решениям возводимых зданий и сооружений. Непосредственному выбору предшествует определение организационных методов монтажа, характеризующих направление и последовательность установки конструкций. При этом выясняются возможные места расположения и схемы движения кранов.

Выбор типа крана выполняют с учетом его параметров и монтажной характеристики объекта строительства.

Требуемую грузоподъемность крана определяют из выражения:

$$Q_{сп} = Q + q_{mn} + q_y + q_{мн},$$

где Q – масса монтируемого элемента или укрупненного блока;

q_{mn} – масса такелажного приспособления (стропы, траверсы, захваты и т. п.);

q_y – масса конструкции временного усиления элемента;

$q_{мн}$ – масса монтажных приспособлений, закрепленных на элементе.

Необходимая минимальная высота подъема крюка (рис. 3):

$$H_{кр} = H_m + h_3 + h_2 + h_{mn},$$

где H_m – высота от уровня стоянки крана до опоры сборного элемента на верхнем монтажном горизонте;

h_3 – запас по высоте, необходимый для установки элемента и проноса над ранее смонтированными конструкциями, принимаемый в соответствии с правилами техники

При определении потребного вылета крюка стрелового крана (рис. 4) в масштабе вычерчивают контуры монтируемого сооружения от расположения поднимаемых элементов и ось стрелы крана, которая должна пройти через две точки: E – расположенную на расстоянии 1 м от крайней точки сооружения по вертикали и горизонтали; A – расположенную на высоте H :

$$H = H_k + h_n,$$

где $h_n = 1,5$ м – высота центра крюка крана до оси оголовка стрелы.

Для кранов с поворотной башней и нижним расположением противовеса

$$L_{кр} = B + r_{пл} + \delta,$$

где $r_{пл}$ – радиус габарита поворотной платформы;

δ – расстояние между гранью здания и поворотной платформой, принимаемое не менее 1 м.

Соответственно, для кранов с неповоротной башней и верхним расположением противовеса (рис. 4)

$$L_{кр} = B + r_{пр} + \delta,$$

где $r_{пр}$ – радиус габарита противовеса.

Однако одного определения наибольшего вылета крюка или грузового полиспаста крана недостаточно для окончательного выбора марки крана, так как при этом краны могут различаться грузоподъемностью, а разнообразные по массе элементы здания (сооружения) могут находиться на разных расстояниях от оси вращения крана. Поэтому надо дополнительно знать вылеты крюка или грузового полиспаста, потребные для монтажа элементов различной массы Q_i , удаленных от оси вращения крана на различные расстояния, и по графикам грузоподъемности кранов проверить, отвечает ли подобный кран условиям монтажа всех элементов.

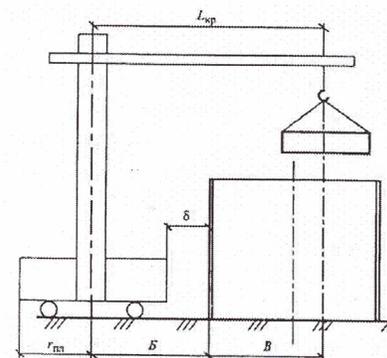


Рис. 4. – Определение наибольшего вылета крюка.

на следующий. При этом методе общая продолжительность строительства комплекса зданий равна произведению продолжительности строительства одного дома на их число, но при этом так же, как и при возведении отдельного здания, требуется относительно малая численность рабочих, задействованных длительное время на одном месте.

Параллельный метод предусматривает одновременное выполнение ряда работ на отдельном здании или возведение нескольких однотипных зданий. На каждом из рассматриваемых объектов будет работать самостоятельная бригада. В идеале все бригады одновременно приступят к работе и в одно время закончат возведение зданий. При параллельном методе общая продолжительность возведения отдельного здания равна времени выполнения всех работ, но при этом в m раз (количество таких работ и бригад рабочих) возрастает потребность в рабочих для одновременной работы. Аналогичная схема привлечения людских ресурсов и продолжительности строительства будет при параллельном методе возведения комплекса однотипных зданий.

Поточный метод строительства сочетает в себе достоинства последовательного и параллельного методов и исключает их недостатки. При этом методе общая продолжительность строительства будет значительно меньше, чем при последовательном методе, но и интенсивность использования рабочих окажется меньше, чем при параллельном методе.

Проиллюстрируем указанные методы строительства соответствующими расчетами и диаграммами на примере возведения пяти одинаковых коттеджей. Трудоемкость возведения каждого $q = 300$ чел.-дн., бригада состоит из $n = 10$ чел., продолжительность строительства дома (работы на отдельной захватке) составит $t = 30$ раб. дн., N – максимальная ежедневная потребность в рабочих.

На рисунке 5 представлен календарный график работ при последовательном методе возведения зданий. Продолжительность работ $T = mt = 5 \cdot 30 = 150$ дн. Людские ресурсы (потребность в рабочих) $n = N$ (ежедневно по 10 чел.). Общая трудоёмкость работ $Q = Tn = 150 \cdot 10 = 1500$ чел.-дн.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СТОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ.

В соответствии с увязкой строительных процессов или комплексов строительно-монтажных работ строительство может быть осуществлено по одному из трех существующих методов: последовательному, параллельному и поточному.

Последовательный метод предусматривает возведение каждого следующего здания после окончания предыдущего. Общая продолжительность строительства равна времени строительства одного дома, умноженному на их количество, для производства работ требуется относительно малое количество рабочих.

Параллельный метод предполагает одновременную постройку всех зданий. Общая продолжительность строительства всех зданий равна продолжительности возведения одного здания, но при этом в m раз (m – количество строящихся зданий) возрастает потребность в рабочих для одновременной работы.

Поточный метод сочетает достоинства вышеописанных и исключает недостатки. При поточном методе продолжительности строительства будет меньше, чем при последовательном, но интенсивность потребления ресурсов окажется меньше, чем при параллельном методе. Специфика метода в том, что возведение здания разбивается на несколько составляющих циклов, имеющих одинаковую продолжительность работ, которые могут выполняться в разное время на каждом здании, что позволит последовательно осуществлять однородные процессы и параллельно разнородные.

Последовательный метод предусматривает, что при возведении отдельного здания бригада рабочих выполняет каждую следующую работу только после окончания предыдущей. Следовательно, общая продолжительность строительства здания равна сумме продолжительностей производства отдельных видов работ, т. е. в данном случае потребуется незначительная численность персонала, работающего на одном объекте. В случае, когда ряд однотипных зданий будут строить одно за другим, каждое следующее здание – только после окончания предыдущего, то единая бригада рабочих будет возводить эти здания последовательно, переходя с одного завершенного объекта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов, А. Ю. Организация строительства. Календарное и сетевое планирование : учебное пособие / А. Ю. Михайлов. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0495-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167781> – Режим доступа: по подписке.
2. Сокова, С. Д. Основы технологии и организации строительно-монтажных работ : учебник / С.Д. Сокова. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 208 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005552-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1069407> – Режим доступа: по подписке.

Циклы работ	Продолжительность (время) работ, дни						
	9	18	27	36	45	54	63
Подземная часть							
Надземная часть							
Отделка здания							

Рис. 9. – Календарный график по видам выполняемых работ при поточном методе.

Общая продолжительность работ $T = 63$ дн. Общая трудоемкость

$$Q = 10 \cdot 9 \cdot 2 + 20 \cdot 9 \cdot 2 + 30 \cdot 9 \cdot 3 = 1350 \text{ чел.-дн.}$$

Потребность в рабочих $N_{\max} = 30$ чел. в день, средняя потребность

$$N_{cp} = 1350/63 = 21 \text{ чел.}$$

График работы бригад по видам выполненных работ при поточном методе показан на рисунке 9.

Сравнение методов производства работ представлено в таб. 15.

Таблица 15

Сравнение различных методов производства работ

Методы	Продолжительность работ, дни	Максимальная численность рабочих	Число комплексных бригад	Общая трудоемкость, чел.-дн.
Последовательный	150	10	1	1500
Параллельный	30	50	5	1500
Поточный	63	30	3 (специализированные)	1350

Специализация бригад при поточном методе строительства позволяет максимально механизировать труд, обеспечить лучшую организацию, иметь более высокую производительность труда. Сокращение сроков достигается и за счет последовательного выполнения однородных работ при параллельном выполнении разнородных.

Поточный метод является основным при строительстве зданий и сооружений, так как при его использовании обеспечивается непрерывность и равномерность выполнения строительно-монтажных работ.