



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

**Методические указания**  
по решению задач на практических  
занятиях по дисциплине

# «Технологические процессы в строительстве»

Автор  
Виноградова Е.В.

Ростов-на-Дону, 2017

## Аннотация

Методические указания по решению задач по дисциплине «Технологические процессы в строительстве» предназначены для бакалавров направления «Строительство» профиля «Экспертиза и управление недвижимостью» и «Городское строительство» очной и заочной формы обучения.

Рассматривается содержание и состав курсовой работы по составлению технологической карты на земляные работы.

## Автор

к.т.н., доцент кафедры «ГСиХ»  
Виноградова Е.В.





## Оглавление

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>ЗАДАЧИ.....</b>	<b>5</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Материалы практикума предназначены для практической работы бакалавров, главная задача которой – овладение методами практических расчетов важнейших процессов, творческий подход при выполнении заданий. Подробные рекомендации по решению задач могут быть использованы в профессиональной деятельности будущих специалистов.

Представленные таблицы и рисунки призваны повысить наглядность практикума. Все цифровые показатели практикума являются условными и приспособлены для учебных целей.

## ЗАДАЧИ

*Задачи для использования на практических занятиях*

*1. Определить объемы земляных работ и затраты труда по планировке территорий*

Пример оформления ведомости подсчета баланса земляных работ

№ участка	Выемка			Насыпь		
	Площадь фигуры (F), м <sup>2</sup>	Расчетная формула объема	Объем грунта (V), м <sup>3</sup>	Площадь фигуры (F), м <sup>2</sup>	Расчетная формула объема	Объем грунта (V), м <sup>3</sup>
1	9102	$V = \frac{YH_1 + H_2 + H_3}{5}$	4773	98	$V = \frac{YH_1}{3}$	27
2	...	...	...	...	...	...
Итого:	23655		8967		16345	8893

Пример оформления калькуляции затрат труда при планировке территории

Обоснование	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Затраты труда, чел.-ч.
01-01-031-01	Срезка растительного слоя грунта	1000 м <sup>3</sup>	1	9,68	9,7
01-01-031-01	Разработка грунта бульдозерами	1000 м <sup>3</sup>	1	9,68	9,7
01-01-036-01	Планировка площадей бульдозерами	1000 м <sup>2</sup>	10	0,38	3,8
Итого:					23,2

*2. Определение объемов земляных работ и затрат труда по разработке котлованов*

Пример оформления калькуляции затрат труда при разработке котлованов

Обоснование	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Затраты труда, чел.-ч.
01-02-089-05	Рыхление мерзлого грунта клин-молотом	1000 м <sup>3</sup>	1	55,46	55,5
01-01-013-01	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы	1000 м <sup>3</sup>	2	14,16	14,2
01-02-027-05	Планировка дна котлована	1000 м <sup>2</sup>	1	123,0	123,0
Итого:					192,7

*3 Определить объемы работ и затраты труда по устройству монолитных железобетонных фундаментов с бетонной подготовкой и гидроизоляцией*

Пример оформления калькуляции затрат труда по устройству железобетонных фундаментов

Обоснование	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Затраты труда, чел.-ч.
0601-001-1	Устройство бетонной подготовки	100 м <sup>3</sup>	0,01	180	1,8
11-01-004-05	Устройство обмазочной гидроизоляции в один слой толщиной 2 мм по бетонной подготовке	100 м <sup>2</sup>	0,1	26,97	2,7
06-01-001-10	Устройство ж.-б. фундаментов общего назначения с подколонниками при высоте подколонника до 4 м	100 м <sup>3</sup>	0,1	453,12	45,3
08-01-003-07	Гидроизоляция фундаментов	100 м <sup>2</sup>	0,4	21,2	8,5
Итого:					58,3

*4. Произвести выбор крана для монтажных работ*

Пример оформления отчета о выборе крана и его основных параметров

Наименование монтажного крана	марка	Максимальная грузоподъемность, т	Длина стелы, м	Длина гуська, м	Вылет стрелы, м	Высота подъема крюка, м	Монтируемая конструкция
Кран гусеничный	ДЭК-251	14,7	19	-	5-18	9-18	Колонна среднего ряда
Кран гусеничный	ДЭК-251	12,5	24	-	6-20	13-24	Ферма
Кран гусеничный	ДЭК-251	5	24	5	9-27	13-27	Плита покрытия
и т.д.							

*5. Подсчет объемов и трудоемкости каменных работ при возведении здания*

Пример оформления калькуляции затрат труда при возведении кирпичных стен и перегородок

Обоснование	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Затраты труда, чел.-ч.
08-01-003-02	Гидроизоляция стен, фундаментов оклеиваемая в 1 слой	100 м <sup>2</sup>	0,1	14,3	1,4
08-02-001-02	Кладка простых стен из кирпича при высоте этажа до 4 м	1 м <sup>3</sup>	10	5,26	52,6
08-02-002-05	Кладка неармированных перегородок толщиной в 1/2 кирпича	100 м <sup>2</sup>	1	143,99	144,0
07-05-007-10	Укладка перемычек массой до 0,3 т	100 шт	0,1	17,61	1,8

*6. Оформление калькуляции трудовых затрат на разработку траншеи на проезжей части улицы*

Пример оформления калькуляции трудовых затрат на разработку траншеи на проезжей части улицы

Обоснование	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Затраты труда, чел.-ч.
68-14-1	1.Разборка бортовых камней на щебеночном основании	100 м	0,14	52,63	7,368
68-12-9	2.Разборка покрытий и оснований самоходными фрезами	1000 м <sup>2</sup>	0,05	14,27	0,70
01-02-057-2	3.Разработка грунта вручную в траншеях глубиной более 2 м.	100 м <sup>3</sup>	0,3	154,0	46,2
22-06-011-1	4.Подвешивание подземных коммуникаций	1 м	4,2	1,28	5,376
01-01-014-4	5.Разработка грунта с погрузкой в самосвалы экскаватором с ковшом вместимостью 0,25 м	1000 м <sup>3</sup>	0,055	24,59	1,352

*7. Определение объемов и трудоемкости работ по прокладке участка подземного трубопровода, а также потребности в материально-технических ресурсах*

Пример оформления калькуляции трудовых затрат на перекладку подземной теплотрассы

Обоснование	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Затраты труда, чел.-ч.
66-16-11	7. Демонтаж трубопроводов в непроходных каналах диаметром труб до 700 мм	100 м	0,24	149,0	25,920
24-01-002-15	8. Прокладка трубопроводов в непроходном канале при диаметре труб до 700 мм	1000 м	0, 24	1989,0	477,4
07-01-006-4	9. Укладка плит перекрытий	100 шт	0,13	169,83	22,078
11-01-004-05	10. Устройство гидроизоляции толщиной 2 мм	100 м <sup>2</sup>	0,24	26,97	6,473

*8. Определение объемов и трудоемкости работ по восстановлению разрытия и элементов благоустройства*

Пример оформления калькуляции трудовых затрат на перекладку подземной теплотрассы

Обоснование	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Затраты труда, чел.-ч.
01-02-061-1	11. Засыпка траншеи вручную	100 м <sup>3</sup>	0,3	88,5	26,55
01-01-033-4	12.Засыпка траншеи бульдозерами	1000 м <sup>3</sup>	0,077	3,5	0,270
01-02-005-1	13.Уплотнение грунта пневматическими трамбовками	100 м <sup>3</sup>	0,5	12,53	6,3
27-04-007-1	14.Устройство оснований из щебня фракции 40-70 мм	1000 м <sup>2</sup>	0,05	36,96	1,848
27-02-010-2	15.Установка бортовых камней	100 м	0,14	76,08	10,651
68-15-6	16.Ремонт асфальтобетонного покрытия дороги	100 м <sup>2</sup>	0,5	112,1	56,1

### **Справочная информация для решения задач по земляным работам представлена ниже:**

Земляными называются работы по разработке грунта в выемках, его транспортированию (перемещению) и укладке в насыпи. Выемки и насыпи представляют собой земляные сооружения, которые в зависимости от их назначения и срока эксплуатации могут быть постоянными и временными. Виды земляных сооружений представлены на схеме.

Постоянные земляные сооружения предназначены для длительной эксплуатации – плотины, дамбы, каналы, искусственные водоемы (водохранилища, бассейны), шламонакопители и т.п.

Временные земляные сооружения устраивают как необходимый элемент для последующих строительного-монтажных работ. К ним относятся котлованы и траншеи. Котлованами называют выемки, ширина которых мало отличается от длины, а траншеями – выемки имеющие, малые размеры поперечного сечения и большую длину. Котлованы необходимы для строительства сооружений, а траншеи – для прокладки трубопроводов. Наклонные боковые поверхности выемок и насыпей называют откосами, а горизонтальные поверхности вокруг них – бермами. Остальными элементами земляных сооружений являются: дно выемки – нижняя горизонтальная земляная площадка выемки; бровка – верхняя кромка откоса; подошва – нижняя кромка откоса; крутизна – (или коэффициент откоса, обозначаемый  $m$  – отношение заложения откоса к

его высоте ( $\frac{a}{h}$ ))

$$\frac{1}{m} = \frac{h}{a} \quad m = \frac{a}{h}$$

К земляным сооружениям относятся также резервы и кавальеры. Резервы – это выемки, из которых берут грунт для устройства насыпи, а кавальеры – это насыпи, образуемые при отсыпке ненужного грунта, например, для временного его хранения, используемого затем для обратной засыпки траншей или пазух котлованов. Земляные сооружения при их эксплуатации не должны изменять своей формы и основных размеров, давать просадок, не размываться под действием текучей воды и не поддаваться влиянию атмосферных осадков.

Обеспечение устойчивости земляных сооружений является обязательным требованием, для обеспечения которого их 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 и других факторов. Наибольшая допустимая крутизна откосов. Когда необходимо отрывать котлованы и траншеи глубиной более 5 м и когда нет возможности устраивать их с откосами, их вертикальные стенки временно раскрепляют.

Способы и конструкции креплений вертикальных стенок котлованов и траншей зависят от их глубины и размеров, физических и гидрогеологических свойств грунтов, наличия динамических нагрузок у краев выемки (от машин и механизмов) и принятых способов последующих работ (монтажа строительных конструкций, труб и т.п.). Исходя из этого, для повышения устойчивости вертикальных стенок применяют специальные крепления анкерного и шпунтового типа, причем чаще всего инвентарные.

Размеры котлованов определяют исходя из общих размеров сооружения в плане, глубины его заложения, крутизны откосов, а также принятым методов выполнения основных производственных процессов. При этом очень важно учесть схему возведения сооружения и схему движения кранов при монтаже сооружений.

Поскольку при устройстве ВК систем строят в основном заглубленные емкостные сооружения, можно выделить следующие схемы их возведения (см, рисунок 1):

схема I /кольцевая/ – кран и транспортные средства при возведении сооружения перемещаются вокруг него по берме котлована (рисунок 1, а);

схема II – механизмы движутся по дну котлована за пределами сооружения, т.е. по его периметру (рисунок 1, б);

схема III – механизмы в процессе строительства сооружения перемещаются непосредственно по его днищу (рисунок 1, в);

схема IV – предусматривает монтаж сооружения двумя кранами, при котором конструкции крайних стен и примыкающего пролета монтируют первым краном, передвигающимся по берме котлована, а конструкции внутри сооружения – вторым краном, передвигающимся по днищу.

По схеме I возводят обычно небольшие сооружения, ширина которых в плане или диаметр не превышают 15 м /  $V_{\text{coop}} < 15 \text{ м}$  /, рисунок 1, а.

Размеры котлована /ширина  $V_k$  и длина  $L_k$  / при этом

Технологические процессы в строительстве

$$B_K = B_{COOP} + 2 \cdot b_1 \quad (1-2)$$

$$L_K = L_{COOP} + 2 \cdot b_1$$

где  $B_{COOP}$ ,  $L_{COOP}$  – ширина и длина сооружения по наружному периметру;  
 $b_1$  – уширение между подошвой откоса выемки и дном сооружения /принимается не менее 0,5 м /.

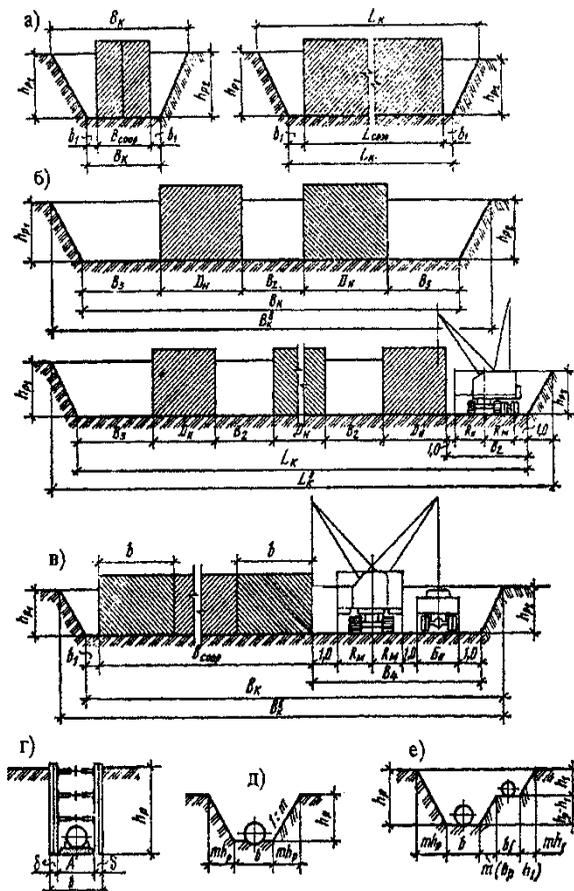


Рисунок 1

По схеме II обычно возводят сооружения, размеры которых в плане превышают 15 м /  $B_{COOP} > 15$  м /, рисунок 1, б. Размеры

## Технологические процессы в строительстве

котлована при этом должны быть достаточными для размещения сооружений, проезда кранов и транспорта вокруг них

$$B_K = D_H \cdot n + (n - 1) \cdot B_2 + 2 \cdot B_3 \quad (3-4)$$

$$L_K = D_H \cdot n_1 + (n_1 - 1) \cdot B_2 + 2 \cdot B_3$$

где  $D_H$  – диаметр или размер сооружения по наружному периметру;  
 $n$  и  $n_1$  – число сооружений или секций в одном ряду в обоих направлениях;  
 $B_2$  – расстояние между сооружениями;  
 $B_3$  – уширение котлована по дну для производства (выполнения) монтажных работ и движения транспорта

$$B_3 = 1 \cdot 2 + 2 \cdot R_M = 2(1 + R_M) \quad (5)$$

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

$R_M$  – радиус поворота машинной платформы крана.

При возведении сооружений из монолитного железобетона размеры котлована определяются по этим же формулам, только с добавлением к  $B_K$  и  $L_K$  удвоенной величины  $2b_{оп}$  / где  $b_{оп}$  – ширина опалубочного агрегата или крепления опалубки на уровне дна котлована/.

По схеме III обычно строят крупные сооружения, размеры которых в плане в несколько /  $n$  / раз превышают  $15 \text{ м} / V_{соор} > 15n$ , м /. В этом случае

$$B_K = B_{соор} + b_1 + B_4 \quad (6-7)$$

$$L_K = L_{соор} + 2 \cdot b_1$$

где  $B_4$  – уширение котлована для монтажа конструкций последней секции сооружения;

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

$$B_4 = 1 \cdot 3 + 2 \cdot R_M + B_a \quad (8)$$

где  $B_a$  – ширина базы автомобиля на уровне кузова /габарит/.

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

Размеры котлованов, поскольку уширения их дна на величины  $V_3$  или  $V_4$  не требуются, могут быть определены по формулам, применяемым при схеме I.

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

Размеры траншей. Наименьшую ширину траншеи по дну  $B_{тр}$  принимают в зависимости от типа и диаметра прокладываемых труб, способа их укладки (таблица 1)

Таблица 1

Способ укладки	Наименьшая ширина траншеи с вертикальными стенками по дну, м (без учета креплений) для труб.		
	стальных и пластмассовых	Раструбных, чугунных, бетонных, ж/б и асбестоцементных	бетонных, железобетонных на муфтах, керамических
Плетями или отдельными секциями при наружном диаметре $D$ , труб, м			
до 0,7	$D + 0,3$ , но не менее 0,7	-	-
более 0,7	1,5D	-	-
Отдельными трубами при наружном диаметре $D$ , м			
до 0,5	$D + 0,5$	$D + 0,6$	$D + 0,8$
от 0,5 до 1,6	$D + 0,8$	$D + 1$	$D + 1,2$
от 1,6 до 3,5	$D + 1,4$	$D + 1,4$	$D + 1,4$

Ширина траншей по дну при диаметре труб свыше 3,5 м, а также на кривых участках трассы устанавливается проектом.

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 0,6 м. Ширина траншеи поверху определяется крутизной ее откосов. Глубина траншеи зависит от глубины заложения труб.

Подсчет объемов земляных работ по устройству выемок (котлованов, траншей) и насыпей при известных их размерах обычно не вызывает затруднений и производится по формулам элементарной геометрии. При сложных формах выемок и насыпей их разбивают на ряд более простых геометрических тел (для удобства определения их объемов), которые затем суммируют.

Определение объемов котлованов. Уточнив по приведенным выше формулам размеры котлована понизу  $B_K$  и  $L_K$ , назначив крутизну откосов  $m$  и зная глубину  $H$ , определяют размеры котлована поверху  $B_K^b$  и  $L_K^b$  и затем вычисляют объем грунта.

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

$$V_K = \frac{H}{6} [B_K \cdot L_K + B_K^b \cdot L_K^b + (B_K + B_K^b)(L_K + L_K^b)] \quad (9)$$

Объем котлована, имеющего форму многоугольника с откосами

$$V_K = \frac{H}{6} (F_1 + F_2 + 4 \cdot F_{CP}) \quad (10)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  – площади дна и верха котлована,  $m^2$ ;  
 $F_{CP}$  – площадь сечения по середине его высоты,  $m^2$ .  
 Объем квадратного котлована с откосами

$$V_K = \frac{H}{3} (F_1 + F_2 + \sqrt{F_1 \cdot F_2}) \quad (11)$$

Объем круглого в плане котлована с откосами

$$V_K = \frac{\pi \cdot H}{3} (R^2 + r^2 + R \cdot r) \quad (12)$$

где  $R$  и  $r$  – радиусы верхнего и нижнего основания котлована.  
 Котлованы для сооружений, состоящих из цилиндрической и конической части (радиальные отстойники, метантенки и др.) отрывают в два этапа: вначале устраивают общий прямоугольный котлован с размерами  $B_K$  и  $L_K$  понизу и  $B_K^b$  и  $L_K^b$  поверху до отметки заложения их цилиндрических частей, а затем углубления для их

конических. Соответственно и объемы земляных работ определяют в два этапа. Причем объемы конических углублений определяют по формулам усеченного конуса.

При подсчетах объемов земляных работ учитывают объемы въездных и выездных траншей

$$V_{b.тp} = \frac{H^2}{6} (3 \cdot b + 2 \cdot m \cdot H \frac{m' - m}{m'}) (m' - m) \quad (13)$$

где  $H$  – глубина котлована в местах устройства траншей;  
 $b$  – ширина их понизу, принимаемая при одностороннем движении 4,5 и при двухстороннем – 6м;  
 $m$  – коэффициент заложения откоса котлована;  
 $m'$  – коэффициент откоса (уклон) въездной или выездной траншеи (от 1:10 до 1:15).  
 Общий объем котлована

$$V_{общ} = V_k + n \cdot V_{b.тp} \quad (14)$$

где  $V_k$  – объем собственно котлована;  
 $n$  – количество въездных и выездных траншей;  
 $V_{b.тp}$  – их объем.

Определение объемов траншей. Для этого продольный профиль траншеи делят на участки с одинаковыми уклонами и подсчитывают объемы грунта для каждого из них. Общий объем траншеи будет состоять из суммы объемов всех ее участков.

Объем траншеи  $V_{тp}$  с вертикальными стенами рассчитывают по формуле

$$\text{или} \quad V_{тp} = \frac{B_{тp}(H_1 + H_2)}{2} L \quad (15-16)$$

$$V_{тp} = \frac{F_1 + F_2}{2} L$$

где  $B_{тp}$  – 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 формуле (16), только площади поперечного сечения при этом будут

$$F_{1,2} = (B_{TP} + m \cdot H_{1,2})H_{1,2} \quad (17)$$

Более точно объем траншеи с откосами определяют по формуле Винклера

$$V_{TP} = \left[ \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m(H_1 - H_2)^2}{6} \right] \cdot L \quad (18)$$

Определение объемов насыпей. Объемы насыпей можно вычислять по тем же формулам, что и выемок, учитывая форму насыпи (призматойд, усеченный конус и т.п.). Потребное количество грунта для насыпи в плотном теле определяют с учетом коэффициента остаточного разрыхления.

При больших уклонах, значительной неровности рельефа и особенно при устройстве насыпей на косогорах объемы земляных работ подсчитывают, разбивая насыпи на участки более простой геометрической формы.

Подсчет объемов работ при вертикальной планировке. Объемы земляных масс, перемещаемых при планировке, можно подсчитывать методами поперечных сечений, четырехгранных и трехгранных призм. Для расчетов площадку с горизонталями разбивают на участки, объемы работ по которым в последующем суммируются.

Метод поперечных сечений (поперечников) используют при ровном рельефе. В характерных сечениях рельефа вычерчивают поперечные профили на расстоянии друг от друга не более 100 м, определяют площади каждого из них и объемы грунта между ними.

Метод четырехгранных призм предусматривает разбивку площадки на прямоугольники или квадраты (см. рисунок 2, а, б) со сторонами а (от 20 до 100 м).

Объемы выемок или насыпей в отдельных прямоугольных призмах равны

$$V = \pm \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (19)$$

где  $a$  – сторона квадрата;

$h_1, h_2, h_3, h_4$ , – отметки в углах квадратов.

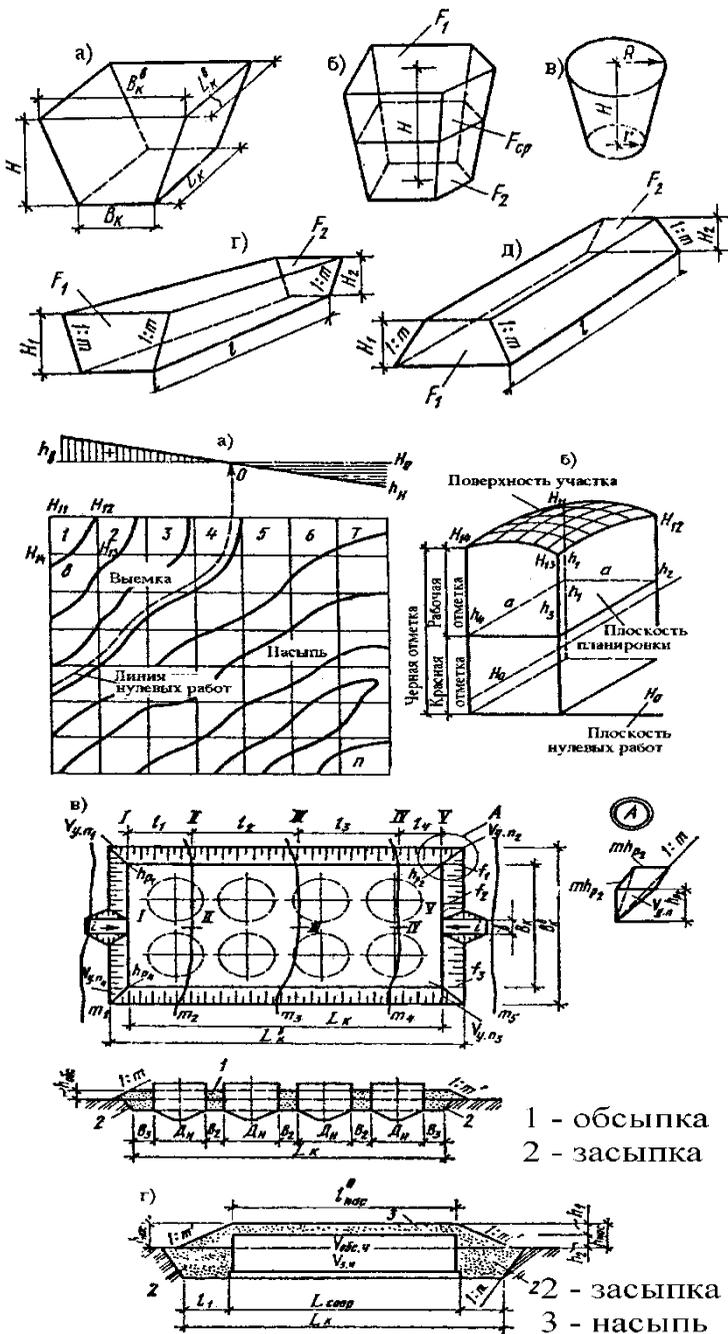


Рисунок 2

Отметки со знаком " – " указывают на необходимость устройства насыпи, а со знаком " + " – выемки. Общий объем насыпи (выемки) определяют как сумму объемов призм и их частей.

Метод трехгранных призм применяют при неровном рельефе (с замкнутыми горизонталями). Объемы работ подсчитывают путем разбивки прямоугольников или квадратов диагоналями на треугольники. При этом достигается наибольшая точность подсчетов.

После возведения в котловане сооружения пустоты с боков его (пазухи), включая въездные и выездные траншеи необходимо засыпать грунтом. Объем засыпки пазух котлована  $V_{зас.к}$  определяется разностью общего объема котлована  $V_{общ}$  и объема заглубленной части сооружения  $V_{з.ч}$ .

$$V_{зас.к} = V_{общ} - V_{з.ч}$$

Если сооружения выступают над поверхностью земли на 0,8 – 1 м, обсыпают грунтом. Объем обсыпки  $V_{обс}$  вычисляют как объем усеченной пирамиды  $V_{ус.п}$  за вычетом объема обсыпаемой части сооружения  $V_{обс.ч}$  в пределах высоты  $h_{обс}$  (рисунок 2, в)

$$V_{обс} = V_{ус.п} - V_{обс.ч}$$

Над сооружениями с перекрытиями (резервуарами, горизонтальными отстойниками и др.) сверху устраиваются насыпи. Объем насыпей над сооружением подсчитывают как объем усеченной пирамиды насыпи за вычетом объема части сооружения, попадающей в тело насыпи (рисунок 2, г).

Общий объем грунта, укладываемый в резерв на берме котлована, должен включать в себя объем грунта для обратной засыпки пазух, обсыпки сооружений и устройства насыпи над ними. Излишек грунта вывозят.

Распределение грунта на основе баланса земляных масс. Сравнение объемов земляных работ по устройству выемок и насыпей на строительной площадке представляет собой баланс земляных масс, который может быть активным, если объем выемок превышает объем насыпей и пассивным, если наоборот. В первом случае излишний грунт вывозят, а во втором – недостающий грунт завозят.

Поскольку вывозка грунта за пределы площадки нежелательна, так как она затягивает и удорожает строительство, в каждом случае следует стремиться к тому, чтобы весь грунт из выемок укладывался в насыпи, т.е. чтобы соблюдался нулевой баланс. Для его получения нужно определить оптимальную отметку планировки  $H_{опт}$ , по обе стороны которой (сверху и снизу) будут находиться равные объемы выемки и насыпи

$$H_{опт} = \frac{\sum H_1 + 2 \cdot \sum H_2 + 3 \cdot \sum H_3 + 4 \cdot \sum H_4}{4 \cdot n} \quad (20)$$

где  $H_1, H_2, H_3, H_4$  – отметки естественной поверхности площадки в вершинах, общих соответственно для одного, двух, трех и четырех квадратов;

$n$  – количество квадратов в пределах площадки.

При планировке площадки комплекса сооружений  $H_{опт}$  необходимо скорректировать с учетом объемов грунта, необходимых для устройства постоянных сооружений, вытесняемых подземными частями сооружений и коммуникаций. Поправка к этой отметке

$$\Delta H_{опт} = \pm \frac{V_i}{F} \quad (21)$$

где  $V_i$  – дополнительный объем грунта (принимается с плюсом, когда имеется излишек, и с минусом при недостатке грунта),  $m^3$ ;

$F$  – площадь планируемого участка,  $m^2$ .

После подсчета все объемы земляных работ сводят в ведомость, называемую сводным балансом земляных масс и состоящую из двух частей: левой – приход грунта (П) и правой – расход грунта (Р). При  $П > Р$  баланс положительный, т.е. активный, при  $П < Р$  баланс отрицательный, т.е. пассивный, и при  $П = Р$  баланс нулевой. Определив баланс земляных масс, составляют схемы потоков перемещения грунта из выемок в насыпи или в резервы.

### Подбор монтажной оснастки и крана

В настоящем разделе приводится обоснование выбора грузозахватных приспособлений (строп, захватов, траверс), приспособлений, обеспечивающих наводку, выверку и временное раскрепление конструкций (клиновых вкладышей, кондукторов, расчалок, инвентарных распорок и т.д.), средств для перемещения и подмащивания рабочих (лестниц, навесных подмостей и т.д.), а также монтажных кранов. Грузозахватные приспособления подбираются в зависимости от типа конструкций и их монтажной массы по справочной литературе [10, 11, 12, 15]:

$$Q_{\text{г}} \geq M_k = m_k + m_{\text{м.п.}}, \quad (22)$$

где  $Q_{\text{г}}$  – грузоподъемность грузозахватного приспособления;  
 $M_k$  – монтажная масса конструкций;  
 $m_k$  – максимальная масса конструкций данного типа;  
 $m_{\text{м.п.}}$  – масса монтажных приспособлений (навесных подмостей, временных расчалок и т.д.), навешиваемых на конструкцию до ее монтажа, т.

Подбор грузозахватных приспособлений рекомендуется производить в табличной форме

### Выбор грузозахватных приспособлений

№ п/п	Наименование конструкции	Приспособление, тип, марка	Эскиз	Характеристика		
				Грузоподъемность, т	Масса, кг	Расчетная высота, м
1.	Колонны и т.д.	Траверса механизированная ЦНИИОМТП 725.00.000		10	338	1,6

Монтажные приспособления подбираются для каждого типа конструкций в зависимости от технологических операций (наводка, выверка, временное раскрепление) и принятых технологических схем монтажа конструкций. На этом этапе подбираются также средства подмащивания для рабочих. При этом используется учебная и справочная литература. Ручной инструмент и приспособления, необходимые для выполнения монтажных операций, подбираются по альбому

Затем производится выбор ведущей машины – монтажного крана.

Выбор крана осуществляется в два этапа:

1. Предварительный выбор двух-трех вариантов кранов по техническим параметрам.

2. Окончательный выбор крана на основе технико-экономического сравнения вариантов.

На первом этапе выбор кранов осуществляется по трем показателям:

- грузоподъемность  $Q_r$ , т;
- требуемая высота подъема крюка,  $H_{кр.тр.г}$ , м;
- требуемый вылет крюка,  $l_{кр.тр.г}$ , м.

Грузоподъемность крана должна быть равна или больше монтажной массы монтируемой конструкции  $M_k$  (11) и массы грузозахватного приспособления  $m_{г.п.}$ , т.е.

$$Q_2 = m_k + m_{м.п.} + m_{г.п.}, \quad (23)$$

$$H_{кр.тр.г} = h_o + h_3 + h_{2p} + h_c, \quad (24)$$

где  $h_0$  – высота опоры, на которую устанавливается конструкция, м;  
 $h_3$  – монтажный запас, 2,3 м;  
 $h_{кр}$  – высота конструкций, м;  
 $h_c$  – расчетная высота строповки конструкции, м .

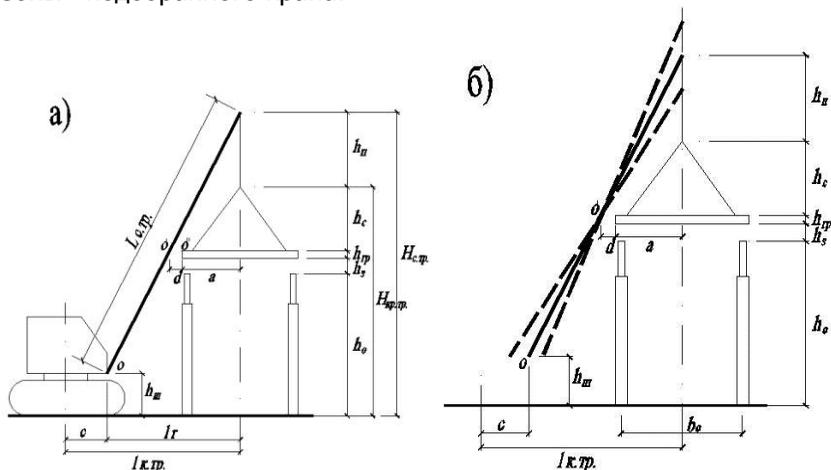
Требуемая высота подъема крюка,  $H_{кр.тр.}$ , устанавливается как наибольшая по величине для группы элементов, подлежащих монтажу данным краном (рис. 3).

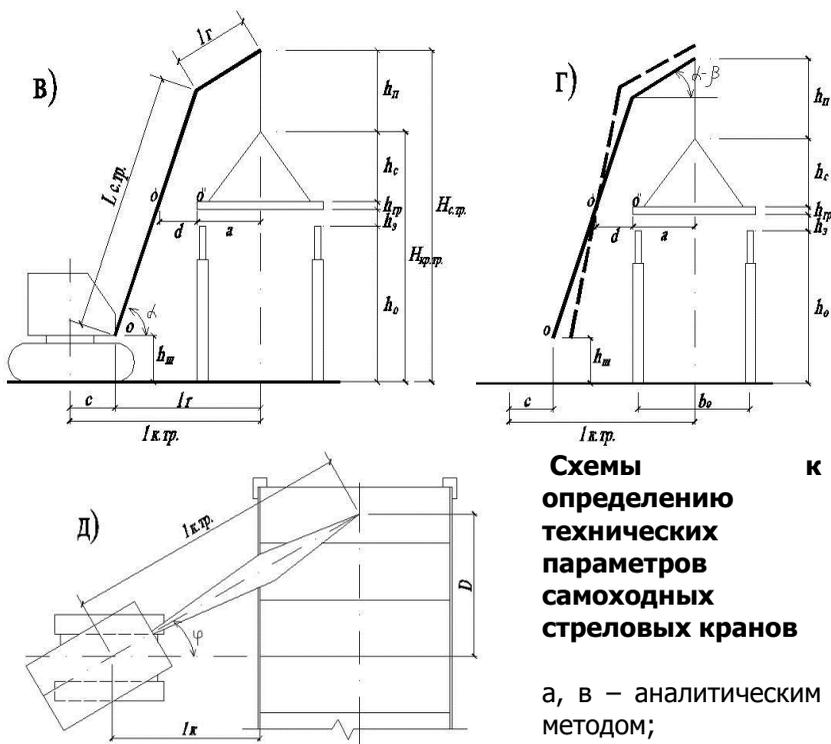
Требуемый вылет крюка для самоходного стрелового крана, при котором обеспечиваются достаточные зазоры между стрелой крана и смонтированными конструкциями, а также поднимаемым элементом, можно определить по формуле

$$l_{кр.тр.} = \frac{(a+d)(H_{кр.тр.} + h_n - h_{ш})}{(h_n + h_c)} + C, \quad (25)$$

где  $a$  – расстояние от центра строповки монтируемого элемента до точки 0", м;  
 $d$  – монтажный запас, не менее 2,3 м;  
 $h_n$  – высота полиспаста, 2...5 м;  
 $h_{ш}$  – высота шарнира стрелы, 1,5 м;  
 $C$  – расстояние от вертикальной оси поворота крана до шарнира стрелы, 1,5...2 м.

Полученное значение  $l_{кр.тр.}$  не должно быть меньше «мертвой зоны» выбранного крана.





**Схемы к определению технических параметров самоходных стреловых кранов**

а, в – аналитическим методом;  
 б, г – графическим методом, для крана без гуська и с гуськом соответственно;  
 д – требуемого вылета крюка  $l_{кр.тр.}$  при монтаже плит покрытия ( $l_k$  – удаление стойки крана от проектной оси фермы при ее монтаже)

Значения полученных параметров  $Q_r$ ,  $H_{кр.тр.}$ ,  $l_{кр.тр.}$  для всех типов конструкций (колонн, подкрановых балок, ферм, плит покрытия) сводят в табл. 12.

Минимальное требуемое расстояние от уровня крана до верха стрелы

$$H_{ст.тр.} = H_{кр.тр.} + h_n \quad (26)$$

Требуемая длина стрелы  $l_{ст.тр.}$  определяется по наибольшему из ранее найденных значений  $l_{ст.тр.}$

$$l_{ст.тр.} = \sqrt{(l_{кр.тр.} - C)^2 + (H_{ст.тр.} - h_{ш})^2}, \quad (27)$$

При комбинированном методе монтажа, когда кран монтирует фермы (балки) и плиты покрытия одновременно с одной стойки, монтаж ферм (балок) рекомендуется производить основным крюком, а плиты – крюком, закрепленным на гуське. При этом наименьшую допустимую длину стрелы определяют по формуле (27), а длину гуська (подбирают из следующего условия:

если  $B/2 \leq l_2 \cdot \cos(\alpha - \beta)$ , то  $l_2 = \frac{B}{2 \cos(\alpha - \beta)}$ , (28)

где  $l_2$  – длина гуська;

$B$  – габариты монтируемой плиты, м;

$\alpha$  – наибольший угол подъема стрелы ( $\alpha = 75 - 77^\circ$ )

$\beta$  – угол между осями основной стрелы и гуська (в расчетах можно принимать  $\beta = 25 - 30^\circ$ ).

Требуемый вылет крюка гуська  $l_{к.тр.}$  следует определить геометрически из условий монтажа крайней плиты.

### Параметры для выбора монтажного крана

Наименование и марка конструкций	$Q_{г.т}$ Т	$H_{кр.тр.}$ М	$l_{кр.тр.}$ М
1	2	3	4

По максимальной требуемой грузоподъемности  $Q_{г.т. max}$ ,  $H_{кр.тр}$  и  $l_{кр.тр.}$  ( $l_{ст.тр.}$ ) с использованием справочной литературы производится предварительный выбор двух типов кранов, например, одного на гусеничном ходу, другого – на пневмоходу, близких по техническим параметрам.

Затем графическим путем для каждого типа конструктивного элемента уточняется соответствие технических возможностей кранов, принятых технологическими схемами монтажа конструкций. Для этого в масштабе (на листе чертежа проекта)

## Технологические процессы в строительстве

вычерчиваются технологические схемы монтажа конструкций в разрезе и плане со схематическим изображением крана, после чего делается окончательный вывод о его пригодности для монтажа данного типа элементов.

Экономическое сравнение эффективности вариантов механизации монтажных работ производится на основании сравнения приведенных затрат

$$П_i = C_i + E_n K_i, \quad (29)$$

где  $C_i$  – расчетная себестоимость,

$$C_i = 1,08 C_{M.C.M.} T_o + 1,5 З.П., \quad (30)$$

$C_{M.C.M.}$  – себестоимость машино-смен, принимается из справочников

$T_o$  – время работы крана на объекте, определяемое по графику выполнения работ, т

$З.П.$  – зарплата рабочих, занятых на монтажных процессах (за исключением крановщика), по табл. 2;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,12;

$K_i$  – единовременные затраты по варианту

$$K_i = \frac{C_k T_o}{T_n}, \quad (31)$$

$C_k$  – расчетная стоимость крана;

$T_n$  – нормативное число смен работы крана в году;

1,08 и 1,05 – соответственно коэффициенты, учитывающие накладные расходы на механизированные и ручные процессы.

### Технико-экономические показатели вариантов механизации монтажных процессов

Обозначения показателей	Ед. изм.	Варианты механизации	
		I вариант	II вариант
		Марка крана	Марка крана
1	2	3	4
$T_0$	смены		
$C_{м.см.}$	руб.		
$C_k$	тыс. руб.		
$T_n$	смены		
$З.П.$	руб.		
$K_i$	тыс. руб.		

Производится расчет  $C_I$  и  $C_{II}$  по формуле (18),  $П_I$  и  $П_{II}$  – по формуле (28).

Кран выбирают по минимальным приведенным затратам.