

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Московский Государственный Строительный Университет

Институт Энергетического Водохозяйственного и Природоохранного
Строительства

Факультет Водоснабжения и Водоотведения

Кафедра Водоотведения

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДОВ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Методические указания к выполнению курсового проекта
по технологии и механизации строительного производства
для студентов заочного контрактного обучения
по специальности 2908.01

Москва.

2008.

Составитель доц., к.т.н. Комаров А.С.

Рецензент

1. ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Целью выполнения курсового проекта является закрепление теоретических знаний и приобретение навыка проектирования рациональной технологии и организации работ по прокладке трубопроводов водоснабжения и водоотведения. При выполнении проекта студент должен руководствоваться требованиями законодательных и нормативных документов.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

При выполнении курсового проекта необходимо:

- изучить характеристики и конструктивные особенности заданного сооружения, характеристику грунтовых, гидрогеологических и климатических условий на площадке строительства;
- определить номенклатуру и объемы строительно-монтажных работ;
- обосновать методы производства основных работ;
- подобрать необходимые строительные и транспортные машины;
- определить затраты труда и машинного времени;
- составить календарный план-график производства работ;
- разработать стройгенплан объекта;
- определить Техничко-Экономические Показатели строительства.

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Самотечный напорный трубопровод *водоснабжения водоотведения* прокладывается по улице (См. генплан города М 1:10000).

Диаметр трубопровода $d =$ мм

Материал труб – *чугун, железобетон, пластмасса, сталь.*

Уклон самотечных трубопроводов определяется как $1/d$

Напорные трубопроводы водоснабжения и водоотведения прокладываются параллельно поверхности земли.

Глубина заложения напорных трубопроводов зависит от глубины промерзания грунтов в данном регионе .

Диаметр трубопроводов боковых подсоединений: *150 мм, 200 мм, 250 мм.*

4. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОЕКТА.

Студент делает выкопировку заданной улицы с прилегающими к ней канализуемыми кварталами. Намечает узловыe, поворотныe и линейныe колодцы на заданном трубопроводе. Строит продольный профиль трубопровода ($M_{гор} 1:10000$ $M_{верт} 1:100$). Отметкы поверхности земли даны на генплане города.

Для самотечных водоотводящих трубопроводов начальная глубина заложения $h_{нач}$ определяется по формуле 1.

$$h_{нач} = h_{пром} - 0.3 + i l + (Z_1 - Z_2) + (d_1 - d_2) \quad (1)$$

где $h_{пром}$ - глубина промерзания грунта;

i - уклон трубопровода дворовой сети ($d_1 = 150$ мм);

l - длина трубопровода дворовой сети;

Z_1 – отметка поверхности земли 1 колодца дворового трубопровода;

Z_2 - отметка поверхности земли колодца на уличной сети;

d_1 - диаметр дворового трубопровода;

d_2 - диаметр трубопровода уличной сети.

Для напорных водопроводных трубопроводов начальная глубина заложения $h_{нач}$ определяется по формуле 2.

$$h_{нач} = h_{пром} + 0.3 \text{ м} \quad (2)$$

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РАБОТ.

При строительстве водоотводящих или водопроводных трубопроводов могут выполняться следующие работы:

- постановка и снятие свай шпунтового ограждения;
- разработка траншей экскаватором с грейферным ковшом;
- разработка траншей экскаватором обратная лопата;
- разработка грунта многоковшовым экскаватором;
- постановка и снятие инвентарных креплений;
- подчистка дна траншеи и отрывка приямков;
- укладка труб;
- монтаж сборных железобетонных колодцев;
- монтаж узлов в колодцах и камерах;
- присыпка трубопроводов;
- предварительные гидравлические испытания;
- засыпка траншей с послойным уплотнением грунта;
- окончательные гидравлические испытания;
- окончательная планировка с восстановлением покрытия.

Объёмы работ определяют в натуральных показателях и заносят в форму 1

Сводная ведомость строительно-монтажных работ

Форма 1.

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во единиц
1	Срезка растительного грунта	1000 м ²	
2	Отрывка траншей с откосами экскаватором обратная лопата $Q_k = 0.5 \text{ м}^3$	100 м ³	
3	Подчистка дна траншеи и отрывка приямков вручную	м ³	
4			
5			

Для расчета объёмов земляных работ определяются размеры траншеи: поперечное сечение и длина по расчетным участкам. Размер траншеи по дну определяется по СНиП в зависимости от диаметра трубы, способа укладки и материала труб. Размер траншеи по верху определяется в

зависимости от крутизны откосов стенок (траншеи с вертикальными стенками или с откосами).

Ширина траншеи по дну для траншей с вертикальными стенками определяется по ширине режущей кромки рабочего органа землеройной машины. Ширина по наружной режущей кромке ковша одноковшового экскаватора определяется из соотношения

$$b_k = 1,2\sqrt[3]{q}, \quad (3)$$

где, q – вместимость ковша выбранного экскаватора, м³.

При устройстве шпунтового ограждения отрывка траншеи производится экскаватором с грейферным ковшом. В этом случае ширина траншеи определяется с учетом раскрытия грейферного ковша

$$B_m = 2,5 q_k + 0,3 \text{ м} \quad (4)$$

где 0,3 м - зазор для свободного опускания грейферного ковша в траншею со шпунтом.

Размеры выемок, принимаемые в проекте, должны обеспечивать размещение конструкций и механизированное производство работ по забивке свай, монтажу фундаментов, устройству изоляции, водопонижению и водоотливу и других работ, выполняемых в выемке, а также возможность перемещения людей в пазухе согласно п. 3.2. Размеры выемок по дну в натуре должны быть не менее установленных проектом.

При необходимости передвижения людей в пазухе расстояние между поверхностью откоса и боковой поверхностью возводимого в выемке сооружения (кроме искусственных оснований трубопроводов, коллекторов и т. п.) должно быть в свету не менее 0,6 м.

Минимальная ширина траншей должна приниматься в проекте наибольшей из величин, удовлетворяющих следующим требованиям:

под ленточные фундаменты и другие подземные конструкции — должна включать ширину конструкции с учетом опалубки, толщины изоляции и креплений с добавлением 0,2 м с каждой стороны;

под трубопроводы, кроме магистральных, с откосами 1:0,5 и круче — по табл. 2;

под трубопроводы, кроме магистральных, с откосами положе 1:0,5 — не менее наружного диаметра трубы с добавлением 0,5 м при укладке отдельными трубами и 0,3 м при укладке плетями;

под трубопроводы на участках кривых вставок — не менее двукратной ширины траншеи на прямолинейных участках;

при устройстве искусственных оснований под трубопроводы, кроме грунтовых подсыпок, коллекторы и подземные каналы — не менее ширины основания с добавлением 0,2 м с каждой стороны;

разрабатываемых одноковшовыми экскаваторами — не менее ширины режущей кромки ковша с добавлением 0,15 м в песках и супесях, 0,1 м в глинистых грунтах, 0,4 м в разрыхленных скальных и мерзлых грунтах;

разрабатываемых траншейными экскаваторами — не менее номинальной ширины копания.

Таблица 1

Способ укладки трубопроводов	Ширина траншей, м, без учета креплений при стыковом соединении		
	сварном	раструбном	муфтовом, фланцевом, и раструбном для керамических труб
1. Плетями или отдельными секциями при наружном диаметре труб, D , м: до 0,7 включительно	$D + 0,3$, но не менее 0,7	—	—
свыше 0,7	$1,5D$	—	—
2. То же на участках, разрабатываемых траншейными экскаваторами под трубопроводы диаметром до 219 мм, укладываемые без спуска людей в траншеи (узкотраншейный метод)	$D + 0,2$	—	—
3. То же на участках трубопровода, пригружаемого железобетонными пригрузами или анкерными устройствами	$2,2D$	—	—
4. То же на участках трубопровода, пригружаемого с помощью нетканых синтетических материалов	$1,5D$	—	—
5. Отдельными трубами при наружном диаметре труб D , м, включительно			
до 0,5	$D + 0,5$	$D + 0,6$	$D + 0,8$
от 0,5 до 1,6	$D + 0,8$	$D + 1,0$	$D + 1,2$
„ 1,6 „ 3,5	$D + 1,4$	$D + 1,4$	$D + 1,4$

Примечания: 1. Ширина траншей для трубопроводов диаметром свыше 3,5 м устанавливается в проекте исходя из технологии устройства основания, монтажа, изоляции и заделки стыков.

2. При параллельной укладке нескольких трубопроводов в одной траншее расстояния от крайних труб до стенок траншей определяются требованиями **вставка1** **вставка2**

Крутизну откосов в траншеях с откосами определяют в соответствии с таблицами 3, 4 с учетом вида грунта и глубины траншеи.

Обеспечение устойчивости земляных сооружений является важнейшим требованием, предъявляемым к ним. Чтобы ее обеспечить, земляные сооружения возводят с откосами необходимой крутизны. Крутизна откоса выемки или насыпи зависит главным образом от угла естественного откоса грунта. Ее принимают в зависимости от глубины выемки или высоты насыпи, свойств грунта, их влажности, характера сооружения (постоянные или временные) и других факторов. Наибольшая допустимая крутизна откосов котлованов и траншей глубиной до 5 м, отрываемых в нескальных грунтах выше уровня грунтовых вод или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, регламентируется СНиП.

При напластовании различных видов грунтов (кроме растительного) крутизну откоса для всех пластов назначают по более слабому грунту (с меньшей крутизной).

Для отрывки выемок глубиной более 5 м крутизна откоса устанавливается по расчету исходя из значений угла внутреннего трения (φ) и удельного сцепления грунта (c) с учетом нагрузки на берме откоса.

Наибольшая крутизна откосов

Таблица 2

Грунт	Угол между направлением откоса и горизонталью, град.	Крутизна откоса	Угол между направлением откоса и горизонталью, град.	Крутизна откоса	Угол между направлением откоса и горизонталью, град.	Крутизна откоса
	При глубине выемки, м, до					
	1,5		3		5	
Насыпной	56	1:0,67	45	1:1	38	1:1,25
Песчаный и гравийный влажный (ненасыщенный)	63	1:0,5	45	1:1	45	1:1
Глинистый:	76	1:0,25	56	1:0,67	50	1:0,85
супесь	90	1:0	63	1:0,5	53	1:0,75
суглинок	90	1:0	76	1:0,25	63	1:0,5
Глина	90	1:0	63	1:0,5	63	1:0,5
Лесс и лессовидный сухой						
Моренный:	76	1:0,25	60	1:0,57	53	1:0,75
песчаный, супесчаный суглинистый	78	1:0,2	63	1:0,5	57	1:0,65

При необходимости отрывки выемок ниже уровня грунтовых вод (УГВ), где будут обводненные грунты, крутизну их откосов принимают по табл. 3.

Расчетная максимально допустимая крутизна откосов

Таблица 3

Группа грунта	Грунт	При глубине выемки, м			
		5 ... 6	6 ... 8	8 ... 10	10 ... 14
I	Песок (влажный ненасыщенный)	1:1,25	1:1,5	1:1,75	1:2
I, II	Супесь	1:1	1:1,25	1:1,5	1:1,75

III, IV	Суглинок				
	Тяжелый суглинок, глина	1:0,85 1:0,75	1:1 1:1	1:1,25 1:1,25	1:1,5 1:1,5

Допустимая крутизна откосов в обводненных грунтах

Таблица 4

Грунт	При глубине выемки, м	
	до 2	более 2
Песок:		
мелкозернистый	1:1,5	1:2
средне- и крупно- зернистый	1:1,25	1:1,5
Суглинок	1:0,67	1:1,25
Гравелистый и галечниковый (гравия и гальки свыше 40%)	1:0,75	1:1
Глина	1:0,5	1:0,75
Разрыхленный скальный	1:0,25	1:0,25

Однако не всегда имеется возможность отрывки траншей с наклонными откосами необходимой крутизны, чтобы обеспечить их устойчивость. Такое в частности может быть при отрывке выемок в стесненных условиях городской застройки и тогда приходится их отрывать с вертикальными откосами.

Для предотвращения обрушения вертикальных стенок необходимо устраивать их временное крепление. При этом необходимо иметь в виду, что без креплений вертикальных стенок траншей и котлованов, расположенных выше УГВ, допускается при глубине их не более, м:

в песчаных и крупнообломочных грунтах	1
в супесях	1,25
в суглинках и глинах (кроме очень прочных)	1,5
в очень прочных суглинках и глинах	2

Крепление вертикальных стенок обязательно при устройстве выемок в стесненных производственных условиях, отрывке глубоких котлованов и в сильно водонасыщенных грунтах.

Принятую по данной таблице ширину траншеи по дну ($B_{тр}$), если ее предполагается разрабатывать одноковшовым экскаватором, необходимо

проверить на ширину ковша принятого экскаватора, которая в зависимости от его вместимости, м³ может быть определена по формуле 3.

При этом надо иметь в виду, что при разработке траншей одноковшовыми экскаваторами их ширина должна быть не меньше ширины режущей кромки ковша экскаватора с добавлением в песчаных грунтах и супесях 0,15 м, в глинах и суглинках 0,10 м.

Если получится, что ширина траншеи меньше величины b_k с добавлением этих запасов, то необходимо либо принимать экскаватор с меньшей шириной ковша или увеличивать проектную ширину траншеи, что повлечет за собой увеличение объемов земляных работ.

Ширина траншей по дну при диаметре труб свыше 3,5 м, а также на кривых участках трассы устанавливается проектом. Ширина траншей с откосами по дну принимается равной $D + 0,5$ м при укладке трубопроводов из отдельных труб и $D + 0,3$ м – при укладке плетями. При устройстве креплений ширину траншеи увеличивают на их толщину. Если в траншеях с вертикальными стенками необходима работа людей, то наименьшее расстояние в свету между поверхностью трубопровода (коллектора) и стенками должно быть не менее 0,7 м. Ширина траншеи поверху определяется крутизной ее откосов. Глубина траншеи зависит от глубины заложения труб, которая во всех случаях должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунта. Продольный уклон траншеи устанавливается проектом в зависимости от назначения трубопровода. Для заделки стыковых соединений труб в траншеях отрывают приямки необходимых размеров, указанных в СНиПе.

Объем траншеи определяют как произведение полусуммы поперечных сечений в начале и конце расчетных участков на длину расчетного участка за вычетом длины котлованов под колодцы. Подчистка дна траншеи до проектной отметки производится вручную (для песчаных и супесчаных грунтов). При прокладке трубопроводов в глинистых или неустойчивых грунтах устраивается искусственное основание под трубопровод. Объем грунта приямков для устройства стыкового соединения труб определяют в зависимости от диаметра и материала труб, а также от типа стыковых соединений.

В местах установки колодцев траншея с вертикальными стенками расширяется и углубляется на 0,7 м в каждую сторону по отношению к габаритам как прямоугольного, так и круглого колодца, а при траншеях с откосами на 0,3 м.

Днище котлованов для водоотводящих колодцев устраивается ниже дна траншеи на 0,4 м, для водопроводных – при диаметре трубопровода до 400 мм – на 0,5 м, а более 400 – на 0,6. Общий объем котлованов для всех колодцев допускается определять как объем колодца среднего диаметра, умноженный на их количество.

Внутренние диаметры унифицированных канализационных и водопроводных смотровых колодцев приведены в таблице 5 и 6.

Внутренние диаметры унифицированных канализационных колодцев в зависимости от назначения.

Таблица 5

Диаметр трубопровода мм	Диаметр линейного колодца, м	Диаметр поворотного колодца, м	Диаметр колодца с присоединением, м	Диаметр присоединяемой трубы, мм
1	2	3	4	5
300	1.0	1.0 - 1.2	1.2	200
400	1.0	1.0 – 1.5	1.2	200
500	1.2	1.2 – 1.5	1.2	300
600	1.2	1.2 – 1.5	1.5	300
700	1.5	1.5 – 2.0	1.5	300
800	1.5	1.5 – 2.0	1.5	300
900	1.5	1.5 – 2.0	1.5	400
1000	2.0	2.0	2.0	400
1200	2.0	2.0	2.0	400

Внутренние диаметры унифицированных водопроводных колодцев в зависимости от арматуры

Таблица 6

Диаметр трубопровода мм	Диаметр колодца с 1 пожарным гидрантом, м	Диаметр колодца с 1 ответвлением, м	Диаметр колодца с 2 ответвлениями, м	Диаметр ответвлений мм
1	2	3	4	5
200	1.25	1.75	2.0	100; 200
300	1.25	1.75	2.25	150; 200
400	1.25	2.0; 2.25	2.25; 2.5	150; 300
500	1.25	2.5; 2.75	3.0; 3.25	300; 500

Объем работ по зачистке недобора по дну котлована равен

$$V_{з.к} = B_k L_k h_n, \quad (5)$$

где B_k, L_k - ширина и длина котлована понизу, м; h_n - толщина недобора, м.

Толщину недобора при отрывке котлованов одноковшовыми экскаваторами определяют в зависимости от вида рабочего оборудования экскаватора и вместимости его ковша по таблице 7.

Допустимые недоборы грунта по дну котлованов и траншей

Таблица 7

Рабочее оборудование экскаватора	Допустимые недоборы грунта (h_n), см при отрывке одноковшовым экскаватором с емкостью ковша, м ³				
	0,25 – 0,4	0,5 – 0,65	0,8 – 1,25	1,5 – 2,5	3 - 5
Прямая лопата	5	10	10	15	20
Обратная лопата	10	15	20	-	-
Драглайн	15	20	25	30	30

Для определения объемов траншей строится продольный профиль по

расчетным участкам между колодцами с одинаковыми уклонами и подсчитывают объемы грунта для каждого из них и суммируют.

Объем траншеи с вертикальными стенками

$$V_{\text{тр}} = B_{\text{тр}} (H_1 + H_2) L / 2 \quad (6)$$

$$V_{\text{тр}} = (F_1 + F_2) L / 2, \quad (7)$$

где $B_{\text{тр}}$ - ширина траншеи;

H_1 и H_2 – глубина ее в двух крайних поперечных сечениях;

F_1 и F_2 - площади этих сечений;

L – расстояние между сечениями.

Объем траншеи с откосами можно определить по вышеприведенной формуле 7, при этом площади поперечного сечения определяются

$$F_{1,2} = (B_{\text{тр}} + mH_{1,2}) H_{1,2} \quad (8)$$

Более точно объем траншеи с откосами можно определить по формуле Винклера

$$V_{\text{тр}} = \left[\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m(H_1 - H_2)^2}{6} \right] L \quad (9)$$

Для определения объема траншей, предназначенных для совмещенной прокладки сетей, площадь их поперечного сечения вычисляют как сумму площадей траншеи полного сечения для трубопровода глубокого заложения и дополнительной траншеи для трубопроводов меньшего заложения с основанием $B_{\text{тр}1}$, равным $B_{\text{тр}1} = D_n + 2 \cdot 0,2$ м (где D_n – наружный диаметр трубопровода).

Подсчет объема земляных работ по трассе трубопровода производят по расчетным участкам при этом целесообразно использовать так называемый табличный метод подсчета земляных работ. Определяем ширину траншеи по дну ($B_{тр}$) на расчетных участках между колодцами. Определив глубину траншеи ($H_{ср}$) на каждом участке по продольному профилю трубопровода, по таблице 2 находим коэффициенты крутизны откосов (поперечных сечений на каждом из них m), в зависимости от вида залегающих грунтов, их влажности и глубины выемки записывают в таблицу полученные данные (табл. 8).

Таблица подсчета объемов земляных работ при разработке траншей с наклонными откосами

Таблица 8

Расчетные участки	$B_{тр1}$, м	H , м	m	F , м ²	$\frac{F_1 + F_2}{2}$	ℓ_i , м	$V_{тр_i}$
1	2	3	4	5	6	7	8
0 - 1	1	2,0	1	6	7,7	100	770
1 - 2	1	2,6	1	9,4	14,6	100	1460
2 - 3	1	3,6	1,25	19,8	14,6	100	1460
3 - 4	1	2,6	1	9,4	7,7	100	770
4 - 5	1	2,0	1	6			
						$\Sigma=400$	$\Sigma V_{тр_i} = 4360$

Объем земляных работ на каждом участке в графе 8 определяют путем умножения данных графы 6 на данные графы 7 и затем их суммируют.

При отрыве траншей экскаваторами у дна их также оставляют необходимый недобор грунта, который в основном зачищают вручную. Кроме этого на дне траншей устраивают приямки, облегчающие работы по заделке стыков труб. Приямки также чаще всего отрывают вручную.

Объем земляных работ по зачистке дна траншеи определяют по формуле

$$V_{з.т} = B_{тр} L h_n, \quad (10)$$

где $B_{тр}$ - ширина траншеи по дну, м;

L - общая длина траншеи, м;

h_n - толщина недобора (см. табл. 7).

Объем работ по устройству приямков на дне траншеи равен

$$V_n = abcL/\ell, \quad (11)$$

где a, b, c – размеры приямков, м (принимаются по СНиП);

L – протяженность трубопровода, м;

ℓ – длина трубы или трубной секции, м.

Несущая способность труб в значительной мере зависит от характера опирания их на основание. Так, например, трубы, уложенные в грунтовое ложе с углом охвата 120° , выдерживают нагрузку на 30 –40% большую, чем трубы, уложенные на плоское основание. Поэтому на дне траншеи перед укладкой труб целесообразно вручную или механизированным способом устраивать, т.е. нарезать углубление (ложе) с углом охвата труб до 120° .

Объем грунта по срезке растительного слоя на трассе трубопровода определяется по формуле

$$V_c = V_c^T + V_c^P, \quad (12)$$

где V_c^T – объем работ по срезке растительного слоя в пределах траншеи, м^3 ; V_c^P – то же, в пределах рабочей зоны, м^3 .

Объем грунта, разрабатываемого экскаватором, определяется по формуле

$$V_э = V_{\text{тр}} - (V_c^T - V_з). \quad (13)$$

Объем грунта, необходимый для частичной засыпки труб и обратной засыпки траншеи (V_0) с учетом коэффициента остаточного разрыхления ($K_{\text{ор}}$) определяется по формуле

$$V_0 = \frac{(V_{\text{тр}} - V_{\text{т}})100}{100 + K_{\text{ор}}}, \quad (14)$$

где $K_{\text{ор}}$ определяется по ЕНиР Сб. Е2, прил. 2; $V_{\text{т}}$ – объем грунта, вытесняемый трубопроводом и вывозимый за пределы площадки

$$V_{\text{т}} = 1,05 \frac{\pi D_n^2}{4} L, \quad (15)$$

где D_n , L – наружный диаметр и общая длина трубопровода, м; 1,05 – коэффициент увеличения объема вытесняемого грунта за счет раструбов (учитывается при прокладке раструбных труб).

Укладка труб.

Работы при прокладке трубопроводов обычно осуществляют в несколько этапов, выполняемых последовательно. Это – проверка качества

труб, опускание их в траншею, центрирование и укладка их по заданному направлению и уклону, закрепление труб на месте, заделка стыков с проверкой их качества, испытание и приемка.

Проверка качества труб выполняется дважды – на заводе-изготовителе и непосредственно на трассе, перед их укладкой в траншею. На заводе качество труб проверяют по установленной методике, иногда с испытанием их на стенде. На трассе практически все поступающие трубы подлежат осмотру и проверке их качества. Это крайне необходимо, потому что, если при монтаже трубопровода, особенно напорного, будут использованы хотя бы несколько или даже одна некачественная труба, в месте их укладки произойдут разрывы и аварии. Устранить их часто бывает очень трудно, так как это потребует остановки эксплуатации водовода и разрытия траншей.

При авариях на водоводах из раструбных чугунных или железобетонных труб замена некачественной трубы очень затруднительна. В таких случаях некачественную трубу, если невозможно исправить ее дефекты в траншее, приходится разрушать (что также нелегко) и удалять, а на ее место укладывать «вставку», чаще всего из стальной трубы, ибо уложить такую же раструбную трубу практически невозможно. Таким образом, удастся исправить недостаток и включить в работу трубопровод, однако такая «вставка», всегда будет слабым местом из-за быстрой коррозии стальной трубы.

На трассе поступающие трубы принимают по документам (сертификатам, паспортам) заводов-изготовителей, подтверждающих их качество. Однако в трубах могут возникнуть дефекты вследствие неправильной их погрузки, перевозки и разгрузки. Поэтому перед укладкой труб в траншею их тщательно осматривают, проверяют фактическое их качество и, при обнаружении серьезных и неисправных дефектов, отбраковывают.

Не допускается укладывать трубы с трещинами, отколами кромок и раструбов, большими отклонениями их окружности, т.е. с овальностью, и другими серьезными дефектами. Поверхность используемых для устройства стыков труб резиновых манжет и колец должна быть гладкой, без трещин, пузырей, посторонних включений и дефектов, снижающих их эксплуатационные свойства.

Опускание труб в траншею ведется в большинстве случаев при помощи кранов, а также специальных грузозахватных приспособлений, выбор производится по весу трубы (или звена труб) и строповочного приспособления, по вылету крюка монтажного крана и по технико-экономическим показателям.

Вручную опускают лишь легкие трубы (небольших диаметров) с помощью мягких канатов, полотенец и других приспособлений. Сбрасывать трубы в траншею категорически запрещается.

Опускать трубы в траншею с пологими откосами без крепления сравнительно легко, эффективность опускания зависит лишь от правильного выбора схемы укладки труб и типа монтажного крана. Опускать трубы в траншею при наличии креплений с поперечными распорками сложнее. Трубы при этом укладывают с последовательным снятием и установкой распорок. Все это замедляет и усложняет процесс укладки труб, увеличивает его трудоемкость и удлиняет срок строительства.

Несколько ускорить и обезопасить этот процесс можно, применив крупноразмерные крепления с вертикальными щитами, горизонтальными прогонами и распорными рамами, располагаемые через 3 – 3,5 м. Укладку труб при этом ведут по двум схемам. При первой процесс выполняют двумя потоками. Вначале рабочие с помощью крана укладывают трубу на дно траншеи и продолжают работу по окончательной выверке и временному закреплению ее, а затем уже монтажники с помощью компрессора и пневмомолотков зачеканивают стыки трубы. При второй схеме процесс выполняют тремя потоками с использованием двух кранов. Причем один из них опускает трубу и продолжает работу со звеном монтажников по выверке и временному закреплению трубы, а второй – дублирует все эти процессы по укладке следующей трубы (второй поток); третий поток по зачеканке (заделке) стыков труб выполняется как и при первой схеме. Легкие трубы в траншеи с креплениями опускают с помощью средств малой механизации или вручную. Опускать трубы или секции с перебором распорок следует при строгом соблюдении правил безопасности.

Более перспективным являются закрытые методы прокладки труб под дорогами, не требующие устройства траншей. При прокладке труб бестран-шейными способами вначале под дорогами устраивают защитные кожухи или футляры, а затем в них прокладывают сами рабочие трубопроводы. Чтобы это стало возможным, диаметр кожуха (футляра) должен быть большим, чем диаметр прокладываемого трубопровода.

Для защитных кожухов (футляров) применяют стальные трубы: бесшовные горячекатаные, сварные прямошовные и спирально-шовные. Горячекатаные применяют только для кожухов переходов трубопроводов диаметром до 273 мм, а для трубопроводов больших диаметров используют обычно крупноразмерные сварные прямо- или спиральношовные трубы.

Диаметр стального защитного кожуха зависит от диаметра рабочего трубо-провода, типа его изоляционного покрытия, толщины футеровок и величины необходимого монтажного зазора, а толщина его стенки – от применяемого способа его прокладки (табл. 9).

Требуемые диаметр и толщина стенок защитного кожуха (футляра)

Таблица 9

Наружный диаметр, мм		Толщина стенки защитного кожуха, мм, при способе прокладки			Наружный диаметр, мм		Толщина стенки защитного кожуха, мм, при способе прокладки		
раб очего трубо прово да	защ итного кожуха	откр ытом	бестраншейно м		рабо чего трубоп ророда	защ итного кожуха	откр ытом	бестраншейно м	
			гори зонтал ьное бурени е	про давлив ание и прокол				гори зонтал ьное бурени е	про давлив ание и прокол
159	325	8	8	9	720	920	10	10	12
219	377	9	9	10	820	1020	10	11	14
273	426	9	9	11	920	1220	10	11	14
325	530	9	10	12	1020	1220	10	11	14
426	630	10	10	12	1220	1420	11	12	14
530	720	10	10	12	1420	1720	16	16	16
630	820	10	10	12					

Длину кожуха определяют исходя из ширины дорожного полотна (или дорожной насыпи) и рекомендуемых нормативных расстояний. Предохраняют кожухи от коррозии асбесто- или песчаноцементными, асфальтоцементно-битумными, эпоксидными или полимерными антикоррозийными покрытиями, наносимыми на их поверхность. Указанные покрытия обладают высокой прочностью, что позволяет применять бестраншейный способ прокладки изолированного кожуха. Кроме отмеченной пассивной защиты кожухов при прокладке их в грунтах средней, повышенной и весьма высокой коррозионной способности применяют активную защиту, используя катодную поляризацию.

Закрытую прокладку труб кожухов (футляров) выполняют в основном способами прокола, продавливания, горизонтального бурения, а для прокладки коллекторов и тоннелей применяют щитовой и штольневый способы подземных проходов. Выбор каждого из этих способов производят с учетом конкретных условий и факторов строительства трубопроводов и коллекторов, включая диаметр и длину труб, грунтовые и гидрогеологические условия, точность прокладки, требования к противокоррозионной изоляции, экономическую целесообразность применения и др.

Прокол лучше применять для прокладки труб малых и средних диаметров (не более 400 – 500 мм) в глинистых и суглинистых (связных) грунтах. Ограничение диаметра прокалываемых труб обусловлено тем, что при этом способе массив грунта прокалывают трубой, оснащенной наконечником, без удаления грунта из скважины, вследствие чего для прокола требуются значительные усилия. В связи с этим и длина прокола труб не превышает 60 – 80 м.

Способ продавливания с извлечением из трубы грунтовой пробки или керна можно применять практически в любых грунтах I – IV групп, он пригоден для труб диаметром 800 – 1720 мм при длине прокладки до 100 м.

Горизонтальное бурение предусматривает опережающую разработку грунта в забое с устройством скважины в грунте большого диаметра, чем прокладываемая труба. Этим способом можно устраивать подземные переходы трубопроводов диаметром до 1720 мм на длину 70 – 80 м. Однако способ этот недостаточно эффективен в обводненных и сыпучих грунтах.

Щитовой и штольневый способы применяются при необходимости устройства переходов трубопроводов, коллекторов и тоннелей значительных диаметров и длины.

При любом из бестраншейных способов прокладки труб вначале по обе стороны дороги отрывают рабочий и приемный котлованы, а затем монтируют соответствующие механизированные установки. На берме рабочего котлована готовят для бестраншейной прокладке трубы, изолируют их, оснащают наконечниками (при проколе) или режущей головкой и шнеком (при горизонтальном бурении). После этого краном опускают их в рабочий котлован на направляющую раму и с помощью домкратов производят их прокол, продавливание или горизонтальное бурение.

Размеры рабочего котлована определяют в зависимости от диаметра прокладываемого трубопровода, глубины его заложения и конструкции направляющей рамы. Так, при диаметре трубопровода 159 – 436 мм длина рабочего котлована составляет 10 – 13 м, а ширина – 2,2 – 2,4 м. Глубина его в зависимости от типа направляющей рамы принимается на 0,1 – 0,3 м больше глубины заложения трубопровода.

Размеры приемного котлована назначаются с учетом возможности проведения сварочных и монтажных работ при соединении рабочей трубы с основным трубопроводом и конструкции уплотнительных сальников на конце рабочего трубопровода.

Длина приемного котлована по дну должна быть не менее 1 – 1,5 м, а ширина – 2,3 – 2,4 м. Крепление стенок рабочего и приемного котлованов выполняют в соответствии с указаниями проекта производства работ.

Основным оборудованием при проколе и продавливании труб являются направляющие рамы, гидравлические домкраты, нажимные патрубки, шомполы, наконечники, грунтозаборные ковши, пневмопробойники, насосы, компрессоры и т.п., а при горизонтальном бурении – установки, включающие двигатели внутреннего сгорания, шнеки, режущие головки и др. Установки эти изготавливаются на заводах и в мастерских строительных организаций.

Выбор бестраншейного способа прокладки труб зависит от диаметра и длины трубопровода, физико-механических свойств и гидрогеологических условий разрабатываемых грунтов. Выбор способа также зависит от наличия в строительных организациях соответствующих трубопрокалывающих, продавливающих и бурильных агрегатов, установок и оборудования. Для облегчения выбора можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в табл. 10.

Прокладываемые в толще грунта способом прокола трубы для уменьшения сопротивлений, возникающих при деформации грунта, и снижения сил трения при вдавливании трубы в грунт снабжаются специальными конусными наконечниками.

Тип и количество вдавливающих устройств, способных развить требуемое усилие, выбирают в соответствии с необходимым расчетным усилием вдавливания, которое зависит от диаметра и длины прокладываемого трубопровода, а также вида грунта. Необходимое нажимное усилие для продвижения в грунте прокладываемой трубы определяют расчетом.

Необходимое нажимное усилие определяют по формуле

$$P = \frac{\pi R_c^2 \sigma_{\text{упл}}}{u_0} + M_T L f, \quad (16)$$

где R_c - радиус сечения отверстия (скважины) в грунте;

$\sigma_{\text{упл}}$ - коэффициент сопротивления грунта;

u_0 - пористость грунта до прокалывания;

M_T - масса 1 м трубы (футляра), кг;

L - длина проходки (прокола), м;

f - коэффициент трения стали о грунт.

Рекомендуемые способы бестраншейной прокладки трубопроводов

Таблица 10

Способ	Трубопровод	Наилучшие	Скорость	Необходим	Ограничения
--------	-------------	-----------	----------	-----------	-------------

	диаметр, мм	длина , м	грунтовые условия применения	проходки, м/ч	ое усилие вдавливани я кН	к применению способа
1	2	3	4	5	6	7
Прокол: механическ ий с помощью домкратов	50-500	80	Песчаные и глинистые без твердых включений	3-6	148-2450	В скальных и кремнистых грунтах не применяется
гидропроко лом	100-200 400-500	30-40 20	Песчаные и супесчаные	1,6 – 14	250-1600	Способ возможен при наличии источников воды и мест для сброса пульпы
вибропроко лом	500	60	Несвязные песчаные, супесчаные и пльвуны	3,5 - 8	5 – 7,5	В твердых и скальных грунтах не применяются
грунтопрока львателями	89-108	50-60	Глинистые	2,5 – 2	-	То же
пневнопроб ойниками	300-400	40-50	Мягкие грунты до III группы	30-40 (без расширите лей)	0,75 – 25	В грунтах с повышенным водонасыщен ием и смалым сцеплением не применяется
Продавлива ние	400- 2000	70-80	В грунтах I - III групп	0,2 – 1,5	4500	В пльвунных грунтах способ не применим.
Горизонталь ное бурение	325- 1720	40-70	В песчаных и глинистых грунтах	1,5 - 19	-	При наличии грунтовых вод способ не применяется

Бестраншейная прокладка труб продавливанием отличается тем, что прокладываемую трубу открытым концом, снабженным ножом, вдавливают в массив грунта, а грунт, поступающий в трубу в виде

плотного керна (пробки), разрабатывают и удаляют из забоя. При продвижении трубы преодолевают усилия трения грунта по наружному ее контуру и врезания ножевой части в грунт.

Для продавливания труб применяют нажимные насосно-домкратные установки из двух, четырех, восьми и более гидродомкратов усилием по 500 ... 3000 кН каждый с ходом штока 1,1 ... 2,1 м, работающие от насосов высокого давления. Количество домкратов в установке зависит от необходимого нажимного усилия P

Приближенное необходимое усилие для продавливания трубы

$$P = I\pi D_{\text{тр}} L, \quad (17)$$

где I – сила трения грунта по поверхности трубы, равная 20 ... 25 Кн на 1 м^2 поверхности трубы, м;

$D_{\text{тр}}$ - наружный диаметр трубы, м; L – общая длина продавливания трубы, м.

Способом продавливания ведут прокладку не только стальных труб, но и железобетонных коллекторов и тоннелей из элементов различной замкнутой по периметру формы.

Процесс бурения и прокладки звеньев трубопровода в скважину может быть отдельным и совмещенным. При отдельном, вначале бурят скважину, а затем, после извлечения из нее бурового инструмента, протаскивают трубопровод. При совмещенном методе одновременно с продвижением бурового инструмента прокладывают трубу.

Способом горизонтального бурения можно проходить выработки для бестраншейной прокладки трубопроводов практически любых диаметров с относительно меньшими усилиями, чем при проколе или продавливании.

Важным вопросом, независимо от применяемого способа бестраншейной прокладки трубопровода, является обеспечение и проверка заданного положения трубопровода в процессе его прокладки. Для обеспечения необходимого направления прокладываемой трубы используют вертикальные и горизонтальные направляющие рамы, устанавливаемые на дне рабочего котлована. Направляющие рамы изготавливают из деревянных брусьев, шпал и рельсов или профилированного проката (уголков и т.д.). Горизонтальную направляющую раму устанавливают от опорной рамы домкратов до приямка, предназначенного для сварки и изоляции стыков прокладываемых труб. Направляющие рельсы или уголки рам тщательно центрируют и выверяют в плане и вертикальной плоскости (по заданному уклону) с помощью точных геодезических приборов. Все это, как показывает опыт, обеспечивает в процессе бестраншейной прокладки труб заданное их направление и положение.

Одним из эффективных способов бестраншейной прокладки трубопроводов с предварительным устройством горизонтальной скважины является применение пневматических пробойников. С помощью пневмопробойников можно устраивать в грунте скважины с уплотненными стенками диаметром 63 ... 400 мм и длиной до 40 ... 50 м, в которых прокладывают трубопроводы. Пневмопробойник представляет собой самодвижущуюся в грунте пневматическую машину ударного действия. Его корпус является рабочим органом, образующим скважину, а ударник, размещенный в корпусе, совершает под действием сжатого воздуха возвратно-поступательные движения и наносит удары по переднему торцу корпуса, забивая его в грунт. Обратному перемещению корпуса препятствуют силы трения его о грунт. Благодаря осевой симметрии и значительной своей длине (1,4 – 1,7 м) пневмопробойник при движении в грунте сохраняет заданное направление.

Для прохождения скважины пневмопробойник запускают в грунт из входного приемка в направлении приемного (рис. 12.8). В процессе движения он своим коническим передним концом уплотняет грунт, раздвигает его в сторону и образует скважину. Для восприятия реактивных усилий в момент запуска пневмопробойника из входного приемка и для увеличения точности проходки применяют специальные стартовые устройства, а для уменьшения искривления скважины в сложных условиях и при значительной длине проходки к пневмопробойнику крепят насадку-удлинитель. При обеспечении точного его запуска отклонение скважины от проектного положения на длине 20 м не превышает 0,2 – 0,3 м по вертикали и по горизонтали. Минимальная глубина заложения скважины зависит от ее диаметра и колеблется от 0,5 до 2,5 м.

Щитовая проходка, применяемая при устройстве коллекторов и тоннелей, предусматривает разработку грунта под прикрытием щита и закрепление коллектора или тоннеля сборными чугунными, железобетонными тубингами или монолитным бетоном, а также керамическими блоками. Щитовую проходку ведут обычно с помощью проходческого щита, изготовленного в виде металлической оболочки, диаметр которой равен наружному диаметру сооружаемого тоннеля. Ее применяют в тех случаях, когда другие, ранее рассмотренные способы бестраншейной прокладки трубопроводов, применять не представляется возможным.

Щитовую проходку используют при пересечении трубопроводами площадей, улиц и проездов с интенсивным движением транспорта и пешеходов, а также при пересечении трубопроводами железных дорог, однако в последнем случае щитовую проходку можно применять лишь при глубине заложения трубопроводов более 5 м. В больших городах с помощью щитовой проходки устраивают тоннели для совмещенной прокладки трубопроводов и коммуникаций, а также заглубленные главные (отводящие сточные воды на очистные сооружения) канализационные

коллекторы. С помощью щитов проходят выработки на разных глубинах и в самых разнообразных грунтах. При работе в водонасыщенных грунтах принимают специальные меры по борьбе с грунтовой водой.

Процесс прокладки дюкеров через водные преграды отличается повышенной сложностью и трудоемкостью работ, и поэтому к нему необходима тщательная подготовка. Для этого следует устроить и оборудовать береговую и плавучую монтажную площадку; спланировать участок строительства и устроить подъезды; установить стапели; подготовить транспортные средства и такелаж (лебедки, полиспасты, якоря и др.); подготовить силовые и электроосветительные сети; доставить плавучие средства – баржи, понтоны, катера и др. Также закрепляют створ перехода (дюкера), проводят гидрологические и гидрогеологические измерения (замеряют уровень воды и скорости потока, проверяют состояние дна и соответствие его проектному профилю, наличие наносов и т.п.). Затем приступают к разработке береговых и подводных траншей.

Дюкеры через мелкие реки и ручьи сооружают в основном в траншеях, прокладываемых в период мелководья. При этом могут быть использованы следующие способы работ: с временным перекрытием русла дамбой; с проходом экскаватора по дну водотока; с отводом водного потока на период прокладки дюкера в другое русло; работой экскаватора с берега. При устройстве дюкеров через большие и глубокие водные преграды работы значительно усложняются и в зависимости от характера и величины преграды, времени прокладки дюкера (летом или зимой) применяют различные методы работ и механизмы.

Береговые траншеи разрабатывают с берега экскаваторами, оборудованными обратной лопатой или драглайном. Непосредственно перед началом разработки подводных траншей выполняют следующие подготовительные операции. С помощью эхолота измеряют глубины и по ним составляют фактический профиль дна, который сравнивают с проектным. Если расхождения существенны, то об этом ставят в известность проектную организацию для внесения в проект соответствующих изменений. В створе перехода на ширине 10 м выполняют водолазные работы для выявления затонувших предметов, которые могут помешать работе земснаряда или протаскиванию трубопровода.

Подводные траншеи разрабатывают канатно-скреперными установками, гидромониторами, грунтососами, экскаваторами и земснарядами. Канатно-скреперными установками, состоящими из скреперного ковша, головной и хвостовой опор с блоками, комплекта канатов и скреперной лебедки, разрабатывают траншеи длиной до 150 м практически во всех грунтах, включая разрыхленную скальную породу. Ширина траншеи при этом колеблется от 1 до 1,75 м. Для перемещения скреперного ковша в подводной траншее используют лебедки. В последние годы созданы канатно-скреперные установки одно- и

двухстороннего действия (оба хода – рабочие), а также саморазгружающиеся скреперные ковши с открывающимся днищем, что ускоряет их опорожнение от грунта. Толщина срезаемого слоя до 20 см. При разработке траншеи подводными гидромониторами отпадает необходимость подъема и транспортирования грунта. Этим способом устраивают подводные траншеи шириной по дну до 5 м и глубиной до 1 м. Подводные траншеи разрабатывают также с одновременным рыхлением грунта струей гидромонитора.

Экскаватором, установленным на барже или понтоне, разрабатывают подводные траншеи при глубине водотоков не более 2 – 3 м и ширине до 200 м. При глубине водоемов до 1 – 1,5 м и ширине до 100 м подводные траншеи разрабатывают экскаваторами со специальных земляных дамб, отсыпаемых от обоих берегов. По середине водотока оставляют разрыв для пропуска воды. Траншеи в этих местах – разрабатывают с помощью канатно-скреперной установки или земснарядами.

Земснарядами подводные траншеи разрабатывают при глубине водоемов более 2 м и ширине более 200 м. В настоящее время для разработки траншей используют земснаряды, способные вести работы на глубине до 40 м при их производительности 200 – 2000 м³/ч.

Подводные траншеи могут разрабатываться одним или двумя земснарядами. Если одним, то траншею разрабатывают от одного берега к другому, обеспечивая беспрепятственный проход судов. При использовании двух земснарядов их устанавливают в русле рек так, чтобы между ними был проход для судов (минимум 80 м), а затем разрабатывают подводные траншеи, двигаясь к берегам. Затем одним из них разрабатывают оставшийся участок траншеи.

Разработка подводных траншей в скальных грунтах часто ведется с помощью взрывов накладными или шпуровыми зарядами, причем работы выполняются в два этапа: дробление скалы и уборка скального грунта. Но взрывы под водой приводят к гибели рыбы, поэтому в последнее время разработку скальных грунтов чаще выполняют с помощью специальных скалодробильных снарядов, представляющих собой судно с колодцем (шахтой), в котором в направляющей обойме размещается долото массой до 20 т, с помощью которого дробят скалу.

Технологический процесс прокладки подводных трубопроводов дюкеров включает следующие операции: завоз труб, материалов и оборудования; рытье подводных траншей; сварку труб в секции затем в плети с проверкой качества стыков; гидравлическое испытание плети; устройство антикоррозионной изоляции и футеровки; балластировку трубопровода (к моменту окончания подводных земляных работ плеть трубопровода дюкера должна быть полностью готова к укладке; к этому сроку должны быть готовы также все спусковые устройства и монтажные механизмы); укладку трубопровода на дно и засыпку траншеи. При сооружении подводных трубопроводов их монтаж, сварка стыков, изоляция и испытание выполняются чаще всего на береговой площадке.

Перед прокладкой подводного трубопровода его сваривают. При этом сборку и сварку труб производят либо непосредственно на берегу (на стапеле), либо на плаву, причем трубопровод сваривают либо полностью, либо путем его наращивания при прокладке. Трубы собирают с помощью центратора. Неповоротные стыки труб сваривают вручную или с помощью сварочных полуавтоматов. При особо больших объемах сварочных работ используют агрегат автоматической электросварки.

После сварки трубопровода дюкера его проверяют на прочность и герметичность гидравлическим испытанием. В целом же дюкеры испытывают трижды: предварительно на стапеле после сварки, в подводной траншее до ее засыпки и окончательно после засыпки подводной траншеи. Для увеличения срока службы подводных трубопроводов их защищают, грунтуют и покрывают битумной усиленной трехслойной изоляцией.

Для предохранения изоляции от повреждений трубопровод перед его укладкой в подводную траншею облицовывают и футеруют деревянными рейками. Футеровку устраивают как сплошную, так и с прозорами. Сплошную делают, когда трубопровод протаскивают по дну траншеи, а с прозорами – если трубопровод опускают при помощи плавучих кранов.

Процесс футерования трубопровода включает следующие операции: раскладку реек вдоль трубопровода; подготовку реечного ковра; обертывания ковром трубы; предварительное, а затем окончательное закрепление футеровки проволокой-катанкой.

При прокладке подводных трубопроводов, обладающих в период эксплуатации положительной плавучестью, их балластируют или утяжеляют чугунными и железобетонными грузами.

При подготовке подводного трубопровода к укладке устраивают специальные спусковые дорожки, которые бывают грунтовые, рельсовые, водные и роликовые или рольганговые. Грунтовые дорожки должны иметь уклон в сторону водоема или быть горизонтальными, ибо даже незначительный обратный уклон создает большое дополнительное усилие при протаскивании трубопровода. При песчаных грунтах протаскивать легче по сухому основанию, а при глинистых – по увлажненному.

Рельсовую узкоколейную дорожку устраивают при укладке подготовленного футерованного трубопровода на вагонетки. При спуске по ней трубопровода важной операцией является своевременный вывод из-под него вагонеток. Для этого в конце рельсовой дорожки устраивают приямок, в который сваливаются вагонетки. Их оттуда поднимают автокраном. Водную спусковую дорожку делают в виде траншеи, заполненной водой. Роликовые или рольганговые дорожки состоят из ряда опор с роликами, расстояние между которыми принимают в зависимости от диаметра и массы трубопровода.

Операция по укладке трубопровода под водой является довольно сложной и трудоемкой. Поэтому к ее проведению готовятся особо тщательным образом. Существует много способов и схем укладки

трубопроводов в подводную траншею, однако наиболее часто применяют следующие три из них: протаскивание по дну, погружение с поверхности воды (или со льда) трубопровода полной длины и погружение с поверхности воды с последовательным наращиванием секций трубопровода.

Протаскивание трубопроводов по дну применяют при прокладке трубопроводов больших диаметров. Укладку выполняют в такой последовательности: монтаж трубопровода с нанесением изоляции, устройством футеровки, оснащением его балластными грузами и понтонами; устройство спусковой дорожки; укладка трубопровода на нее; устройство береговых опор и установка системы блоков для протаскивания трубопровода; прокладка по дну траншеи тягового троса; протаскивание трубопровода с помощью лебедки или трактора. Спусковую дорожку устраивают в виде рельсовой узкоколейки шириной 750 мм с уклоном в сторону реки. Трубопровод по рельсовому пути спускают на тележках, которые в конце дорожки скатываются в специально устроенный приямок, откуда убираются краном или отводятся по отводному пути. Спусковые дорожки в виде канала или траншеи, заполняемых водой, применяют при пологом рельефе берега. Трубопровод с заглушками на концах скатывают в воду и транспортируют на плаву к месту укладки.

Основной тяговый трос прокладывают с плавучих средств по створу трубопровода и крепят его к передней заглушке плети. Свободный конец его крепят к барабану тяговой лебедки, расположенной на противоположном берегу. Для протаскивания трубопровода в качестве тяговых средств используют также мощные тракторы, краны-трубоукладчики, бульдозеры, артиллерийские тягачи и др.

Техника безопасности при проведении земляных работ.

Мероприятия по безопасным условиям труда должны быть разработаны и согласованы с организациями, эксплуатирующими эти коммуникации, до начала производства земляных работ. Расположение подземных коммуникаций на местности должно быть обозначено соответствующими знаками или надписями.

Производство земляных работ в зоне действующих подземных коммуникаций следует осуществлять под непосредственным руководством прораба или мастера, а в охранной зоне кабелей, находящихся под напряжением, или действующего газопровода, кроме того, под наблюдением работников электро- или газового хозяйства.

При обнаружении взрывоопасных материалов земляные работы в этих местах следует немедленно прекратить до получения разрешения от соответствующих органов.

Перед началом производства земляных работ на участках с возможным патогенным заражением почвы (свалка, скотомогильники, кладбища и т.п.) необходимо разрешение органов Государственного санитарного надзора.

Котлованы и траншеи, разрабатываемые на улицах, проездах, во дворах населенных пунктов, а также местах, где происходит движение людей или транспорта, должны быть ограждены защитным ограждением с учетом требований ГОСТ 23407-78. На ограждении необходимо устанавливать предупредительные надписи и знаки, а в ночное время — сигнальное освещение.

Места прохода людей через траншеи должны быть оборудованы переходными мостиками, освещаемыми в ночное время.

Грунт, извлеченный из котлована или траншеи, следует размещать на расстоянии не менее 0,5 м от бровки выемки.

Разрабатывать грунт в котлованах и траншеях "подкопом" не допускается.

Валуны и камни, а также отслоения грунта, обнаруженные на откосах, должны быть удалены.

Рытье котлованов и траншей с вертикальными стенками без креплений в не скальных и незамерзших грунтах выше уровня грунтовых вод и при отсутствии вблизи подземных сооружений допускается на глубину не более, м:

1,0 — в насыпных, песчаных и крупнообломочных грунтах;

1,25 — в супесях;

1,50 — в суглинках и глинах.

Рытье котлованов и траншей с откосами без креплений в не скальных грунтах выше уровня грунтовых вод (с учетом капиллярного поднятия) или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, допускается при глубине выемки и крутизне откосов согласно таблицы .

Требования к качеству прокладки трубопроводов

и основные правила охраны труда

Магистральные и распределительные трубопроводы систем водоснабжения часто работают при значительных напряжениях, возникающих в стенках труб из-за внутренних давлений. Поэтому любые дефекты в стыках или в теле труб представляют большую опасность. Надежность работы трубопроводов обеспечивается высоким качеством строительных работ. Качество строительства определяется степенью соответствия проложенного водопровода требованиям проекта, ТУ, и СНиПа. Для их соблюдения организуют контроль качества применяемых материалов, изделий, конструкций, а также контроль соблюдения технологии строительно-монтажных работ.

Качество материалов и изделий проверяют в подготовительный период строительства трубопровода в лабораториях и на трубозаготовительных предприятиях, сопоставляя данные сертификатов поставщиков с требованиями ГОСТа, ТУ и проекта, а при отсутствии сертификатов — лабораторными испытаниями.

Качество строительного-монтажных работ определяют путем систематического контроля качества каждой операции: соединения труб (сборки и уплотнения стыков, наложения сварных швов и т.п.), их изоляции и укладки, соблюдения проектных уклонов и др. Применяют три вида контроля: текущий, периодический и приемочный (по окончании работ), важнейшим из которых является текущий, который может быть сплошным (пооперационным) и выборочным. Применяемые при этом методы контроля качества могут быть визуальными (непосредственный осмотр выполненных работ), инструментальный (с применением инструментов и приборов) и лабораторный, требующий испытания взятых проб.

При монтаже стальных водоводов самыми ответственными операциями являются сварочные и изоляционные и укладочные. От качества сборки и сварки стыков, в основном, зависит эксплуатационная надежность трубопроводов, поскольку большинство аварий происходит вследствие разрывов стыков, и в меньшей мере самих труб. Контроль качества сварочных и монтажных работ обычно начинают с проверки условий выгрузки, перевозки и складирования труб, чтобы исключить при этом их повреждение. Затем производят пооперационный контроль по текущей проверке соблюдения установленной технологии производственного процесса. На трубосварочной базе и в последующем при сварке на трассе проверяют качество труб и применяемых материалов, сборки и сварки стыков. Пооперационным контролем определяют внешние дефекты сборки и сварки труб, а прочность сварных соединений или наличие внутренних дефектов проверяют механическими и физическими методами контроля. При необходимости осуществляют металлографические испытания образцов. Окончательную проверку прочности и герметичности трубопроводов производят приемочными гидравлическими и пневматическими испытаниями. Качество изоляционных покрытий трубопроводов проверяют по мере их нанесения, перед и после укладки трубопроводов в траншею. Выявленные дефекты и повреждения должны быть исправлены.

При монтаже водоводов из отдельных труб (чугунных, железобетонных, асбестоцементных и др.) очень важно обеспечить требуемое качество заделки стыков между ними. Для обеспечения водонепроницаемости стыков соединений нельзя допускать эллипсности гладких концов труб, раструбов и муфт, а также плохого качества поверхности труб. Надо добиваться обжатия резинового кольца в щели раструбных и муфтовых соединений на 40 ... 50% толщины его поперечного сечения. Для заделки стыков следует применять качественные резиновые кольца, у которых удельная остаточная деформация при испытании на старение и морозоустойчивость не превышает 45%, а гладкая, без трещин, пузырей и посторонних включений поверхность не имеет выступов и углублений размером более 1 мм.

Безопасность труда при прокладке трубопроводов обеспечивается прежде всего правильным выбором и технологически обоснованными размерами рабочих мест и их соответствующей организацией. Важное значение имеет содержание в исправности машин, механизмов, инструментов и приспособлений. Все рабочие места, а также соединяющие их транспортные зоны и крепления траншей необходимо содержать в порядке, обеспечивающем безопасность выполнения работ и перемещение машин и кранов в монтажной зоне. Во избежание обрушения стенок траншей и возникновения угрозы устойчивости крана при его работе и передвижении необходимо выдерживать установленные расстояния от него до бровки траншеи. Трубы на берме укладывают и укрепляют так, чтобы предотвратить их скатывание в траншею. Траншеи и котлованы на улицах и дворовых участках необходимо ограждать и освещать в ночное время, в местах переходов через траншеи устраивают мосты с ограждениями. Инженерные коммуникации (особенно высоковольтные кабели), пересекающие траншеи, во избежание их повреждения и возникновения аварий защищают оплеткой, коробами, подвешивают к балкам, уложенным поперек траншеи.

К работе на кране допускаются машинисты не моложе 18 лет, прошедшие специальный курс обучения, получившие соответствующее удостоверение и практическую стажировку. Кран, закрепленный за машинистом, ежегодно подвергают испытанию, дата которого указывается на кране. При соединении труб особое внимание уделяют безопасной организации рабочих мест электро- и газосварщиков; сварочные кабели защищают от повреждений, ежедневно проверяют заземление электросварочных агрегатов и свариваемых труб. При просвечивании стыков надо строго соблюдать установленную дистанцию между ампулой и техником – радиографом, который должен иметь при себе индикатор для контроля степени облучения.

При подъеме трубопровода особое внимание обращают на общую устойчивость кранов-трубоукладчиков. Если нагрузка на крюке резко возрастает и возникает угроза опрокидывания крана, подъем необходимо прекратить и трубопровод опустить на землю. Совместной работой нескольких кранов-трубоукладчиков по подъему и опусканию трубопровода в траншею, транспортированию плети и другими операциями должен руководить производитель работ или мастер.

При подъеме и укладке труб в траншею необходимо соблюдать следующие требования безопасности и охраны труда: следить за состоянием механизмов крана-трубоукладчика и его контрольными приборами; не поднимать груз массой, превышающей максимальную грузоподъемность крана при данном вылете крюка; поднимать и опускать трубопровод без рывков, изолированная часть при опускании в траншею не должна задевать ее стенок; при наложении полотнца на трубопровод выполнять сигналы такелажника (зацепщика), не допуская

преждевременного натяжения грузовых канатов; во время опускания плети в траншею работать согласовано с машинистом других кранов-трубоукладчиков. Если машинист заметил, что другой кран перегружен, он должен немедленно подъемом стрелы или грузового крюка выровнять плеть. В случае выхода из строя одного из кранов-трубоукладчиков колонны плети надо немедленно опустить на землю.

При опускании трубопровода в траншею запрещается кому-либо находиться под поднятой и перемещаемой плетью, между траншеей и трубопроводом, в траншее и в зоне возможного падения стрелы. При работе очистной и изоляционной машин действия машинистов трубоукладчиков и этих машин должны быть строго согласованы. В процессе очистки трубопровода трубоукладчики должны передвигаться вдоль трубопровода при минимальном вылете крюка. Высота подъема плети должна быть также минимальной, достаточной для прохода очистной машины. Трубы и трубные секции массой, близкой к предельной грузоподъемности крана, необходимо поднимать в два приема: сначала на высоту 0,2 ... 0,3 м, после чего проверить состояние грузозахватных устройств и тормозов крана, а затем уже на необходимую высоту.

Опускание труб в траншею с креплениями требует особой осторожности, вызванной необходимостью оградить крепления и распоры от ударов. Перед спуском рабочих в траншею, котлованы и колодцы мастер или производитель работ должен убедиться в отсутствии в них взрывоопасных или вредных газов. При обнаружении таких газов работы надо приостановить, а рабочих вывести в безопасное место, после чего принять меры по удалению газов и устранению причин их появления.

До начала гидравлического испытания необходимо проверить надежность работы опрессовочного агрегата или гидравлического пресса. Пневматическое испытание по сравнению с гидравлическими является более опасным из-за возможности разрыва труб, поэтому к проведению их предъявляются более строгие требования. На весь период испытания устанавливается охранная зона, вход в которую при нагнетании воздуха в трубопровод и выдерживании его под давлением категорически запрещается. Ширина этой зоны принимается от 7 до 25 м (в обе стороны от оси трубопровода) в зависимости от материала и диаметра труб.

Для наблюдения за зоной организуются контрольные посты охраны из расчета один пост на 200 м трубопровода. Применяемые для закачивания воздуха в трубопровод компрессоры и ресиверы должны быть расположены на расстоянии не менее 10 м от него и обязательно вне опасной зоны. Устранять обнаруженные дефекты, а также подтягивать болтовые соединения на трубопроводах, находящихся под давлением сжатого воздуха, категорически запрещается. Во избежание поражения рабочих в случае выбивания заглушек они должны находиться в безопасных местах или сами заглушки должны быть ограждены прочными

безопасными экранами. Кроме этого, заглушки, люки, фланцевые и другие соединения на время испытаний отмечают предупредительными знаками. На период испытания трубопроводов все дороги, идущие параллельно ему на расстоянии 200 м, а также пересекающие трассу, закрывают, и движение по ним прекращается. Когда все эти мероприятия выполнены, созданы аварийные бригады и расставлены контрольные посты, комиссией дается указание о поднятии давления воздуха на испытываемом участке.

Подготовка строительного производства

Проектная организация в составе технического проекта разрабатывает проект организации строительства (ПОС), а строительная – по рабочим чертежам и с учетом ПОС разрабатывает проект производства работ (ППР) для подготовительного и основного периодов строительства зданий и сооружений или пусковых комплексов. Утвержденный ППР передают на стройку не позже чем за два месяца до начала работ. При разработке ППР уточняют решения строительного генерального плана (стройгенплана), календарные сроки строительства, определяют методы выполнения строительных и монтажных работ. В состав ППР обычно входят: комплексный сетевой график или календарный план производства работ (в зависимости от степени сложности объекта); строительный генеральный план; график поступления на объект строительных конструкций, деталей, полуфабрикатов, материалов и оборудования; график потребности в рабочих кадрах по объекту, технологические карты (ТК) и др.

При проектировании строительства трубопроводов и инженерных сооружений на них рекомендуется использовать поточный метод обеспечивающий бесперебойное и ритмичное производство работ, эффективное использование материально-технических и трудовых ресурсов, строительных машин и оборудования. Сущность поточного метода строительства может быть пояснена на примере. Предположим, что необходимо построить коллектор, состоящий из m расчетных участков. Строительство может быть организовано следующими тремя методами: последовательным, параллельным и поточным.

При *последовательном* методе каждый расчетный участок прокладывается после окончания предыдущего. Главным недостатком метода является то, что значительно удлиняется общая продолжительность постройки объектов, т.е.

$$T = mT_{ц},$$

где m – количество расчетных участков;

$T_{ц}$ – продолжительность производственного цикла прокладки одного участка.

В тоже время интенсивность потребления ресурсов в единицу времени является относительно небольшой и равномерной.

При *параллельном* методе (рис.) все объекты или захватки сооружаются одновременно, т.е. параллельно. В результате

продолжительность строительства объектов T соответствует длительности одного производственного цикла $T_{ц}$, т.е. фактически сокращается в m раз тогда как интенсивность потребления ресурсов r увеличивается тоже в m раз, что является существенным недостатком параллельного метода.

При *поточном* методе (рис.) технологический процесс прокладки трубопровода разбивают на n составляющих процессов, для каждого из которых назначают одинаковую продолжительность, что позволяет совмещать их ритмичное выполнение по времени на разных захватках с последовательным осуществлением однородных процессов и параллельным разнородных. Поточный метод сочетает положительные качества последовательного и параллельного методов и вместе с тем лишен тех недостатков, которые характерны для этих методов. Так, продолжительность строительства m поточным методом будет значительно меньше, чем при последовательном ($T < mT_{ц}$), а интенсивность потребления ресурсов меньше, чем при параллельном ($nr < mr$).

Краткие сведения о календарном планировании. Составление графиков производства работ

Календарным планом строительства называется проектно-технологический документ, устанавливающий целесообразную последовательность, взаимную увязку во времени и сроки выполнения работ по возведению отдельных зданий и сооружений, а также определяющий потребность в рабочих, материально-технических и других ресурсах.

Основным назначением календарного планирования является составление графика строительных процессов в технологической последовательности их выполнения. В графике указываются все виды и объёмы работ, сроки их выполнения и исполнители. Таким образом строительная организация должна учитывать: последовательность и взаимосвязь между видами работ; интенсивность и сроки их выполнения; директивные или нормативные сроки продолжительности строительства; количество ресурсов и распределение их по времени; технические условия на производство работ; требования охраны труда и др.

Виды календарных планов, их структура, состав и степень детализации основных данных зависят от назначения проектно-технологической документации, в состав которой входит календарный план, т.е. в состав ПОС или ППР. В составе ПОС разрабатывают календарный план строительства и календарный план на подготовительный период, а в составе ППР – календарный план производства работ по объекту или комплексный сетевой график.

По своей форме календарные графики бывают линейные, в виде циклограммы, сетевого графика или в виде матрицы. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Наиболее простыми и наглядными являются календарные планы в виде линейных графиков, используемые при строительстве технически несложных объектов. Они достаточно полно отражают номенклатуру работ, порядок их выполнения и характер взаимосвязи между ними и позволяют проводить необходимый анализ. Однако такие графики в своем традиционном исполнении, построенные только в масштабе времени, недостаточно отражают динамику строительного производства, и не дают полного представления о многообразии взаимосвязей между работами. На них трудно разбить общий фронт работ на частные и показать их освоение. Вместе с этим, линейные графики, отличающиеся простотой построения, наглядностью и удобством при использовании, содержащие в себе все необходимые данные о выполняемых работах, потребностях в трудовых и материально-технических ресурсах, широко применяются до сих пор у нас и в зарубежных странах даже при строительстве относительно сложных объектов и комплексов.

Разработка календарных планов обычно включает в себя два последовательных этапа проектирования:

1) разработка технологии и организации работ с составлением таблицы исходных данных путем определения основных показателей для отдельных видов работ;

2) построение и оптимизация линейных или сетевых графиков.

На I этапе анализируют объемно-конструктивное решение намечаемого к строительству объекта (сооружения), определяют методы его строительства и потребные ведущие строительные машины и механизмы, уточняют состав работ в технологической последовательности их выполнения, а также объемы работ, определяют затраты труда, составы бригад и звеньев рабочих, устанавливают структуру строительных потоков.

На II этапе строят организационно-технологическую модель (график) возведения объекта. При построении линейных календарных моделей их проектирование сводится к построению детерминированного* графика (расписания) выполнения строительных процессов, обеспечивающего соблюдение установленных сроков ввода объектов в эксплуатацию при наличных ресурсах и ритмичную работу строительных организаций. При использовании в качестве формы календарного плана сетевых графиков создается вероятностная организационно-технологическая модель*, т.е. сетевой график.

Порядок разработки календарных планов, независимо от их формы (линейный или сетевой):

- составляют перечень (номенклатуру) работ в технологической последовательности их выполнения;
- определяют их объемы; выбирают методы их производства, необходимые строительные машины и механизмы;
- рассчитывают нормативную трудоемкость и затраты машинного времени; определяют состав бригад и звеньев;
- устанавливают количество смен работы (механизированные работы – в две смены, ручные – в одну);
- определяют расчетную продолжительность отдельных видов работ и затем на графике выявляют возможности их совмещения между собой;
- сравнивают полученную по графику продолжительность строительства объекта с нормативной (по СНиП) или директивной и при необходимости график корректируют;
- на основе составленного календарного плана строят графики потребности в людских и материально-технических ресурсах и их обеспечения.

По своей форме календарные планы производства работ по объекту состоят из двух основных частей: левой расчетной в виде таблицы и правой – графической. Поэтому такие планы часто называют графиками. Графическая часть может быть линейной (линейный график), циклограммой или сетевой.

Типовая утвержденная СНиП форма календарного плана строительства отдельного здания или сооружения (объекта) приведена в табл. .

Требуемые машины (их наименование) (гр.5) и их количество (гр.6) экскаваторы, краны и др. подбирают исходя из характера работ, размеров возводимых сооружений, технических характеристик и элементов, причем желательно с технико-экономическим сравнением разных вариантов. Поэтому, как правило, машины выбирают в два этапа: сначала технически возможные для данных конкретных условий (по глубине и радиусу копания, емкости ковша экскаватора или по вылету крюка, необходимой грузоподъемности и высоте подъема груза (краны), а затем, сравнивая различные варианты по технико-экономическим показателям, выбирают более экономичный, т.е. оптимальный тип машины. Более экономичным вариантом механизации работ считается тот, при котором приведенные, т.е. общие затраты минимальны.

После выбора основных строительных машин определяют потребное их количество (гр.6) в зависимости от объемов работ и сроков их выполнения.

Затраты механизированного труда $N_{м-см}$ и ручных работ Q_p подсчитывают при составлении калькуляции трудовых затрат и приводятся в гр. 4 календарного плана.

Число смен (гр.8) обычно принимают для механизированных работ – две и для ручных – одну.

Численность рабочих в смену (гр.9) определяют в зависимости от состава бригады (гр.10). В свою очередь количественный состав бригады определяется как сумма составов входящих в нее звеньев. Рекомендуемый состав звеньев по наименованию профессий и специальностей рабочих, разрядам и их количеству приводится в сборниках ЕНиР на соответствующий вид работ. Если объемы работ по какой-либо профессии не обеспечивают полной загрузки в расчетный период, то используют совмещение профессий, но в объеме не более 15% от основной профессии. Обычно совмещают профессии бетонщика, плотника (опалубщика) и арматурщика или монтажника, сварщика и такелажника.

График работ (гр.11) – правая часть календарного плана наглядно отражает выполнение работ во времени, последовательность и увязку работ между собой.

Разработка графика (расписания) работ является относительно сложной многомерной задачей упорядочения во времени выполнения работ по возведению объекта. Техника построения этого графика усложняется в связи с тем, что планируемые работы находятся в сложной взаимозависимости, обусловленной технологией их выполнения. Поэтому любой сдвиг во времени одних процессов повлечет за собой изменение временных параметров других, а также интенсивности загрузки исполнителей и потребления ресурсов. Кроме того, любые модели графика и особенно линейные недостаточно точно отражают сложность взаимосвязей работ. Трудность построения графика состоит еще и в необходимости решения противоречивых задач, предусматривающих с

одной стороны требование наилучшего использования мощностей и ресурсов, а с другой – соблюдение сроков ввода и норм продолжительности строительства сооружений.

Календарные сроки выполнения отдельных работ на графике нельзя намечать произвольно, а следует устанавливать из условий соблюдения строгой технологической последовательности и с учетом необходимости предоставления в минимально возможный срок фронта для выполнения последующих работ.

Календарный план в линейной форме проектируется в виде линейного графика. При этом в левой части приводится таблица исходных данных, а в правой изображаются работы в виде горизонтальных линий, построенных в масштабе времени. Причем, работы, выполняемые в одну смену, изображаются одной линией, а работы, выполняемые в две смены, – двумя параллельными линиями. Над ними указывается количество исполнителей (рабочих, машинистов) и количество смен их работы, например, 2x1 или 4x2 и т.д. Общую продолжительность строительства сооружения по графику необходимо, как отмечалось, сравнить с нормативной по СНиП и если она превышает нормы, то календарный план следует корректировать с целью сокращения сроков работ. Общую продолжительность работ по графику можно сократить за счет: интенсификации работ: увеличением сменности, количества рабочих, машин и механизмов или их производительности (выработки); разделения фронта работ на дополнительные захваты, что позволяет ускорить начало последующих работ.

Для оценки календарного плана по потреблению трудовых ресурсов строят так называемый график движения рабочей силы в виде суммирующей эпюры под графиком производства работ, где в каждый отрезок времени суммируется количество рабочих, указанное над линиями графиков работ. При этом календарный план оценивают по коэффициенту неравномерности движения рабочих.

$$K_p = N_{\text{макс}}/N_{\text{ср}},$$

$N_{\text{макс}}$ – максимальное число рабочих, чел; $N_{\text{ср}}$ – среднее число рабочих.

Календарный план по этому показателю признается удовлетворительным, если K_p не превышает 1,5.

В целом при разработке графика производства работ в составе календарного плана надлежит руководствоваться следующими четырьмя принципами увязки и совмещения работ: *первый принцип* – работы необходимо планировать в строгой технологической последовательности их выполнения с обязательным соблюдением правил охраны труда; *второй принцип* – обеспечивать поточно-параллельное и совмещенное выполнение работ, причем выполнение технологически не связанных между собой работ планировать параллельно, а технологически связанных

– совмещенно (путем деления фронта работ на участки или захватки); *третий принцип* – сроки строительства объекта по календарному плану не должны превышать нормативных или директивных. Нормативные указаны в СНиП, а директивные устанавливаются заказчиком; *четвертый принцип* – необходимость обеспечения в целом по графику равномерного потребления строительных ресурсов и особенно трудовых с тем, чтобы бригады равномерного без перерывов переходили с одного участка работы на другой при соблюдении общей поточности строительного производства.

Составление (вычерчивание) графика следует начинать с ведущей работы или процесса (например, при строительстве водовода или коллектора, - это укладка труб или элементов коллектора, а при возведении сооружения - это укладка бетонной смеси или монтаж сборных железобетонных конструкций) от которых главным образом зависит общая продолжительность строительства объекта. При необходимости продолжительность ведущего процесса сокращают путем увеличения сменности и числа механизмов или числа исполнителей на ручных работах. В зависимости от сложности и неоднородности объекта иногда на графике может быть несколько ведущих процессов. Сроки остальных процессов привязывают к ведущему. Причем, при планировании неведущих процессов возможны в принципе два варианта их выполнения: 1) поточно, в равном или кратном ритме с ведущим потоком; и 2) вне потока.

График работ календарного плана может быть разработан по двум основным схемам увязки и совмещения работ - последовательной и параллельной, учитывая характер и особенности работ.

Составление калькуляции трудовых затрат

Калькуляция трудовых затрат и заработной платы является основополагающим и необходимым документом, используемым как при оперативном планировании строительного производства (ее используют при составлении нарядов рабочим на выполнение работ), так и при календарном планировании. Из калькуляции принимают состав работ в технологической последовательности, объемы их, а также затраты труда и другие данные.

Калькуляции составляют по общепринятой утвержденной форме (табл.).

В гр. 1 записывают шифр сборника ЕНиР (или другого нормативного документа), из которого принимают нормативные данные. В гр. 2 записываются основные строительные-монтажные работы в технологической последовательности их выполнения. Единицы измерения объемов работ (гр. 3) принимаются по ЕНиР. В гр.4 указываются подсчитанные объемы работ в принятых единицах измерения. В гр. 5 выписываются из сборников действующих ЕНиР нормы времени ($H_{вр}$) в чел-ч. Обычно они в ЕНиР даются в числителе, а в знаменателе – расценка

на единицу измерения. Затраты труда в гр. 6 записывают после умножения нормы времени (гр. 5) на объем работ (гр. 4). При этом, учитывая что норма времени по ЕНиР дается в чел-ч, а затраты труда необходимо выразить в чел-дн., то полученное значение от такого умножения надо разделить на продолжительность рабочего дня при односменной работе или на продолжительность смены при 2-х или 3-х –сменной работе. В гр. 7 записывают расценку за единицу измерения работы по ЕНиР. Зарплата (гр. 8) получается в результате умножения расценки на объем работы. Состав звена и разряды рабочих по специальностям и профессиям (гр.9) также принимаются по рекомендациям сборников ЕНиР.

Таблица

Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

Обоснование (шифр ЕНиР)	Наименование работ	Един. изм-ия	Объем работ	Норма времени на ед. изм-ния, чел-ч	Затраты труда на весь объем чел-дн	Расценка на ед. изм-ия, руб. коп.	Зарплата на весь объем, руб. коп.	Состав звена и разряд рабочих
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Составление технологических карт и карт трудовых процессов

Технологические карты (ТК), входящие в состав проектов производства работ (ППР), обычно разрабатываются на сложные виды работ и работы, выполняемые новыми методами. Основное назначение ТК – оказать помощь строителям и проектировщикам при разработке технологической документации. По технологическим картам устанавливают технологическую последовательность строительных процессов, составляют недельно-суточные графики и наряды на производство работ. Их используют как при выполнении строительно-монтажных работ, так и при обосновании продолжительности строительства объектов в календарных планах и сетевых графиках производства работ.

В строительстве различают три вида технологических карт: типовые технологические карты, не привязанные к строящему объекту и местным условиям строительства; типовые технологические карты, привязанные к возводимому зданию или сооружению, но не привязанные к местным условиям; рабочие технологические карты, привязанные к строящемуся объекту и местным условиям строительства.

Технологические карты разрабатывают по единой схеме, рекомендуемой методическими указаниями по разработке типовых технологических карт в строительстве (ЦНИИОМТП. М., 1987). В технологических картах освещены вопросы технологии и организации строительного процесса, указаны потребности в материалах, полуфабрикатах, конструкциях и инструментах, технологические схемы, калькуляции затрат, требования к качеству работ, технико-экономические показатели.

Технологическая карта состоит из восьми разделов, каждый из которых формирует свои условия и требования, совокупное выполнение которых позволяет получить строительную продукцию при максимальной эффективности. В общем случае отдельные разделы технологической карты включают в себя:

1) *область применения* – условия выполнения строительного процесса (в том числе климатические); характеристики конструктивных элементов и их частей или частей зданий и сооружений; состав строительного процесса; номенклатуру необходимых материальных элементов;

2) *организацию и технологию выполнения строительного процесса* – требования к завершенности предшествующего или подготовительного процесса; состав используемых машин, оборудования и механизмов с указанием их технологических характеристик, типов, марок и количества; перечень и технологическая последовательность выполнения операций или простых процессов; схемы их выполнения для получения конечной продукции; схемы расположения приспособлений; состав звеньев или бригад рабочих; схемы складирования материалов и конструкций;

3) *требования к качеству и приемке работ* – перечень операций или процессов, подлежащих контролю; виды и способы контроля; используемые приборы и оборудование; указания по осуществлению контроля и оценке качества процессов;

4) *калькуляцию затрат труда, времени работы машин и заработной платы* – перечень выполняемых операций и процессов с указанием объемов работ; нормы рабочего и машинного времени и расценки; нормативные затраты труда рабочих (чел –ч), времени работы машин (маш-ч) и заработная плата (руб.) (раздельно для рабочих и машинистов);

5) *график производства работ* – графическое выражение последовательности выполнения операций и процессов на основании

определенных в калькуляции затрат труда и времени работы машин. При этом следует учитывать возможность повышения производительности труда;

б) *материально-технические ресурсы* – данные о потребности в материалах, полуфабрикатах и конструкциях на предусмотренный объем работ, инструменте, инвентаре и приспособлениях;

7) *технику безопасности* – мероприятия и правила безопасного выполнения процессов, в том числе необходимые проектные проработки для конкретных условий строительства;

8) *техничко-экономические показатели* – затраты труда рабочих (чел-ч); затраты времени работы машин (маш-ч); заработная плата рабочих (руб.); заработная плата машинистов (руб.); продолжительность выполнения процессов (смен) в соответствии с графиком; выработка на одного рабочего в смену (в натуральных измерениях); затраты на механизацию (руб.) и др.

Технологические карты должны разрабатываться на базе прогрессивных технологий, с учетом достижений мировой науки и практики; новых технологических средств, индустриализации и комплексной механизации процессов и должны обеспечивать повышение производительности труда, улучшение качества работ и снижение себестоимости продукции

Применение технологических карт, в том числе и типовых (ТТК), способствуют улучшению организации производства, повышению производительности труда и его научной организации, снижению себестоимости, улучшению качества и сокращению продолжительности строительства, безопасному выполнению работ, организации ритмичной работы, рациональному использованию трудовых ресурсов и машин, а также сокращению сроков разработки ППР и унификации технологических решений. Технологические карты разрабатываются ведущими проектными и строительными организациями (или их трестами «Оргтехстрой») на выполнение общестроительных и специальных работ, продукцией которых являются законченные конструктивные элементы здания или сооружения. В ряде случаев ТК также разрабатывают на комплексные строительные-монтажные процессы (например, на прокладку 100 м трубопровода или коллектора). Карты рассматриваются и утверждаются в составе ППР. При необходимости многократного применения технологические карты рассматриваются техническими советами строительных организаций с последующим утверждением в министерстве или Госстрое.

Лучшие ТК для многократного использования отбирают по признаку наиболее приемлемой и рациональной технологии с учетом утвержденных проектных решений, а также имеющихся в наличии строительных машин, приспособлений, а также требования ППР о взаимной увязке технологии выполнения разных процессов.

Типовые технологические карты (ТТК) разрабатывают для обеспечения строительства типовых и многократно повторяющихся зданий, сооружений и их частей рациональными решениями по организации и технологии строительного производства, способствующими повышению производительности труда, улучшению качества и снижению себестоимости работ.

Разрабатывают ТТК ведущие проектные и строительные организации (тресты «Оргтехстрой») по заданию министерств и ведомств. Паспорта на утвержденные ТТК, рекомендованные к применению, публикуются в строительном каталоге. Организационно-технологические решения, принятые в ТТК, обеспечивают высокие технико-экономические показатели, качество и безопасность выполнения работ в соответствии с требованиями действующих норм и правил строительного производства.

Карты трудовых процессов (КТП) разрабатываются для массового внедрения в строительное производство рациональных форм организации труда, высокопроизводительных методов и приемов труда на научной основе, способствующих увеличению выработки рабочих, улучшения качества и снижению себестоимости работ. КТП предназначаются для обучения рабочих непосредственно на стройках. Они используются при разработке технологических карт, карт организации труда, ППР, при разработке и внедрении на стройках мероприятий по научной организации труда. КТП разрабатываются на простой рабочий процесс, представляющий собой совокупность операций, организационно объединенных в определенной технологической последовательности, результатом которого является получение части строительной продукции.

Карта трудового процесса обычно состоит из пяти разделов:

- 1) назначение и эффективность применения карты;
- 2) исполнители и орудия труда;
- 3) подготовка процесса и условия его выполнения;
- 4) технология и организация процесса;
- 5) приемы труда.

Одним из основных и важных являются четвертый и пятый разделы, в которых дается краткая характеристика технологического процесса с указанием последовательности выполнения операций, приводится график трудового процесса, схема организации рабочего места и основные приемы труда.

График трудового процесса электродуговой ручной сварки секций в плеть дан в табл. Прихватку секций труб выполняет электросварщик Э-1 равномерно по периметру длиной 70 – 80 мм. После этого он с помощью крана-трубоукладчика снимает звенный центратор. Сварку корневого и части среднего слоя выполняет также Э-1 с использованием той же

сварочной установки. Сварка корневого слоя шва производится сначала на участке 1 – 2; затем на участке 1' - 2'. После зачистки корневого слоя сварщик Э-1 меняет электрод и варит средний слой на участке 3 – 4 до сигнала второго сварщика

Э-2. Сварку среднего и облицовочного слоя (предыдущий стык) выполняет второй сварщик Э-2, причем вначале сваривает до конца средний слой шва на участке 3' - 4' и облицовочный слой по всему периметру трубы на участке 5 – 6 и 5' - 6' (см. рис. 18.3, в). Облицовочный слой должен иметь выпуклую форму. Высота усиления шва должна быть не менее 3 мм. Ширина шва должна обеспечивать перекрытие кромок не менее 3 мм в каждую сторону.

После этого Э-1 переходит к следующему стыку и приступает к его прихватке, а Э-2 занимает место Э-1 и продолжает сварку среднего, а затем облицовочного слоя и т.д.

Выработка такого звена сварщиков за смену при данной организации труда составляет 9 стыков для труб диаметром 530 мм и 8 стыков для труб диаметром 630 мм.

Затраты труда на прихватку и сварку одного стыка труб диаметром 530 мм 1,77 чел-ч, а труб 630 мм – 2,0 чел-ч.

Таблица

График трудового процесса электродуговой ручной сварки секций в плеть (1 стыка труб диаметром 630 мм)

Наименование операций	Продолжительность, мин	Затраты труда, чел.-мин	Время, мин				
			10	20	30	40	50
Электроприхватка секций (последующий стык)	12	12,0					
Сварка корневого слоя							

и части среднего слоя (последующий стык)	24	24,0	Э-1	Э-1
Очистка шва от шлака	5	5,0		Э-1
	10	10,0	Э-2	Э-2
Сварка среднего и облицовочного слоев (предыдущий стык)	31	31,0	Э-2	Э-2
Нанесение клейма	4	8,0		Э-1
Проход к следующему стыку	2	4,0		Э-1 Э-2
Итого на 1 стык	94,0			
ПЭР и отдых (21%)	25,0			
Всего	119,0			