



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Технология строительного производства»

**Методические указания**  
по проведению практических занятий  
по дисциплине

## **«Технологические процессы в строительстве»**

Авторы  
Османов С. Г.,  
Иванчук Е. В.,  
Жильникова Т. Н.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Содержатся рекомендации студентам по подготовке к проведению практических занятий по дисциплине Технологические процессы в строительстве. Тематика занятий по своему содержанию и объему подобрана в соответствии с читаемым курсом лекций по дисциплине и направлена на закрепление студентами полученных теоретических знаний. Решение задач на практических занятиях будет способствовать подготовке студентов к курсовому проектированию по данной дисциплине. Даны порядок и методика проведения занятий, а также варианты исходных данных для студентов.

Предназначены для студентов направления 08.03.01 «Строительство» (профиль – «Водоснабжение и водоотведение») очной формы обучения. 8

## Авторы

|   |             |               |
|---|-------------|---------------|
| к.т.н., доцент кафедры производства» Османов С. Г.,   | «Технология | строительного |
| к.т.н., доцент кафедры производства» Иванчук Е. В.,   | «Технология | строительного |
| к.т.н., доцент кафедры производства» Жильникова Т. Н. | «Технология | строительного |





## Оглавление

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Введение                        | 4  |
| Занятие 1                       | 4  |
| Занятие 2                       | 10 |
| Занятие 3                       | 11 |
| Занятие 4                       | 12 |
| Занятие 5                       | 13 |
| Занятие 6                       | 15 |
| Занятие 7                       | 18 |
| Занятие 8                       | 22 |
| Список рекомендуемой литературы | 24 |

## Введение

Практические занятия по курсу "Технологические процессы в строительстве" проводятся в целях закрепления студентами теоретических занятий, полученных на лекциях, а также подготовки их к самостоятельной работе по выполнению необходимых расчетных и графических заданий при курсовом и дипломном проектировании и затем к самостоятельной работе их на производстве.

Занятия, как правило, должны выполняться в аудитории. На дом практические работы задаются в случае пропуска студентом занятия или необходимости окончания оформления результатов аудиторных занятий дома отдельными студентами.

Домашняя работа студента должна заключаться в изучении конспектов лекций и рекомендованной литературы к предстоящим занятиям.

## Методические рекомендации по проведению отдельных практических занятий

### ЗАНЯТИЕ 1

Тема занятия: Определение размеров котлованов при строительстве водопроводно-канализационных (ВК) сооружений

Цель занятия: Научиться правильно, определять необходимые размеры котлованов (в зависимости от принятых методов и схем монтажа сооружений), а также подсчитывать объемы земляных работ в каждом конкретном случае (в зависимости от формы и размеров котлована). Выполнить эти расчеты по методике, приводимой в лекциях по курсу, чем обеспечить закрепление полученных знаний.

Контроль готовности студентов к занятию:

Текущий вопрос перед началом занятий по следующим вопросам:

1. Какие Вы знаете основные схемы монтажа ВК сооружений?
2. Как определить размеры котлована при 1 схеме монтажа?
3. То же, при 2 схеме.
4. То же, при 3 и 4 схемах.
5. Основные расчетные формулы по определению объемов котлованов.
6. Формула для определения объема въездной /выездной траншеи.

Содержание и порядок проведения

Исходные данные:

Каждому студенту выдается вариант объекта строительства ВК сооружения с указанием его конструкции и основных размеров (табл. 1).

Таблица 1 - Варианты заданий к практическому занятию №1

| № п/п | Наименование объекта строительства  | Типовой проект | Основные размеры              |
|-------|---|----------------|-------------------------------|
| 1     | 2   | 3              | 4                             |
| 1     | Осветлители - перегниватели   | 902-2-315      | Диаметр 12 м<br>глубина 9,5 м |
| 2     | Метантенки железобетонные   | 902-2-228      | Диаметр 16 м<br>глубина 2,5 м |
| 3     | Отстойники канализационные радиальные вторичные из оборонного железобетона (4 шт) | 902-2-377      | Диаметр 40 м<br>глубина 5,4 м |
| 4     | Песколовки аэрируемые   | 902-2-372      | 12х9 м<br>глубина 5,4 м       |
| 5     | Блок отстойников и фильтров производительностью 200 тыс. м/сут                    | 901-3-128      | 116х120 м<br>глубина 2 м      |
| 6     | Резервуар для воды емкостью 2000м   | 4-18-855       | 64,5х64,5 м<br>глубина 3,5 м  |
| 7     | Флотатор для очистки сточных вод  | 902-2-219      | Диаметр 15 м<br>глубина 3,7 м |
| 8     | Аэротенки с рассредоточенным впуском сточных вод                                  | 902-2-300      | 90х108 м<br>глубина 4,8 м     |
| 9     | Блок отстойников и фильтров производительностью 100 тыс. м/сут                    | 901-3-98       | 119х66 м<br>глубина 2 м       |
| 10    | Отстойники канализационные радиальные первичные диаметром 30м                     | 902-2-378      | Диаметр 30 м<br>глубина 6,3 м |
| 11    | Градирия вентиляторная многосекционная  | 901-6-19       | 32х12 м<br>глубина 2 м        |
| 12    | Усреднитель концентрации сточных вод  | 902-2-337      | 42х6 м<br>глубина 5,4 м       |
| 13    | Отстойники первичные горизонтальные   | 902-2-304      | 24х36 м<br>глубина 3 м        |
| 14    | Блок емкостей станции биологической очистки                                       | 902-3-3        | 23х12 м<br>глубина 4 м        |
| 15    | Насосная станция произв. 8000 м/ч   | 901-2-75       | 24х66 м<br>глубина 5 м        |
| 16    | Нефтеотделитель на расход 660 л/с   | 902-2-45       | 18х39,4 м<br>глубина 2,4 м    |
| 17    | Установка для фторирования воды на 63-100 тыс. м/сут                              | 901-8-2        | 12х12 м<br>глубина 2,5 м      |
| 18    | Резервуар для воды емк. 20000 м (2 шт) на расст. 10м друг от друга                | 4-18-855       | 64,5х64,5 м<br>глубина 3,5 м  |
| 19    | Аэротенки с рассредоточенным впуском сточных вод                                  | 902-2-300      | 90х108 м<br>глубина 4,8 м     |

Продолжение таблицы 1

| 1  | 2  | 3         | 4                             |
|----|--|-----------|-------------------------------|
| 20 | Блок фильтров и отстойников на 100 тыс. м/сут                  | 901-3-98  | 119х66 м<br>глубина 2 м       |
| 21 | Четыре радиальных канализационных отстойника диаметром по 30 м | 902-2-378 | глубина 3 м<br>расстояние 6 м |
| 22 | Усреднитель сточных вод  | 902-2-337 | 42х96 м<br>глубина 5,4 м      |
| 23 | Насосная станция произв. 8000 м/ч                              | 901-2-75  | 24х66 м<br>глубина 5 м        |
| 24 | Установка для фторирования воды произв. 63-100 тыс. м/сут      | 901-8-2   | 12х12 м<br>глубина 2,5 м      |
| 25 | Отстойники канализационные радиальные диаметром 40 м (4 шт.)   | 902-2-377 | глубина 5,4 м                 |
| 26 | Прямоугольный резервуар для воды емкостью 2000 м               | -         | 24х18х4,8                     |
| 27 | То же, емкостью 3000 м (2 шт)                                  | -         | 27х24х4,8                     |
| 28 | То же, емкостью 4000 м (2 шт)                                  | -         | 36х24х4,8                     |
| 29 | То же, емкостью 5000 м (2 шт)                                  | -         | 36х30х4,8                     |
| 30 | То же, емкостью 6000 м (2 шт)                                  | -         | 36х36х4,8                     |
| 31 | То же, емкостью 7000 м (2 шт)                                  | -         | 42х36х4,8                     |
| 32 | То же, емкостью 8000 м (2 шт)                                  | -         | 48х36х4,8                     |
| 33 | То же, емкостью 9000 м (2 шт)                                  | -         | 54х36х4,8                     |
| 34 | То же, емкостью 10000 м (2 шт)                                 | -         | 60х36х4,8                     |
| 35 | То же, емкостью 11000 м (1 шт)                                 | -         | 66х36х4,8                     |
| 36 | То же, емкостью 12000 м (1 шт)                                 | -         | 48х54х4,8                     |
| 37 | То же, емкостью 14000 м (2 шт)                                 | -         | 54х54х4,8                     |
| 38 | То же, емкостью 15000 м (2 шт)                                 | -         | 60х54х4,8                     |
| 39 | То же, емкостью 17000 м (2 шт)                                 | -         | 66х54х4,8                     |
| 40 | То же, емкостью 18000 м (1 шт)                                 | -         | 72х54х4,8                     |
| 41 | То же, емкостью 20000 м (1 шт)                                 | -         | 78х54х4,8                     |
| 42 | Цилиндрический резервуар для воды емкостью 100 м (4 шт.)       | -         | D – 6 м;<br>H – 3,5 м         |
| 43 | То же, емкостью 150 м (4 шт.)                                  | -         | D – 7,5 м;<br>H – 3,6 м       |
| 44 | То же, емкостью 250 м (4 шт.)                                  | -         | D – 9,2 м;<br>H – 3,7 м       |
| 45 | То же, емкостью 400 м (2 шт.)                                  | -         | D – 11,5 м;<br>H – 3,75 м     |
| 46 | То же, емкостью 650 м (2 шт.)                                  | -         | D – 15 м;<br>H – 3,8 м        |

Окончание таблицы 1

| 1  | 2                              | 3 | 4                         |
|----|--------------------------------|---|---------------------------|
| 47 | То же, емкостью 1000 м (2 шт.) | - | D – 18 м;<br>H – 3,85 м   |
| 48 | То же, емкостью 1600 м (2 шт.) | - | D – 22,5 м;<br>H – 4,05 м |
| 49 | То же, емкостью 2500 м (2 шт.) | - | D – 27,7 м;<br>H – 4,15 м |
| 50 | То же, емкостью 4000 м         | - | D – 35 м;<br>H – 4,2 м    |
| 51 | То же, емкостью 6500 м         | - | D – 43,6 м;<br>H – 4,4 м  |

Размеры котлованов определяют исходя из общих размеров сооружения в плане, глубины его заложения, крутизны откосов, а также принятых методов выполнения основных производственных процессов. При этом важно учесть схему монтажа будущего сооружения, определяющую схему движения кранов и других машин при монтаже сборных или возведении монолитных сооружений.

Поскольку при устройстве ВК систем строят в основном заглубленные и чаще всего емкостные сооружения, можно выделить следующие четыре основные схемы их монтажа:

схема 1 (кольцевая) - кран и транспортные средства при возведении сооружения перемещаются вокруг него по берме котлована, не заезжая на его дно;

схема 2 - механизмы движутся по дну котлована за пределами сооружения, по его периметру;

схема 3 - механизмы в процессе строительства сооружения перемещаются непосредственно по его днищу;

схему 4 - предусматривает монтаж сооружения одновременно, т.е. параллельно работающими двумя кранами, при котором конструкции крайних стен и примыкающего пролета сооружения монтируют первым краном с передвижением его и транспортных средств по берме котлована, а конструкции внутри сооружения - вторым краном, передвигающимся по днищу сооружения.

По схеме 1 возводят обычно небольшие сооружения, ширина которых в плане или диаметр не превышает 15 м ( $B_{\text{соор}} < 15$  м); размеры котлована (ширина  $B_{\text{к}}$  и длина  $L_{\text{к}}$ ) при этом определяются исходя из внешних размеров сооружения с небольшим уширением его дна с каждой стороны для удобства выполнения работ (рис.1, а)

$$B_{\text{к}} = B_{\text{соор}} + 2b_1, \quad (1)$$

$$L_{\text{к}} = L_{\text{соор}} + 2b_1, \quad (2)$$

где  $B_{\text{соор}}$ ,  $L_{\text{соор}}$  – ширина и длина возводимого сооружения по наружному периметру;



$b_1$  – ширина свободного пространства между подошвой откоса выемки выступающей частью днища сооружения (принимается по условиям техники безопасности и удобства работ не менее 0,5-1,0 м).

По схеме 2 возводят сооружения средних габаритов, размеры которых в плане превышают 15м ( $V_{\text{соор}} > 15\text{м}$ ) при значительном их заглублении и большой массе монтажных элементов. Размеры котлована при этом должны быть достаточными для размещения сооружений, а также для проезда кранов и транспорта вокруг них по дну выемки (рис.1, б) и раскладки сборных конструкции по фронту работ

$$V_k = D_H * n + (n-1)b_2 + b_3, \quad (3)$$

$$L_k = D_H * n_1 + (n_1-1)b_2 + b_3, \quad (4)$$

где  $D_H$  – диаметр или размер сооружения по наружному периметру;  
 $n$  и  $n_1$  – число сооружений или секций в одном ряду соответственно в поперечном и продольном направлениях;

$b_2$  - расстояние между сооружениями в свету;

$b_3$  - уширение котлована по дну для безопасного выполнения монтажных работ и движения транспорта

$$b_3 = 1 * 2 + 2R_m = 2(1 + R_m), \quad (5)$$

где 1 – просвет между движущимся краном и сооружением (или откосом выемки);

$R_m$  – радиус поворота машинной платформы крана.

При возведении сооружений из монолитного железобетона размеры котлована определяются по тем же формулам, только с добавлением  $V_k$  и  $L_k$  удвоенной величины  $2b_{\text{оп}}$  (где  $b_{\text{оп}}$  - ширина опалубочного агрегата или крепления стационарной опалубки и лесов на уровне дна котлована).

По схеме 3 обычно строят крупные сооружения (рис.1, в), размеры которых в плане в несколько ( $n$ ) раз превышают 15м ( $V_{\text{соор}} > 15n, \text{м}$ ). В этом случае размеры котлована равны:

$$V_k = V_{\text{соор}} + b_1 + b_4, \quad (6)$$

$$L_k = L_{\text{соор}} + 2b_1, \quad (7)$$

где  $b_4$  – уширение котлована для монтажа конструкций последней секции сооружения (см. рис.1, в);

$b_1$  – уширение котлована в торцах сооружения для заезда и выезда крана и транспортных средств (принимается равным 6-7 м и зависит от радиуса их поворота)

$$b_4 = 1 * 3 + 2R_m + B_a, \quad (8)$$

где  $B_a$  – ширина базы грузовых автомашин на уровне кузова (габарит).

По схеме 4 также строят крупные сооружения при  $V_{\text{соор}} > 15n, \text{м}$ .

Размеры котлованов, поскольку уширения их дна на величины  $b_3$  или  $b_4$  не требуются, могут быть определены по формулам, применяемым при 1 схеме.

Размеры котлованов поверху определяют исходя из их размеров понизу  $V_k$ ,  $L_k$ , глубины выемки  $H$  и принятых коэффициентов заложения откоса  $m$  для соответствующих грунтов.



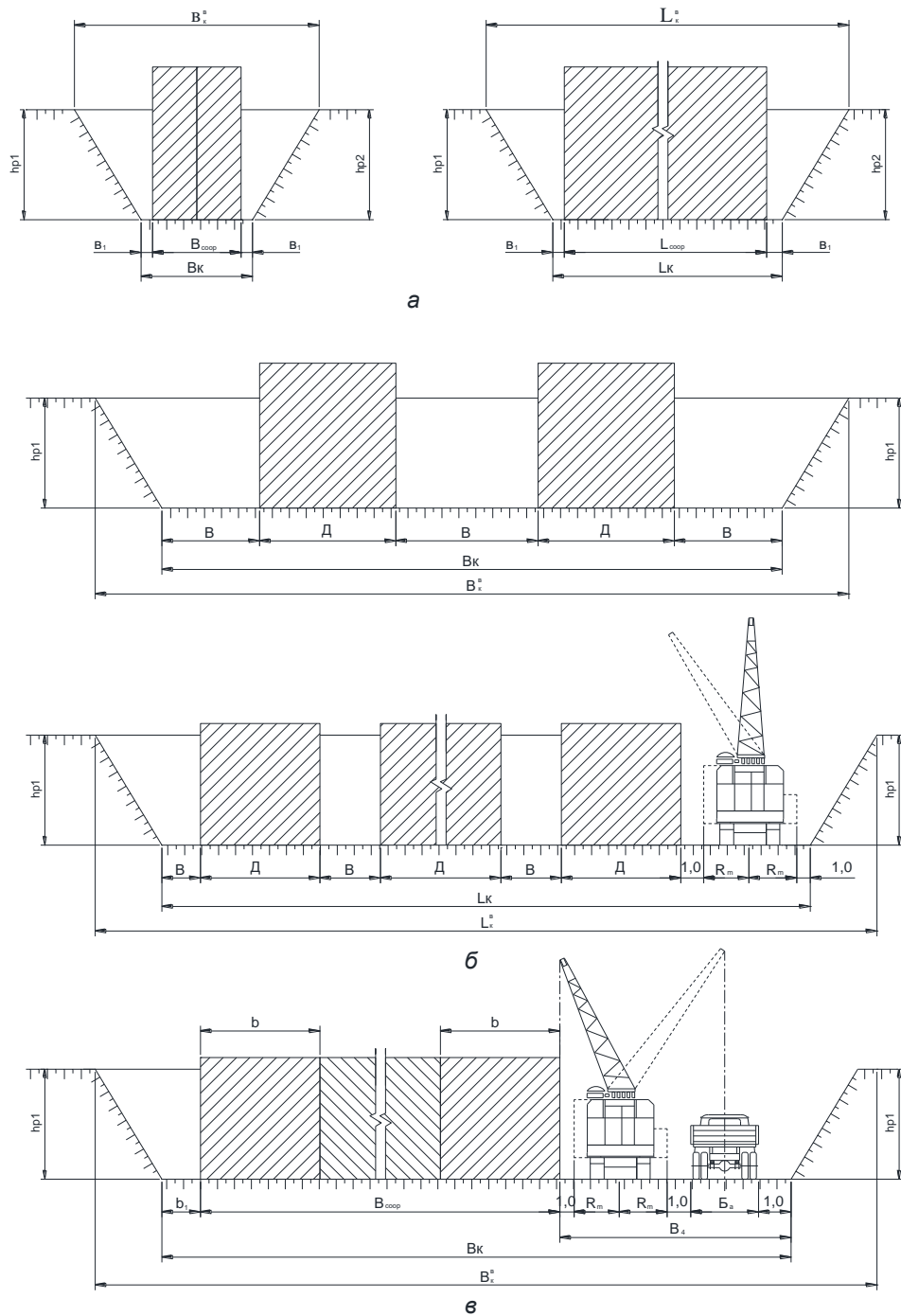


Рис. 1. Определение размеров котлованов емкостных сооружений в зависимости от схемы движения монтажного крана:

- а – при движении крана по берме котлована (схема I);
- б – при движении по дну котлована вокруг сооружения (схема II);
- в – с заездом на днище сооружения (схема III).

Значение коэффициента  $m$  в зависимости от вида грунта и глубины выемки определяют по СНиП 12-03-2001 [16] и учебнику Салова Ю.З. и Замятина Г.В. [14].

Тема занятия: Подсчет объемов земляных работ при устройстве котлованов под ВК сооружения.

Данное занятие выполняется с использованием результатов предыдущего.

Уточнив по приведенным выше формулам размеры котлована понизу  $V_k$ ,  $L_k$ , назначив крутизну откосов  $m$  и зная глубину котлована, определяют размеры котлована поверху  $V_k^B$ ,  $L_k^B$ , и затем вычисляют объем грунта, подлежащего разработке при устройстве котлована.

Объем котлована прямоугольной формы с откосами определяют по формуле опрокинутой усеченной пирамиды (призматоида)

$$V_k = \frac{H}{6} [V_k L_k + V_k^B L_k^B + (V_k + V_k^B)(L_k + L_k^B)], \quad (9)$$

где  $V_k$ ,  $L_k$  – ширина и длина котлована по дну;

$V_k^B$ ,  $L_k^B$  – то же, поверху;

$H$  – глубина котлована.

Объем котлована, имеющую форму многоугольника с откосами

$$V_k = \frac{H}{6} (F_1 + F_2 + 4F_{cp}), \quad (10)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  – площади дна и верха котлована, м<sup>2</sup>;

$F_{cp}$  – площадь сечения по середине его высоты, м<sup>2</sup>.

Объем квадратного котлована с откосами определяют по формуле опрокинутого призматоида

$$V_k = \frac{H}{3} (F_1 + F_2 + \sqrt{F_1 * F_2}), \quad (11)$$

Объем круглого в плане котлована с откосами определяют по формуле опрокинутого усечения конуса

$$V_k = \frac{\pi H}{3} (R^2 + r^2 + Rr), \quad (12)$$

где  $R$  и  $r$  – радиусы верхнего и нижнего оснований котлована.

Котлованы для сооружений, состоящих из цилиндрической и конической частей (радиальные отстойники, метантенки и др.), которые обычно возводятся группами, т.е. по нескольку в одном котловане, отрывают в два этапа: вначале устраивают общий прямоугольный котлован с размерами  $V_k$ ,  $L_k$  понизу и  $V_k^B$ ,  $L_k^B$  поверху от отметки заложения их цилиндрических частей, а затем делают углубления для конических частей каждого сооружения. Соответственно и объемы земляных работ определяют в два этапа: вначале объем общего прямоугольного котлована по приведенным выше формулам, а затем объемы конических углублений с использованием приведенной формулы усеченного конуса.

При подсчетах объемов земляных работ следует также учитывать объемы въездных и выездных траншей  $V_{в.тр.}$

$$V_{в.тр.} = \frac{H^2}{6} \left( 3b + 2mH \frac{m^1 - m}{m^1} \right) (m^1 - m), \quad (13)$$

где  $H$  – глубина котлована в местах устройства траншей;

$b$  – ширина их понизу, принимаемая при одностороннем движении 4,5 м, при двустороннем – 6 м;

$m$  – коэффициент заложения откоса котлована;

$m^1$  – коэффициент откоса (уклон) въездной или выездной траншеи (от 1:10 до 1:15).

Общий объем котлована с учетом выездных и въездных траншей

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{к}} + nV_{\text{в.тр.}}, \quad (14)$$

где  $V_{\text{к}}$  – объем собственного котлована;

$n$  – количество въездных и выездных траншей;

$V_{\text{в.тр.}}$  – их объем.

### ЗАНЯТИЕ 3

Тема занятия: Определение размеров траншей для прокладки трубопроводов и коллекторов.

Цель занятия: Закрепить полученные на лекциях знания по производству земляных работ, определению размеров траншеи и подсчету объемов работ по рытью траншей, устройству прямых и обратной засыпке трубопровода.

Контроль готовности студентов к занятию

Текущий выборочный опрос по следующим вопросам:

1. Как определяется ширина траншеи по дну и ее проверка по ширине ковша экскаватора.
2. Определение размеров поперечного сечения траншеи.
3. Как построить продольный профиль трассы трубопровода?
4. Формулы расчета объемов земляных работ при устройстве траншеи.
5. Табличный способ расчета объема траншеи.

Содержание и порядок проведения занятия

Исходные данные:

1. План трассы трубопровода в горизонталях (по заданию преподавателя)
2. Вариант типа труб, их диаметра и др. данные также по заданию преподавателя.

Порядок проведения занятий следующий:

1. Путем опроса студентов напоминает общую методика решения задач, связанных с определением размеров и объемов траншеи для прокладки трубопроводов в различных условиях трассы.
2. Построение продольного профиля на основании варианта заданного плана трассы в горизонталях. При этом профиль земной поверхности определяется черными отметками и условно изображается в виде отрезков прямых линий между пикетными и характерными точками. Профиль дна траншеи определяют проектные (красные) отметки в этих же точках.

Характерными (плюсовыми) точками являются места изменения геологических условий вдоль трассы, уклона и поворота трубопровода. Пикетные точки в данном случае рекомендуется назначать через 100 м по длине трубопровода.

Величины чёрных отметок в точках, не попавших на линии горизонталей,

определяются методом линейной интерполяции между двумя смежными горизонталями.

Все отметки определяются с точностью до второго знака после запятой.

Численные значения рабочих, черных и красных отметок записываются в так называемой "легенде" под линиями профилей земной поверхности и дна траншеи в местах сечения на соответствующих пикетных и характерных точках.

3. Размеры траншеи определяют следующим образом. Наименьшую ширину траншеи по дну  $V_{тр}$  определяют в зависимости от вида и диаметра труб, способа их прокладки по табл.2 СП 45.13330.2017 [15]. При этом необходимо иметь в виду, что при разработке грунта экскаваторами она должна быть не меньше, чем ширина режущей кромки ковша экскаватора с добавлением в песчаных грунтах и супесях 0,15 м, а глинах и суглинках 0,10 м. Ширина ковша может быть определена исходя из его геометрической емкости по формуле

$$b_k = 1.2\sqrt[3]{q} \quad (15)$$

где  $q$  – геометрическая емкость ковша,  $m^3$ .

При устройстве траншеи с вертикальными откосами и креплениями ширину траншеи увеличивают на их толщину, а при необходимости работы в траншее людей, наименьшее расстояние в свету между трубопроводом (коллектором) и стенами должно быть не менее 0,7 м.

Ширина траншеи по верху зависит от крутизны откосов и определяется по формуле

$$V_{тр}^B = V_{тр} + 2mH, \quad (16)$$

где  $V_{тр}$  – ширина траншеи по дну, м;

$m$  – показатель крутизны откоса траншеи (см. табл. 4.4 и 4.5 учебника [14];

$H$  – глубина (рабочая отметка) траншеи в рассматриваемом сечении.

Площадь поперечного сечения траншеи с откосами определяется как площадь трапеции по формуле

$$F = \frac{V_{тр} + V_{тр}^B}{2} * H = (V_{тр} + mH)H \quad (17)$$

Глубина траншеи  $H$  зависит от глубины заложения труб, которая устанавливается заданием и определяется по продольному профилю.

Поперечные профили вычерчиваются для точек, где изменяется ширина дна траншеи или крутизна откосов.

Варианты заданий принять по методическим указаниям [22]. Продольный профиль по трассе трубопровода или коллектора необходимо построить по плану трассы в горизонталях в соответствии с вариантом задания из методических указаний [22].

#### ЗАНЯТИЕ 4

Тема занятия: Подсчет объемов земляных работ при устройстве траншей.

Построенный профиль с рабочими отметками используют для подсчета объема земляных работ. Для этого, зная ширину траншеи по дну,  $V_{тр}$ , глубину

выемки и требуемую крутизну откосов, определяют размеры поперечных сечений траншеи в пикетах и характерных точках.

Объем траншеи с наклонными откосами  $V_{тр}$  на участке между смежными пикетами можно определить по формуле:

$$V_{тр.i} = \frac{F_1 + F_2}{2} l_i \quad (18)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  – площади двух крайних поперечных сечений траншей (в местах пикетов),  $m^2$ ;

$l_i$  – расстояние между поперечниками (пикетами), м.

Его принимают в пределах от 10 до 100 м.

Площади поперечников  $F_1$  и  $F_2$  определяются по формулам:

$$F_1 = (B_{тр} + mH_1)H_1, \quad (19)$$

$$F_2 = (B_{тр} + mH_2)H_2, \quad (20)$$

где  $H_1$  и  $H_2$  – глубина траншеи или рабочие отметки ее в двух крайних поперечных сечениях, м.

Объем траншеи с вертикальными откосами определяется по формуле:

$$V_{тр.i} = \frac{B_{тр}(H_1 + H_2)}{2} l_i \quad (21)$$

Общий объем траншеи будет равен сумме ее объемов на отдельных участках

$$V_{тр.} = \sum V_{тр.i} \quad (22)$$

Подсчет объемов выполняется в табличной форме (табл. 2).

Таблица 2

| Точка |    | В <sub>тр</sub> ,<br>м | Н,<br>м | m    | F <sub>1</sub> ,<br>м | $\frac{F_1 + F_2}{2}$<br>м | l <sub>i</sub> ,<br>м | V <sub>тр.i</sub> ,<br>м |
|-------|----|------------------------|---------|------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|
| ПК    | +  |                        |         |      |                       |                            |                       |                          |
| 0     | -  | 1                      | 2,0     | 1    | 6                     | 7,7                        | 100                   | 770                      |
| 1     | -  | 1                      | 2,6     | 1    | 9,4                   | 14,6                       | 100                   | 1460                     |
| 2     | -  | 1                      | 3,6     | 1,25 | 19,8                  | 14,6                       | 40                    | 584                      |
| 3     | 40 | 1                      | 2,6     | 1    | 9,4                   | 7,7                        | 60                    | 462                      |
|       |    | 1                      | 2,0     | 1    | 6                     |                            |                       |                          |
|       |    |                        |         |      |                       |                            | Σ -300                | Σ -<br>3276              |

## ЗАНЯТИЕ 5

Тема занятия: Выбор экскаватора и схемы разработки котлована для ВК сооружения

Цель занятия: Получить практические навыки по выбору типа экскаватора для разработки котлована по техническим параметрам, определению. Схемы его разработки.

Выбор экскаватора. Котлованы чаще всего разрабатывают одноковшовыми экскаваторами. Причем, для разработки широких котлованов с погрузкой грунта в транспортные средства используют экскаваторы с прямой лопатой, а

для отрывки небольших котлованов с - обратной лопатой. Для устройства котлованов и каналов применяют экскаваторы - драглайны. Виды экскаваторов и их характеристики приведены в справочниках [21,26], а также в ЕНиР [9].

Выбор марки экскаватора определяется емкостью и высотой ковша. Для разработки крупных котлованов выбирают экскаваторы с емкостью ковша (0,5; 0,8; 1,5 м). При этом, однако, должно соблюдаться требование, чтобы высота ковша не превышала трехкратной высоты забоя (высота копания Н).

Выбор метода или способа разработки котлована во многом зависит от размеров и глубины котлована.

1. Неширокие котлованы (шириной до  $1,5^3R$ ) разрабатывает лобовой проходкой с односторонней погрузкой в транспортные средства при движении экскаватора по оси котлована (рис.2, а).

2. При ширине котлована от  $1,5 R$  до  $1,9 R$  разработку ведут лобовой проходкой экскаватора с двусторонней подачей транспортных средств (рис.2, б).

Наибольшая ширина лобовой проходки поверху для экскаватора с прямой лопатой при движении его по прямой определяется по формуле

$$B = 2\sqrt{R_0^2 - l_n^2}, \quad (23)$$

где  $R_0$  – оптимальный радиус копания экскаватора, м (принимается равным 0,7-0,8 от наибольшего радиуса копания);

$l_n$  – длина рабочей передвижки экскаватора.

3. Котлованы шириной от  $1,9$  до  $2,5 R$  разрабатывают уширенной лобовой проходкой с передвижением экскаватора по зигзагу (рис.2, в).

4. Котлованы шириной до  $3R$  разрабатывают поперечно-торцевой проходкой (рис.2, г).

5. Особо широкие котлованы (более  $3,5 R$ ) разрабатывают вначале лобовой, а затем боковыми проходками (рис.2, д)

Наибольшая ширина проходок будет равна для зигзагообразной

$$B = 2\sqrt{R_0^2 - l_n^2} + 2nR_c, \quad (24)$$

для поперечно-торцевой

$$B = 2\sqrt{R_0^2 - l_n^2} + 2nR_c, \quad (25)$$

для боковой

$$B = 2\sqrt{R_0^2 - l_n^2} - mH + 0,7R_c, \quad (26)$$

где  $R_c$  – радиус копания на уровне стоянки экскаватора;

$n$  – количество поперечных передвижек экскаватора;

$m$  – коэффициент откоса;

$H$  – высота забоя.

Количество боковых проходок при разработке котлованов по схеме (рис.2, д) составит

$$n = \frac{B_k^B - B_{\text{лоб.пр.}}}{B_{\text{бок.пр.}}}, \quad (27)$$

где  $B_k^B$  – ширина котлована по верху, м;

$V_{\text{лоб.пр.}}$  – ширина лобовой проходки, м;

$V_{\text{бок.пр.}}$  – ширина боковой проходки, м.

При получении дробного числа его округляют.

## ЗАНЯТИЕ 6

Тема занятия: Выбор экскаватора и схемы разработки траншеи для трубопровода или коллектора

Цель занятия: Получить практические навыки по выбору типа экскаватора для разработки траншеи по техническим параметрам, определению схемы работ при механизированной разработке грунта в траншеях

### Контроль готовности студентов к занятию

Текущий выборочный опрос по вопросам, выносимым на контроль из лекционного материала.

1. При каких условиях целесообразно применять многоковшовые или одноковшовые экскаваторы с различным рабочим оборудованием (обратная лопата, драглайн)?
2. Схемы разработки траншеи одноковшовыми экскаваторами.
3. Условия, определяющие выбор схемы разработки траншеи.
4. Мероприятия по технике безопасности при экскаваторной разработке грунта в траншеях.

### Содержание и порядок проведения занятий

Исходные данные:

1. Вариант подлежащей разработке траншеи, ее размеры, объем и характеристики грунта принимаются студентом по результатам выполнения практических занятий №3 и 4.
2. Срок выполнения работ задается преподавателем.

#### Порядок проведения занятия

1. Путем опроса студентов уточняются возможные схемы разработки грунта при отрывке траншеи.
2. Выдается индивидуальное задание каждому студенту с использованием, полученных в результате выполнения практических занятий №3 и 4 данных.
3. Описывается методика выбора экскаваторов по техническим параметрам, приведенным в ЕНиР [9] и справочнике [4], исходя из условий индивидуального задания.



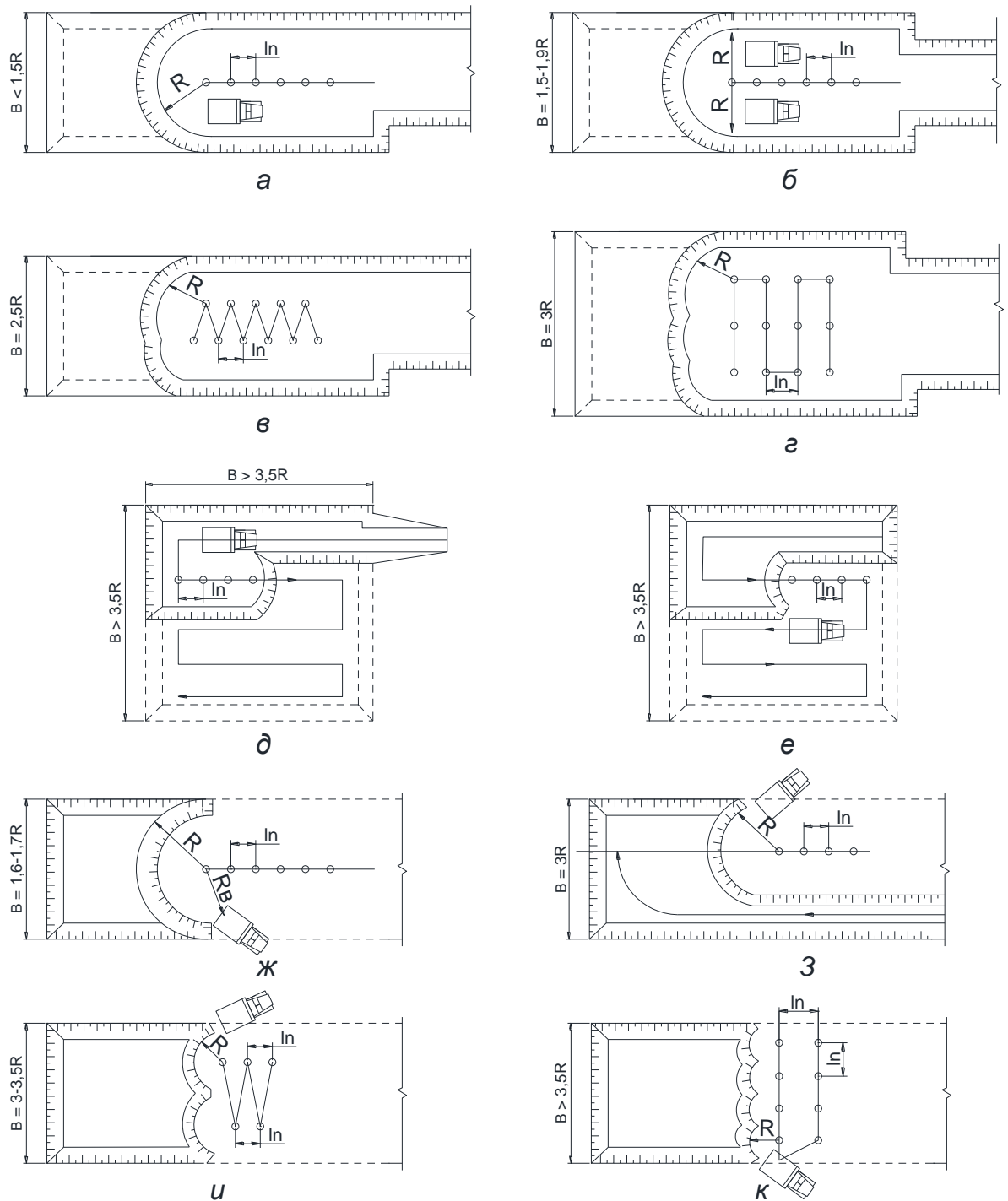


Рис. 2. Схемы разработки котлованов

**а** – лобовой проходкой с односторонней погрузкой в транспорт; **б** – лобовой проходкой с двухсторонней погрузкой в транспорт; **в** – уширенной лобовой проходкой с перемещением экскаватора по зигзагу; **г** – уширенной лобовой проходкой с перемещением экскаватора поперек котлована; **д** – боковой проходкой экскаватором прямая лопата; **е, ж, з** – торцевой проходкой с перемещением экскаватора обратная лопата вдоль котлована; **и, к** – то же, поперек котлована.

Для разработки траншеи применяют одноковшовые экскаваторы с обратной лопатой и драглайны, а также многоковшовые экскаваторы. Тип экскаватора

выбирают на основании исходных данных (размеров траншеи, объемов земляных работ и продолжительности производства работ).

Рабочие параметры, по которым должен выбираться тип экскаватора, следующие: емкость  $q$  и ширина ковша  $b_k$ , наибольшая глубина копания  $H_k$ , радиусы резания  $R_p$  и выгрузки  $R_v$ , а также высота выгрузки на транспорт  $H_v$ . Рабочие параметры некоторых типов экскаваторов приведены в ЕНиР [9], а также в справочниках [21,26].

Основным параметром, по которому выбирается экскаватор является глубина копания  $H_k$ . Она должна быть не меньше глубины траншеи  $H_{тр}$ .

Во избежание разработки излишних объемов грунта емкость ковша следует подбирать из условия соответствия его ширины, определяемой по формуле (15).

Разработка грунта может вестись в отвал (навывет) или с погрузкой в транспортные средства. В последнем случае высота выгрузки на транспорт  $H_v$  должна быть не менее высоты транспорта.

Радиусы выгрузки  $R_v$  и резания  $R_p$  применяемого экскаватора определяют применяемую схему разработки траншеи. Выбор схемы зависит от соотношения между радиусом выгрузки  $R_v$  и требуемым радиусом выгрузки  $R_{v.треб}$ .

Так, если  $R_v = R_{v.треб}$ , то ось движения экскаватора должна совпадать с осью траншеи. Если  $R_v < R_{v.треб}$ , то ось движения экскаватора должна быть сдвинута в сторону отвала на расстояние  $C$ , равное  $R_{v.треб} - R_v$ . В этом случае экскаватор движется параллельно оси траншеи со смещением в сторону отвала и односторонней выгрузкой грунта. Но при этом должно подтвердиться и другое условие: равенство наибольшего практического радиуса резания  $R_p$  расстоянию от бровки траншеи со стороны, противоположной отвалу грунта, до оси движения экскаватора

$$C + \frac{B_{тр}^в}{2} \geq R_p, \quad (28)$$

где  $\frac{B_{тр}^в}{2}$  – половина ширины траншеи поверху.

Движение экскаватора по зигзагообразной схеме параллельно оси траншеи с двусторонней выгрузкой грунта применяют при отрывке широких траншей, когда

$$C + \frac{B_{тр}^в}{2} > R_p, \text{ а } R_v \ll R_{v.треб}$$

При больших объемах земляных работ траншеи можно разрабатывать двумя параллельно работающими экскаваторами. В этом случае, как и в предыдущем варианте, вынутый грунт укладывают по обе стороны траншеи. Для прокладки труб отвал с одной из берм необходимо бульдозером отодвинуть в сторону, на 15-20 м.

Траншеи с вертикальными стенками разрабатывают чаще всего многоковшовыми экскаваторами. В трубопроводном строительстве наиболее распространены скребковые двухцепные экскаваторы типа ЭТУ-354А и ЭТЦ-252, способные отрывать траншеи прямоугольного и трапецеидального профиля глубиной до 4 м, шириной по дну 0,8 и 1,1 м и шириной по верху до 2,8 и в грунтах 1-3

групп. Траншеи с вертикальными стенками в связных грунтах (суглинках, глинах) для укладки трубопроводов плетями на глубину до 3 м разрабатывают роторными и цепными траншейными, экскаваторами без креплений. При необходимости разработки траншеи более глубоких, чем позволяют возможности выпускаемых экскаваторов непрерывного действия, их разрабатывают комбинированным способом в несколько этапов, когда вначале до определенной глубины делают выемки с помощью бульдозеров или скреперов, а затем роют траншеи многоковшовыми экскаваторами.

## ЗАНЯТИЕ 7

Тема занятия: Подбор кранов по техническим и экономическим параметрам для прокладки трубопроводов.

Цель занятия: Привить студентам навыки по выбору типов и марок кранов при строительстве конкретных трубопроводов и коллекторов.

### Контроль готовности студентов к занятию

Текущий выборочный опрос по следующим вопросам и разделам.

1. Этапы выбора типа и марок кранов.
2. Что такое «выбор крана по техническим параметрам?»
3. Назовите основные грузоподъемные характеристики кранов.
4. Методика выбора кранов. Основные формулы для определения характеристик кранов.
5. Выбор оптимального крана.
6. Определение количества кранов.

### Содержание и порядок проведения занятия

Исходные данные: Для выбора крана по монтажу трубопроводов в табл. 3 приведены применительно к каждому варианту необходимые исходные данные.

#### Порядок проведения занятия

После опроса студентов по теме занятия и выдачи варианта занятия студент выполняет его самостоятельно по нижеприведенной методике.

Краны выбирают в два этапа. На первом - выбирают технически возможные типы кранов по основным рабочим параметрам (вылет крюка, высота подъема или глубина опускания в траншею крюка, грузоподъемность), а на втором – более экономичный, т.е. оптимальный, тип крана.

I ЭТАП: Выбор крана по основным рабочим параметрам производят по следующей методике. Вначале определяют положение крана относительно траншеи, а затем – необходимый минимальный вылет крюка ( $L_k$ ).

| Вариант | Вид труб      | Диаметр, мм | Глубина траншеи, м | Крутизна откосов, 1: m | Способ прокладки              | Особые условия         |
|---------|---------------|-------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 1       | 2             | 3           | 4                  | 5                      | 6                             | 7                      |
| 1       | Железобетон   | 800         | 2,4                | 1:1                    | Отдельными трубами            | Монтаж с трансп. сред. |
| 2       | Стальные      | 1420        | 3,0                | 1:0,75                 | Непрерывной плетью            | --                     |
| 3       | Пластмассовые | 630         | 2,2                | 1:0,5                  | Укрупненными секциями         | --                     |
| 4       | Железобетон   | 1200        | 3,0                | 1:0,75                 | Отдельными трубами            | С раскладкой на берме  |
| 5       | Чугунные      | 1000        | 2,0                | 1:1                    | --/--                         | --                     |
| 6       | Асбестоцемент | 400         | 1,6                | 1:1                    | Укрупненными секциями         | --                     |
| 7       | Керамические  | 600         | 2,0                | 1:0,5                  | Отдельными трубами            | С раскладкой на берме  |
| 8       | Стальные      | 1000        | 1,8                | 1:1                    | Укрупненными секциями 1-24 м. | --                     |
| 9       | Бетонные      | 1000        | 2,3                | 1:0,5                  | Отдельными трубами            | С раскл.               |
| 10      | Керамические  | 500         | 1,8                | 1:1                    | --/--                         | --/--                  |
| 11      | Асбестоцемент | 500         | 1,6                | 1:0,75                 | Трехтрубн. секциями           | --                     |
| 12      | Стальные      | 800         | 1,9                | 1:0,5                  | Укрупненными секциями 1-24 м. | --                     |
| 13      | Керамические  | 450         | 1,8                | 1:1                    | Секция по труб.               | --                     |
| 14      | Асбестоцемент | 350         | 1,7                | 1:0,75                 | Отдельными трубами            | С раскл.               |

Продолжение таблицы 3

| 1  | 2              | 3    | 4   | 5      | 6                             | 7                      |
|----|----------------|------|-----|--------|-------------------------------|------------------------|
| 15 | Чугунные       | 600  | 1,9 | 1:1    | Отдельными трубами            | С раскл.               |
| 16 | Чугунные       | 900  | 2,8 | 1:0,75 | -//-                          | -//-                   |
| 17 | Железобетон    | 1600 | 3,0 | 1:1    | -//-                          | Монтаж с трансп. сред. |
| 18 | Стальные       | 1200 | 3,0 | 1:0,5  | Укрупненными секциями 1-24 м. | --                     |
| 19 | Керамические   | 400  | 2,0 | 1:1    | Отдельными трубами            | С расклад.             |
| 20 | Пластмассовые  | 500  | 1,2 | 1:0,75 | -//-                          | -//-                   |
| 21 | Железобетон    | 1000 | 2,6 | 1:0,5  | -//-                          | -//-                   |
| 22 | Стальные       | 800  | 2,0 | 1:1    | Плетью                        | --                     |
| 23 | Бетонные фальц | 800  | 2,2 | 1:0,5  | Отдельными трубами            | С расклад.             |
| 24 | Стальные       | 500  | 4,0 | 1:0,5  | Плетями                       | --                     |
| 25 | Стальные       | 400  | 3,5 | 1:0,5  | Отдельными трубами            | --                     |

При прокладке трубопровода из одиночных труб в трапецеидальные траншеи вылет крюка

$$L_k = 0,5b + 1,2mH + 0,5B_{кр} = 0,5(b + B_{кр}) + 1,2mH, \quad (29)$$

где  $b$  – ширина траншеи по дну;  
 $m$  – коэффициент крутизны откоса;  
 $H$  – глубина траншеи;  
 $B_{кр}$  – ширина базы крана.

При монтаже трубопроводов из укрупненных секций длиной до 24 м

$$L_k = 0,5b + 1,2mH + d_n + 1 + 0,5B_{кр}, \quad (30)$$

где  $d_n$  – наружный диаметр укладываемых труб.

Укладку изолированных плетей из стальных труб ведут с помощью кранов-трубоукладчиков, вылет крюка которых:

$$L_k = 0,5b + mH + 2, \quad (31)$$

Если укладку плетей ведут стреловыми кранами, то их размещают по другую сторону от плетей. Необходимый вылет крюка при этом составит:

$$L_k = 0,5b + mH + l_{бр1} + d_n + l_{бр2} + 0,5B_{кр}, \quad (32)$$

где  $l_{бр1}$ ,  $l_{бр2}$  – соответственно расстояние от бровки траншеи до трубной плети и от нее до крана ( $l_{бр1} = 1$  м;  $l_{бр2} = 0,5 - 1$  м).

Определив требуемый вылет крюка для выбранной схемы работы крана, устанавливают необходимую его грузоподъемность.

Грузоподъемность крана подсчитывают исходя из максимального груза, который должен поднять кран на вылете крюка  $L_k$ . Необходимый груз при этом определяется массой монтируемых труб или их секций и плетей с учетом массы грузоподъемных приспособлений.

Получив значение вылета крюка необходимой грузоподъемности, по справочникам [21, 26] подбирают соответствующие типы и марки кранов или кранов-трубоукладчиков, используя приведенные в них графики зависимости грузоподъемности кранов от вылета крюка и длины их стрелы.

## 2 ЭТАП: Выбор экономичного крана

Из нескольких вариантов выбранных кранов путем их технико-экономического сравнения необходимо выбрать более экономичный по себестоимости монтажных работ:

$$C = \mathcal{E}_p / V, \quad (33)$$

где  $\mathcal{E}_p$  – эксплуатационные расходы на прокладку предусматриваемого участка трубопровода, руб.;

$V$  – объем работ, т.е. протяженность трубопровода, пог. м.

Эксплуатационные расходы

$$\mathcal{E}_p = nC_{м.см} + \mathcal{Z}_p + H_p, \quad (34)$$

где  $n$  – число смен работы крана на прокладке трубопровода;

$C_{м.см}$  – стоимость машиносмены крана, руб/смену;

$\mathcal{Z}_p$  – заработная плата рабочих, включая машинистов, руб.;

$H_p$  – накладные расходы (принимаются в размере 10-15% от общей суммы всех других затрат).

Определив все входящие в предыдущую формулу величины, можно вычислить  $\mathcal{E}_p$ , а затем -  $C$ .

Число смен работы крана  $n$  можно определить путем умножения нормы времени  $H_{вр}$  по ЕНиР [10,11] на общую протяженность трубопровода, разделив на 8. Стоимость машиносмены крана ( $C_{м.см}$ ) вычисляется по табл. 10 учебного пособия [29] в зависимости от типа крана. Заработную плату ( $\mathcal{Z}_p$ ) вычисляют по расценкам ЕНиР, умножая на общий объем работ. Исходные данные для вычисления накладных расходов ( $H_p$ ) можно принять по справочнику "Строительные краны" [20].

Вычислив  $\mathcal{E}_p$  и затем  $C$  для каждого из вариантов, выбирают более экономичный по себестоимости монтажных работ.

При выборе кранов необходимо учитывать не только экономические показатели, но и их технические качества - проходимость в условиях трассы, устойчивость, производительность. Например, в пределах города можно использовать пневмоколесные краны, а в полевых условиях - на гусеничном ходу. Для прокладки магистральных стальных трубопроводов большой протяженности плетями целесообразно использовать мощные краны-трубоукладчики на гусеничном ходу.

## ЗАНЯТИЕ 8

Тема занятия: Подбор кранов по техническим и экономическим показателям для монтажа ВК сооружений

Краны для монтажа сборных строительных конструкций ВК сооружений следует выбирать в два этапа. В начале, на 1 этапе, надо выбрать несколько вариантов технически пригодных кранов, а затем, на 2 из них выбирают более экономичный вариант, т.е. кран (по приведенным затратам)

1 ЭТАП. Требуемый вылет крюка крана зависит от принятой схемы производства монтажных работ (1,2,3 или 4), выбор которых зависит от общих размеров емкостного сооружения в плане. Возможные схемы монтажа рассмотрены в практическом занятии №1.

При 1-й схеме монтажа необходимый вылет крюка

$$L_k = 0,5B_k + 1,2mH + 0,5B_{кр}, \quad (35)$$

где  $B_k$  – ширина котлована по дну, м;

$m$  – коэффициент крутизны его откоса;

$H$  – глубина котлована, м;

$B_{кр}$  – ширина базы крана, м.

При монтаже сооружения по 2 и 3 схемам, т.е. непосредственно с днища:

$$L_k = R_m + 1 + 0,5\delta_1, \quad (36)$$

где  $R_m$  – радиус поворота машинной платформы крана, м;

$\delta_1$  – толщина монтируемых сборных элементов, м;

Минимальный вылет крюка до транспортных средств при доставке элементов панелевозами:

$$L'_k = R_m + 1 + 0,5B_{п} + \delta_2, \quad (37)$$

а при доставке их в горизонтальном положении на бортовых автомобилях (прицепах, трейлерах)

$$L'_k = R_m + 1 + 0,5B_a, \quad (38)$$

где  $B_{п}$ ,  $B_a$  – ширина базы соответственно панелевоза и автомобиля;

$\delta_2$  – расстояние между осями панелевоза и доставленной, но еще не снятой с него панелью.

Из полученных значений  $L_k$  и  $L'_k$  в данном случае следует принимать большее, чтобы производить монтаж и разгружать элементы при одинаковом вылете крюка крана.

При монтаже по комбинированной 4 схеме, сочетающей в себе элементы 1 и 3 схем, наиболее тяжелые элементы (стеновые панели) крайних пролетов (секций) сооружения монтируют с передвижением крана №1 по берме котлована (схема 1), а внутрирасположенные конструкции – с использованием другого крана (№2), передвигающегося по днищу сооружения (по схеме 3). Таким образом, необходимый вылет крюка крана №1 определяют, как при схеме 1 (т.е. по формуле (35)), а для крана №2 – по формуле (36).

Определив требуемый вылет крюка для выбранной схемы монтажа соору-



жения, устанавливают необходимую для крана грузоподъемность и высоту подъема сборных элементов.

Грузоподъемность крана определяют, исходя из необходимости подъема наиболее тяжелых элементов (с учетом массы монтажных приспособлений) на расчетном вылете крюка ( $L_k$ ). Получив значения вылета крюка и необходимой грузоподъемности по имеющимся в справочниках «Строительные краны», в том числе в справочнике под ред. В.П. Становского [20] таблицам и графикам зависимости грузоподъемности от вылета крюка подбирают необходимые типы (марки) кранов.

2 ЭТАП. Техничко-экономическое сравнение кранов и выбор оптимального можно выполнить по себестоимости монтажных работ.

$$C = \mathcal{E}_p / V, \quad (39)$$

где  $\mathcal{E}_p$  – эксплуатационные расходы на выполнение заданного объема монтажных работ, руб;

$V$  – объем работ (количество сборных конструкций, т или  $m^3$ ).

Эксплуатационные расходы

$$\mathcal{E}_p = nC_{м.см} + \mathcal{Z}_p + H_p, \quad (40)$$

где  $C_{м.см}$  – стоимость машино-смены крана, руб/смену;

$n$  – число смен работы;

$\mathcal{Z}_p$  – заработная плата рабочих, включая машинистов, руб.;

$H_p$  – накладные расходы, принимаемые в размере 10-15% от общей суммы всех других расходов.

Исходные данные для определения стоимости машино-смены строительных кранов приведены в табл. 83-86 справочника под ред. В.П. Станевского [20].

Наиболее экономичный или оптимальный кран будет тот, при котором себестоимость монтажных работ наименьшая.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белецкий Б.Ф. Технология строительных и монтажных работ. Учеб, для вузов. М.: Высшая школа, 1986. - 384 с.
2. Белецкий Б.Ф. Технология и организация строительства водопроводно-канализационных сетей и сооружений: Учеб, для техн. -М.: Стройиздат, 1992. - 318 с.
3. Белецкий Б.Ф. Технология прокладки трубопроводов и коллекторов различного назначения. -М.: Стройиздат, 1992. - 260 с.
4. Белецкий Б.Ф., Савков В.Г., Еремкин А.М. Монтаж наружных трубопроводов: Справочник. - Киев: Будивельник, 1985. - 105 с.
5. Басс Г.М., Белецкий Б.Ф., Внадыченко Г.П. Строительство водопроводных очистных станций. Учеб, пособие. -М.: Вышш. школа, 1979. -172 с.
6. Белецкий Б.Ф., Зотов Н.И., Ярославский Л.В. Конструкции водопроводно-канализационных сооружений: Справ, пособие /Под общ. ред. Б.Ф. Белецкого. -М.: Стройиздат, 1989. - 448 с.
7. Вхадычяко Т.П., Белецкий Б.Ф. Технология строительства водопроводных и канализационных сооружений. - Киев: Вышш. школа, 1982. - 335 с.
8. Бородавкин П.П., Березин В. Л. Сооружение магистральных трубопроводов. -М.: Недра, 1987. 472 с.
9. ЕНиР. Сборник Е2. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы. -М.: Стройиздат, 1989. - 224 с.
10. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство, монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и пром. сооружения. -М.: Стройиздат, 1987. - 64 с.
11. ЕНиР. Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Вып. 2. Наружные сети и сооружения. -М.: Прейскурант издат, 1987. - 95 с.
12. ЕНиР. Сборник Е13. Расчистка трассы линейных сооружений от леса. -М.: Стройиздат, 1988. - 30 с.
13. ЕНиР. Сборник Е22. Сварочные работы. Вып. 1. Конструкций зданий и пром. сооружений. -М.: Стройиздат, 1987. - 101 с.
14. Садов Ю.З., Замятин Г.В. Инженерные сооружения основы строительного производства. -М.: Стройиздат, 1990. - 367 с.
15. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. - М.: Стандартиформ, 2017.
16. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – М.: ГУП ЦПП, 2001.
17. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. – М.: ГУП ЦПП, 2002.

18. СП 129.13330 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. – М.: Стандартинформ, 2017.
19. СНиП 1.04.03.-85. Нормы продолжительности строительства, и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. -М.: Стройиздат, 1987. - 552 с.
20. Справочник. Строительные краны /Под ред. В.П. Станевского - Киев.: Будивельник., 1984. - 238 с.
21. Справочник строителя (в 2-х томах) /Под общей ред. Л.Р.Маиляна. - Ростов н/Д: Изд-во РГСУ. 1996. - Т.2. - 507 с. Авторы: Белецкий Б.Ф., Гильман Я.Д., Журавлев В.П., Кальнин Ю.П. и др.
22. Методические указания по выполнению курсового проекта, на тему: Технология прокладки напорных и безнапорных трубопроводов из различных видов труб. РИСИ. кафедра ТСП, сост. проф. Б.Ф. Белецкий. - Ростов н/Д 1997. - 33 с.
23. Методические указания к выполнению курсового проекта по монтажу емкостных водопроводно-канализационных сооружений. РИСИ, кафедра ТСП. сост. проф. Белецкий Б.Ф. - Ростов н/Д 1994. -34 с.
24. Методические указания по компоновке сборных емкостных сооружений систем водоснабжения и водоотведения при их монтаже. РИСИ, каф. ТСП, сост. проф. Белецкий Б.Ф. - Ростов н/Д, 1990. – 30 с.
25. Методические указания по разработке курсового проекта строительства заглубленных водозаборов и насосных станций. РИСИ, каф. ТСП, сост. проф. Белецкий Б.Ф., - Ростов н/Д, 1996. – 32 с.
26. Машины для земляных работ: Справ, пособие по строит, машинам /Г.В. Кириллов, П.И. Марков, А.В. Роннев и др. Под ред. М.Д. Полосина, В.И. Полякова. - 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1994. - 288 с.
27. Машины грузоподъемные для строительного-монтажных работ /В.И. Поляков, М.Д. Полосин. - 3-е изд. перереб. и доп. – М.: Стройиздат, 1993. - 244 с.
28. Машины и оборудование для бетонных и железобетонных работ / Я.Г. Могилевский, И.Г. Совалов. А.Л. Копелевич. Под общ. ред. М.Д. Полосина, В.И. Полякова. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1993. - 199 с.
29. Хамзин С.К., Караев А..К. Технология строительного производства: Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Высшая школа, 1989. - 216 с.

