

Министерство образования и науки  
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

**В. В. КАРПОВ, Л. Д. КОПАНСКАЯ,  
Д. Д. ТИШКИН, Е. В. ХОРОШЕНЬКАЯ,  
А. Д. САЛЧАК**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург  
2013

УДК

*Рецензенты:* зав. кафедрой технологии строительного производства Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, д-р техн. наук, профессор А.Ф. Юдина (СПбГАСУ);

заместитель генерального директора по строительству ЗАО «Строительный трест № 28» Я. В. Иванов (Санкт-Петербург)

### **Карпов, В.В.**

Проектирование технологических процессов производства земляных работ: учеб. пособие / В. В. Карпов, Л. Д. Копанская, Д. Д. Тишкин, Е. В. Хорошенькая, А. Д. Салчак; СПбГАСУ. – СПб., 2013. – 125 с.

ISBN

Изложены основные положения о содержании и разработке технологической карты на производство земляных работ в разделе «Технология и организация строительного производства» дипломного проекта и курсового проекта «Производство земляных работ». Приводятся методики подсчета объемов работ, трудозатрат, выбора основных машин, оснастки и приспособлений, а также технико-экономическое обоснование принятого варианта работ и мероприятий по вопросам охраны труда.

Рекомендовано для студентов специальности 270102 – Промышленное и гражданское строительство, а также бакалавров по направлению «Строительство».

Табл. 111, Ил. 85 Библиогр.: 8 назв.

*Рекомендовано Редакционно-издательским советом СПбГАСУ в качестве учебного пособия.*

© В. В. Карпов, Л. Д. Копанская,  
Д. Д. Тишкин, Е. В. Хорошенькая,  
А. Д. Салчак

© Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет,  
2013

## Введение

Технологическое проектирование выполняется на стадии проекта производства работ (ППР) с учетом решений проекта организации строительства (ПОС), конкретных условий строительной площадки, имеющихся машин, наличия и квалификации рабочих.

В первую очередь определяется метод производства работ, предусматривающий, с учетом реальных возможностей, механизацию технологических процессов, принципы организации комплекса процессов и операций. Основой организации труда являются технологические карты на выполнение простых или сложных рабочих процессов и операций.

В состав технологической карты входят расчетно-пояснительная записка и графический материал.

Расчетно-пояснительная записка содержит необходимые сведения об объекте, расчеты и обоснования принятых решений, ссылки на нормативные и литературные источники, список использованной литературы.

Графическая часть включает в себя следующие сведения:

- схема организации работ в целом на объекте с указанием последовательности, методов производства работ и их организации;
- перемещение основных машин и оборудования, их состав и технические характеристики;
- границы захваток и участков, движение бригад и звеньев рабочих и их состав;
- места складирования материалов;
- схемы выполнения отдельных операций с учетом работы в различных условиях, необходимая оснастка, инструмент, приемы выполнения работ;
- графический материал, содержащий необходимые данные об устраиваемой конструкции и ее элементах;
- сведения о дополнительных, второстепенных, вспомогательных, подготовительных и заключительных строительных процессах и операциях;
- требования к качеству и приемке работ;
- график производства работ;
- решения по технике безопасности, относящиеся к процессам данной технологической карты.

В курсовом и дипломном проектах содержание и объем техно-

логических карт определяются заданием. Состав данного учебного пособия ориентирован на требования, принятые в СПбГАСУ.

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Проектирование земляных сооружений выполняется на стадии разработки технологической карты (ТК). Параметры выемок и насыпей зависят от размеров, материала и конструкции подземной части здания и гидрогеологических условий строительной площадки.

**По двум последним цифрам зачетной книжки выбирается вариант задания, которому соответствует девятизначный шифр, а затем по цифрам шифра, начиная с первой, выбираются необходимые данные согласно Приложению 4.**

Для определения размеров выемок и их типа уточняется расположение фундаментов относительно продольных и поперечных осей здания (шагов и пролетов) (рис. 1). Выполняется схема геологического разреза залегания слоев грунта на строительной площадке (рис. 2).

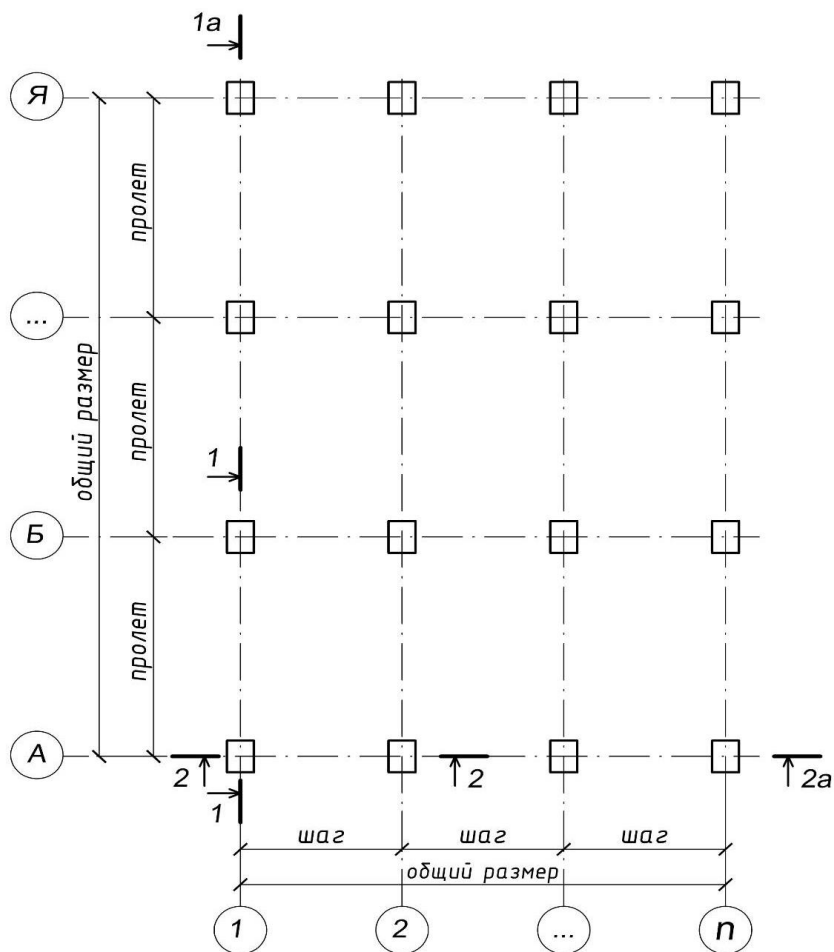


Рис. 1. Расположение фундаментов относительно осей шагов и пролетов

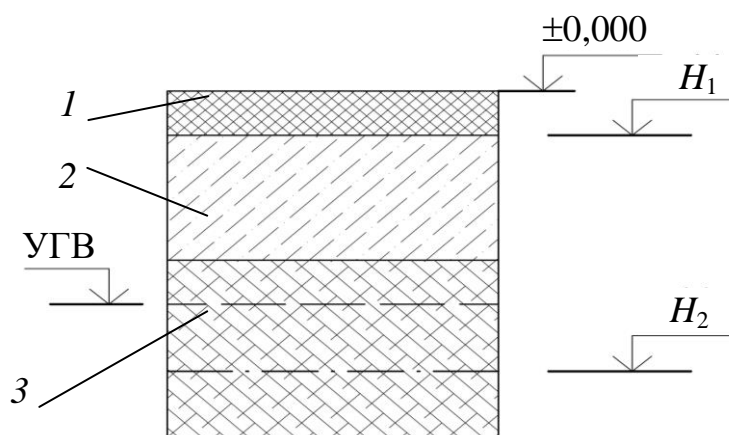


Рис. 2. Геологический разрез строительной площадки: 1 – растительный слой; 2 – первый основной грунт; 3 – второй основной грунт; УГВ – уровень грунтовых вод

На основании геологического разреза необходимо установить характеристики грунтов (приложение 1, 2) и свести их в табл. 1.

Таблица 1

### Характеристика грунтов

Показатели	Наименование грунтов по слоям	
	Растительный слой	Основной слой
Группа грунтов: - при механизированной разработке (см. ЕНиР сб. Е2, вып. 1, табл. 1): - при ручной разработке (см. ЕНиР, сб. Е2, вып. 1, прил. 1)		
Средняя плотность в плотном состоянии, т/м <sup>3</sup> (см. ЕНиР, сб. Е2, вып. 1, табл. 1)		
Показатели крутизны откосов (см. СНиП 12-04-2002, табл. 1)		
Показатели увеличения объемов грунта: - первоначальное увеличение объема грунта после разработки $k_{п}$ , % (см. ЕНиР, сб. Е2, вып. 1, прил. 2); - остаточное разрыхление грунта, $k_0$ , %, (см. ЕНиР, сб. Е2, вып. 1, прил. 2)		
Уровень грунтовых вод, м (из задания)		

Затем определяются размеры стакана и плиты фундамента, и рассчитывается их объем и масса.

## 2. РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

### 2.1. Определение типа и параметров земляного сооружения

В зависимости от конструкции и размеров фундаментов и их элементов определяется конфигурация и размеры выемки. При проектировании земляных сооружений необходимо обеспечить безопасные условия работы машин, землекопов и монтажников, размещение на дне выемки опалубки для устройства монолитных фундаментов, возможность перемещения строительных машин между траншеями, отдельными котлованами и фундаментами (приложение 1).

Для выемок с вертикальными стенками расстояние до боковой поверхности конструкции с учетом гидроизоляции, опалубки, креплениями и т.п. должно быть не менее 0,7 м. Для выемок с откосами это расстояние принимается не менее 0,3 м. При необходимости работы людей на дне выемки расстояние между боковой поверхностью конструкции и подошвой откоса должно составлять не менее 0,6 м с учетом возможности работы людей с двух-трех сторон.

При определении параметров выемки ее размеры округляются в большую сторону с точностью до 0,1 м, а объемы работ – до 0,1 м<sup>3</sup>.

Для определения типа сооружения необходимо выполнить разрезы (рис. 1) 1-1 и 2-2 (рис. 3) по соседним осям шагов и пролетов.

Целики грунта оставляются или убираются в зависимости от их ширины  $c_1$ ,  $c_2$ .

Для организации движения автосамосвала, грузоподъемной машины и бульдозера с учетом возможности обрушения откоса, ширина проезда должна составлять не менее 4,5 м, при меньшем размере целика по верху его целесообразно убирать. Если  $c_1$  и  $c_2$  больше 4,5 м, разрабатываются котлованы под каждый фундамент, если один из этих размеров меньше, получают траншеи под ряды фундаментов, если оба меньше – общий котлован. В этих случаях нужно определить размеры траншеи или котлована, для чего выполняются разрезы по крайним осям сооружения (рис. 4).

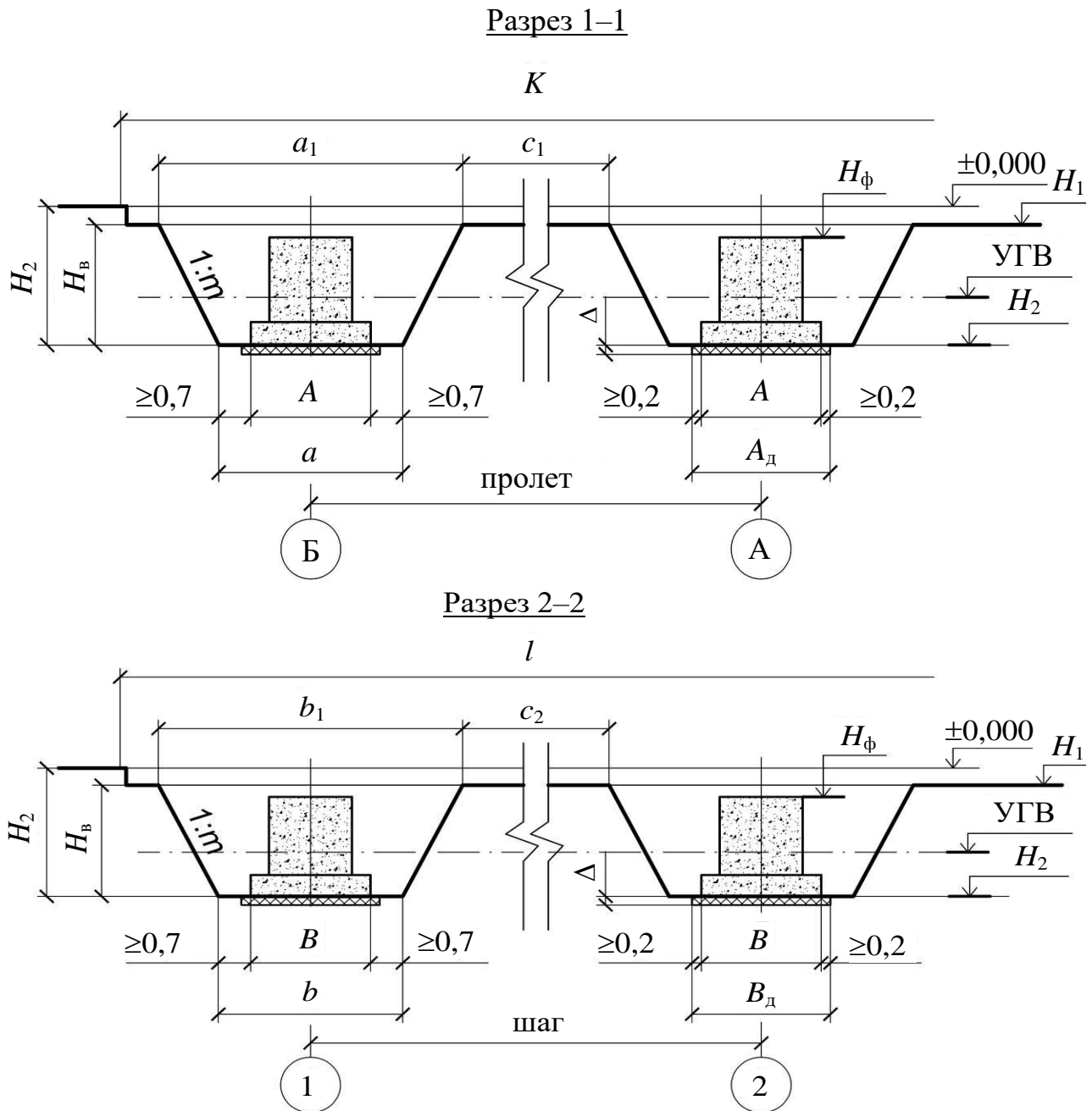


Рис. 3. Разрезы по соседним осям: 1-1 – поперечный; 2-2 – продольный

## 2.2. Расчет объема земляных работ

Объем выемок можно определить по их средним размерам в плане и глубине разработки (рис. 3, 4):

$$V_{\text{в}} = \frac{a + a_1}{2} \cdot \frac{b + b_1}{2} \cdot H_{\text{в}} \cdot n_{\text{в}}, \text{ м}^3 \quad (1)$$

Где  $n_{\text{в}}$  – число выемок.

Если группы трудности разработки первого и второго слоев грунта различны, объем их экскавации рассчитываются отдельно.

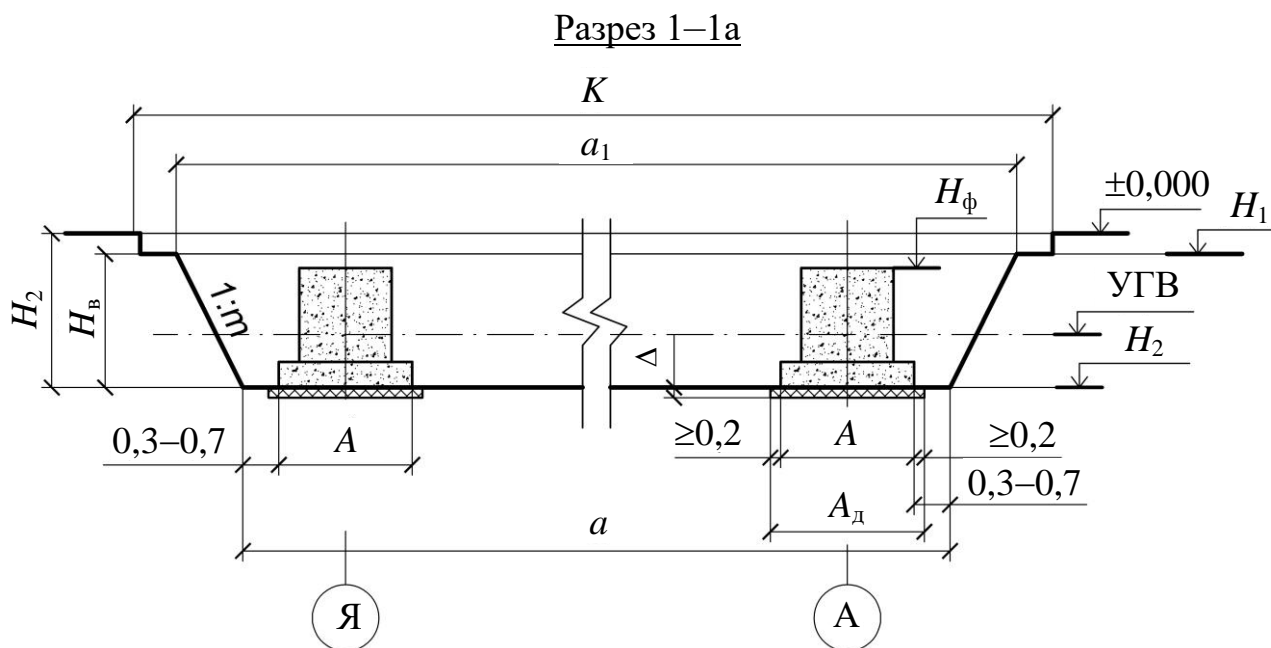


Рис. 4. Разрез по крайним осям

Под фундаментами делается основание, представляющее собой песчаную подушку толщиной  $\Delta$  не менее 0,1 м (рис. 5). На песчаных грунтах дорабатывается недобор  $\delta$ , оставляемый экскаватором (приложение 1), и производится зачистка площадки по рейке или планировка площадки.

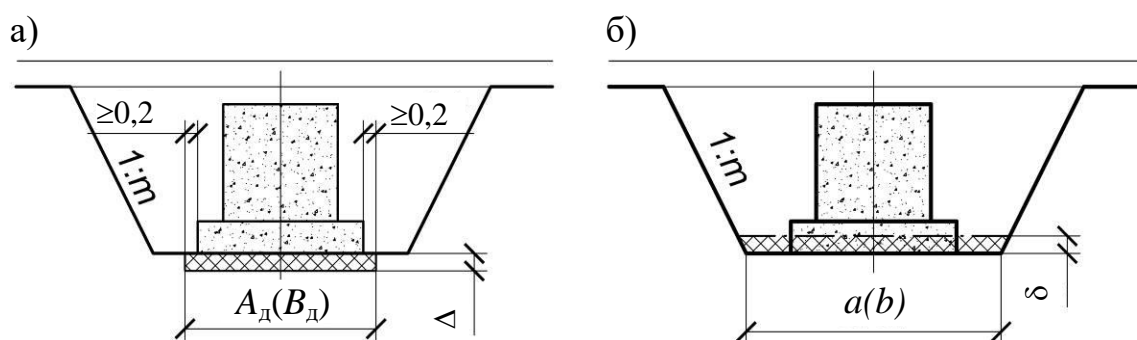


Рис. 5. Схема доработки дна выемки: а) для глинистых грунтов; б) для песчаных грунтов

Объем работ  $V_d$  выполняемых вручную, определяется по следующим формулам:

- для глинистых грунтов:



$$F_{\text{д}} = A_{\text{д}} \cdot B_{\text{д}} \cdot n_{\text{ф}}, \text{ м}^2 \quad (2)$$

$$V_{\text{д}} = F_{\text{д}} \cdot \Delta, \text{ м}^3 \quad (2a)$$

- для песчаных грунтов:

$$F_{\text{д}} = a \cdot b \cdot n_{\text{ф}}, \text{ м}^2 \quad (3)$$

$$V_{\text{д}} = F_{\text{д}} \cdot \delta, \text{ м}^3 \quad (3a)$$

где  $n_{\text{ф}}$  – число фундаментов.

Объем работ при срезке растительного слоя (рис. 3, 4)

$$V_{\text{рс}} = K \cdot l \cdot h_{\text{рс}}, \text{ м}^3 \quad (4)$$

где  $K$  и  $l$  определяются после выполнения расчетов минимального размера строительной площадки.

Предварительно разрешается принять, что растительный грунт срезается на расстояние не менее 10 м от крайних бровок откосов выемок в случае укладки всех кавальеров экскаватором навывмет или на расстоянии 20-40 м, если кавальеры укладываются вне пятна застройки.

Общий объем механизированных земляных работ:

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{э}} + V_{\text{рс}}, \text{ м}^3 \quad (5)$$

Объем грунта для обратной засыпки  $V_{\text{з}}$  :

$$V_{\text{з}} = (V_{\text{общ}} - \Sigma V_{\text{ф}}) \cdot (1 - k_{\text{o}}), \quad (6)$$

где:  $\Sigma V_{\text{ф}}$  – объем фундаментов (раздел 1).

Если для обратной засыпки используется вынутый при экскавации грунт, определяется объем транспортировки грунта  $V_{\text{т}}$ :

$$\pm V_{\text{з}} = (V_{\text{э}} - V_{\text{з}}) \cdot (1 + k_{\text{п}}). \quad (7)$$

Избыток грунта (знак плюс) вывозится в отвал, недостаток

(знак минус) восполняется завозом грунта из карьера.

Объем грунта в кавальерах  $V_k$ :

$$V_k = V_3 \cdot (1 + k_{II}). \quad (8)$$

Если позволяют размеры строительной площадки, кавальеры (временные насыпи из разработанного или привезенного грунта, служащего для обратной засыпки выемок) отсыпаются несколькими способами:

- экскаваторами, работающими навывмет;
- то же, плюс грунт частично транспортируется автосамосвалами к месту отсыпки;
- весь грунт от работающих экскаваторов и недостающий грунт  $V_t$ , завозимый из карьера, транспортируется к месту отсыпки.

Привезенный грунт разравнивается и укладывается на заранее размеченных площадках бульдозерами; высота кавальеров обычно принимается до 3 м, реже до 5 м, так как при этом затрудняется как их оформление, так и разборка при обратной засыпке.

Поперечное сечение кавальеров принимается треугольным или трапецеидальным, их длина не должна превышать 60 м. Между кавальерами в зависимости от технологических потребностей оставляются проходы шириной не менее метра или проезды шириной 4 или 7 м.

Обратная засыпка пазух котлована производится после проверки соответствия проекту подземной части здания или инженерных коммуникаций.

Для обратной засыпки могут применяться любые по составу грунты без крупных включений кроме пучинистых глин, лёссов и грунтов с содержанием пылеватых частиц более 15%. Также нельзя использовать грунты, содержащие органические и другие загрязнения – древесину, торф, снег, лед, легко сжимаемый мусор, растворимые соли и прочее. Отсыпка оснований под фундамент (подушки) выполняется песком, щебнем или гравием; допускается применение песчано- и щебеночно-гравийных смесей; рекомендуемое соотношение мелких и крупных фракций 1:1,2.

Перед отсыпкой грунта проверяется его влажность  $W$ , которая должна отличаться от оптимальной  $W_0$  в пределах:

для песка и супесей:

$$0,8W_0 \leq W \leq 1,2W_0 \quad (9)$$

для суглинков и глины:

$$0,9W_0 \leq W \leq 1,1W_0 \quad (9a)$$

Отсыпка и уплотнение грунтов выполняется послойно.

Засыпка осуществляется слоями, толщина которых должна учитывать осадку грунта в процессе уплотнения, необходимая толщина слоя отсыпки определяется опытным путем, а для расчета объема грунта в разрыхленном состоянии можно использовать коэффициент относительной осадки  $k_1$ , зависящий от коэффициента уплотнения  $k$ , заданного проектом производства работ:

$$k = \frac{\delta}{\delta_{\max}}, \quad (10)$$

где  $\delta_{\max}$  – максимальная стандартная плотность;  $\delta$  – плотность грунта, заданная проектом.

При засыпке пазух около фундаментов коэффициент уплотнения принимается:

$$k = 0,9 \div 1,0, \quad (11)$$

а для оснований под фундаментами:

$$k = 0,95 \div 1,0. \quad (12)$$

Расчетный объем грунта обратной засыпки  $V_p$  определяется как:

$$V_p = k_1 \cdot V_3, \quad (13)$$

где  $k_1$  можно принять по табл. 2.

Толщина уплотняемых слоев, число проходов, ударов или времени контакта рабочего органа грунтоуплотняющей машины с грунтом назначается в зависимости от условий производства работ, вида грунта, применяемых машин, необходимого коэффициента уплотнения. Перед производством работ делается опытное уплотнение,

уточняющее заданные проектом толщину слоя отсыпки, число проходов уплотняющих машин по одному следу, продолжительность воздействия вибрационных, виброударных и других рабочих органов на грунт и другие технологические параметры, обеспечивающие проектную плотность грунта. При проектировании производства работ можно ориентироваться на данные, приведенные в табл. 3.

Таблица 2

**Значения коэффициента относительной осадки грунта**

$k$	$k_1$		
	пески, супеси	суглинки, глины	лесс
0,9	1,02	1,10	1,12
0,92	1,05	1,15	1,18
0,95	1,08	1,18	1,20
1,0	1,10	1,20	1,22

Таблица 3

**Число проходов, ударов или время контакта**

Тип уплотняющей машины	Толщина уплотняемого слоя						Число проходов, ударов, продолжительность воздействия					
	Глинистые грунты			Песок			Глинистые грунты			Песок		
	Заданный коэффициент уплотнения											
	0,9-0,92	0,95	0,98-1,0	0,9-0,92	0,95	0,98-1,0	0,9-0,92	0,95	0,98-1,0	0,9-0,92	0,95	0,98-1,0
Катки на пневмошинах	0,4-0,5	0,3-0,35	0,2-0,25	0,35	0,3	0,2	6-8	8-10	10-12	6-8	8-10	12-15
Виброкатки	-	-	-	0,6-0,7	0,5-0,6	0,5-0,6	-	-	-	3-4	4-5	6-8
Электрические и пневмотрамбовка, трамбуемые машины	35-40	45-50	30-40	95-100	55-60	40-50	8-12	12-15	16-18	6-8	8-10	12-16
Виброплиты, сек	-	-	-	30-40	20-30	15-20	-	-	-	100-120	120-150	160-220

Уплотнение производится последовательными проходами, ударами с перекрытием полос не менее 0,2 м на связных и не менее 0,3 м на несвязных грунтах. Для уплотнения связных грунтов следует

применять катки на пневмошинах, для уплотнения малосвязных и несвязных грунтов вибрационные и ударные машины.

Так как радиус поворота у большинства катков значительный, они обычно работают по челночной схеме, делая не больше двух последовательных проходов по одному следу.

Уплотнение площадок производится от края к середине на несвязных грунтах и от середины к краю на связных, плохо дренирующих грунтах. Размеры площадок («карт»), как правило, не превышают 200 м. При работе на площадках, размеры которых достаточны для поворотов катка, более рационально принимать схему движения по замкнутой траектории. Для несвязных грунтов эта схема изображена на рисунке 6.

Уплотнение грунта вблизи конструкций производится вручную или с применением электро- и пневмотрамбовок. При ручном трамбовании толщина уплотняемого слоя  $\delta_1$  (рис. 7) задается в пределах 0,1-0,3 м, при использовании механизированного инструмента  $\delta_1$  не должно превышать 0,4 м. Зона ручного уплотнения зависит от ряда факторов.

Если элементы фундамента не соединены, например, плита и стакан, или представляют собой монолитную бетонную конструкцию, не набравшую проектную прочность, расстояние  $l_{py}$  до зоны, где возможно уплотнение машинами, составляет 0,8-1 м, в других случаях это расстояние можно принять равным 0,4-0,6 м (см. рис. 7).

При обратной засыпке небольших котлованов, узких траншей и в пазухах весь грунт уплотняется вручную. Засыпаемые сверху элементы фундамента, труб и других инженерных сооружений и коммуникаций должны перекрываться уплотняемым вручную грунтом слоем 0,2-0,4 м.

Толщина слоя грунта  $\delta_2$  (рис. 7), уплотняемого машинами, зависит от вида грунта и типа уплотняющей машины (табл. 3).

Объем ручного уплотнения  $V_{py}$  можно определить, используя схему на рис. 7 и зависимость (1). Толщину слоев грунта, уплотненного вручную  $\delta_1$  и машиной  $\delta_2$ , следует назначить исходя из выбранных технических средств.

Объем грунта, уплотняемого машинами  $V_{my}$  определяется, зависимостью:

$$V_{my} = V_3 - V_{py}. \quad (14)$$

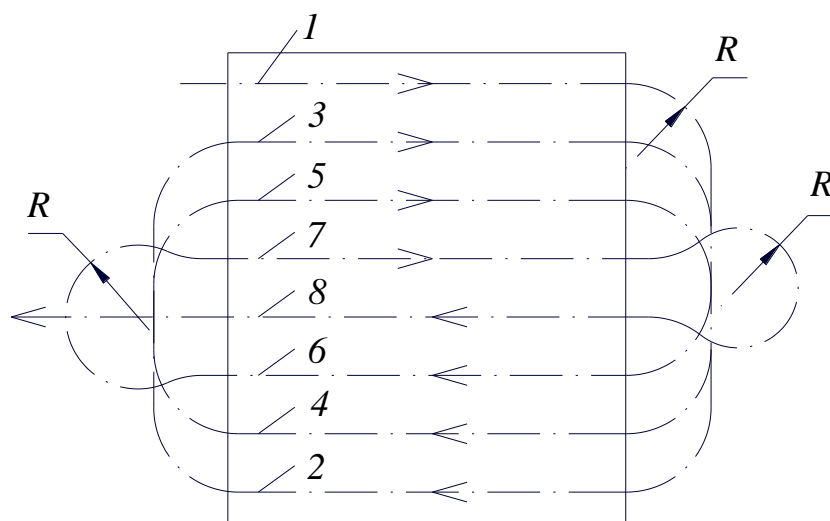


Рис. 6. Схема движения катка при уплотнении несвязанных грунтов:  
 1-8 – последовательные проходы катка;  $R$  – радиус поворота грунтоуплотняющей машины

### 3. Выбор комплекта машин для экскавации грунта

#### 3.1. Общие сведения о технических характеристиках и параметрах землеройных машин

Рабочий процесс землеройных машин состоит из ряда последовательно выполняемых операций: отделения грунта от массива и его захвата, перемещения, укладки в сооружение, отвал или транспортное средство и возвращение в исходное положение. Укладка сопровождается его уплотнением.

Многообразие условий производства земляных работ приводит к созданию большого количества типов этих машин с различными параметрами.

Техническая характеристика машины – это документ, содержащий информацию о технических, эксплуатационных, эргономических и экологических параметрах машины, обеспечивающих возможность принятия решения об эффективном использовании машины для выполнения требуемых технологических операций в зависимости от условий эксплуатации.

Параметрами машины называются единицы информации или величины, характеризующие конкретные технико-эксплуатационные возможности машины при выполнении соответствующих технологических операций.

Для землеройных машин различают главные, основные и вспомогательные параметры.

Главными параметрами называют параметры, которые в наибольшей степени определяют технологические возможности машин. Это в первую очередь: масса машин  $m$ , мощность силовой установки  $N$  (или суммарная мощность основных двигателей при электроприводе), и др. У экскаваторов, скреперов к главным параметрам относят также вместимость ковша  $q$ , а у фронтальных погрузчиков – грузоподъемность  $Q$ .

Основными параметрами называют параметры, которые необходимы для выбора машин при определенных условиях ее эксплуатации. Основные параметры включают в себя главные параметры, определяющие проходимость и маневренность, усилия на рабочем органе, основные рабочие размеры машин. Маневренность и проходимость машин в первую очередь характеризуются их давлением на грунт в рабочих и транспортных режимах, преодолеваемым углом подъема машины, скоростями передвижения и наименьшим радиусом поворота. Геометрическими размерами, определяющими проходимость и маневренность, являются габаритные размеры в транспортном положении, колея, база, дорожный просвет, углы въезда и съезда. Рабочие размеры одноковшовых экскаваторов характеризуются радиусами и высотой (или глубиной) копания, радиусом и высотой выгрузки; бульдозеров и автогрейдеров – шириной и высотой отвалов. К основным параметрам также относятся эргономические и экологические характеристики машин, обеспечивающие возможность использования машин в том или ином регионе (требования чистоты вредных выбросов двигателя, требования безопасности для работы оператора и др.)

Вспомогательными параметрами называют параметры, характеризующие условия технического обслуживания, ремонта, перебазирования, сервиса и др.

Главные параметры землеройных машин определяются государственными стандартами (с 2010 г. государственными техническими регламентами).

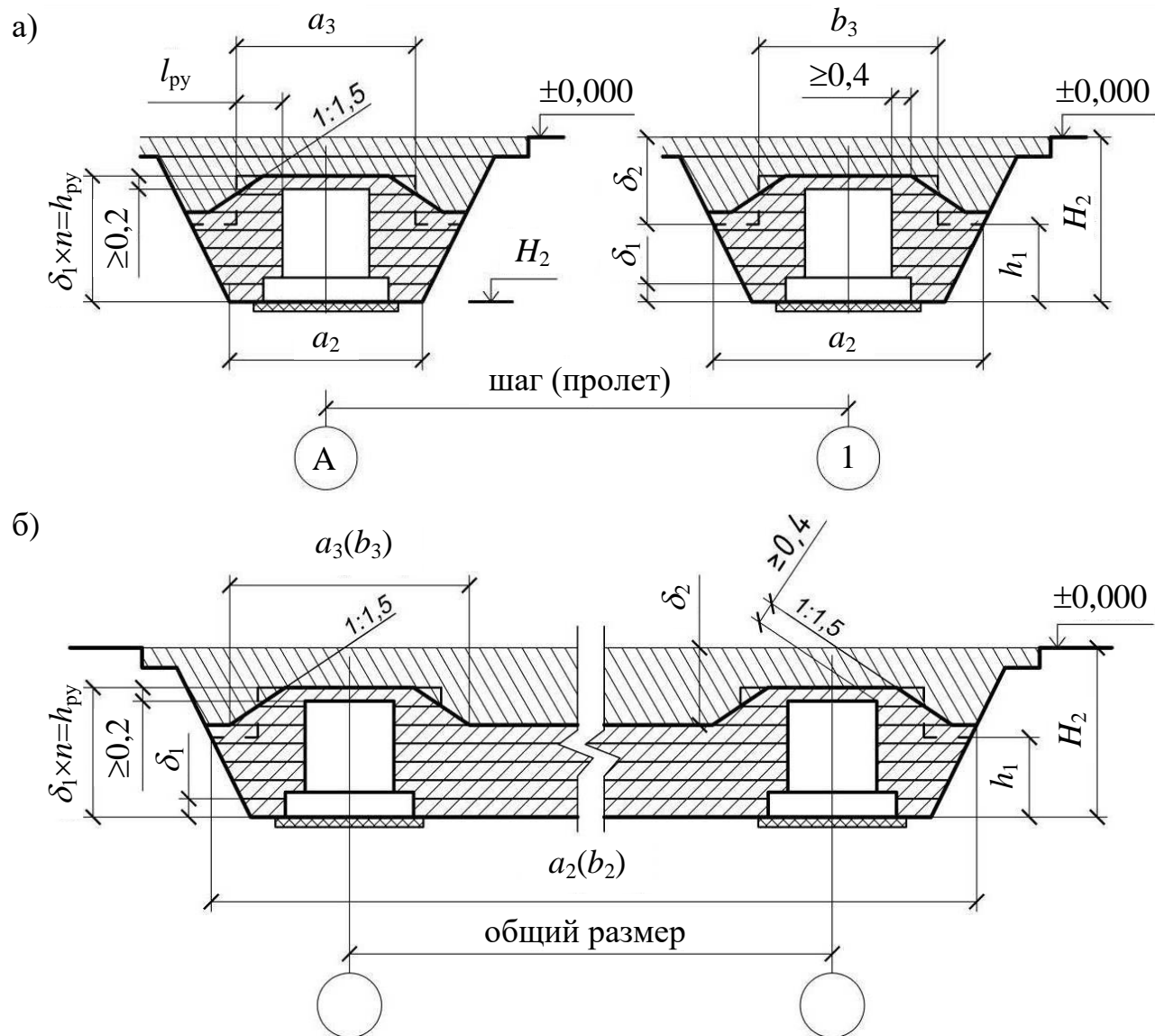


Рис. 7. Схема для определения объема работ по уплотнению грунта обратной засыпки: а) в отдельных котлованах; б) в траншеях



### 3.2. Выбор одноковшового экскаватора

Выбор экскаватора, его ходового и рабочего оборудования зависит от размеров выемки, объемов работ, условий разгрузки ковша при работе навывет и в транспорт, группы трудности разработки грунта и его влажности.

В расчетно-пояснительной записке, в первую очередь, отмечается возможность разрабатывать грунт заданной группы трудности разработки. Для слабых и влажных грунтов рекомендуется выбирать гусеничное ходовое оборудование, на сухих – желательно использовать пневмоколесные экскаваторы.

Одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием «обратная лопата» применяются для разработки траншей и неглубоких котлованов ниже уровня стоянки, причем для грунтов III-IV группы рекомендуются машины с гидравлическим приводом.

Для разработки грунта ниже уровня стоянки применяется также рабочее оборудование «драглайн», имеющее большие радиус и глубину копания. Экскаваторы с таким оборудованием эффективны при разработке грунтов I-II группы или, с уменьшенным по емкости ковшом, III-IV группы трудности разработки, особенно обводненных и со слабой несущей способностью.

Для рытья глубоких и широких траншей и котлованов в слабо-влажных грунтах любой группы можно применять экскаваторы «прямая лопата», работающие на дне разрабатываемой выемки, с погрузкой грунта в транспортные средства, которые перемещаются по дну отрываемого земляного сооружения.

Наибольшая вместимость ковша ограничивается шириной проходки по дну выемки. Для обратной лопаты в связных грунтах ширина ковша  $b_k$ :

$$b_k \leq a(b) - 0,1, \text{ м} \quad (15)$$

в малосвязных грунтах:

$$b_k \leq a(b) - 0,15, \text{ м} \quad (15a)$$

для драглайна:

$$b_k \leq a(b) - 0,25. \text{ м} \quad (15б)$$

Ковши прямой и обратной лопаты можно считать примерно кубическими. Соотношение длины  $l_k$  к ширине  $b_k$  и высоте  $h_k$  у драглайна принимается:

$$l_k : b_k : h_k = 1,2 : 1 : 0,8 \quad (16)$$

Объем ковша экскаватора  $q$  рекомендуется выбирать в зависимости от объема работ  $V_3$  согласно табл. 4.

Таблица 4

Объем разработки грунта $V_3, \text{ м}^3$	Объем ковша экскаватора $q, \text{ м}^3$
до 500	0,15 – 0,4
500 – 1500	0,4 – 0,5
1500 – 3000	0,5 – 0,8
2000 – 8000	0,63 – 1,0
6000 – 12000	0,8 – 1,6
10000 – 18000	1,2 – 2,5
свыше 18000	1,8 – 3,2

Для связных грунтов целесообразно использовать ковш с зубьями, для песков и супесей – со сплошной режущей кромкой.

При определении условий, необходимых для успешной работы экскаватора в забое, требуется учитывать наименьшую глубину забоя, обеспечивающую наполнение ковша (приложение 2).

Для обеспечения безопасности при выполнении работ минимальное расстояние от поворотной платформы экскаватора до автосамосвалов, строений, откосов выемок и насыпей и других неподвижных препятствия не должно быть не менее 1 м.

Забоем называют зону разработки и выгрузки грунта экскаватором, включающую место стоянки экскаватора во время работы, часть массива грунта, отрываемого с одной стоянки, место стоянки и маневрирования транспортных средств под погрузкой и место отсыпки грунта при работе навывмет. Опасной зоной работы экскавато-

ра  $F_0$  считается площадка радиусом:

$$F_0 \geq R_k + 5\text{м}, \quad (17)$$

где  $R_k$  – наибольший радиус копания.

Разработка грунта производится проходками, параметры которых определяются размерами выемки, технологическими возможностями экскаватора и оптимальными затратами времени выполнения рабочего цикла. При торцевой (для «прямой лопаты» – лобовой) проходке ось движения экскаватора находится в площади сечения получаемой выемки, при боковой проходке экскаватор перемещается сбоку от разрабатываемой выемки.

В реальных условиях одноковшовые экскаваторы не могут полностью реализовать заводские значения таких технических характеристик рабочего оборудования, как глубина  $H_k^*$  и радиус копания  $R_k^*$ . Для выбора по технической характеристике предварительно принимается:

для обратной лопаты

$$H_k^* \geq \frac{H}{0,7}, \quad (18)$$

$$R_k^* \geq \frac{a_3}{0,8} - \text{работа в транспорт}, \quad (19)$$

$$R_k^* \geq \frac{a_3}{0,8} + 1,5\text{м} - \text{работа навывет}, \quad (19a)$$

для драглайна

$$H_k^* \geq \frac{H}{0,9}, \quad (20)$$

$$R_k^* \geq \frac{a_3}{0,7} + 1\text{м}, \quad (21)$$

для прямой лопаты

$$H_k^* \geq \frac{H}{0,9}, \quad (22)$$

где  $a_3$  – ширина проходки по верху.

Технические характеристики выбранного экскаватора, необходимые для дальнейших расчетов, следует привести в расчетно-пояснительной записке в форме таблицы 5.

Таблица 5

### Техническая характеристика экскаватора

№ п/п	Наименование	Марка машины
1	Группа разрабатываемого грунта	
2	Вместимость ковша $q$ , м <sup>3</sup>	
3 а,в	Глубина копания $H_k$ , м	
3 б	Высота копания $H_k$ , м	
4 а,б	Наибольший радиус копания $R_k$ , м	
4 в	Длина стрелы $l_c$ , м	
5	Радиус задней части поворотной платформы $r_k$ , м	
6	Расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения $r_{ш}$ , м	
7	Высота оси пяты стрелы $h_{ш}$ , м	
8	Ходовое оборудование	
9	База, Б, м	
10	Колея, К, м	
11	Усилие на зубьях ковша, $S_0$ , кН	
12 б	Просвет под поворотной платформой $h_k$ , м	
13	Продолжительность рабочего цикла $T_{ц}$ , с	

где а – для обратной лопаты; б – для прямой лопаты; в – для драглайна.

### 3.3. Расчет забоя одноковшового экскаватора «обратная лопата»

Расстояние от передней опоры экскаватора до бровки откоса  $l_{min}$  (ширина бермы безопасности) (рис. 8) должно исключать обрушение откоса, сползание или опрокидывание экскаватора в разрабатываемую выемку. Ширина бермы безопасности определяется раз-

мерами призмы обрушения и является минимальным расстоянием для установки или движения транспортных, землеройных, грузоподъемных и других машин, укладки кавальера от бровки откоса. При глубине выемки на сухих грунтах до 7 м можно принять:

$$l_{\min} = 0,5 - 1\text{м}, \quad (23)$$

а на увлажненных это расстояние (рис. 8):

$$l_{\min} = H(m_b - m) + 0,5\text{м} \geq 1,5\text{м} \quad (23a)$$

где  $m_b=1,35$  – заложение откоса на увлажненном грунте.

Расстояние от оси вращения поворотной платформы до бровки откоса  $R_{\text{ст}}$  должно быть не меньше, чем:

$$R_{\text{ст}} \geq l_0 + l_{\min}, \quad (24)$$

где  $l_0$  – расстояние от оси вращения до передней опоры экскаватора.

У гусеничных машин  $l_0 = \frac{Б}{2} + (0,1 \div 0,15)\text{м}$  у колесных машин

$l_0 = \frac{Б}{2}$ , где Б – продольная база машины.

Тогда наименьший радиус копания по дну проходки  $R_{\text{н}}^{\min}$ :

$$R_{\text{н}}^{\min} \geq R_{\text{ст}} + H \cdot m. \quad (25)$$

Так как технические характеристики экскаваторов в реальных условиях полностью не реализуются, рабочий радиус копания принимается:

$$R_{\text{р}} = (0,85 - 0,95) \cdot R_{\text{к}}. \quad (26)$$

Наибольший радиус копания на глубине  $H$  определяется из треугольника *пор*:

$$R_{\text{н}} \leq \sqrt{l^2 - (H + h_{\text{ш}})^2} + r_{\text{ш}}, \quad (27)$$

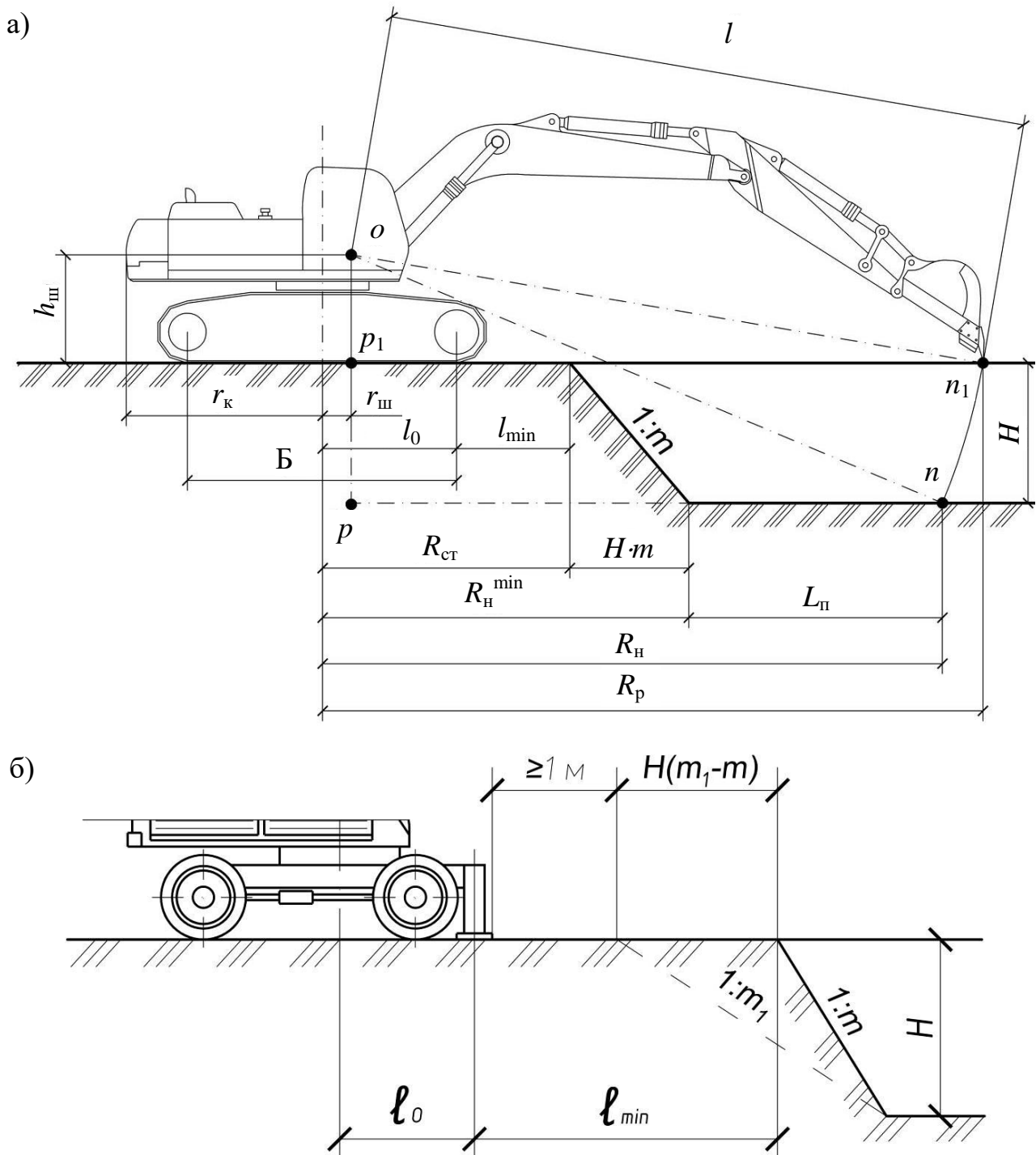


Рис. 8. Продольный разрез забоя экскаватора «обратная лопата»: *a* – схема для расчета забоя; *b* – определение расстояния от передней опоры до бровки откоса на увлажненных грунтах

при этом из  $\Delta n_1 o p_1$ :

$$l = \sqrt{(R_p - r_{\text{ш}})^2 + h_{\text{ш}}^2}. \quad (28)$$

Для производительной работы экскаватора шаг его перемеще-

ния в забое  $L_{\Pi}$  должен быть не менее рекомендованного (приложение 2):

$$L_{\Pi} \geq R_H - R_H^{\min}, \quad (29)$$

Радиус выгрузки в транспортное средство  $R_B^T$  (рис. 9а):

$$R_B^T \leq \sqrt{l^2 - (h_B^T - h_{\text{III}})^2} - \frac{l_K}{2} + r_{\text{III}}, \quad (30)$$

$$h_B^T = h_T + h_3, \quad (31)$$

где  $h_B^T$  – необходимая высота выгрузки;  $h_T$  – высота транспортного средства;  $l_K \approx \sqrt[3]{q}$  – длина ковша;  $q$  – вместимость ковша;  $h_3^T$  – запас высоты режущей кромки (зубьев) ковша над призмой грунта в транспорте:

$$h_3^T = \Delta h + h_{\delta}, \quad (31a)$$

где  $\Delta h$  – превышение призмы грунта в транспортном средстве над его бортом,  $\Delta h=0,3\text{м}$ ;  $h_{\delta}$  – запас высоты режущей кромки ковша над призмой грунта; для гидравлических экскаваторов  $h_{\delta}=0,1\div 0,3\text{м}$ ; для механических  $h_{\delta}=0,3\div 0,5\text{м}$ .

Расстояние между кузовом экскаватора и транспортным средством должно быть не менее 1 м. (рис. 9а).

При работе экскаватора навывмет необходимые радиус  $R_B^H$  и высота выгрузки (рис. 9б) зависят от расположения и размеров кавальера и его формы.

Для кавальера треугольного сечения:

$$R_B^H = \sqrt{l^2 - (h_B^H - h_{\text{III}})^2} - \frac{l_K}{2} + r_{\text{III}}, \quad (32)$$

а для трапецидального:

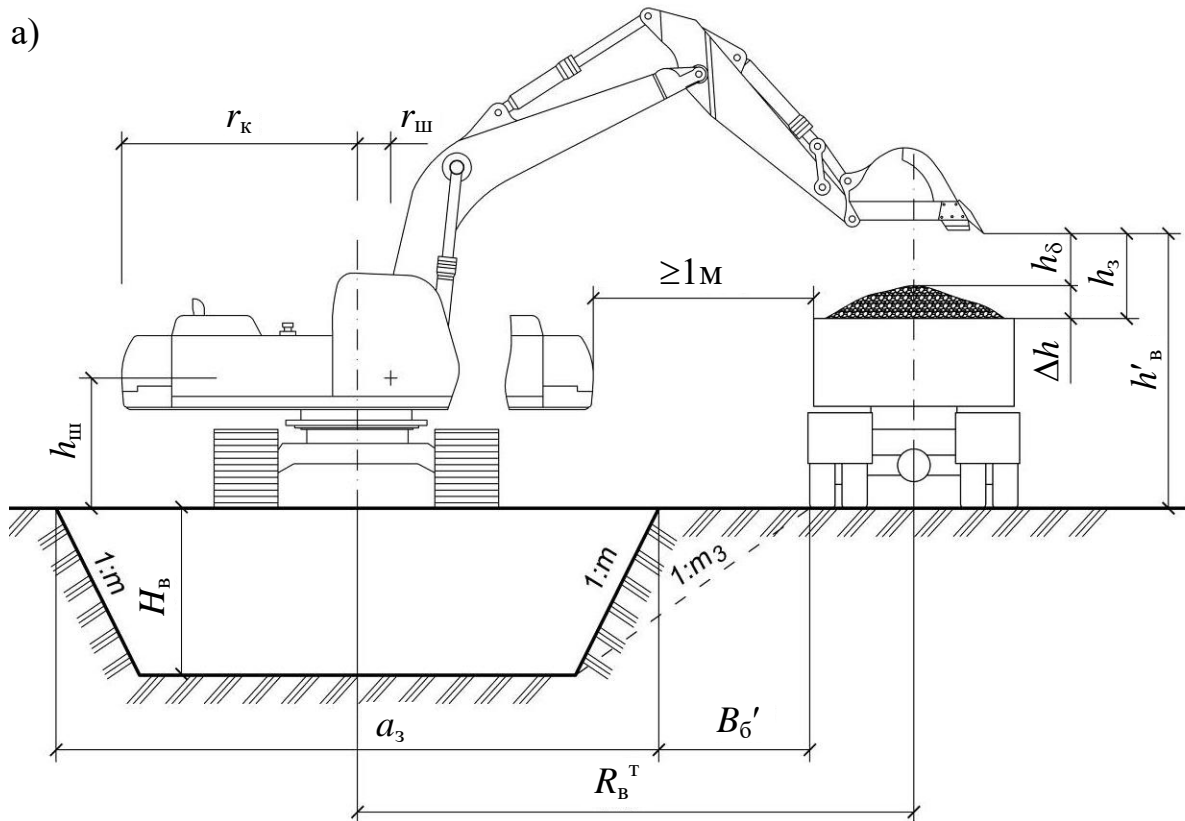
$$R_B^{HT} = \sqrt{l^2 - (h_B^H - h_{\text{III}})^2} + r_{\text{III}}, \quad (33)$$

$$h_B^H = h_K + h_3, \quad (33)$$

где  $h_3$  – запас высоты выгрузки над кавальером:

для механического экскаватора  $h_3 \geq 0,1 \dots 0,3 \text{ м}$ ,

для экскаватора с гидроприводом  $h_3 \geq \frac{l_K}{2} + 0,1 \text{ м}$ .





б)

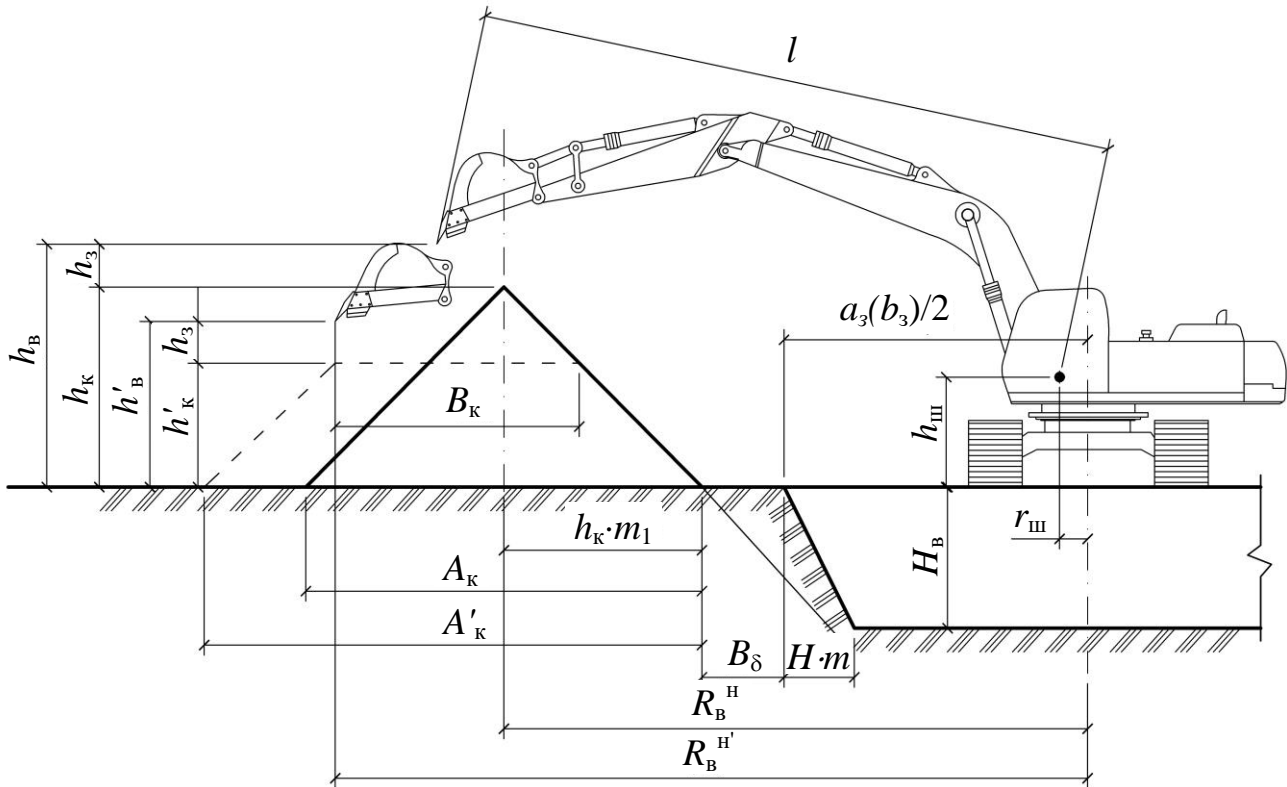


Рис. 9. Поперечный разрез экскаватора «обратная лопата»: а) работа в транспорт; б) работа навывмет

План забоя (рис. 10) позволяет определить возможное расположение, наибольшую длину кавальера и расстояние от торцевой бровки до ближайшего препятствия, а также наиболее целесообразную ширину последующих проходок при известных  $R_B^T$  и  $R_B^H$ .

Ширина берм  $B_6$  и  $B_6'$  зависит от вида грунта и его влажности (см. формулы 23 и 23а).

Угол поворота экскаватора в забое  $2\gamma_0$  и положение его первой стоянки в начале работ определяется планом забоя (см. рис. 10).

Для более производительной работы углы поворота на разгрузку  $\gamma_T$  и  $\gamma_H$  должны быть выбраны наименьшими из возможных, что достигается рациональным расположением экскаватора относительно кавальера и транспортного средства. При этом трасса его перемещения не обязательно должна совпадать с осью траншеи.

Углы поворота  $\gamma$  нормируются (приложение 2), поэтому при разгрузке на одну сторону он не должен в среднем превышать  $135^\circ$ , а на две стороны –  $270^\circ$ . Если угол поворота в забое  $2\gamma_0$  меньше  $55^\circ$ , значит выбран слишком большой экскаватор, в связи, с чем возрастает

тает стоимость работ. Из экономических соображений целесообразно принимать  $2\gamma_0$  в пределах:

$$55^\circ \leq 2\gamma_0 \leq 110^\circ \quad (34)$$

На основании вышеизложенного при разработке котлована ширина первой проходки по дну  $a_{\text{п}}$ , обеспечивающая въезд в него, принимается равной 4 м или 7 м,  $a_3$  с одной стороны (рис. 11):

$$a_3 \geq a_r + 2H \cdot m, \quad (35)$$

но должна быть в пределах:

при разгрузке на одну сторону:

$$0,8R_p \leq a_3 \leq 1,6R_p; \quad (36)$$

при разгрузке на две стороны:

$$1,3R_p \leq a_3 \leq 2R_p \quad (37)$$

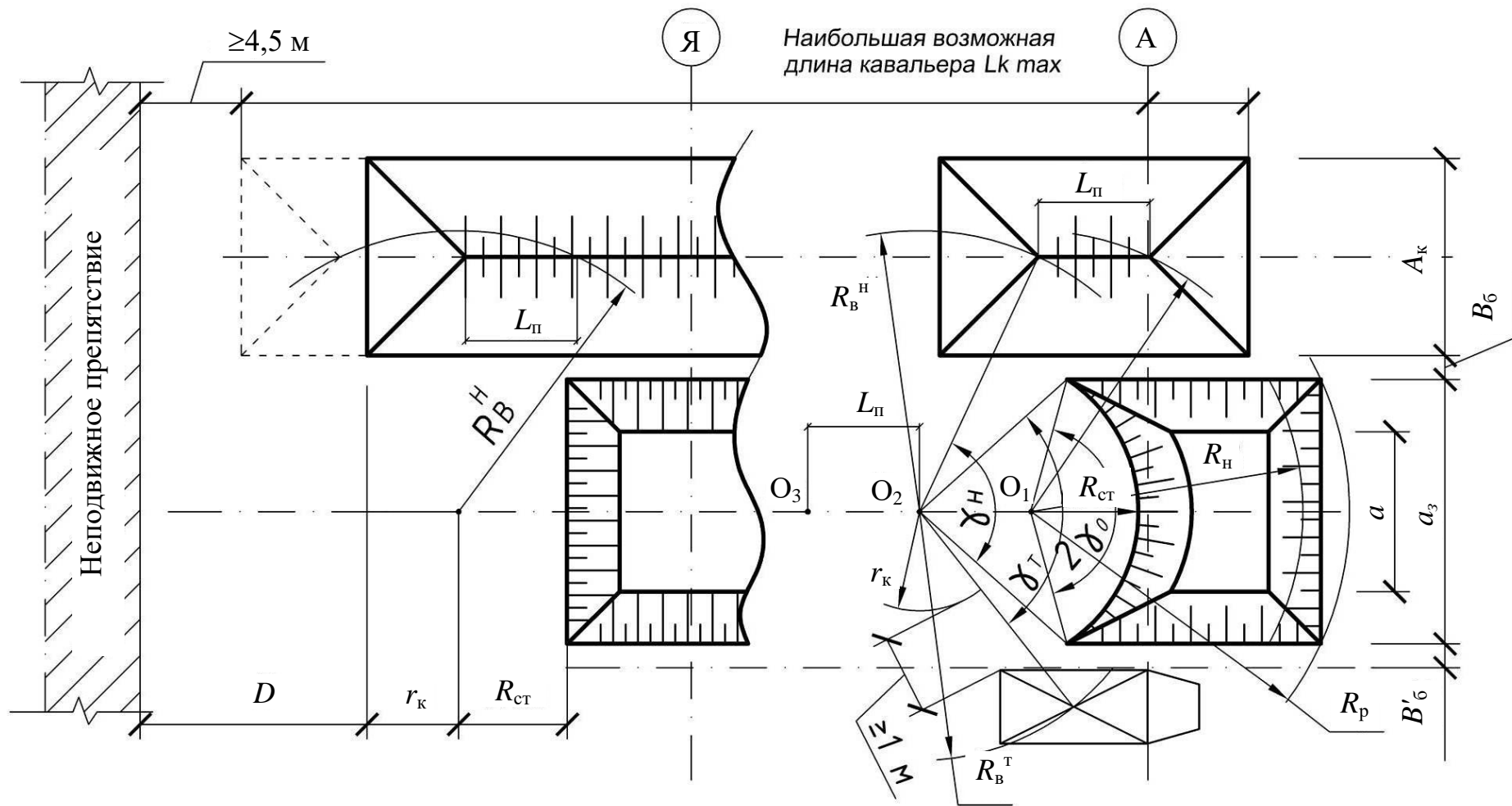


Рис. 10. План забоя экскаватора с рабочим оборудованием «обратная лопата»

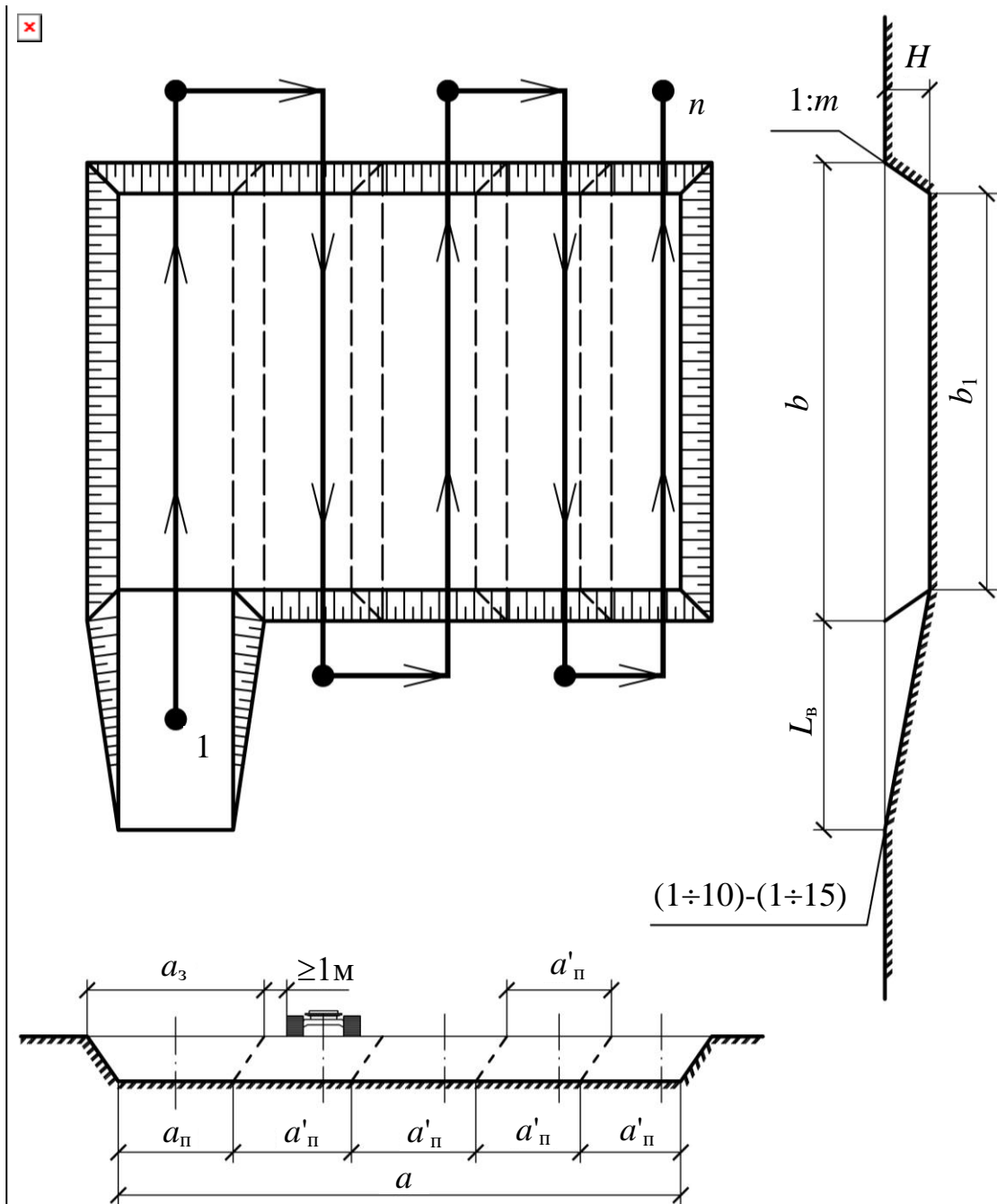


Рис. 11. Схема проходок экскаватора при разработке котлована

### 3.4. Расчет забоя одноковшового экскаватора «драглайн»

Как и «обратная лопата», «драглайн» разрабатывает грунт ниже уровня своей стоянки. Но поскольку его стрела значительно длиннее, а ковш соединяется с ней гибкой связью, имеются некоторые особенности определения его технологических возможностей (см. рис. 12).

Рекомендованный шаг перемещения в забое у драглайна значительно больше, чем у «обратной лопаты» (приложение 2), а угол по-

ворота в забое  $2\gamma_0$  (см. рис. 10) меньше и, как правило, ограничиваются

$$\text{при работе навывмет } 50^\circ \leq 2\gamma_0 \leq 100^\circ; \quad (38)$$

$$\text{при работе в транспорт } 30^\circ \leq 2\gamma_0 \leq 110^\circ. \quad (38a)$$

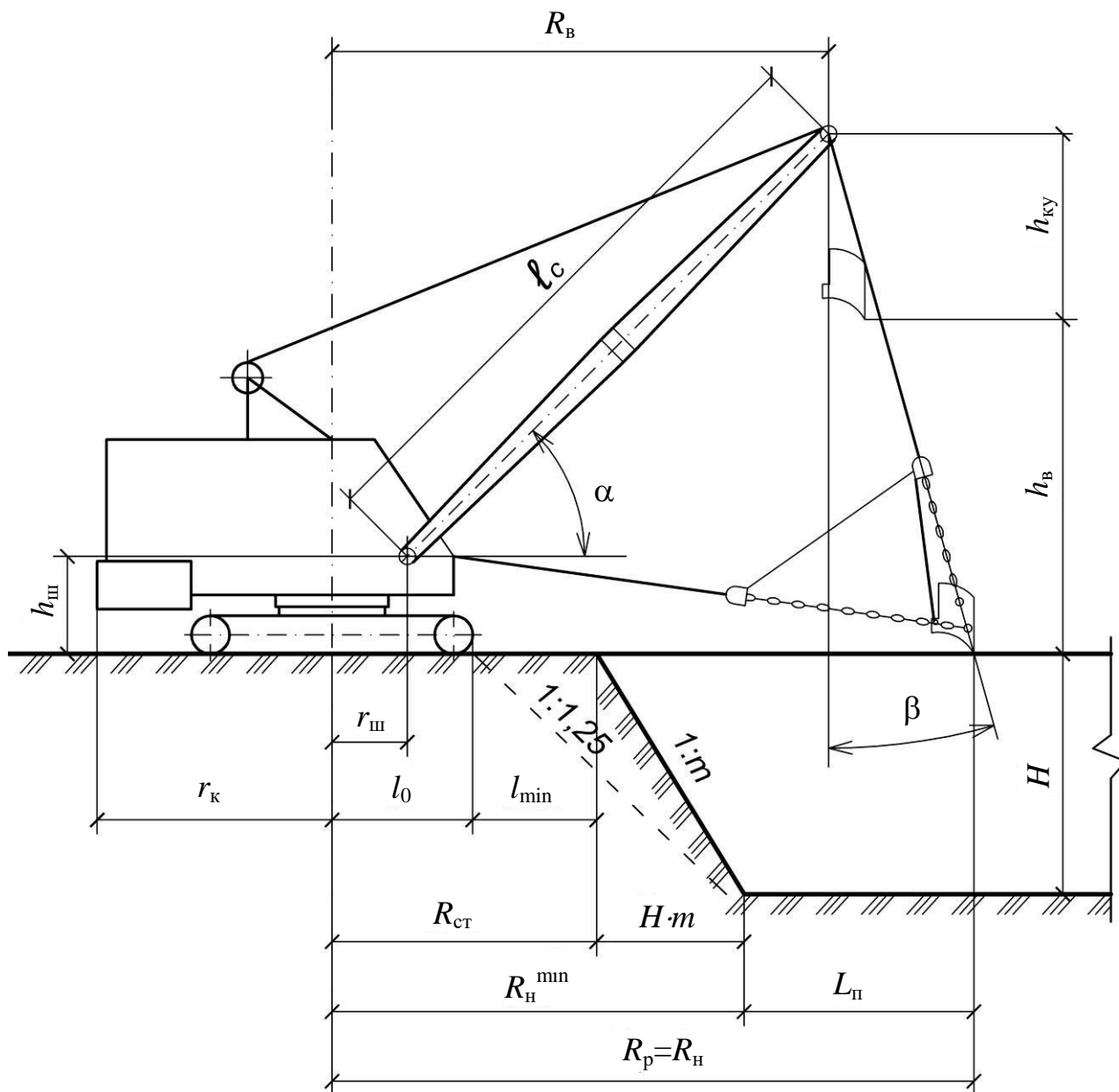


Рис. 12. Продольный разрез одноковшового экскаватора с рабочим оборудованием «драглайн»

Наименьшая глубина копания, благодаря большой длине забоя, не ограничивается, а наибольшая глубина выемки при лобовой проходке ограничена длиной канатов (приложение 2). При угле наклона стрелы  $\alpha$  больше  $45^\circ$ , что может быть принято по условию выгрузки

ковша, эта характеристика машины рассчитывается экстраполяцией данных о глубине копания при углах наклона в  $30...45^\circ$ .

Расстояние от передней опоры экскаватора до бровки откоса  $l_{\min}$  на достаточно устойчивых, сухих грунтах принимается не менее 1,5 м, а на увлажненных грунтах увеличивается до 3-5,5 м в зависимости от вместимости ковша.

Наименьший радиус копания на уровне стоянки  $R_{\text{ст}}$  определяется так же, как и для «обратной лопаты» (см. формулу 25).

Наибольший радиус копания  $R_p$  (см. рис. 12) определяется как:

$$R_p = l_c \cos \alpha + (l_c \sin \alpha + h_{\text{ш}}) \text{tg} \beta + r_{\text{ш}}, \quad (39)$$

где  $\alpha$  – угол наклона стрелы – обычно принимается в диапазоне от  $30$  до  $60^\circ$ ;  $l_c$  – длина стрелы – выбирается по справочнику в зависимости от глубины копания и ширины траншеи поверху;  $\beta$  – угол забрасывания ковша – по условию нормальной работы полиспада  $\beta \leq 10...15^\circ$ .

Так как наибольший радиус копания по дну траншеи  $R_n$  равен  $R_p$ , то

$$L_{\text{ш}} = R_p - R_n^{\min}. \quad (40)$$

Радиус выгрузки в транспорт и кавальер равны и составляют

$$R_b = r_{\text{ш}} + l_c \cos \alpha - \frac{h_k}{2}, \quad (41)$$

где  $h_k$  – высота ковша драглайна;  $h_k \approx 0,8\sqrt[3]{q}$ .

Наибольшая высота выгрузки  $h_b$  определяется длиной стрелы и углом ее наклона  $\alpha$ , а также размерами ковша с упряжью. Для предварительных расчетов можно принять, что высота выгрузки не превышает:

$$h_b \leq (l_c \sin \alpha + h_{\text{ш}}) - l_{\text{ку}}, \quad (42)$$

где  $l_{\text{ку}}$  – длина ковша с упряжью;  $l_{\text{ку}} \approx 1,8\sqrt[3]{q}$ .

В связи со сложностью регулирования положения ковша при

разгрузке, особенно в транспортные средства, принимается (см. формулы 31, 31а):

$$\text{при работе в транспорт } h_3 = 0,6 \dots 0,8 \text{ м,} \quad (43)$$

$$\text{при работе навывмет } h_3 = 0,5 \dots 0,6 \text{ м.} \quad (43а)$$

где  $h_3$  – запас высоты.

Остальные параметры забоя и проходок определяются так же, как и для обратной лопаты.

### 3.5. Расчет забоя одноковшового экскаватора «прямая лопата»

Экскаваторы с рабочим оборудованием «прямая лопата», применяемые для разработки глубоких котлованов и траншей, особенно в прочных грунтах III-IV группы трудности разработки, выгружают грунт в транспорт, перемещающийся по дну забоя. Съезд в траншею для экскаватора и транспортных средств должен иметь уклон не более 10-15%. Ширина съезда  $a_{п}$  (см. рис. 11), как правило, должна обеспечивать двустороннее движение. Наименьшая глубина выемки, необходимая для заполнения ковша, определяется по табл. 2.1. (приложение 2).

В связи с тем, что экскаватор и транспорт при лобовой проходке работают в стесненных условиях, в первую очередь определяется наименьшая возможная ширина забоя  $a_{\min}$  (рис. 13).

$$a_{\min} \geq 2R_{\text{ст}} + 1\text{м} \quad (44)$$

С другой стороны, расстояние от задней части поворотной платформы до откоса выемки должно быть не менее 1 м:

$$a_{\min} \geq r_{\text{к}} - h_{\text{к}} \cdot m + 1\text{м.} \quad (45)$$

Наименьший радиус копания  $R_{\text{ст}}$  (рис. 13) экскаваторов с механическим приводом приведен в (приложении 2), а для экскаваторов с гидравлическим приводом можно принять:

$$R_{\text{ст}} = 0,71K + \sqrt[3]{q}. \quad (46)$$

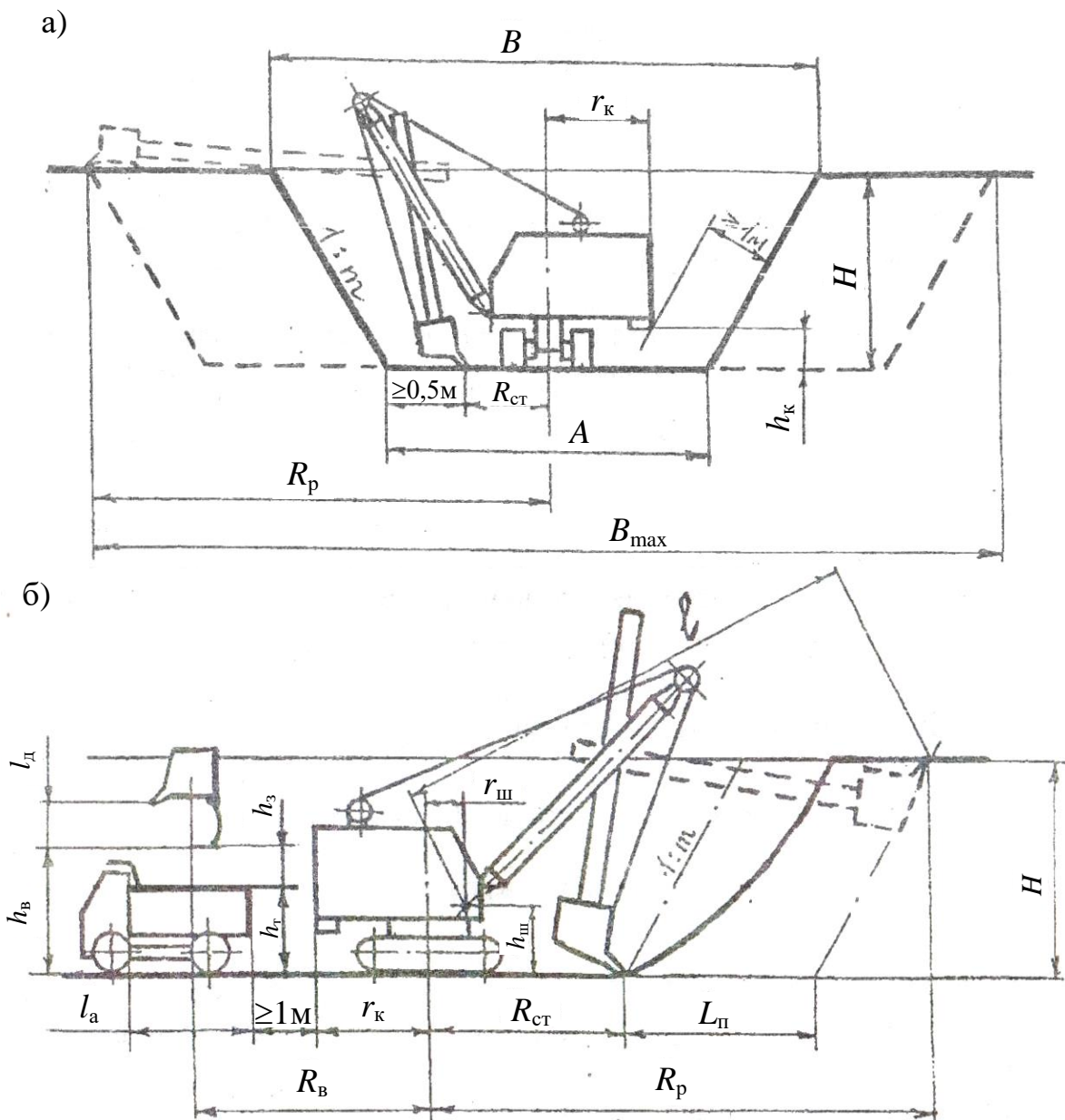


Рис. 13. Разрез забоя экскаватора «прямая лопата»: а) поперечный; б) продольный

Наибольшая ширина проходки по верху  $a_3^{\max}$  (на рис. 14) изображена пунктиром:

$$a_3^{\max} \leq 2R_p, \quad (47)$$

где  $R_p$  – рабочий радиус копания принимается:

$$R_p = (0,8...0,9)R_к, \text{ т.е. } B_{\max} \leq 1,8R_к. \quad (48)$$



Тогда наибольшая ширина проходки по дну выемки:

$$A_{\max} \leq 1,8R_k - 2 \cdot H \cdot m. \quad (49)$$

При ширине проходки  $B$  до  $1,4 \div 1,5R_p$  под загрузку может устанавливаться один самосвал, больше  $1,5R_p$  – два (на рис. 14 изображены штрихпунктиром). Расстояние между кузовом экскаватора автомобилем должно быть не менее 1 м.

Шаг перемещения  $L_{\Pi}$  определяется (рис. 13, б):

$$L_{\Pi} = (R_p - H \cdot m) - R_{\text{ст}}, \quad (50)$$

причем его величина не должна быть меньше значения, приведенного в приложении 2.

Наибольший радиус выгрузки рассчитывается по формуле (51), аналогично радиусу копания экскаватора «обратная лопата» (формула 30):

$$R_B^{\max} \leq \sqrt{l^2 - (h_B - h_{\text{ш}})^2} - \frac{l_k}{2} + r_{\text{ш}}, \quad (51)$$

$$\text{где } l = \sqrt{(R_p - r_{\text{ш}})^2 + (H - h_{\text{ш}})^2}.$$

Наименьший радиус выгрузки не должен его превышать и, любом случае:

$$R_B^{\min} \geq r_k + \frac{l_a}{2} + 1\text{м}, \quad (51a)$$

где  $l_a$  – длина кузова автосамосвала;  $l_a$  – равным 0,75 от длины автосамосвала.

Высота выгрузки должна быть в диапазоне (рис. 13б)

$$h_T + h_3 \leq h_B \leq 0,9H_k - h_3, \quad (52)$$

$$\text{где } h_3 = \Delta h + h_{\delta} \quad (52a)$$

$\Delta h$  – превышение призмы грунта над бортом автосамосвала;

$h_{\delta}$  – запас высоты под ковшом;

$$h_{\delta} = 1,8\sqrt[3]{q} + 0,3\text{м}.$$

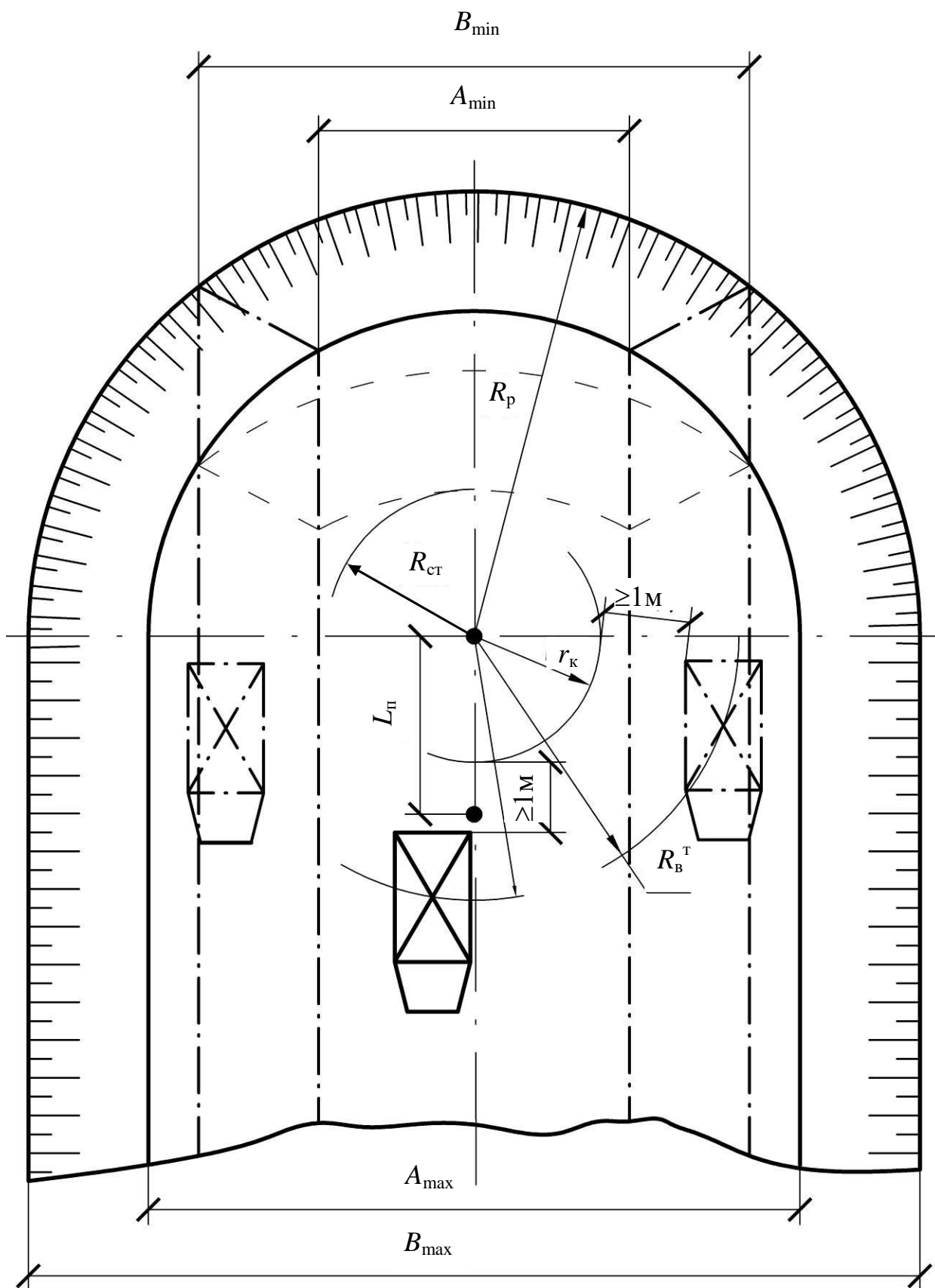


Рис. 14. План забоя экскаватора с рабочим оборудованием «прямая лопата»

Возможные заборы одноковшовых экскаваторов изображены на рис. 15.

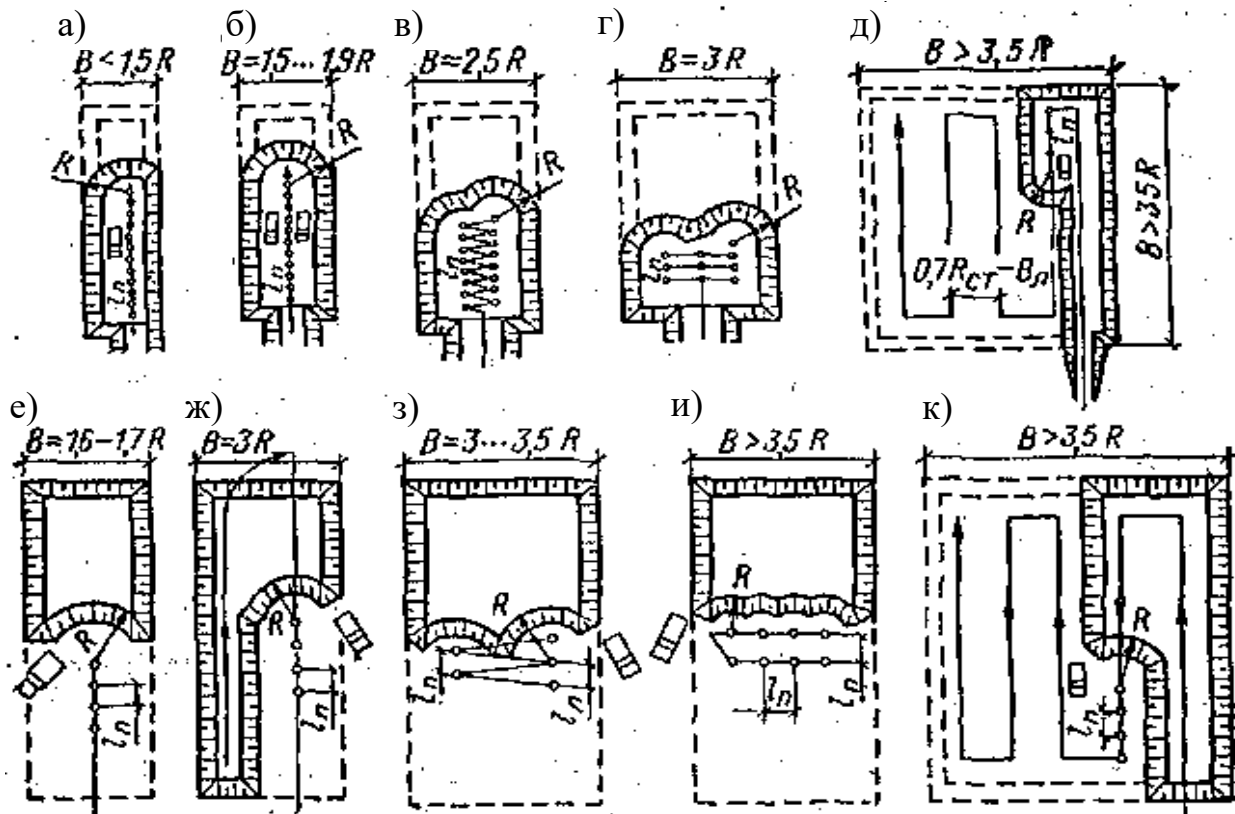


Рис. 15. Заборы одноковшовых экскаваторов: а) – г) «прямая лопата»  
д) – к) «обратная лопата» и «драглайн»

### 3.6. Расчет производительности экскаватора

По результатам расчета забоя делается окончательный выбор экскаватора, после чего рассчитывается нормативная и эксплуатационная производительность машины.

Для расчета нормативной производительности,  $\text{м}^3/\text{см}$ , применяется зависимость

$$P_H = \frac{t_{\text{см}}}{N_{\text{вр}}} \cdot 100, \quad (53)$$

где  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;  $N_{\text{вр}}$  – норма времени согласно соответствующему параграфу ЕНиР Е2-1; 100 – переводной коэффициент.

Нормативная производительность экскаваторов с рабочим обо-

рудованием «обратная лопата» и «драглайн» рассчитывается как при работе навывмет, так и в транспорт с учетом налипания грунта, работы в забоях с мокрой подошвой и т.п. (см. приложение 3).

Для расчета эксплуатационной производительности экскаватора, м<sup>3</sup>/см, рекомендуется использовать зависимость

$$\Pi_э = 3600 \frac{q}{T_{ц}} K^{\circ} \frac{K_H}{1 + K_{П}} K_B t_{см}, \quad (54)$$

где  $T_{ц}$  – время рабочего цикла, с;  $K^{\circ}$  – коэффициент, учитывающий угол поворота на разгрузку;  $K_B$  – коэффициент использования экскаватора по времени в смену; при разработке навывмет  $K_B = 0,9$ ; при работе в транспорт с погрузкой на одну сторону  $K_B = 0,83$ ; на две стороны  $K_B = 0,85$ ; коэффициент наполнения ковша  $K_H$  не может превышать значения, приведенные в приложении 2, и зависит от условий наполнения ковша в спроектированном забое. Для успешного наполнения ковша нужно, чтобы:

$$q \leq b_k L^* h_c, \quad (55)$$

где  $h_c$  – толщина снимаемой стружки;  $L^*$  – необходимый путь наполнения ковша в забое;  $b_k$  – ширина ковша (см. рис. 16).

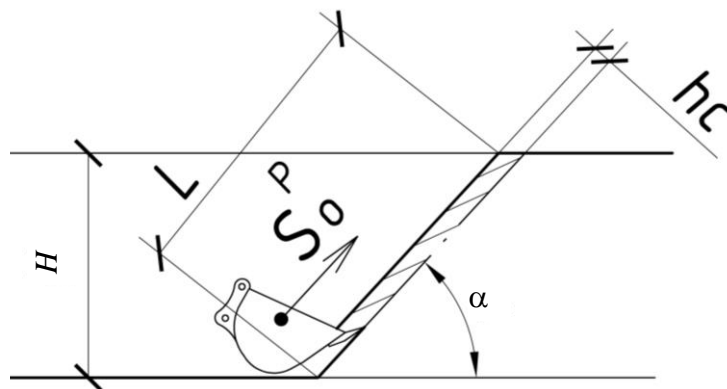


Рис. 16. Путь наполнения ковша экскаватора «обратная лопата»

Возможная толщина стружки определяется из зависимости

$$S_0^p \geq P_0 \geq K_{уд} f h_c, \quad (56)$$

где  $S_0^p$  - рабочее усилие на зубьях (режущей кромке) ковша:  
для гидравлических экскаваторов

$$S_0^p = 0,9S_0;$$

для механических экскаваторов

$$S_0^p = 0,75S_0;$$

для драглайна

$$S_0^p = 0,7S_0,$$

где  $S_0$  – усилие на зубьях (режущей кромке) ковша из приложения 2;  
 $P_0$  – сопротивление грунта копанью;  $K_{уд}$  – удельное сопротивление  
грунта копанью (приложение 2).

Из (56):

$$h_c \leq \frac{S_0^p}{K_{уд} b_k}. \quad (56a)$$

Тогда можно найти необходимый путь наполнения ковша:

$$L^* \geq \frac{q}{b_k h_c}. \quad (57)$$

Ковш экскаватора с рабочим оборудованием «прямая» и «обратная лопата» наполняется на пути  $L$  (рис. 16), длина которого зависит от глубины выемки и заложения откоса, при этом должна соблюдаться зависимость

$$L^* \leq L = \frac{H}{\sin \alpha}. \quad (58)$$

Если  $L \neq L^*$ , необходимо определить фактический коэффициент наполнения ковша экскаватора  $K_n^{\phi}$ , причем он должен быть не менее 0,65. Для увеличения пути наполнения ковша можно уменьшить

угол заложения откоса  $\alpha$ , внеся соответствующие изменения в схему забоя; в случае, если  $K_H^{\Phi} > K_H$ , уменьшается толщина стружки  $h_c$  или выбирается ковш большей вместимости, что возможно на грунтах I-II группы трудности разработки.

Ковш экскаватора с рабочим оборудованием «драглайн» наполняется на пути  $L$ , значительно превышающем путь наполнения ковша у «обратной и прямой лопаты» (рис. 17):

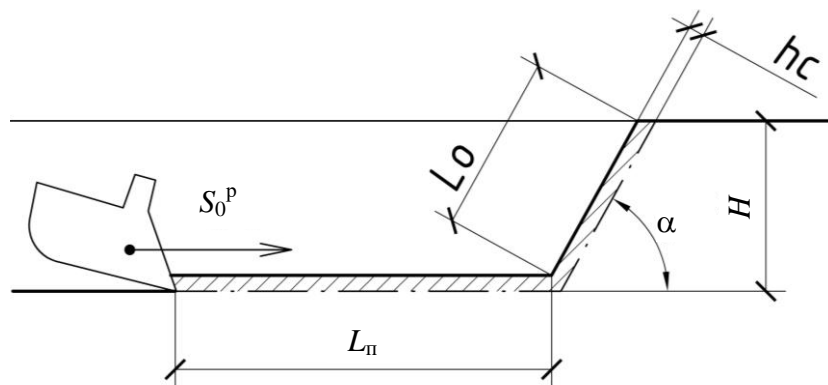


Рис. 17. Путь наполнения ковша экскаватора «драглайн»

$$L = \frac{L_{\text{п}}}{4} + L_0, \quad (59)$$

где  $L_{\text{п}}$  – шаг перемещения экскаватора в забое (формулы 29, 40, 50),

а  $L_0 = \frac{H}{\sin \alpha}$ .

### 3.7. Выбор автосамосвала

Выбор автосамосвала как части комплекта машин при производстве земляных работ базируется на соответствии его параметров (вместимость и высота кузова, грузоподъемность) ранее выбранному экскаватору.

Число циклов экскаватора, необходимых для загрузки автосамосвала, зависит от расстояния транспортирования и принимается в пределах 3-9 шт., оптимально 4-6 шт. Для выбора автосамосвала определяется объем грунта, погруженного за оптимальное число циклов:

$$Q_{\Phi} = n \cdot q \cdot K_H, \quad (60)$$

где  $n$  – оптимальное число ковшей;  $q$  – вместимость ковша экскаватора,  $\text{м}^3$ ;  $K_{\text{н}}$  – коэффициент наполнения ковша экскаватора (приложение 2).

По табл. 2.7. в приложении 2 выбирается автосамосвал с учетом коэффициента наполнения его кузова  $K_{\text{н}}^{\text{a/c}}$ , который должен быть в пределах:

$$0,85 \leq K_{\text{н}}^{\text{a/c}} \leq 1,1 \quad (61)$$

Тогда:

$$Q \leq 1,1Q_{\text{ф}} \quad (62)$$

Масса грунта  $G_{\text{г}}$  в кузове автосамосвала не должна превышать его грузоподъемность  $G$  более чем на 5%:

$$G_{\text{г}} = Q_{\text{ср}} \cdot \rho \cdot (1 - K_{\text{п}}) \cdot K_{\text{вл}} \leq 1,05 \cdot G, \quad (63)$$

где  $K_{\text{вл}}$  – коэффициент, учитывающий влажность грунта.

Для обеспечения бесперебойной работы экскаватора, являющегося ведущей машиной, необходимо определить потребность в транспортных средствах. При непрерывной работе в транспорт число автосамосвалов определяется по формулам:

$$N \geq \frac{T_{\text{а}}}{t_{\text{п}}}; \quad (64)$$

$$N \geq \frac{T_{\text{а}}}{t_{\text{п}} + t_{\text{м}}}, \quad (64\text{а})$$

где  $T_{\text{а}}$  – время цикла транспортировки грунта автосамосвалом;  $t_{\text{п}}$  – продолжительность погрузки;  $t_{\text{м}}$  – время установки автосамосвала под погрузку (см. приложение 2).

Зависимость (64) используется при возможности установки машин под погрузку с двух сторон, а (64а) – с одной стороны экскаватора.

Продолжительность цикла автосамосвала  $T_a$ :

$$T_a = t_{\Pi} + 2 \frac{L_T}{V_{\text{ср}}} + t_{\text{рм}} + t_{\text{м}}, \quad (65)$$

где  $t_{\Pi} = n \cdot T_{\Pi}$ ;  $L_T$  – дальность транспортировки;  $V_{\text{ср}}$  – средняя скорость движения автосамосвала груженого и без груза (Приложение 2). Порожний автосамосвал перемещается быстрее на 10-20%.

Полученное по формуле (64) количество машин округляется до целого числа в большую сторону.

Если экскаватор работает одновременно навывет и в транспорт, то число самосвалов:

$$N_1 \geq \frac{T_a}{t_{\Pi}} \left\{ \frac{\frac{\Pi_{\text{н}}}{\Pi_{\text{т}}}}{\frac{V_{\text{н}}}{V_{\text{т}}} + \frac{\Pi_{\text{н}}}{\Pi_{\text{т}}}} \right\}, \quad (66)$$

где  $\Pi_{\text{н}}$ ,  $\Pi_{\text{т}}$  – производительность экскаватора при работе навывет и в транспорт;  $V_{\text{н}}$ ,  $V_{\text{т}}$  – объем грунта, разрабатываемого навывет и в транспорт.

Если грунт для обратной засыпки завозится из карьера и продолжительность этой работы на данной стадии проектирования не определена, рассчитывается время завоза:

$$T_{\text{тр}} \geq \frac{V_{\text{т}}}{Q_{\text{ср}}} \cdot T_{\text{ак}}, \quad (67)$$

где  $T_{\text{ак}}$  – время цикла транспортировки грунта из карьера;  $T_{\text{тр}}$  рассчитывается в сменах и округляется в большую сторону до 0,5 смены.

Организация работы автосамосвалов наглядно показана на графике их движения (рис. 18).



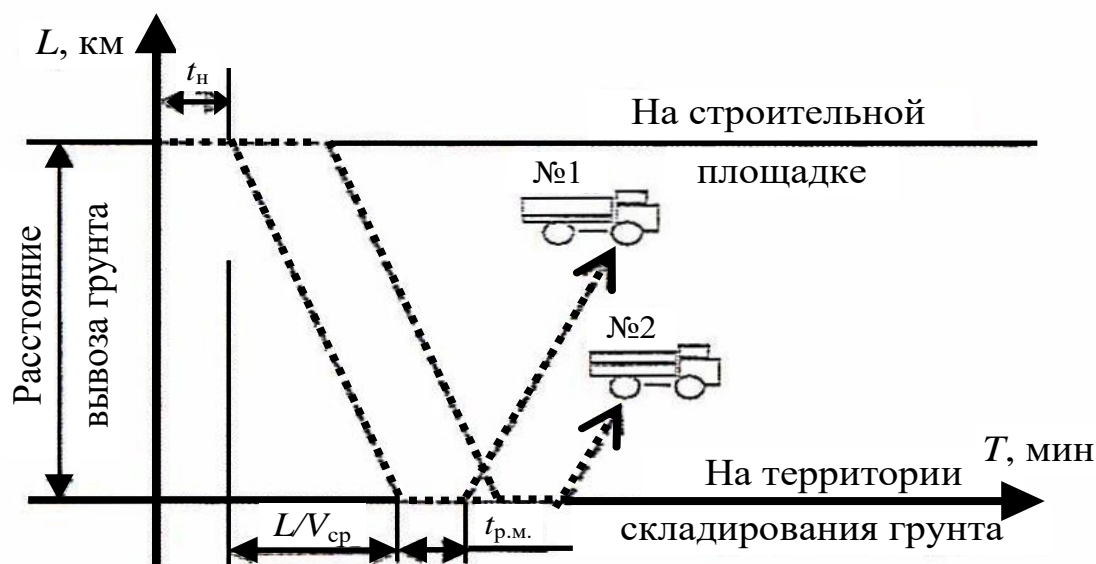


Рис. 18. График движения автосамосвалов

### 3.8. Разработка грунта растительного слоя

Плодородный слой до начала основных земляных работ должен быть снят в пределах строительной площадки и перемещен в отвалы для последующего использования при рекультивации или повышения плодородности сельскохозяйственных угодий. Допускается не снимать плодородный слой при его толщине менее 10 см, на обводненных участках и при разработке траншей шириной по верху 1 м и менее.

Как правило, мощность почвенного слоя в большинстве регионов невелика, поэтому нецелесообразно использовать для его разработки экскаваторы, так как не обеспечивается достаточное наполнение их ковша (приложение 2). Наиболее целесообразно применение землеройно-транспортных машин – скреперов и бульдозеров.

Применение скреперов экономически выгодно при расстоянии до отвала в пределах 0,3-5 км. При расположении отвала на большем расстоянии грунт разрабатывается бульдозером, перемещается за пределы строительной площадки и укладывается во временный отвал. Затем его грузят в автотранспорт для транспортировки к месту хранения или использования.

Скреперы хорошо работают именно на связанных грунтах, коэффициент наполнения ковша на грунтах растительного слоя (при снятии стружки постоянной толщины  $h_c$ ) находится в пределах 0,8-1,1; работа производится на захватках длиной до 200 м. При исполь-

зовании бульдозеров-толкачей  $h_c$  достигает значения, приведенного в технической характеристике скрепера; без толкача она не должна превышать 50% от табличного значения. В зависимости от поставленной задачи грунт разрабатывается последовательными проходками или через полосу (рис. 19).

При последовательных проходках грунт разрабатывается в условиях полублокированного резания, а ширина снимаемой полосы  $B'$ , кроме первой проходки:

$$B' = B - b, \quad (68)$$

где  $B'$  – ширина ковша;  $b$  – перекрытие полос разработки грунта,  $b = 0,3 \div 0,5$  м, что позволяет разрабатывать грунт без толкача стружками  $h_c \leq 0,5h_{\max}$ , где  $h_{\max}$  табличное значение наибольшей глубины резания.

При работе «через полосу» часть проходок (I, II, и т.д. рис. 19) выполняется в условия блокированного резания и  $h'_c < h_c$ , однако во время проходок V, VI, и т.д. ширина  $B''$  разрабатываемой полосы грунта меньше ширины ковша на 0,4-0,6 м, что позволяет подобрать ранее просыпавшийся грунт и исключить планировочные работы.

Длина пути наполнения ковша скрепера  $L_{\text{н}}$  определяет по формуле:

$$L_{\text{н}} = \frac{q \cdot k_{\text{н}}}{h_c \cdot B'}, \quad (69)$$

где  $q$  – вместимость ковша,  $\text{м}^3$ ;  $k_{\text{н}}$  – коэффициент наполнения ковша;  $h_c$  – толщина снимаемой стружки, м;  $B'$  – ширина снимаемой полосы, м.

Срезка растительного слоя грунта бульдозерами производится на захватках Ia, Ib, Pa шириной до 30 м (рис. 20). Перемещение во временный отвал на расстояние до 50 м выполняется по траншейной схеме, а до 150 м спаренными бульдозерами по схеме с промежуточными валами. Это вызвано значительными потерями грунта при транспортировке, составляющими от 0,005 до 0,03 объема призмы волочения на отвале на 1 м перемещения.

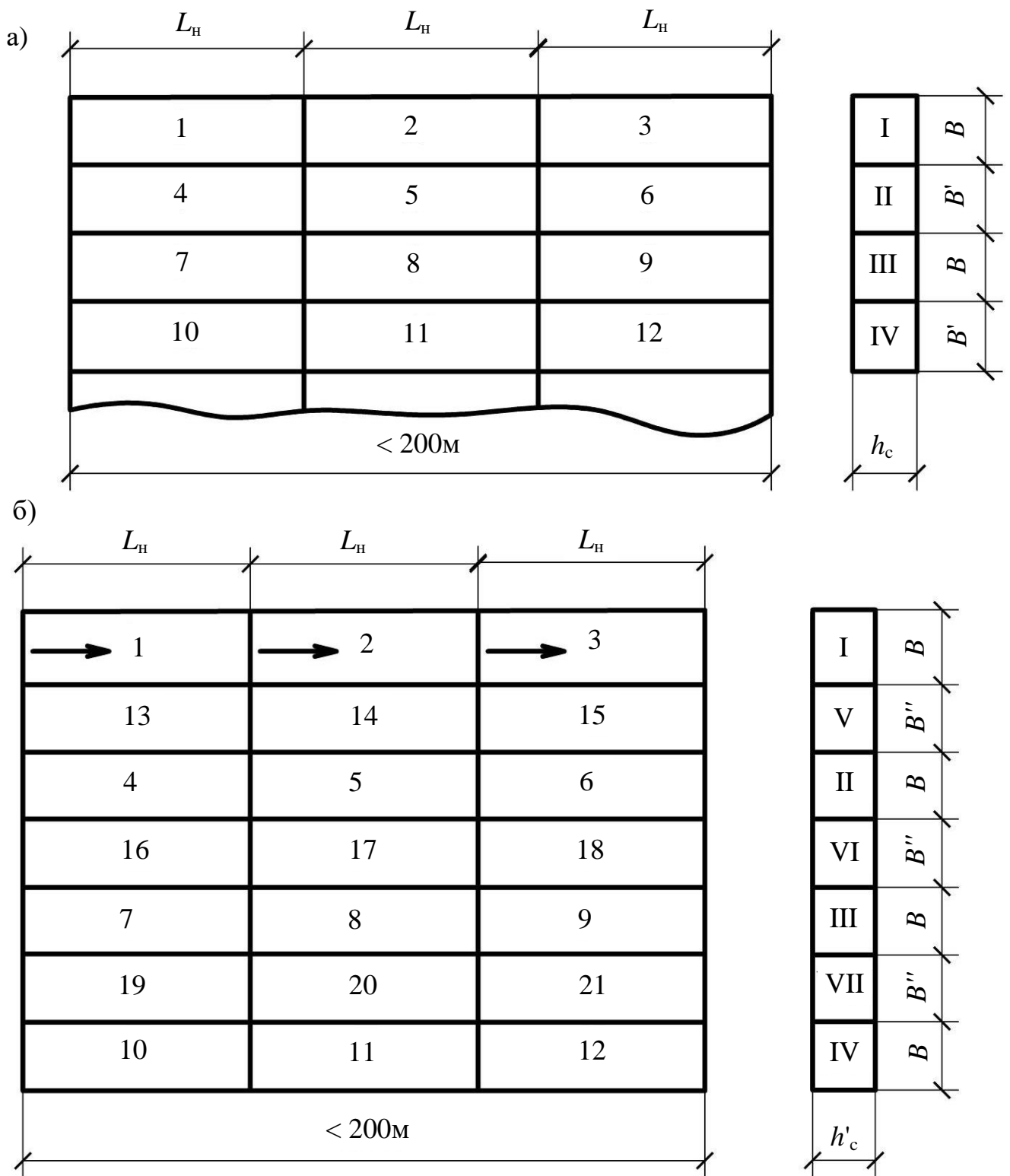


Рис. 19. Схемы срезки растительного слоя грунта: а) работа последовательными проходками; б) работа через полосу: 1,2,3,... – номера забоев; I, II, III, ... – последовательность проходок

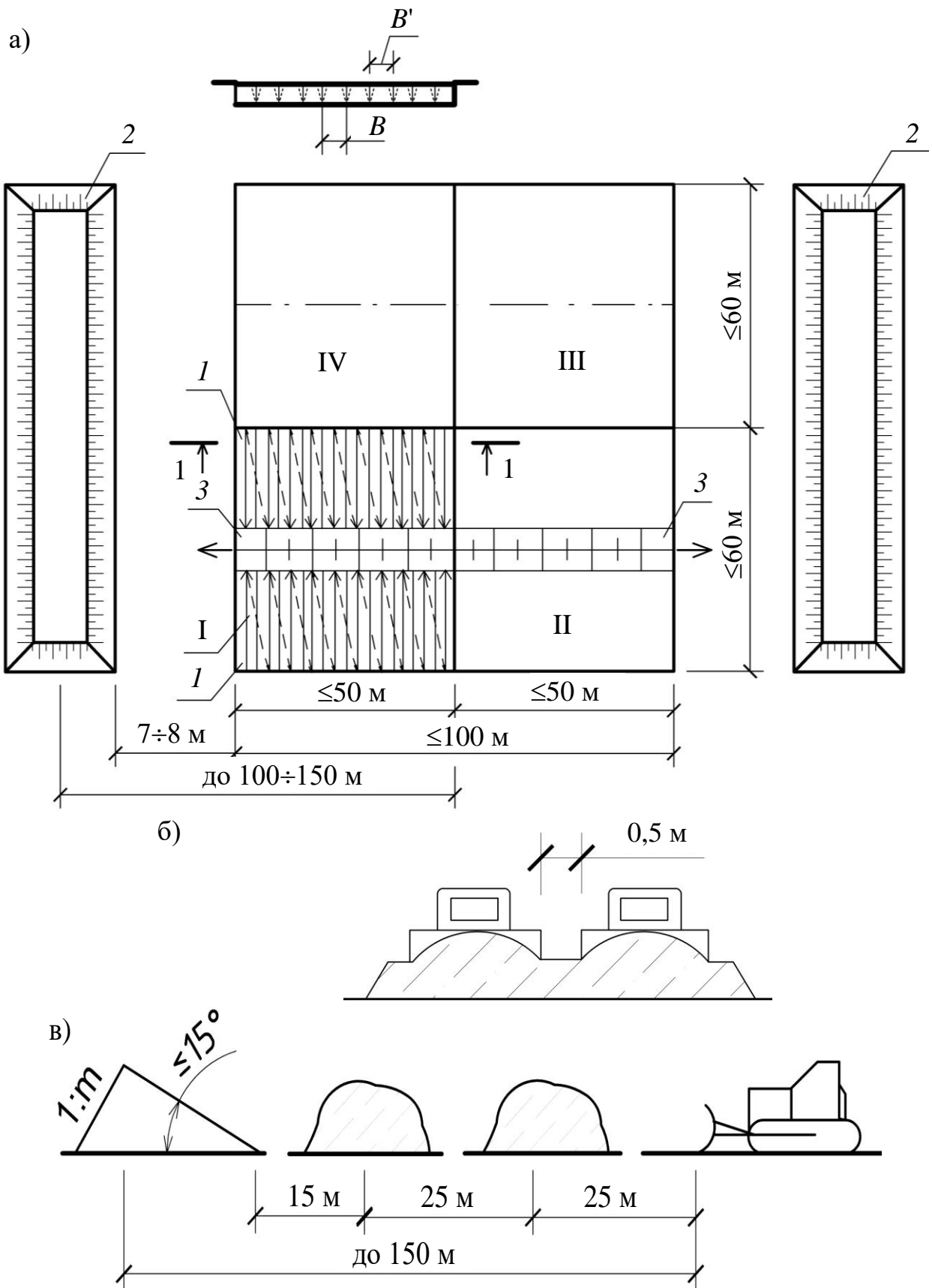


Рис.20 (а, б, в). Схема срезки растительного слоя бульдозером: а – работа одним бульдозером; б – работа спаренными бульдозерами; в – схема работы с промежуточными валами: 1 – участок срезки растительного слоя; 2 – временные отвалы; 3 – валик грунта между захватками; I...IV – захватки

Для правильной организации работ разрабатываемый участок разбивается на «карты» шириной не более 60 м и не менее 30 м из условий наполнения отвала, а временные отвалы располагаются, по возможности, на минимальном удалении от границы участка расчистки. На захватках бульдозер разрабатывает грунт по челночной схеме, а затем транспортирует во временный отвал. Ширина проходки (разрез 1-1, рис. 20а)  $B'$  принимается на 0,3-0,5 м меньше длины отвала бульдозера  $B$ . После снятия грунта растительного слоя необходимо выполнить предварительную планировку строительной площадки.

### 3.9. Выбор монтажного крана

Установка фундаментных блоков или плит производится, в основном, автомобильными, самоходными стреловыми и башенными кранами. При достаточной несущей способности грунта желательно использовать автомобильные или самоходные стреловые краны на пневмоколесном или гусеничном ходовом оборудовании. Монтаж элементов фундамента может производиться с предварительной раскладкой или, в случае стесненных условий, с транспортных средств.

Для строповки элементов фундамента под колонны целесообразно использовать четырехветвевой строп, при этом высота строповки  $h_c$  определяется согласно схеме на рис. 21. Наибольший угол между стропами  $2\Psi$  рекомендуется принимать в пределах:

$$60^\circ \leq 2\Psi \leq 120^\circ, \quad (70)$$

а расстояние между грузозахватным (чалочным) крюком или карабином и кольцом или скобой, надеваемой на крюковую подвеску крана,  $l_c$  должно быть в пределах 5-ти метров. Тогда, с учетом (70) высота строповки  $h_c$ :

$$h_c \geq \frac{E}{2\operatorname{tg}\Psi}, \quad (71)$$

а длина канатов стропа  $l_c$ :  $l_c = \frac{h_c}{\cos\Psi}; \quad (72)$

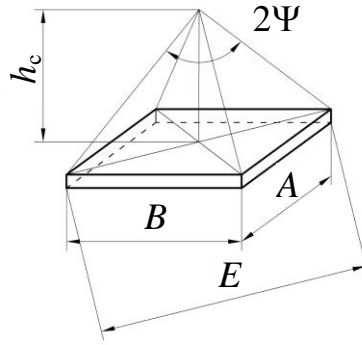


Рис. 21. Схема для определения высоты строповки

Для выбора монтажного крана определяются необходимые высота подъема  $H_{\text{п}}$ , м, грузоподъемность  $Q$ , т, рабочий вылет  $L_{\text{р}}$ , м.

Наименьшая высота подъема складывается из высоты монтируемого элемента фундамента  $h_3$ , безопасной высоты перемещения груза  $h_6$  и высоты строповки  $h_c$ :

$$H_{\text{п}} \geq h_3 + h_6 + h_c \quad (73)$$

Безопасная высота перемещения определяется наибольшей высотой имеющегося в рабочей зоне препятствия  $h_{\text{пр}}$ :

$$h_6 \geq h_{\text{пр}} + h_3 \quad (74)$$

Для автомобильных и стреловых самоходных кранов запас высоты  $h_3$  рекомендуется принимать не менее 1 м; посадочная высота  $h_{\text{п}}$  (рис. 22а, 23а) для монтажных кранов принимается равной 0,5 м.

При выборе грузоподъемной машины для монтажа сборных фундаментов в глубоких выемках следует также определять ее способность опускать элементы на заданную величину.

Для определения минимального вылета  $L$  необходимо учитывать технологическую схему работы. Наиболее выгоден вариант монтажа двух или четырех фундаментов с одной стоянки крана (рис. 22), что возможно при отсутствии кавальеров в зоне монтажа и достаточной грузоподъемности на рабочем вылете  $L_{\text{р}}$ . Минимальный вылет  $L$  при этом равен половине шага (пролета) осей здания или гипотенузе треугольника  $stw$ .

Установка и работа машин вблизи выемок с неукрепленными

откосами разрешается за пределами призмы обрушения грунта; ширина бермы  $B_6$  регламентируется СНиП 12-03-2001; при глубине выемки до 7 м и грунтах естественного залегания следует принимать  $B_6 \geq 1$  м.

С целью исключения возможности опрокидывания крана его рабочий вылет  $L_p$  при выполнении монтажа «с колес» принимается с запасом на наводку:

$$L_p \geq L + (1 \div 1,5)\text{м.} \quad (75)$$

Наличие кавальеров может препятствовать работе крана (рис. 23а), так как радиус его кузова  $r_k$  с противовесом велик, а расстояние от поворотной платформы до откоса насыпи  $l_6$  должно быть не менее 1 м. В этом случае, при монтаже фундаментов в отдельных котлованах, возможна установка крана не на стоянках 1, 2, 3 (рис. 23б), а на стоянках 1а, 2а, что к тому же позволит их монтировать в двух котлованах с одной стоянки. Расстояние  $l_6$  определяется из формулы:

$$l_6 = (D - r_k + h_k m_1) \cdot \cos \alpha \quad (76)$$

Рабочий вылет в случае предварительной раскладки блоков фундамента определяется исходя из схемы раскладки, которая приводится на технологической карте.

Монтажный кран выбирается с учетом необходимой грузоподъемности  $Q$  на рассчитанных вылете  $L_p$  и высоте подъема  $H_p$ , как правило, по диаграммам, графикам или таблицам грузоподъемности сопровождающих техническую характеристику машины. Необходимая грузоподъемность:

$$Q \geq Q_э + Q_{гз}, \quad (77)$$

где  $Q_э$  – вес монтируемого элемента;  $Q_{гз}$  – вес грузозахватного приспособления.

Так как вес четырехветвевго стропа не превышает 5% от веса поднимаемого груза, то можно использовать формулу:

$$Q \geq 1,05Q_э \quad (78)$$

Для обеспечения устойчивости крана во время работы значения  $H_p$ ,  $L_p$  и  $Q$  следует округлять в большую сторону до одной десятой.

Технические характеристики и диаграммы грузоподъемности автомобильных кранов приведены в приложении 2.

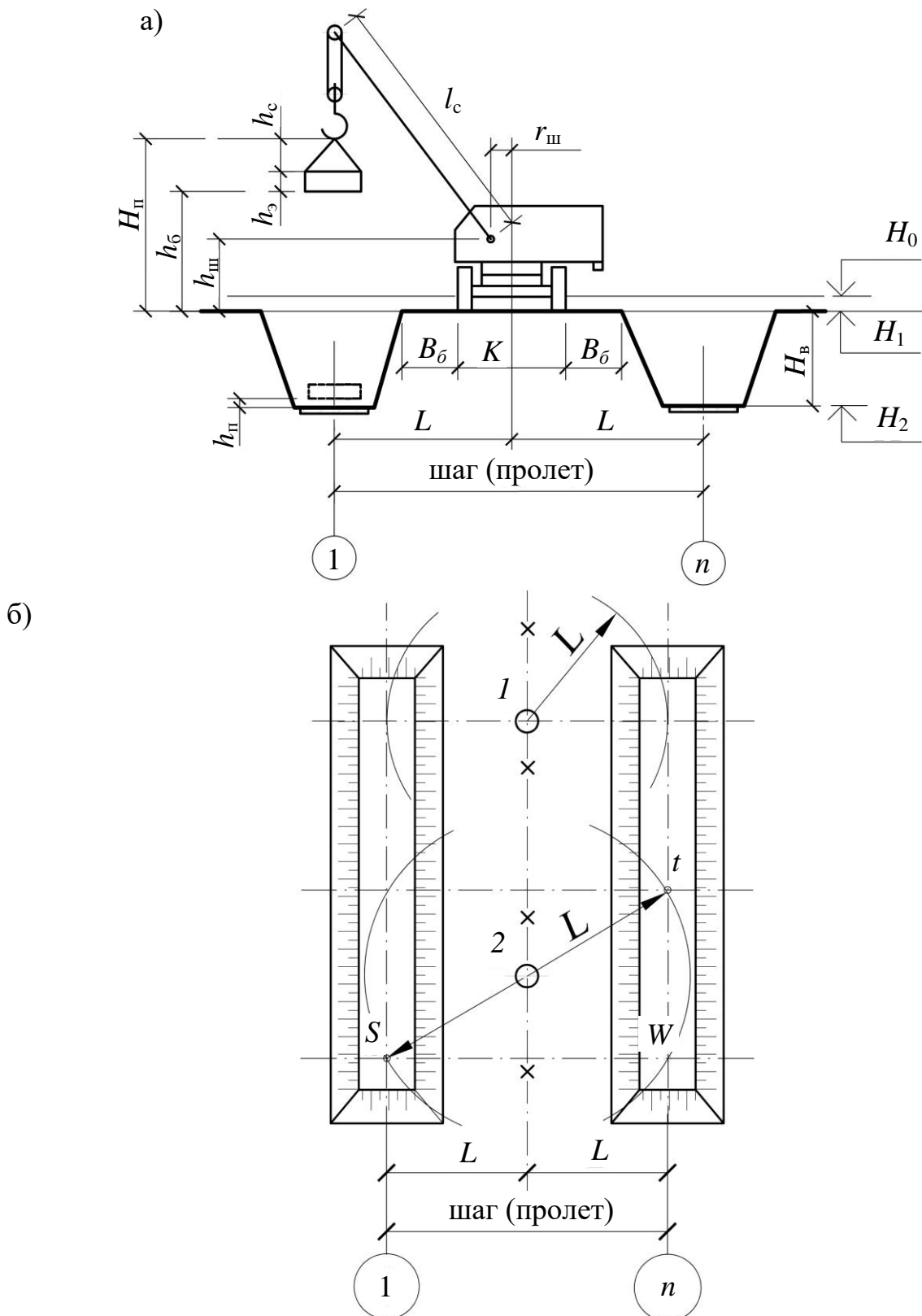


Рис. 22. Схема установки крана для монтажа двух или четырех фундаментов с одной стоянки: а) монтаж фундаментов в двух выемках с одной стоянки; б) план установки крана для монтажа двух или четырех фундаментов с одной стоянки



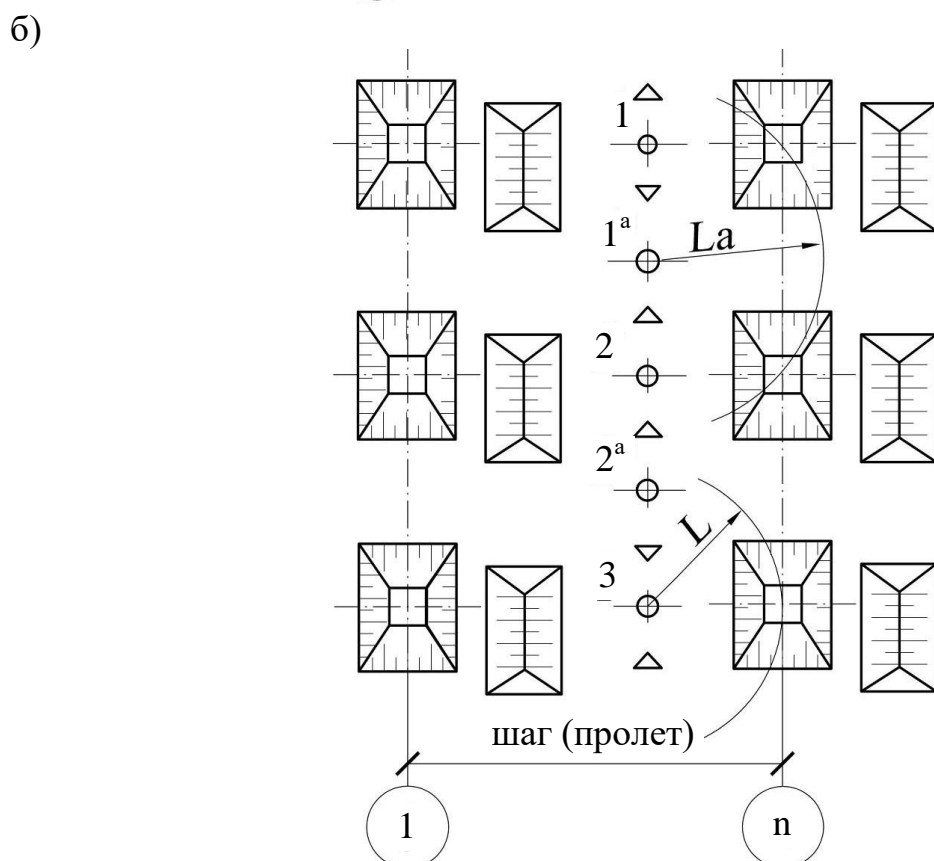
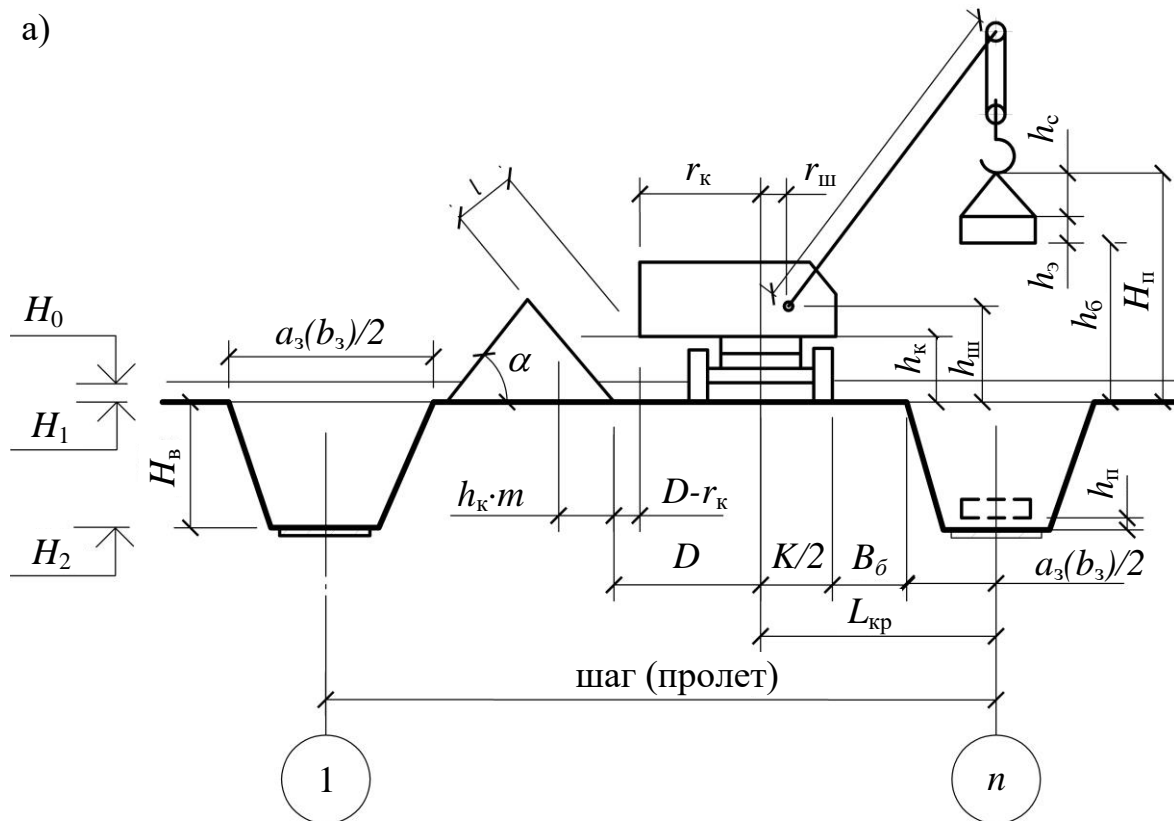


Рис. 23. Схема установки крана при наличии кавальеров: а) разрез; б) план (рис. 226), 1, 1а, 2, ... – рабочие стоянки;  $L$  – минимальный вылет для монтажа одного фундамента со стоянки;  $L_a$  – минимальный вылет для монтажа двух фундаментам с одной стоянки в стесненных условиях

## 4. Организация и календарное планирование строительства

### 4.1. Общие положения

К календарному планированию (КП) в строительстве относятся все документы по планированию, в которых на основе объемов строительно-монтажных работ (СМР), принятых организационных и технологических решений, определены последовательность и сроки осуществления строительства.

Структура, состав и степень детализации КП зависит от назначения проектной документации:

- уровень принятия решения о строительстве: предпроектные проработки, определение общих сроков, стоимости и основных технических решений в проекте организации строительства (ПОС) представляемые инвесторами (заказчиками);

- уровень проекта производства работ, разрабатываемого подрядной строительной организацией (ППР).

ППР включает КП производства СМР, строительный генеральный план объекта (СГП), технологические карты (ТК) по выполнению отдельных видов СМР, сметную стоимость СМР.

В свою очередь ТК на отдельный вид СМР содержит: общую схему технологического процесса, на основе которой разрабатывается календарный план выполнения отдельных операций; схемы отдельных операций; пояснительные схемы отдельных частей операций, таблицы.

Календарные планы на разных стадиях календарного проектирования имеют различные:

- степени детализации номенклатуры работ (возведение целого здания, сооружения и их части; создание отдельной части или конструкции строительного объекта; выполнение операции по производству отдельных типов конструкций здания или сооружения);

- единицы времени (годы, месяцы, дни, смены, часы);

- нормативы для подсчета затрат труда (укрупненные нормы затрат труда на 1 млн. руб. сметной стоимости, усредненные сметные нормы затрат труда в чел.-дн. по единичным расценкам (ЕР) в сметной стоимости СМР и в чел./часах на единицу работ по ЕНиР и др.);

- нормативы для расчета потребности в энергии, воде, временных бытовых помещений, охраны труда и т.д.

## 4.2. Календарный график в технологической карте на выполнение работ нулевого цикла

Календарный график представляет собой такой проектно-технологический документ, который определяет продолжительность, последовательность производства строительно-монтажных работ, их взаимоувязку, а также потребность (с распределением по времени) в материальных, технических, трудовых и других ресурсах, используемых в строительстве. В отличие от календарного плана, являющегося частью проекта организации строительства, график составляется пооперационно с учетом количества рабочих дней на каждую операцию.

Курсовой проект, выполняемый в составе дисциплины «Технология строительного производства» (ТСП), посвящен разработке технологической карты на производство строительно-монтажных работ нулевого цикла. В ее состав входит календарный график, состоящий из трех частей:

1. таблицы с перечнем отдельных операций, состава исполнителей, порядка и времени их работы;
2. календарного графика в графическом исполнении;
3. номограмм используемых ресурсов.

Разработка календарного плана начинается с определения физических объемов работ, которые заносятся в ведомость. Для работ нулевого цикла рекомендуется учесть следующие операции:

- срезка растительного слоя;
- планировка площадки;
- разработка грунта с погрузкой на транспорт и работой в отвал;
- устройство фундаментов с подчисткой дна;
- послойная обратная засыпка, разравнивание и уплотнение грунта.

Также необходимо произвести выбор строительных машин и механизмов, используемых для выполнения этих операций. Затем в табличной форме представить порядок расчета затрат труда и машинного времени на каждую операцию по ЕниР в соответствии с табл. 6.

При заполнении таблицы следует особенно внимательно заполнять графу 3, которая определяет выбор  $N_{вр}$  – затраты труда на единицу продукции. Она должна содержать все сведения, на основании

которых выбрана или рассчитана  $N_{вр}$  на выполнение той или иной операции из таблиц ЕНиР.

Существенное влияние на результаты расчетов может оказать неправильная выписка из ЕНиР единицы измерения объема работ, на которую рассчитана  $N_{вр}$  (1000 п.м, 1 п.м., 100 м<sup>2</sup>, 100 м, и т.д.).

Таблица 6

### Определение затрат труда и машинного времени

№ п/п	Параграфы ЕНиР	Наименование работ с полным описанием показателей, определяющих выбор $N_{вр}$ на единицу измерения по ЕНиР	Объем работ		Норма времени $N_{вр}$ , чел-час		Затраты труда на количество единиц измерения работ. смен			Состав звена на единицу измерения по ЕНиР	Количество машино-смен механизированных работ	Примечание
			Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц по ЕНиР	Рабочих	Машинистов	Рабочих	Машинистов	Общая трудоемкость			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Таблицу условно можно разделить на две части: с 1-й по 7-ю графу записываются исходные данные из ЕНиР, с 8-й по 12-ю графы производится расчет затрат труда на весь объем работ.

Различные виды работ в сборниках ЕНиР имеют разные виды таблиц с нормами, но везде есть данные о составе минимального количества рабочих и машинистов (при механизированном процессе) на которые ориентировались при разработке  $N_{вр}$ , на них можно ориентироваться при выборе состава рабочих бригад в календарном плане.

На основании объемов работ, определяемых количеством единиц, по измерениям ЕНиР и затрат труда на единицу ( $N_{вр}$ ) в чел.-час, рассчитываются затраты труда в чел.-дн., условно полагая, что рабо-

чий день продолжается 8 часов.

Затраты труда рабочих рассчитываются в зависимости от способа выполнении работ: вручную, или с применением строительной техники. Затраты труда машинистов зависят от состава звена машинистов, управляющих крупными строительными машинами автономно или с участием рабочего звена.

Расчет затрат труда и машино-смен осуществляется по формуле:

$$Q = \frac{N_{\text{вр}} \cdot V}{8}, \text{ чел.-дн.}, \quad (79)$$

где  $Q$  – затраты труда в чел.-дн;  $N_{\text{вр}}$  – затраты труда в чел.-час на единицу измерения работ по ЕНиР;  $V$  – объем выполняемых работ в единицах измерения ЕНиР; 8 – условное количество часов в смену.

$$M_{\text{см}} = \frac{Q}{N_{\text{чел}}}, \text{ машино-смены} \quad (80)$$

где  $Q$  – затраты труда машинистов;  $N$  – количество машинистов в звене;  $M_{\text{см}}$  – количество машино-смен.

### 4.3. Календарное планирование

Календарный график в общем случае состоит из следующих основных частей:

1) таблица исходных данных для разработки календарного графика (табл. 7), которая включает:

- перечень выполняемых работ с характеристикой физического объема, затрат труда и машинного времени;

- расчетные показатели выполнения этих работ (тип машин, количество машин, количество машино-смен, осваиваемые этими машинами, в зависимости от их количества и рабочих смен в сутки, состав и количество исполнителей и продолжительность в днях);

2) календарный график (КГ) (рис. 24), соответствующий перечню исполнителей в таблице исходных данных. В графике отображается порядок, взаимосвязь и продолжительность работы исполнителей (а не видов работ, так как один и тот же исполнитель может вы-

полнять в одном и том же составе несколько видов работ).

При необходимости составления графика работы одной бригады исполнителей по видам работ, разрабатывается отдельный график, чаще всего – почасовой, или применяются специальные графические приемы.

Таблица 7

**Исходные данные для составления календарного плана**

№ п/п	Наименование	Исходные данные				Плановые расчеты					Календарный график
		Объем работ		Трудоемкость Q в чел.-дн.	Количество машино-смен	Используемые машины		Суммарное число рабочих смен всех машин в сутки	Планируемый состав и количество рабочих в сутки	Продолжительность выполнения работы в днях	
		Единица измерения в натуральных единицах	Количество натуральных единиц			Марки машин наименование	Количество машин				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Рабочие дни													
2013 г.													
Февраль											Март		
6	8	9	10	13	14,15,16,17,20	21	22	24	27	28,29	1	2	и т.д.
Дни по порядку													
1	2	3	4	5	6-12	13	14	15	16	17-18	19	20	
2	дн						3дн						
					11 дн								
				1дн									

Рис. 24. Календарный график (пример)

Разработка календарных графиков по исполнителям и в масштабе времени обеспечивает возможность построения номограмм, характеризующих эффективность и равномерность использования рабочих и других материально-технических ресурсов (электроэнергию, водоснабжения, теплоснабжения, бытовые помещения и складов) по времени.

Для построения календарных графиков и номограмм широко используются линейные модели, построенные в масштабе времени. Линейный календарный график представляет собой матрицу, которая показывает в горизонтальном направлении продолжительность работы исполнителей, а в вертикальном направлении рабочие дни по порядку и привязку их календарю.

Продолжительность выполнения работ определяется следующим образом:

немеханизированные работы:

$$T_{\text{дн.}} = \frac{\sum Q_{\text{чел.дн.}}}{N_{\text{чел.}}}, \quad (81)$$

где  $T$  – количество дней;  $Q$  – затраты труда в чел-дн.;  $N$  – количество человека, выполняющих работу.

Для определения количества рабочих при выполнении работы в определенный срок:

$$N_{\text{чел.}} = \frac{\sum Q_{\text{чел.дн.}}}{T_{\text{дн.}}} \quad (82)$$

механизированный процесс:

$$T_{\text{дн.}} = \frac{\sum M_{\text{см.}}}{n \cdot t}, \quad (83)$$

где  $T$  – количество дней;  $M_{\text{см}}$  – количество машино-смен;  $t$  – количество смен в сутки;  $n$  – количество машин, работающих одновременно;

$$n = \frac{\Sigma M_{\text{см}}}{T_{\text{дн.}} \cdot m}. \quad (84)$$

При составлении календарного графика на организацию работы взаимосвязанных крупных строительных машин или необходимости показать состав сложного технологического процесса, выполняемого одним исполнителем, можно прибегнуть к некоторым техническим приемам с соответствующим примечанием.

Пример:

При выполнении различного типа работ (срезка растительного слоя и планировка) одним и тем же исполнителем – в календарном графике это один вид работ. А, если при выполнении одного вида работ двумя разнотипными машинами (обратная засыпка и трамбовка), то объединять их в одну работу нельзя.

При разработке календарного графика, исходя из конкретных обстоятельств, можно произвести оптимизацию принятия решений в зависимости от поставленных задач:

- обеспечение непрерывной работы исполнителей, выполняющих разные виды работ;
- обеспечение непрерывного занятия фронтов работ предыдущих исполнителей следующими, обеспечивая непрерывный выпуск готовой продукции;
- определение критического пути для выяснения перечня работ, на которые нужно обратить особое внимание, т.к. именно они определяют продолжительность работ в целом.

#### **4.4. Методы организации работ**

Любой комплекс работ может быть выполнен различными методами их организации, отличающимися друг от друга сочетанием работ во времени и пространстве и характеризующимися разными по величине технико-экономическими показателями.

Научной основой организации строительного производства является теория и практика порядка совмещения работ – последовательно, параллельно и с совмещением во времени и пространстве (поточный метод).

При поточном методе технологический процесс выполнения



комплекса работ расчленяется на отдельные виды (в нашем случае операции нулевого цикла) и разделяют общий фронт работ на частные фронты (захватки).

Например: совмещение работ А, Б и В с продолжительностью на 1-ом фронте равной  $T_{AI}$ ,  $T_{BI}$ ,  $T_{VI}$ , на 2-ом –  $T_{AII}$ ,  $T_{BII}$ ,  $T_{VII}$ , на 3-ем –  $T_{AIII}$ ,  $T_{BIII}$ ,  $T_{VIII}$  можно организовывать с непрерывным по времени использованием исполнителей или с непрерывным занятием фронтов (допуская простой исполнителей) или занимать фронт работ освобожденными исполнителями (допуская простой фронтов и исполнителей).

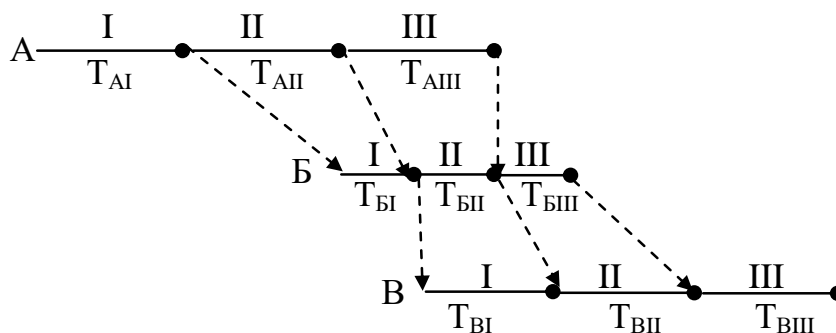
В последнем случае от начала всех работ до окончания образуются последовательности работ различной суммарной продолжительности, самые длинные определяют общий срок выполнения всех работ и называются критическими.

Исходные данные для построения календарных графиков удобно оформлять в виде таблиц.

Фронты	Работы		
	А	Б	В
I	$T_{AI}$	$T_{BI}$	$T_{VI}$
II	$T_{AII}$	$T_{BII}$	$T_{VII}$
III	$T_{AIII}$	$T_{BIII}$	$T_{VIII}$

где А, Б, В – наименование работ; I, II, III – номера фронтов работ;  $T_{AI}$  – продолжительность одного вида работы на одном фронте работ.

График выполнения работ с непрерывным использованием исполнителей:

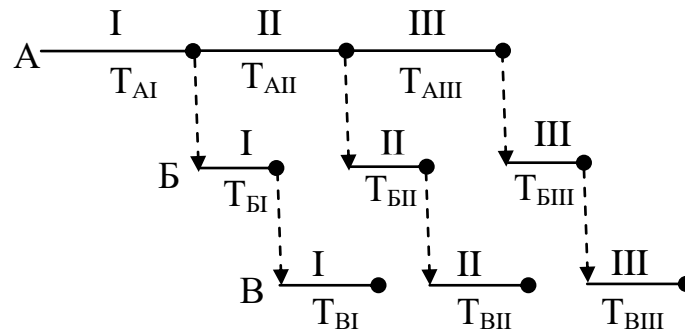


$$T_{AI} > T_{BI} < T_{VI}$$

$$T_{AII} > T_{BII} < T_{VII}$$

$$T_{AIII} > T_{BIII} < T_{VIII}$$

График выполнения работ с непрерывным занятием фронтов:

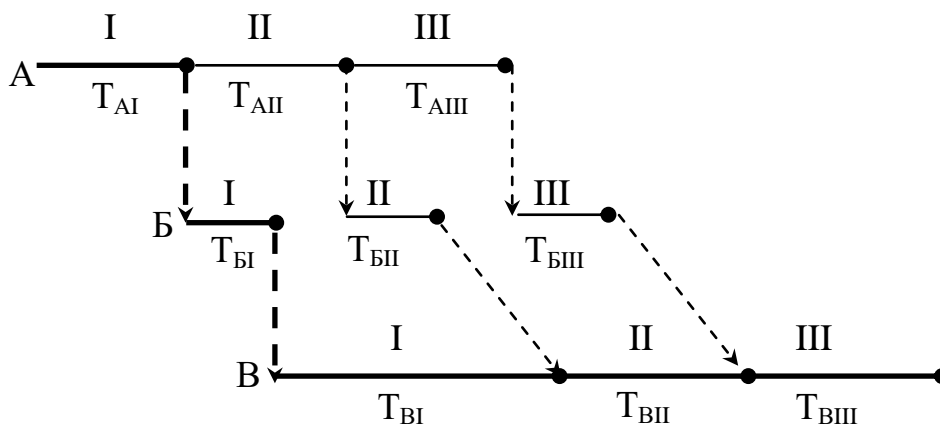


$$T_{AI} < T_{BI} < T_{VI}$$

$$T_{AII} < T_{BII} < T_{VII}$$

$$T_{AIII} < T_{BIII} < T_{VIII}$$

Критический путь – это самая длинная последовательность работ от начала до окончания всех работ.



$$T_{AI} > T_{BI} < T_{VI}$$

$$T_{AII} > T_{BII} < T_{VII}$$

$$T_{AIII} > T_{BIII} > T_{VIII}$$

Продолжительность работ на каждом фронте определяется расчетом; способ взаимосвязи можно выбрать в зависимости от поставленной задачи:

- обеспечить непрерывную занятость рабочих;
- обеспечить скорейшее окончание работ на частном фронте работ;
- обеспечить наименьший срок выполнения всех работ в целом.

## 5. Контроль качества земляных работ

Земляные работы выполняются в соответствии с технической документацией. Различаются три основных вида контроля: входной, текущий (операционный) и приемочный.

**Входной контроль** – контроль свойств грунта, поступающих материалов и изделий, конструкций, а также технической документации. Он выполняется преимущественно регистрационным методом по актам испытаний, сертификатам, накладным, проектам и т.п. При необходимости проводятся необходимые испытания и измерения.

**Операционный (текущий) контроль** выполняется в процессе производства работ или непосредственно после их завершения. Он выполняется преимущественно измерительным методом, техническим осмотром или визуально.

Результаты контроля фиксируются в общих или специальных журналах работ, журналах геотехнического контроля и других документах, предусмотренных системой управления качеством.

Особое внимание уделяется контролю качества выполнения скрытых работ, к которым, в частности, относятся:

- устройство искусственных оснований под фундаменты, включая дно котлованов;
- насыпные основания, грунтовые подушки;
- подстилающие слои грунта;
- выполнение работ при послойном уплотнении обратных засыпок.

**Приемочный (сдаточный) контроль** выполняется по завершению объекта, этапа скрытых работ или других предусмотренных проектом объектов контроля. По его результатам принимается документированное решение о пригодности объекта контроля к эксплуатации или выполнению последующих работ. Если перерыв в производстве работ продолжается более одного месяца, предусматриваются мероприятия по консервации и расконсервации объекта.

Приемочный контроль одного и того же показателя может осу-

ществляться на нескольких уровнях и разными методами (например, плотность грунта отдельных слоев). При этом результаты контроля низшего уровня могут служить предметом контроля высшего уровня (например, акты освидетельствования скрытых работ представляются при приемке в целом). Результаты приемочного контроля фиксируются в актах освидетельствования скрытых работ, актах промежуточной приемки ответственных конструкций, актах испытания свойств грунта и актах, предусмотренных действующими нормативами по приемке строительных работ, зданий и сооружений.

В зависимости от охвата контролируемых параметров может предусматриваться:

- сплошной контроль, при котором проверяется все количество контролируемой продукции (все конструкции, вся поверхность основания и т.п.);

- выборочный контроль, при котором проверяется какая-то часть количества (выборка) контролируемой продукции. Объем выборки устанавливается строительными нормами и правилами, проектом или другим документом.

- В зависимости от периодичности контроля применяются:

- непрерывный контроль, когда информация о контролируемом параметре технологического процесса фиксируется непрерывно;

- периодический контроль, когда информация о контролируемом параметре фиксируется через определенные промежутки времени;

- летучий контроль, выполняемый в случайное время (эпизодически), преимущественно при нецелесообразности применения сплошного, выборочного или периодического контроля (например, контроль плотности грунта при обратной засыпке).

- В зависимости от применения специальных средств контроля различают:

- инструментальный контроль, выполняемый с применением средств измерений и лабораторного оборудования;

- визуальный контроль;

- технический осмотр;

- регистрационный контроль, выполняемый путем анализа данных, зафиксированных в документах (сертификатах, актах освидетельствования скрытых работ, общих или специальных журналах работ и т.п.). Применяется при недоступности объекта контроля или

нецелесообразности выполнения измерительного или визуального контроля (например, вид грунта для насыпи при наличии материалов инженерно-геологических изысканий по карьере).

При сдаче законченных объектов строительная организация (генеральный подрядчик) обязана передать заказчику всю техническую документацию, которая должна содержать:

- рабочие чертежи с внесенными в них изменениями (если они имели место) и документ по оформлению допущенных изменений;
- промежуточные акты на скрытые работы;
- чертежи земляных сооружений, выполненных по индивидуальным проектам в сложных условиях строительства;
- перечень недоделок, не препятствующих эксплуатации земляного сооружения, с указанием сроков их устранения (в соответствии с договором и контрактом между исполнителем и заказчиком);
- ведомость постоянных реперов, геодезических знаков и указателей разбивочной основы здания или сооружения.

Правильность устройства оснований, грунтовых подушек должна проверяться строительной организацией и заказчиком на основании геодезического контроля до засыпки выемок с составлением соответствующего акта.

Целью контроля является предупреждение брака и дефектов в процессе выполнения рабочих операций. При производстве земляных работ требуется систематическое наблюдение и проверка соответствия результатов проектной документации, соблюдения допусков в соответствии с требованиями строительных правил, технологических карт и требований к безопасности выполнения работ.

В зависимости от состава выполняемого процесса или операции, контроль качества осуществляется непосредственно исполнителем, мастерами, прорабами или специальным представителем заказчика. Выявленные дефекты следует исправлять до начала выполнения следующих работ.

Контроль качества выполняется также при авторском надзоре и строительном контроле.

Авторский надзор осуществляется проектной организацией на основании договора и проводится как во время производства работ, так и, при необходимости, в период эксплуатации объекта строительства.

Как правило, выборочно контролируется соответствие выполняемых работ требованиям СП; качество и последовательность технологии производства работ; своевременность внесения изменений в рабочую документацию, связанную с выявленными отклонениями от проекта (уточненные инженерно-геологические сведения, выявленные отклонения от проектной документации, и т.п.). Ведется журнал авторского надзора за строительством, составляемый проектировщиком и передаваемый заказчику. Главная цель такого надзора – обеспечить надлежащее качество работ, от которых зависит прочность, надежность и срок службы объекта строительства.

Строительный контроль заказчика осуществляется совместно с авторским надзором, и его исполнители несут ответственность за надлежащее качество работ.

Представитель заказчика делает записи в журнал работ о проведенном контроле, наличии у исполнителя работ необходимой исполнительной документации, своевременном составлении актов входного и приемочного контроля и т.п. Рабочие чертежи без визы заказчика «к производству работ» считаются недействительными.

Государственный строительный надзор проверяет соответствие выполняемых работ требованиям проектной документации, технических регламентов и других нормативных документов. При производстве земляных работ службой госархстройнадзора проверяется подготовка земельного участка к выполнению земляных работ, конструкция подземной части и устройство фундамента, прокладка сетей инженерно-технического назначения.

**ВЫДЕРЖКИ ИЗ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ****СП 45.13330.2012 «ЗЕМЛЯНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ». АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ СНИП 3.02.01-87****4. НАСЫПИ И ОБРАТНЫЕ ЗАСЫПКИ**

4.9. Засыпку траншей с уложенными трубопроводами в непросадочных грунтах следует производить в две стадии.

На первой стадии выполняется засыпка нижней зоны немерзлым грунтом, не содержащим твердых включений размером свыше  $1/10$  диаметра асбоцементных, пластмассовых, керамических и железобетонных труб на высоту 0,5 м над верхом трубы, а для прочих труб – грунтом без включений свыше  $1/4$  их диаметра на высоту 0,2 м над верхом трубы с подбивкой пазух и равномерным послойным его уплотнением до проектной плотности с обеих сторон трубы. При засыпке не должна повреждаться изоляция труб

На второй стадии выполняется засыпка верхней зоны траншеи грунтом, не содержащим твердых включений размером свыше диаметра трубы. При этом должна обеспечиваться сохранность трубопровода и плотность грунта, установленная проектом.

4.10. Засыпку траншей с непроходными подземными каналами в непросадочных грунтах следует производить в две стадии.

На первой стадии выполняется засыпка нижней зоны траншеи на высоту 0,2 м над верхом канала немерзлым грунтом, не содержащим твердых включений размером свыше  $1/4$  высоты канала, но не более 20 см, с послойным его уплотнением до проектной плотности с обеих сторон канала.

На второй стадии выполняется засыпка верхней зоны траншеи грунтом, не содержащим твердых включений размером свыше  $1/2$  высоты канала. При этом должна обеспечиваться сохранность канала и плотность грунта, установленная проектом.

4.15. Обратную засыпку (за исключением выполняемых в просадочных грунтах II типа) узких пазух, где невозможно обеспечить уплотнение грунта до требуемой плотности имеющимися средствами, следует выполнять только малосжимаемыми (модуль деформации 20 МПа и более) грунтами (щебнем, гравийно-галечниковыми и песчано-гравийными грунтами, песками крупными и средней крупности) или аналогичными промышленными отходами с проливкой водой, если в проекте не предусмотрено другое решение.

**9. ОХРАНА ПРИРОДЫ**

9.2. Плодородный слой почвы в основании насыпей и на площади, зани-

маемой различными выемками, до начала основных земляных работ должен быть снят в размерах, установленных проектом организации строительства и перемещен в отвалы для последующего использования его при рекультивации или повышении плодородия малопродуктивных угодий.

Допускается не снимать плодородный слой:

- при толщине плодородного слоя менее 10 см;
- на болотах, заболоченных и обводненных участках;
- при разработке траншей шириной по верху 1 м и менее.

## СНиП 12-03-2001 «БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ»

### 2. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ, УЧАСТКОВ РАБОТ И РАБОЧИХ МЕСТ

2.2. При организации строительной площадки, размещении участков работ, рабочих мест, проездов строительных машин и транспортных средств, проходов для людей следует установить опасные для людей зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

Опасные зоны должны быть обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы.

2.7. Границы опасных зон, в пределах которых возможно возникновение опасности в связи с падением предметов, устанавливаются согласно табл. 1.

*Таблица 1*

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета груза (предмета), м	
	перемещаемого краном	падающего со здания
До 10	4	3,5
≥ 20	7	5
≥ 70	10	7
≥ 120	15	10
≥ 200	20	15
≥ 300	25	20
≥ 450	30	25

*Примечание* — при промежуточных значениях высоты возможного падения груза (предмета) минимальное расстояние их отлета допускается определять методом интерполяции.

2.10. Границы опасных зон вблизи движущихся частей рабочих органов машин определяются расстоянием в пределах 5 м, если другие повышенные требования отсутствуют в паспорте или инструкции завода изготовителя.



### 3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

3.8. Перемещение, установка и работа машин вблизи выемок (котлованов, траншей, канав и т.п.) с неукрепленными откосами разрешается только за пределами призмы обрушения грунта на расстоянии, установленном проектом производства работ.

При отсутствии соответствующих указаний в проекте производства работ допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машин следует принимать по табл. 3.

Таблица 3

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

### 9. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

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

9.9. 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:

1 м – в насыпных, песчаных и крупнообломочных грунтах;

1,25 м – в супесях;

1,5 м – в суглинках и глинах.

9.10. 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 табл. 4.

Таблица 4

Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3	5
Насыпные неуплотненные	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные и гравийные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1,0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессы и лессовидные	1:0	1:0,5	1:0,5

# СНиП III-8-76 «ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВА И ПРИЕМКИ РАБОТ»

## ЗЕМЛЯНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

### 2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫ РАБОТЫ

#### ЗЕМЛЕВОЗНЫЕ ДОРОГИ

2.26. Временные землевозные дороги следует устраивать для двухстороннего движения. Устройство однополосных дорог допускается только при кольцевом движении.

2.27. Ширина проезжей части землевозной дороги при движении по ней автомобилей самосвалов грузоподъемностью до 12 т должна быть при двухстороннем движении 7 м, а при одностороннем – 3,5 м.

При грузоподъемности автомобилей-самосвалов более 12 т ширину проезжей части назначать по расчету, выполненному при разработке проекта организации строительства.

2.28. Ширина каждой обочины должна быть не менее 1 м. В стесненные условиях и на въездах и съездах указанная ширина может быть уменьшена до 0,5 м.

В забоях, на отвалах и дорогах без покрытий обочины не устраиваются.

Ширина обочин временных дорог, устраиваемых по косогорам или откосам возводимых насыпей, а также на откосах кавальеров и выемок, должна составлять с нагорной стороны 0,5 м, а с подгорной – 1 м.

При установке на обочине надолб или парапетов ширина обочин должна быть не менее 1,5 м.

2.29. Наименьшие радиусы горизонтальных кривых временных автомобильных землевозных дорог следует принимать в зависимости от интенсивности и скорости движения автомашин по табл. 2.

В стесненных условиях минимальный радиус горизонтальной кривой при движении двухосных автомобилей грузоподъемностью до 30 т может приниматься равным 15 м, а для двухосных автомобилей грузоподъемностью более 30 т и трехосных автомобилей – 20 м.

Примечание. В пределах рабочей зоны – в забоях, на отвалах и насыпях – радиусы горизонтальных кривых могут быть уменьшены до величины конструктивного радиуса поворота расчетного автомобиля применяемой марки.

*Таблица 2*

Интенсивность движения, авт/сут	Категория дорог	Расчетные скорости, км/ч			Наименьшие радиусы горизонтальных кривых, м		
		Основные	Допускаемые на		Основные	Допускаемые на	
			Пересеченной местности	Горной местности		Пересеченной местности	Горной местности
От 200 до 1000	IV	80	60	40	250	125	60
Менее 200	V	60	40	30	125	60	30

### 3. ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ. ТРАНШЕИ И КОТЛОВАНЫ

3.12. Наименьшая ширина траншеи по дну котлована для укладки трубопроводов должна назначаться по табл. 8 и п. 3.49.

3.15. Ширина по дну котлованов и траншей для ленточных и отдельно стоящих фундаментов должна назначаться с учетом ширины конструкции фундаментов, гидроизоляции, опалубки и крепления с добавлением 0,2 м.

При необходимости спуска людей в котлован наименьшая ширина между боковой поверхностью конструкции и креплением должна составлять не менее 0,7 м.

Для котлована с откосами расстояние между подошвой откоса и сооружением должно составлять 0,3 м.

3.17. Наименьшая ширина траншей по дну при разработке грунта землеройными машинами циклического действия должна соответствовать ширине режущей кромки рабочего органа машины с добавлением в песчаных грунтах и супесях 0,15 м, в глинах и суглинках 0,1 м.

3.32. В нескальных грунтах котлованы и траншеях под фундаменты, а также каналы и иные подземные сооружения, разрабатываемые одноковшовыми экскаваторами, следует устраивать без нарушения естественной структуры грунта в основании с недобором, не превышающим величин, приведенных в табл. 11.

При выполнении земляных работ многоковшовыми экскаваторами и скреперами недобр при доработке выемок не должен превышать 5 см, а бульдозерами – 10 см.

*Таблица 8*

Способ укладки трубопроводов	Наименьшая ширина траншей с вертикальными стенками по дну, м, без учета креплений		
	Стальных и пластмассовых	Раструбных чугунных, бетонных, железобетонных и асбестоцементных	Бетонных, железобетонных на муфтах и фальцах и керамических
1. Плетями или отдельными секциями при наружном диаметре D труб, м: До 0,7 (вкл.) Более 0,7	D+0,3, но не менее 0,7 1,5D		
2. Отдельными трубами при наружном диаметре D, м: До 0,5 От 0,5 до 1,6 От 1,6 до 3,5 (общих и водосточных коллекторов)	D+0,5 D+0,8 D+1,4	D+0,6 D+1 D+1,4	D+0,8 D+1,2 D+1,4
Примечания: 2. Ширина по дну траншей, разрабатываемых с откосами в грунтах, расположенных выше уровня грунтовых вод, должна быть (независимо от диаметра труб) не менее: D+0,5 при укладке трубопроводов из отдельных труб и D+0,3 при укладке из плетей.			

Таблица 11

Рабочее оборудование экскаватора	Допустимые недоборы грунта в основаниях, см, при работе одноковшовыми экскаваторами емкостью ковша, м <sup>3</sup>				
	0,25-0,4	0,5-0,65	0,8-1,25	1,5-2,5	3-5
Лопата:					
- прямая	5	10	10	15	20
- обратная	10	15	20	-	-
Драглайн	15	20	25	30	30

Примечания: Недоборы должны быть ликвидированы в соответствии в п. 3.33.

3.33. Разработку недоборов грунта, как правило, необходимо производить механизированным способом. При зачистке недоборов дна котлованов бульдозерами, экскаваторами со специальными зачистными ковшами или другими планировочными машинами остающийся недобор до проектной отметки не должен превышать 5-7 см, который в местах установки фундаментов дорабатывается вручную.

3.66. Кавальеры должны отсыпаться с разрывами в пониженных местах, но не реже чем через каждые 50 м. Шарина разрывов по низу должна быть не менее 3 м.

3.71. При глубине резерва или выемки до 1 м устройство выездов необя-

зательно, расстояние между въездами при глубине карьеров, резервов или выемок до 2-5 м следует назначать соответственно 50 и 100 м.

## 10. УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТОВ

10.2. Уплотнение грунта следует производить при оптимальной влажности.

Допускаются отклонения от оптимальной влажности: для связных грунтов  $\pm 10\%$ ; для несвязных грунтов  $\pm 20\%$ .

10.3. При недостаточной влажности связные грунты следует увлажнять. При избыточной влажности грунта следует производить его подсушивание.

10.5. Для уплотнения связанных грунтов следует применять катки на пневматических шинах, кулачковые и решетчатые, трамбуемые и вибротрамбующие машины.

Для уплотнения несвязных грунтов следует применять вибрационные и вибротрамбующие машины катки на пневматических шинах.

10.6. Уплотнение грунта должно производиться проходками уплотняющих машин вдоль насыпи со смещением.

## СВЕДЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА МАШИН

### 2.1. Выбор землеройных машин

Таблица 2.1.1

Наименьшая высота (глубина) забоя, обеспечивающая заполнение ковша экскаватора

Рабочее оборудование экскаватора	Группа грунта	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup> *						
		до 0,25	до 0,5	до 0,8	до 1,0	до 1,5	до 2,0	до 3,2
Обратная лопата	I, II	1,0	1,5	1,8	2,2	2,8	3,2	4,0
	III	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,5	5,0
Прямая лопата	I, II	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	2,5	2,5
	III	2,5	2,5	3,0	3,5	4,5	4,0	4,0
	IV	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	6,0

\*Вместимость ковша указана включительно.

Таблица 2.1.2

Наибольшие значения коэффициента наполнения ковша экскаватора

Влажность	Вид грунта			
	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
Сухой	<u>0,9-0,95</u>	<u>0,95-1,05</u>	<u>1,05-1,1</u>	<u>1,05-1,15</u>
	0,8-0,85	0,85-0,95	0,9-0,95	0,9-1,00
Влажный	<u>1,05-1,15</u>	<u>1,05-1,15</u>	<u>1,15-1,2</u>	<u>1,1-1,25</u>
	0,95-1,00	0,95-1,05	0,95-1,1	1,0-1,15
Мокрый	<u>0,85-0,9</u>	<u>0,9-0,95</u>	<u>0,9-1,05</u>	0,85-1,0
	0,85	0,85	0,8-0,95	

Примечание: в числителе – для рабочего оборудования «обратная лопата»; в знаменателе – для «драглайна».

Таблица 2.1.3

Рекомендации по величине шага перемещения экскаваторов в забое, м

Рабочее оборудование	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>						
	до 0,25	до 0,5	до 0,8	до 1,0	до 1,5	до 2,0	до 3,2
Обратная лопата	1,1	1,3	1,4	1,55	1,75	2,0	2,3
Прямая лопата	1,0	1,1	1,3	1,5	1,75	2,0	2,3
Драглайн		2,0	2,5	3,0	4,5	6,5	6,0

Таблица 2.1.4

Значения коэффициента  $K^\circ$ , учитывающего угол поворота экскаватора на разгрузку

Рабочее оборудование	Угол поворота, град											
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	135
Обратная лопата	-	-	1,35	1,3	1,25	1,2	1,1	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8
			1,3	1,25	1,2	1,1	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
Драглайн	-	1,3	1,25	1,2	1,15	1,1	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
	1,35	1,25	1,2	1,15	1,1	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	-

Таблица 2.1.5

Удельное сопротивление грунта копанию одноковшовым экскаватором

Группа трудности разработки	I	II	III	IV
$K_{уд}$ , МПа	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,6
	0,17	0,26	0,355	0,48

Примечание: в числителе – диапазон удельного сопротивления; в знаменателе – среднестатистическое значение.

Таблица 2.1.6

Расчетные скорости движения автосамосвалов при транспортировке грунта

Расстояние транспортировки, км	Скорость движения, км/час при грузоподъемности		
	До 5 т	5-8 т	Свыше 8 т
	Дороги с бетонным и асфальтовым покрытием		
До 1	20	18	17
1-5	24	22	20
Свыше 5	30	28	26
	Усовершенствованные щебеночные и булыжные дороги		
До 1	18	17	15
1-5	22	20	18
Свыше 5	24	21	19
	Грунтовые дороги		
До 1	16	14	12
1-5	20	18	15
Свыше 5	22	18	16
	Движение по стройплощадке		
	5	5	5



## Техническая характеристика самосвалов

Показатель	Марка автосамосвала											
	ГАЗ 93А	ЗИЛ- ММЗ 555	МАЗ 205	МАЗ 503Б	КамАЗ 5511	КамАЗ 55111	КамАЗ 65115	КрАЗ 65055	КрАЗ 65034	МАЗ 525	БелАЗ 540А	КрАЗ 6130
Грузоподъемность, т	2,25	5,25	6,0	7,0	10,0	12,0	15,0	16,0	18,0	25,0	27,0	25,0
Габаритные размеры, м:												
длина	5,24	5,55	6,065	5,92	7,14	6,68	6,71	8,29	8,29	8,22	7,18	8,42
ширина	2,10	2,40	2,64	2,60	2,50	2,50	2,50	2,5	2,5	3,22	3,49	2,5
высота	2,13	2,315	2,43	2,55	2,70	2,74	2,79	2,76	3,0	3,675	3,375	3,72
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	1,65	3,1	3,6	5,0	5,0	6,6	8,5	9,0	12,0	14,3	15,3	18,0
Радиус поворота, м	8,1	7,8	7,2	7,0	7,5	9,0	9,0	11,0	13,0	12,0	13,8	13,2
Погрузочная высота, м	1,58	2,0	1,915	2,15	2,026	2,20	2,45	2,27	2,69	3,1	3,305	3,60
Продолжительность разгрузки с маневрированием t <sub>рм</sub> , мин	0,8	1,2	1,8	1,8	1,8	2,0	2,1	2,7	2,0	2,0	2,0	2,2
Время установки под погрузку t <sub>пм</sub> , мин	0,2	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,45	0,45	0,5	0,5	0,6	0,5

Таблица 2.1.8

## Технические характеристики экскаваторов с гидравлическим приводом

Показатели	ЭО-2621В	ЭО-3122	ЭО-3221	ЭО-3322	ЭО-4321А	ЭО-4121Б, ЭО-4124	ЭО-5122, ЭО-5123	ЭО-6121А
Ходовое устройство	Пневмо-колесный трактор	Гусеничное	Гусеничное повышенной проходимости	Пневмо-колесное	Пневмо-колесное	Гусеничное	Гусеничное	Гусеничное
Радиус задней части поворотной платформы $r$ , м	-	2,45	3,08	2,81	2,78	3,15	3,25	3,72
Расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения $r$ , м	-	0,36	0,36	0,45	0,1	0,52	0,645	0,77
Ширина поворота платформы $B_{п}$ , м	2,00 <sup>**</sup>	2,49	2,5	2,64	2,7	3,00	3,00	3,18
Высота оси пяты стрелы $h$ , м	1,3	1,71	1,71	1,7	2,225	2,05	2,0	2,43
Высота по кабине $H$ , м	2,46	3,11	3,11	3,1	3,3	3,05	2,95	3,62
База $B$ , м	2,45	2,85	3,7	2,8	2,8	2,9	3,12	3,61
Колея $K$ , м	1,46/1,55 <sup>***</sup>	2,15	2,36	2,1	2,2	2,35	2,5	2,9
Ширина гусеничной ленты $B$ , м	-	0,5	0,84; 1,0	-	-	0,6; 0,75; 0,9	0,65	0,7
Обозначение шин	6,5-20	-	-	370-508	1300×530-533	-	-	-

Таблица 2.1.9

Параметры гидравлических экскаваторов при работе «обратной лопатой»

Показатели	ЭО-2621В	ЭО-3122					ЭО-3221					ЭО-3322Д		ЭО-3322В		ЭО-3323		
		Рукоять, м					Рукоять, м			Удли- ненная стрела	Рукоять, м							
		основная		удли- ненная			1,9		3		Основная					Удли- ненная		
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,25	0,63	0,8	0,5	0,4	0,5	0,63	0,8	0,4	0,4	0,5	0,63	0,4	0,63	0,8	0,5		
Группа разрабатываемого грунта	I-III		I-II	I-IV		I-III	I-IV	I-II	I-IV	I-II	I-IV			I-II	I-IV			
Глубина копания, $H_k$ , м	3	4,8		4,7	5,2		4,8		5,8	8,4	4,3		5	4,5		5,4		
Высота выгрузки $h_0$ , м	2,2	4,5	4,6		4,8		5,0		5,5	7,2	4,8		5,2	4,7		5,9		
Радиус копания, $R_k$ , м	5	7,8		7,6	8,2		7,9		8,8	11,6	7,6		8,2	7,7		9,5		
Усилие на зубьях ковша, кН	26	98		104	100		98		90			97		90				
Продолжительность рабочего цикла, сек	18	16,3		15,9		16,7		16	17,2	16		16,5		18				

Продолжение Таблицы 2.1.9

Показатели	ЭО-4321А					ЭО-4121Б, ЭО-4124				ЭО-5123		ЭО-5124						ЭО-6121А	
	Стрела, м					Стрела, м				Рукоять, м		Стрела, м							
	6			4,9		Нормальная		Удлиненная		Нормальная	Удлиненная	Моноблочная	Составная	Удлиненная	Моноблочная				
	Рукоять, м					Рукоять, м													
	3,1	2,4		1,8		Норм.	Удл.	Норм.	Удл.										
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,5	0,63	1,0	0,8	1,0	0,65; 1,0; 1,25				1,25 (1,6)	2,0	1,25	1,85	2,5	1,6	2,0	1,25	1,6	2,5
Группа разрабатываемого грунта	I-IV		I-II	I-IV	I-II	I-II ** I-IV				I-IV (I-III)	I-II	I-IV		I-II	I-III	I-II	I-III	I-IV	I-III
Глубина копания* H, м	6,7	6,0	5,6	5,5	4,6	5,7	7,1	6,0	7,5	6,2	6,9	7,7	6,5	7,8	8,1	7,2			
Высота выгрузки* h <sub>в</sub> , м	5,9	5,3	5,9	5,5	4,7	5,0	5,2	5,0	5,6	5,3	5,5	5,7	5,5	6,4	6,9	7,2			
Радиус копания* R <sub>к</sub> , м	10,6	9,2	8,9	8,7	7,3	9,1	10,2	9,4	10,8	9,7	10,4	11,2	10,0	11,4	11,0	11,5			
Усилия на зубьях ковша, кН	100	127	129		108	140				185		210		200		240			
Продолжительность цикла, сек	22				24	19				25	26	27	25	26	27	26			

\* – максимальное значение;

\*\* – при емкости ковша 1,25 м<sup>3</sup>

Параметры гидравлических экскаваторов при работе «прямой лопатой»

Показатели	ЭО-3122		ЭО-3322		ЭО-4321А	ЭО-4121Б ЭО-4124		ЭО-5122А ЭО-5123		ЭО-6121А	
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,63	1,2	0,63	1,2	1,0	1,0	1,45	2	1,6	2,5	3,2
Группа разрабатываемого грунта	I-IV	I-II	I-IV	I-II	I-VI	I-VI	I-II	I-III	I-IV	I-IV	I-III
Наибольший радиус копания $R_k$ , м	6,8	6,6	6,8	6,9	8	7,1	7,15	8,9	8,9	10,2	10,3
Высота выгрузки* $h_B$ , м	4,1	4,0	4,2	4,2	4,4	5,0	4,4	5,1	5,1	5,3	5,3
Радиус копания* $R_k$ , м	4,6	5,3	4,2	4,2	6	4,3	4,75	5,0	5,1	6,2	6,4
Высота копания* $H_k$ , м	7,3	7,4	7,6	7,8	7,4	7,2	7,4	9,7	9,6	10,7	10,9
Усилие на режущем контуре ковша, кН	97	93	97	93	130	92	140	180	180	235	235
Продолжительность рабочего цикла, сек	16	18	15,9	18	17	16	17	20	20	23	23

\* – максимальное значение;

\*\* – при наибольшей высоте выгрузки.

Таблица 2.1.11

## Технические характеристики экскаваторов с механическим приводом

Показатели	ЭО-3311	ЭО-4112	ЭО-5111Б	ЭО-5115	ЭО-2503В
Ходовое устройство	Пневмоколесное	Гусеничное	Гусеничное	Гусеничное	Гусеничное
Радиус задней части поворотной платформы, $r_{ш}$ , м	2,91	3,28	3,80	3,88	5
Расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения, $r_{ш}$ , м	0,7	1,0	1,15	1,15	1,6
Высота оси пяты стрелы, $h_{ш}$ , м	1,36	1,5	1,6	1,6	2,07
Ширина поворотной платформы, $B_{п}$ , м	2,5	2,8	2,95	3,1	4,3
Высота по кабине, $H$ , м	2,9	3,3	3,3	3,4	4,5
База, $B$ , м	2,8	3,82	3,85	3,98	5,18
Коля, $K$ , м	2,04/1,95*	2,96	3,0	2,4	3,2
Ширина гусеничной ленты, $B$ , м	-	0,6	0,6	1,0	0,9
Обозначение шин	320-508 (12,0-20)	-	-	-	-

\* – в числителе – для передних; в знаменателе – для задних колес

## Технические характеристики экскаваторов с механическим приводом, оборудование «драглайн»

Показатели	Э-3311		ЭО-4112					ЭО-5111Б				ЭО-5112				Э-2503В				
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,5		0,65		0,8	1,0	0,8	1,0				1,2				1,5		3,0		
Группа разрабатываемого грунта	I-III		I-IV		I-III	I-II	I-II	I-III		I-II		I-III				I-III		I-II		
Длина стрелы, $l_{с.}$ , м	10,5		10		13,7		15		12,5		15		12,5		15		25		17,5	
Угол наклона стрелы, град	30	45	30	45	30	45	45	45	60	45	60	30	45	30	45	30	45	30	45	
Высота выгрузки, м *	6,3		3,5	5,5	5,3	8	8,8	3,5	6,1	5,2	8,3	4,1	6,6	5,3	8,4	10,3	15,9	6,9	10,5	
Глубина копания, м *	7,6	6,1	7,3	5,6	10	7,8	6,2	8,4	7,4	12	9,2	9,4	7,4	10	9,2	20,5	16,6	13	10,2	
Радиус копания, $R_{к.}$ , м *	12	10,2	11,1	10,2	14,3	13,2	15,3	12,5	10,8	15	13,5	13,5	12	16	14	27,4	24,3	19,3	17,5	
Радиус выгрузки $R_{в.}$ , м *	10	8,3	10	8,3	12,5	10,4	11,8	12,2	10,2	14,4	12	12,2	10,2	14,4	12	23,8	19,3	16,8	14	
Продолжительность рабочего цикла, сек **	19	18	19	20	21		22	22		24		21		24		40		32		
Усилие на режущем контуре, кН	60		85		82		80		155		145		165		155		170		190	

\* – максимальное значение

\*\* – при угле поворота в забое  $2 \gamma_0 < 80^\circ$  и угле поворота  $\gamma < 135^\circ$ , работа навывмет

## Технические характеристики скреперов

Показатель	Единица измерения	Марка скрепера			
		прицепного		самоходного	
		ДЗ-26 (Д-523), ДС-77С	ДЗ-23 (Д-537М)	ДЗ-32 (Д-567)	ДЗ-13 (Д-392)
Вместимость ковша	м <sup>3</sup>	10	15	10	15
Ширина захвата	м	2,8	2,9	2,9	2,93
Глубина резания	м	0,3	0,35	0,3	0,35
Толщина отсыпаемого слоя	м	0,5	0,55	0,45	0,5
Мощность	кВт (л.с.)	132 (180)	221 (300)	177 (240)	265 (360)
Масса скрепера	т	9,2	16	20	34

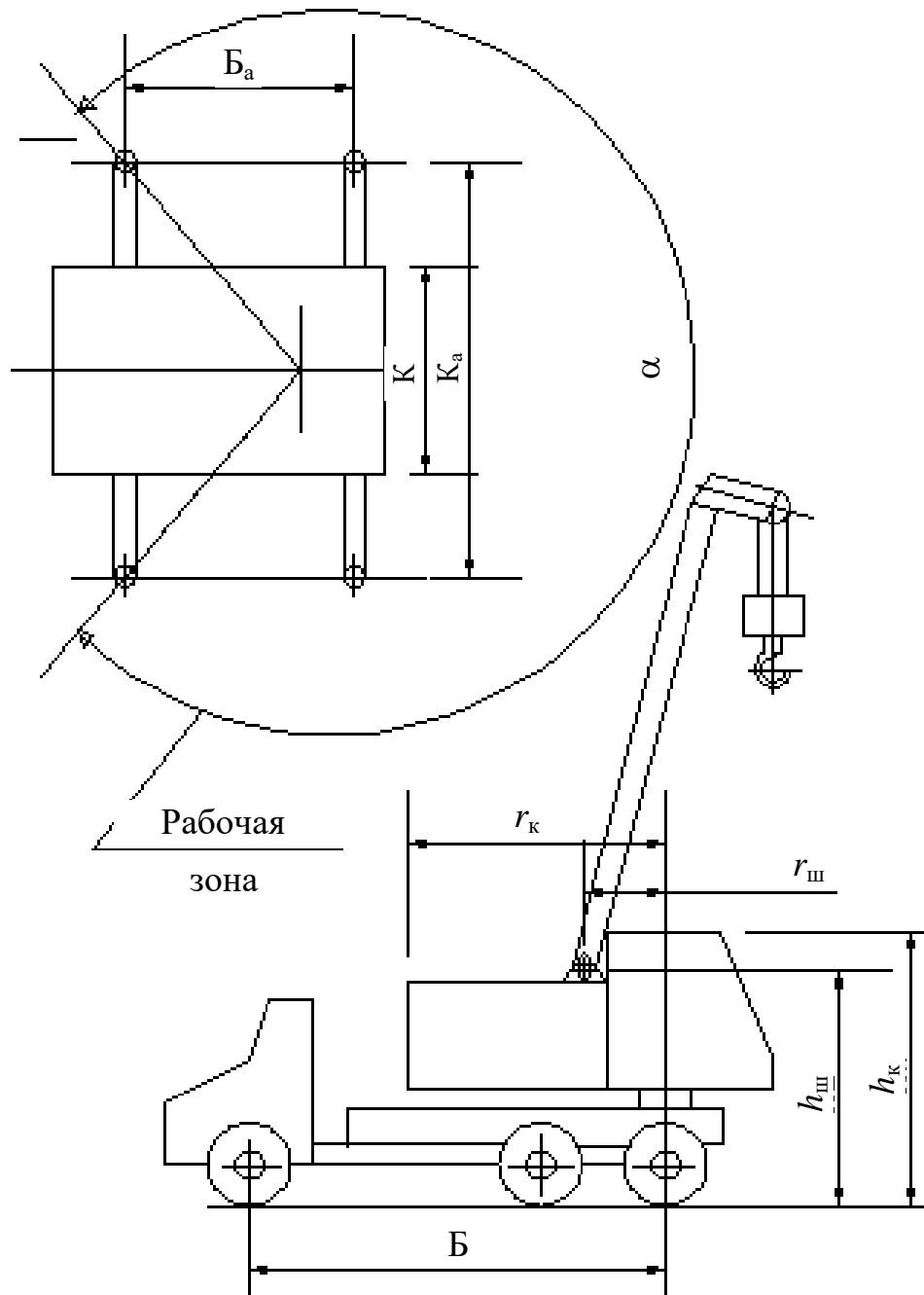


## Технические характеристики бульдозеров

Наименование показателя	Марка бульдозера				
	ДЗ-19 (Д-494А)	ДЗ-18 (Д-493А)	ДЗ-28 (Д-533)	ДЗ-9 (Д-275А)	ДЗ-25
Тип отвала	неповоротный	поворотный	поворотный	неповоротный	поворотный
Длина отвала, м	3,03	3,97	3,94	3,35	4,43
Высота отвала, м	1,3	1	1	1,1	1,2
Управление	Гидравлическое				
Мощность, кВт (л.с.)	79 (108)		118 (160)	132 (180)	
Марка трактора	Т100		Т-130	Т-180	
Масса бульдозерного оборудования, т	1,53	1,86	2,85	2,56	2,85

## 2.2. Выбор автомобильного крана

### 2.2.1. Схема крана на шасси автомобиля



### 2.2.2. Технические характеристики автокранов

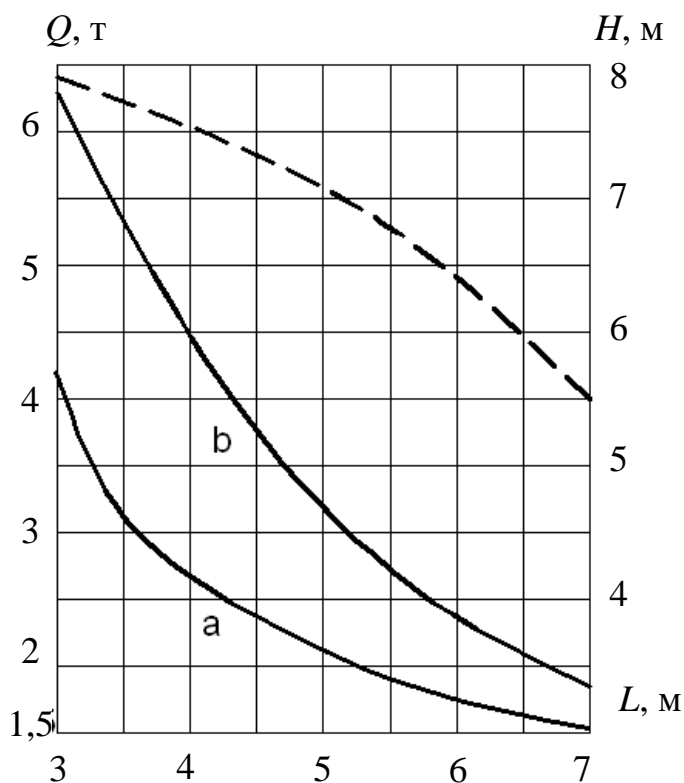
Показатели	КС-2561	КС-2561	КС-2561	КС-2561	Скат-32	Скат-25
Базовый автомобиль	ЗИЛ 130	МАЗ 5337	КамАЗ 53229	МАЗ 630303	БАЗ 69098	БАЗ 807
Радиус задней части поворотной платформы, $r_k$ , м	2,45	2,8	2,9	2,9	3,4	2,8
Расстояние от оси вращения до оси шарнира стрелы, $r_{ш}$ , м	-0,4	2,0	1,8	1,25	1,4	1,3
Высота шарнира стрелы, $h_{ш}$ , м	1,9	2,7	2,15	2,63	2,75	2,5
Длина опорного контура, м:						
Без аутригеров, Б	3,62	4,2	4,75	5,0	6,28	6,1
На аутригерах, Б <sub>а</sub>	3,6	4,25	4,35	4,62	5,41	5,2
Ширина опорного контура, м:						
Без аутригеров	2,32	2,5	2,55	2,62	2,64	1,97
На аутригерах	3,6	4,9	4,65	4,58	6,0	5,9
Высота по кабине машиниста, $h_k$ , м	3,15	3,54	3,6	3,7	3,75	3,75
Рабочая зона, $\alpha$ , град:						
Без аутригеров	180	180	180	180	180	180
На аутригерах	230	240	270	270	270	230

### 2.2.3. ДИАГРАММЫ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ

# КРАНОВ

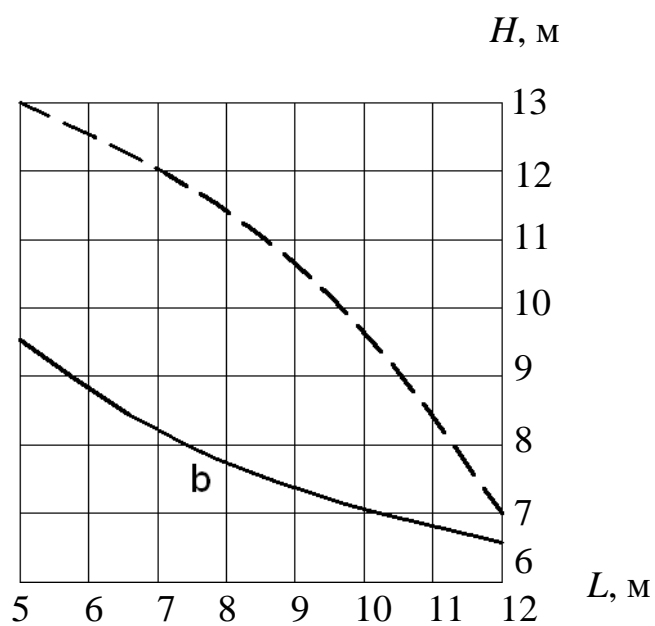
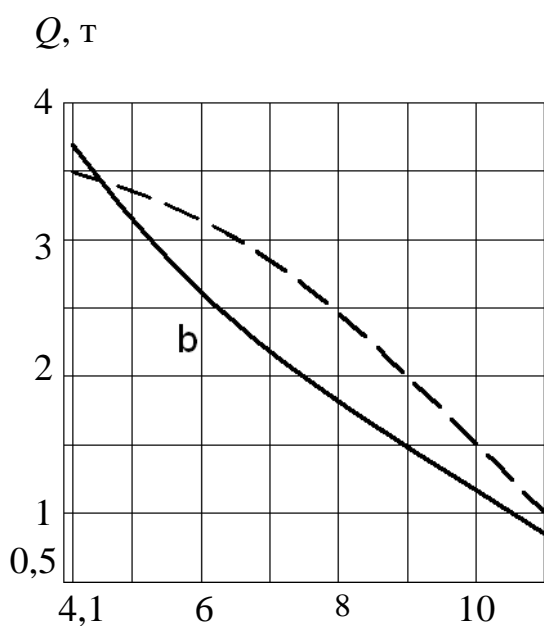
## КС-2561Д

Стрела 8 м



Стрела 12 м; ОП

Стрела 12 м, гусек 1,5 м; ВП

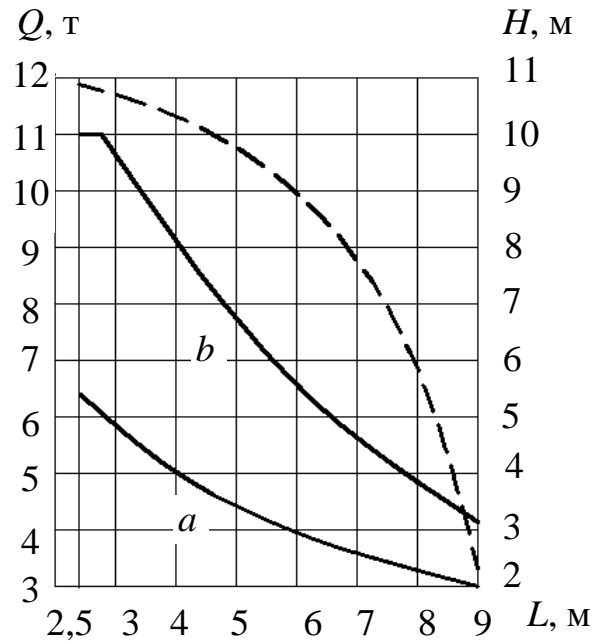
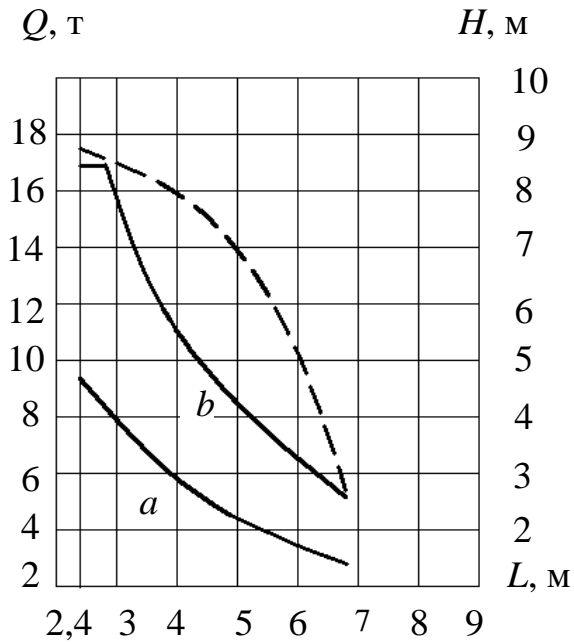


$a$  – без выносных опор;  $b$  – на выносных опорах

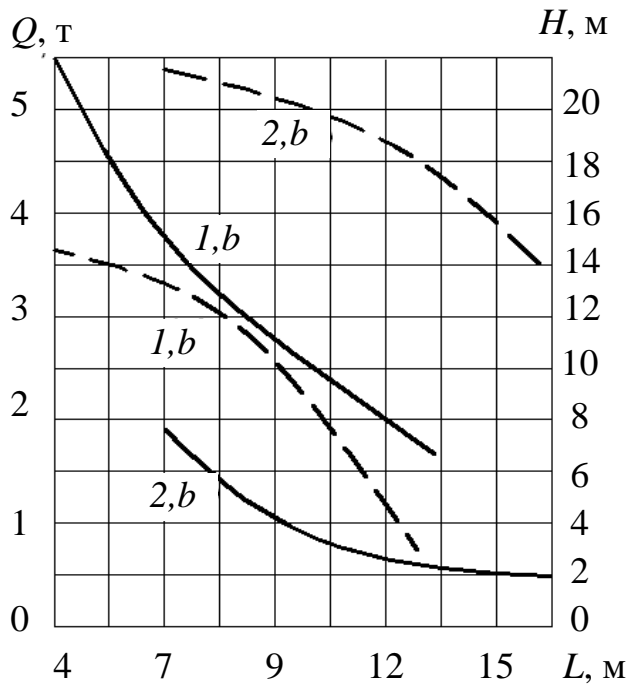
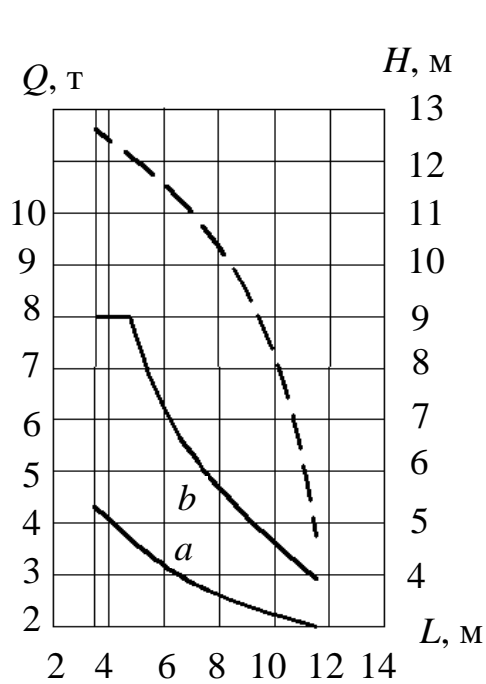
# КС-3577

Стрела 8 м

Стрела 10 м



Стрела 12 м 1 – стрела 14 м, 2 – гусек 7 м

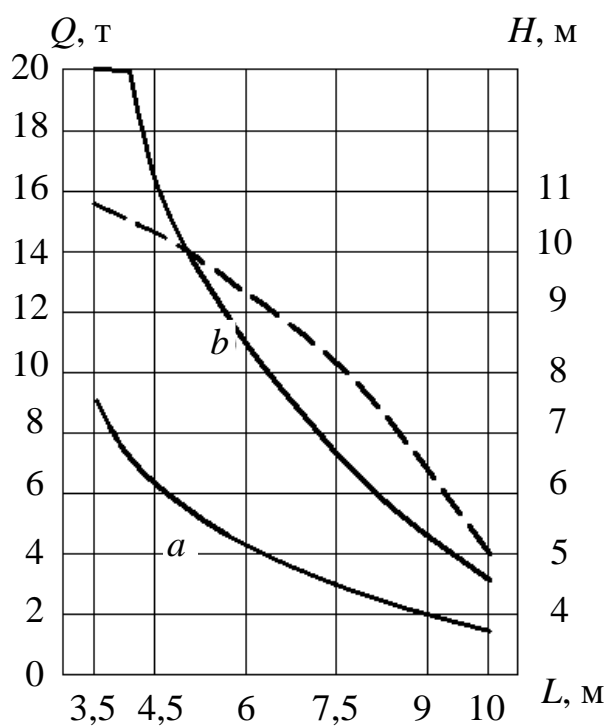


$a$  – без выносных опор; 1,  $b$  – основной подъем (ОП)

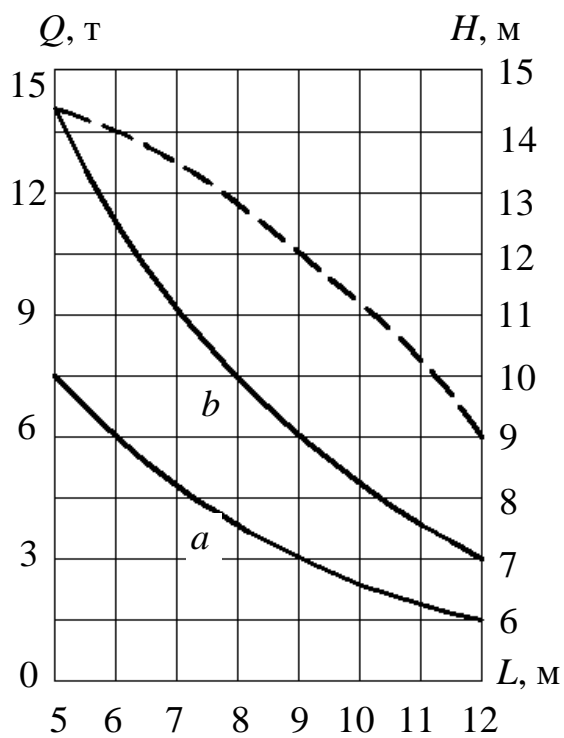
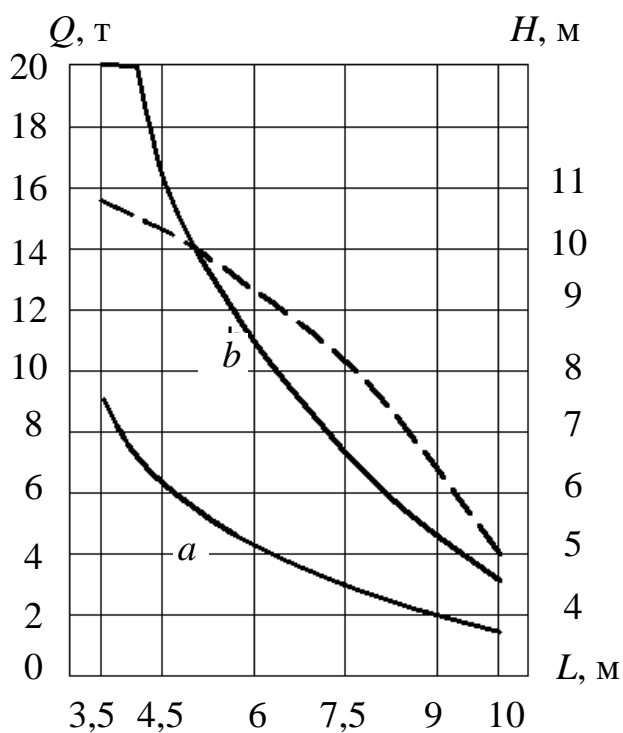
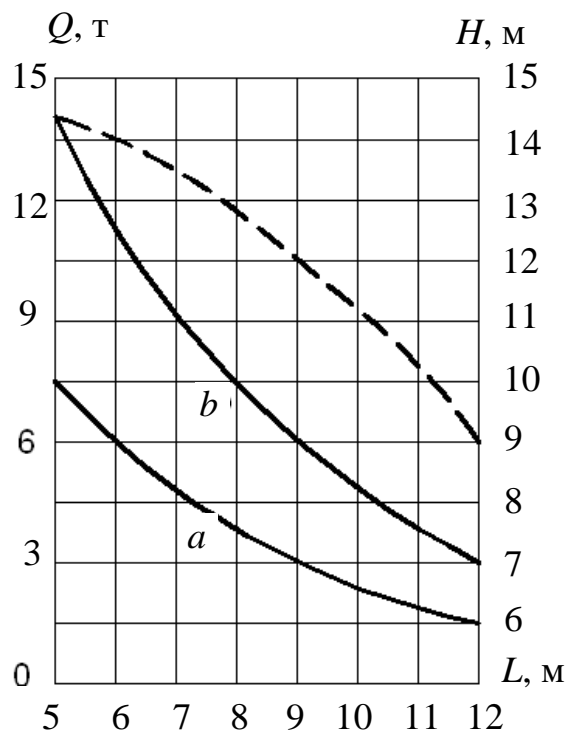
$b$  – на выносных опорах; 2,  $b$  – вспомогательный подъем (ВП)

# КС-4562

Стрела 10 м



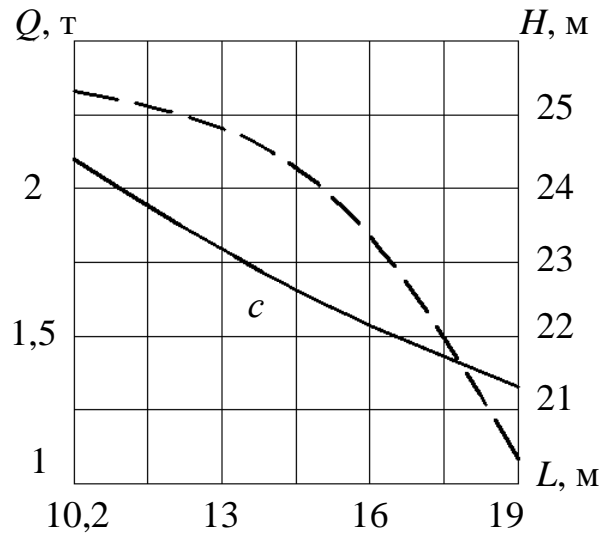
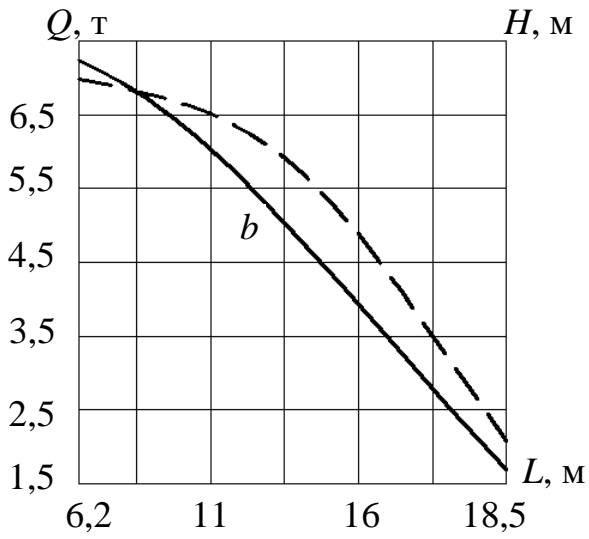
Стрела 14 м



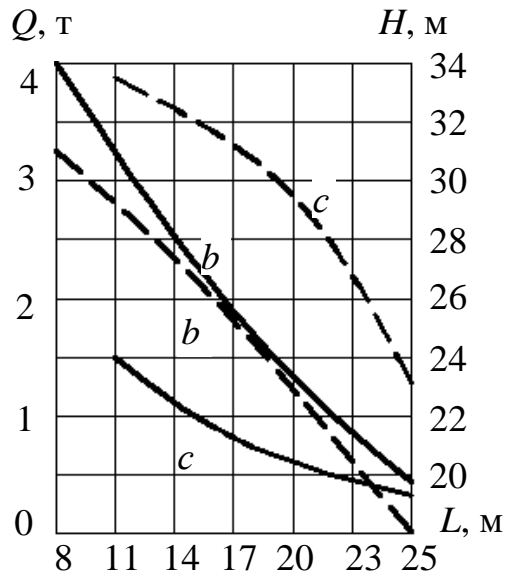
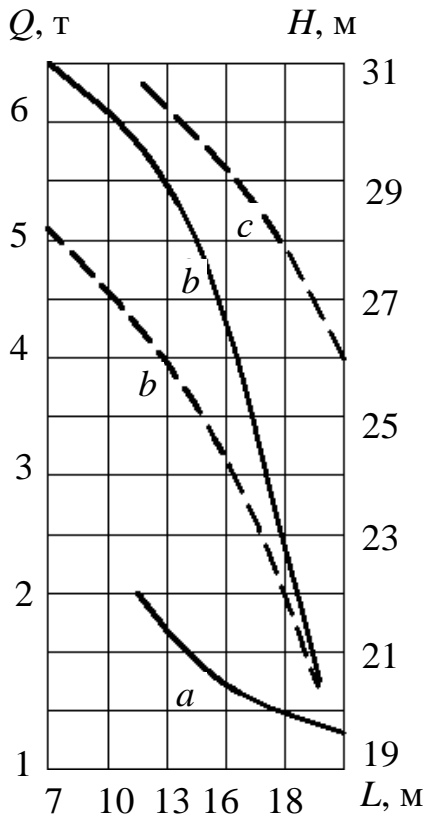
$a$  – без выносных опор;  $b$  – на выносных опорах

# КС-4562

Стрела 22 м, гусек 7 м



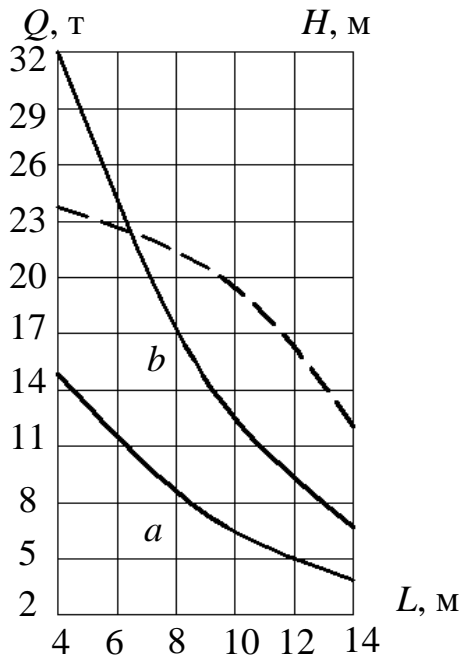
Стрела 26 м, Стрела 30 м,  
гусек 7 м гусек 7 м



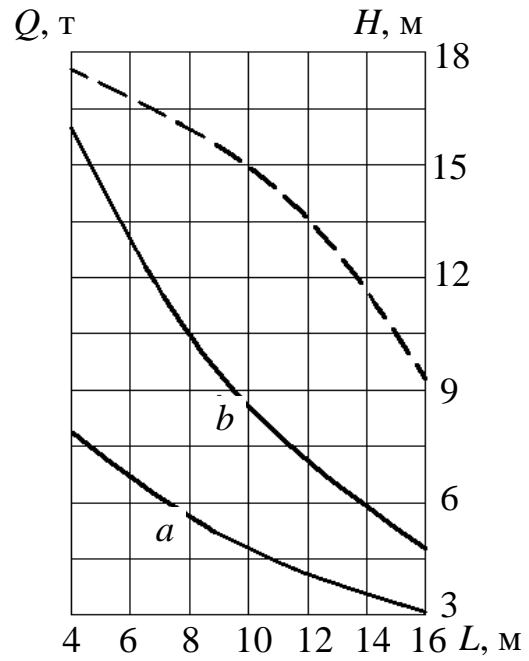
На выносных опорах:  $b$  – основной подъем,  $c$  – вспомогательный подъем

КС-59712

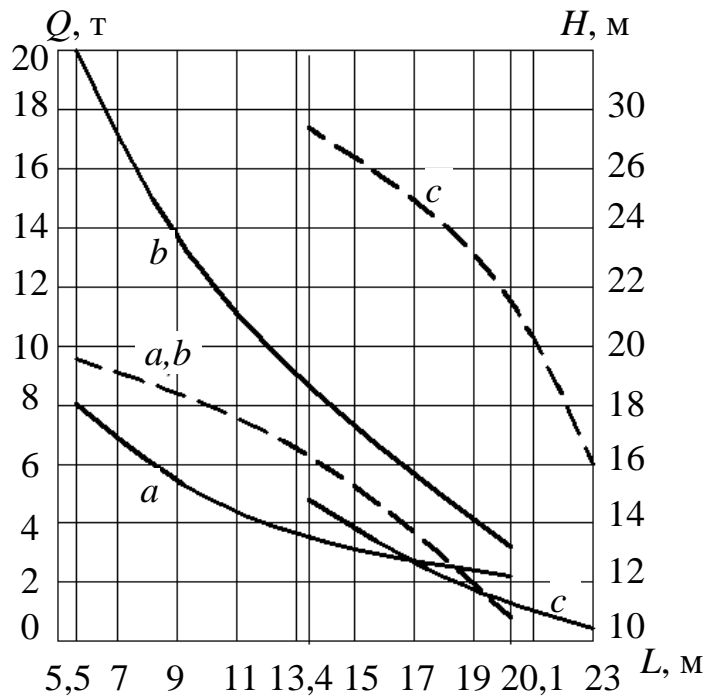
Стрела 15 м



Стрела 17,5 м



Стрела 22,5 м, гусек 10 м

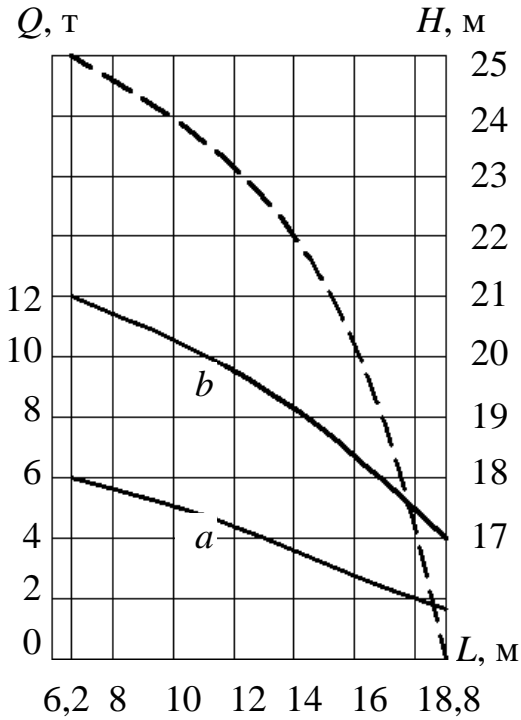


- $a$  – без выносных опор, ОП;
- На выносных опорах:
- $b$  – основной подъем
- $c$  – вспомогательный подъем

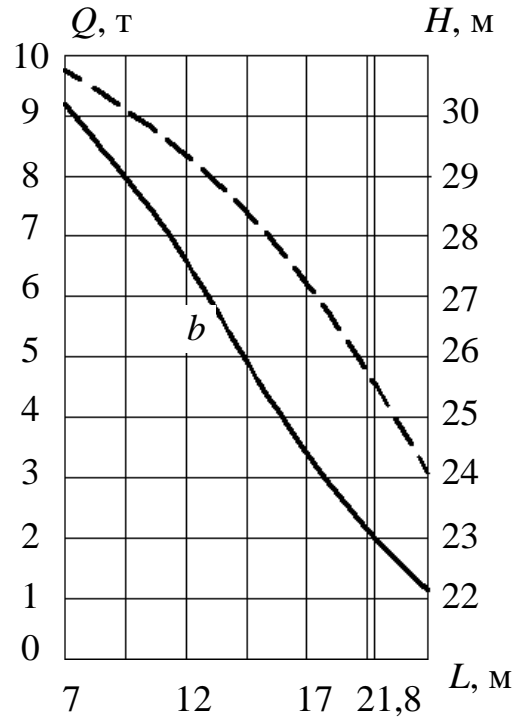


КС-59712

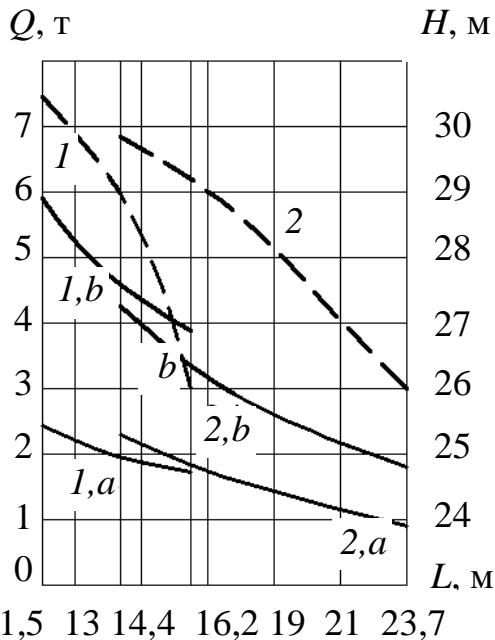
Стрела 27,5 м; ОП



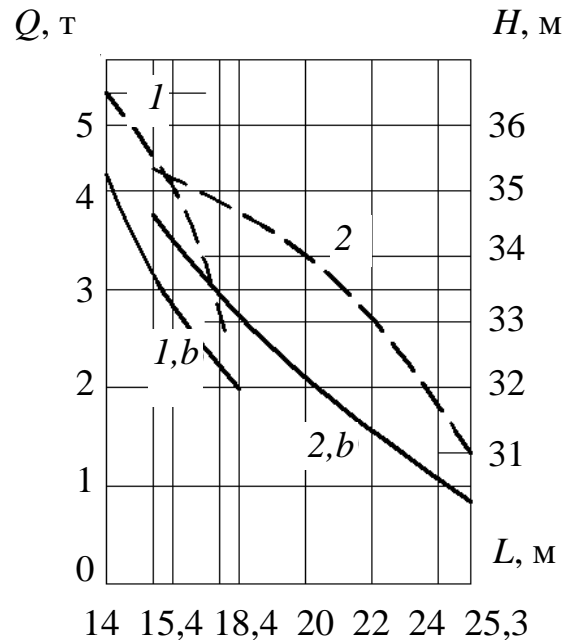
Стрела 32,5 м; ОП



Стрела 27,5 м; гусек 10 м; ВП



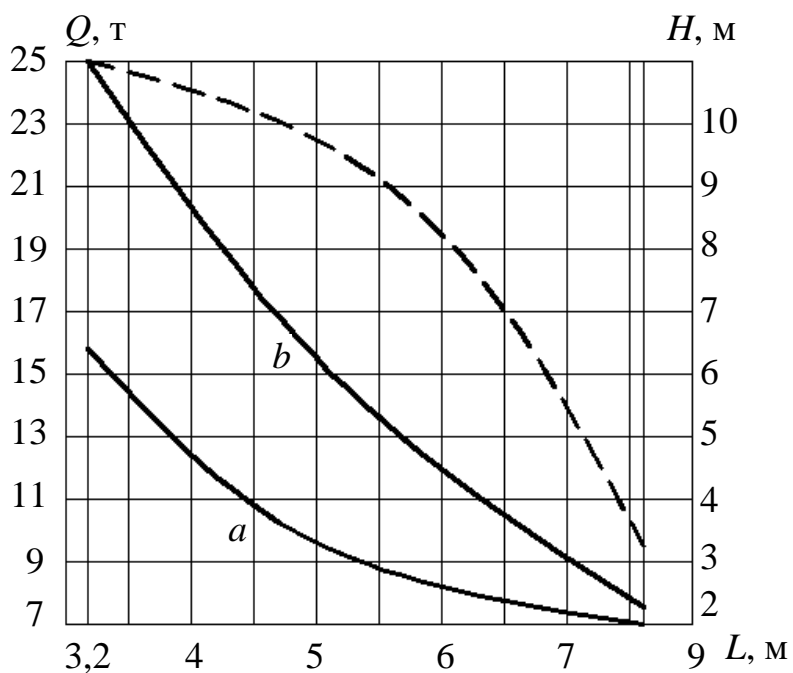
Стрела 32,5 м; гусек 10 м; ВП



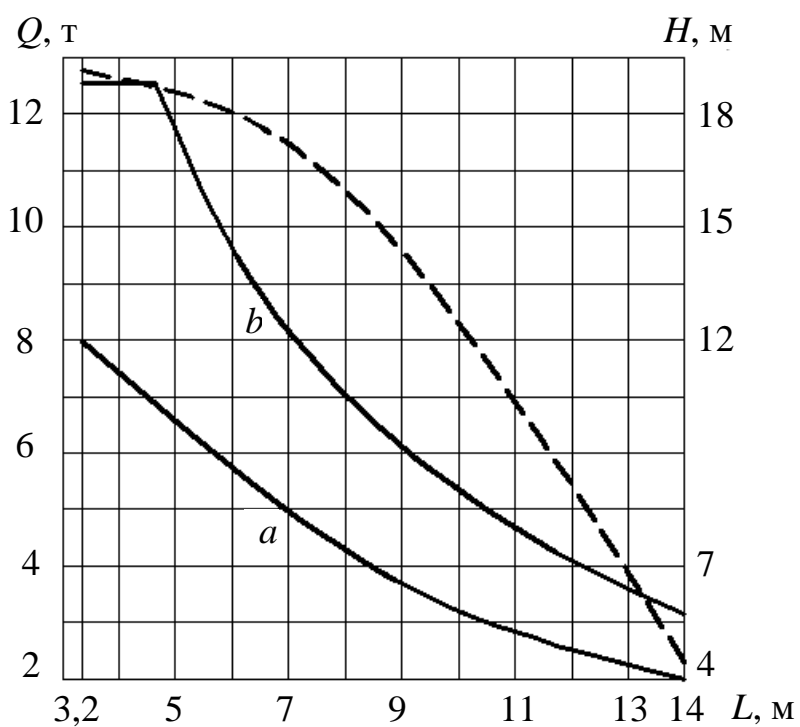
11,5 13 14,4 16,2 19 21 23,7  
 1 – управляемый гусек; 2 – неуправляемый гусек.  
 a – без выносных опор; b – на выносных опорах

# СКАТ-25

Стрела 10,2 м; ОП



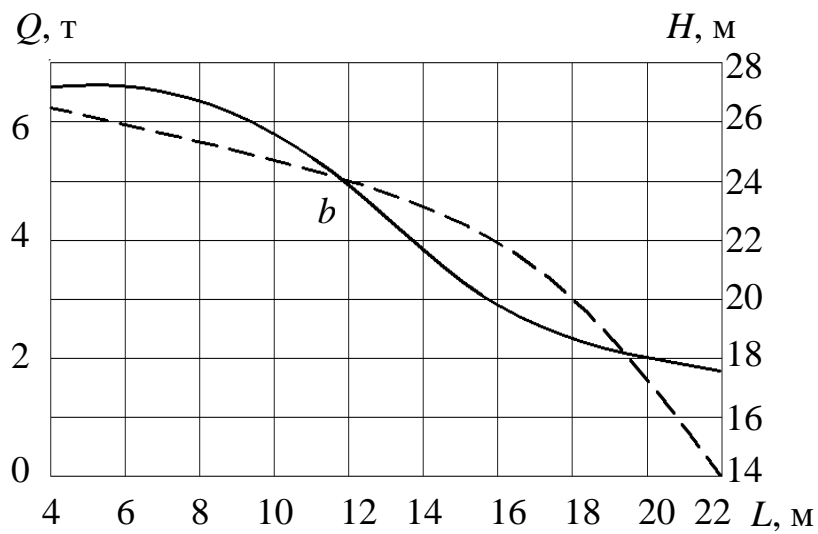
Стрела 18,2 м; ОП



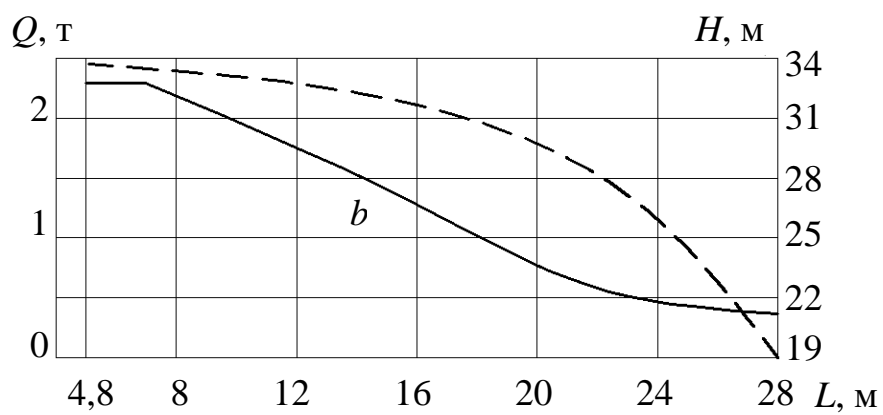
$a$  – без выносных опор  
 $b$  – на выносных опорах

# СКАТ-25

Стрела 26,2 м; ОП



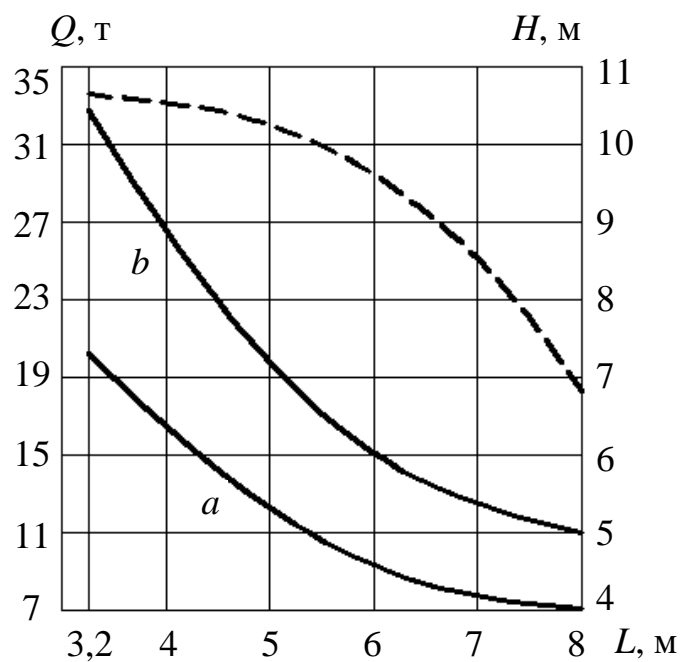
Стрела 26,2 м, гусек 7,5 м; ВП



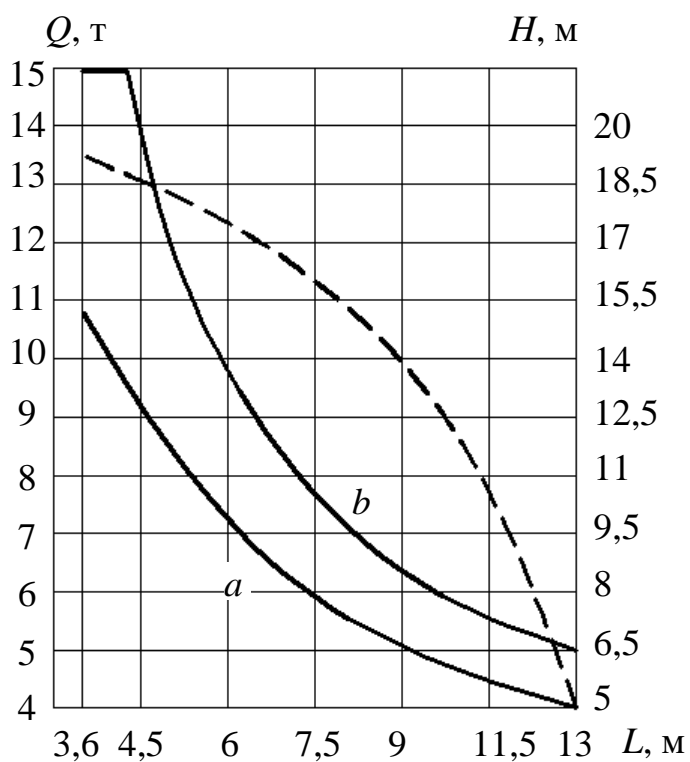
$b$  – на выносных опорах

## СКАТ-32

Стрела 10,2 м; ОП



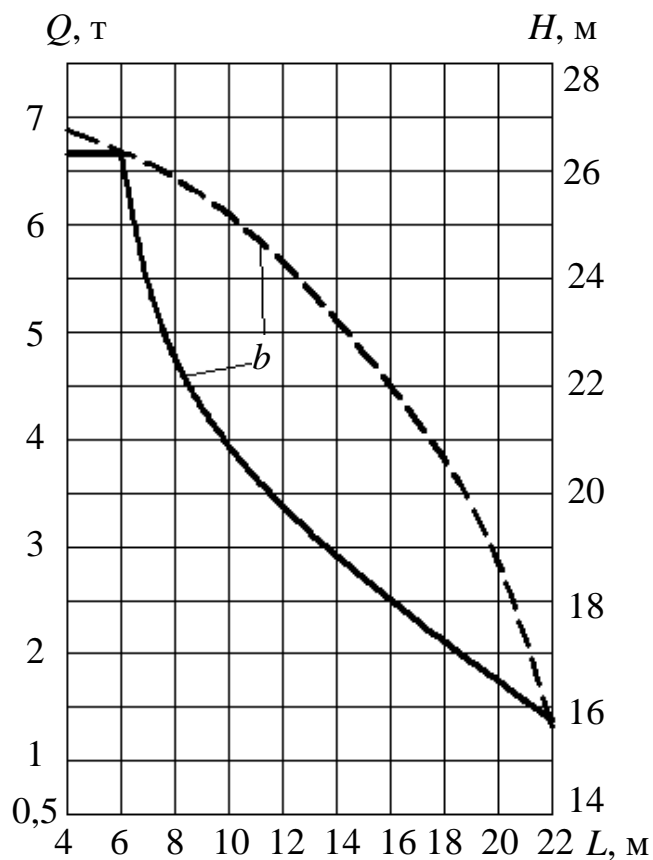
Стрела 18,2 м; ОП



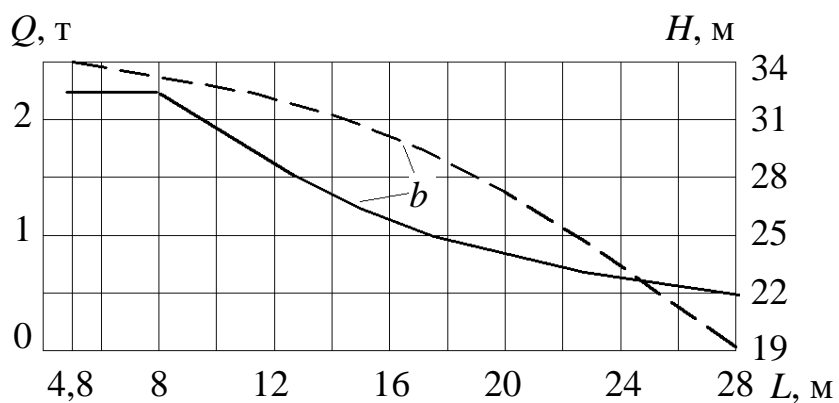
$a$  – без выносных опор  
 $b$  – на выносных опорах

# СКАТ-32

Стрела 26,2 м; ОП



Стрела 26,2 м, гусек 7,5 м; ВП



*b* – на выносных опорах

**СВЕДЕНИЯ ИЗ ЕНИР**

## Сборник §Е2-1

## 3.1. §Е2-1. Земляные работы. Механизированные и ручные земляные работы

**Вводная часть**

4. Нормами и расценками предусмотрены грунты естественной влажности, т. е. не находящиеся во время разработки под непосредственным воздействием грунтовых, проточных или дождевых вод.

7. Нормы настоящего сборника исчислены на единицу объема работ по обмеру в состоянии естественной плотности (кроме особо оговоренных случаев).

8. Толщина слоев уплотнения и глубина слоев рыхления и разработки грунтов приведены в параграфах по обмеру в естественном залегании.

13. В таблицах норм на работу с применением машин кроме  $N_{вр}$  рабочих в чел.-ч в скобках указаны  $N_{вр}$  на работу машин в маш.-ч.

**Глава 1. Механизированные земляные работы**

## Техническая часть

## Показатели разрыхления грунтов

Наименование грунта	Первоначальное увеличение объема грунта после разработки, %	Остаточное разрыхление грунта, %
Глина ломовая	28-32	6-9
Глина мягкая жирная	24-30	4-7
Растительный грунт	20-25	3-4
Песок	10-15	2-5
Суглинок легкий и лессовидный	18-24	3-6
Суглинок тяжелый	24-30	5-8
Супесь	12-17	3-5

**Распределение не мерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки механизированным способом**

Наименование и характеристика грунта	Средняя плотность в естественном залегании, кг/м <sup>3</sup>	Разработка грунта			
		Одноковшовыми экскаваторами	Скреперами	Бульдозерами	Вручную
1. Глина:					
- жирная мягкая и мягкая без примесей	1800	II	II	II	II
- жирная мягкая с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора свыше 10 % по объему	1900	II	II	II	III
- тяжелая ломовая	1950-2150	IV	-	III	IV
2. Грунт растительного слоя:					
- без корней и примесей	1200	I	I	I	I
- с корнями кустарника и деревьев	1200	I	I	II	II
- с примесью щебня, гравия или строительного мусора	1400	I	I	II	II
3. Песок:					
- без примесей, а также с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора до 10% по объему	1600	I	II	II	I
4. Суглинок:					
- легкий и лессовидный без примесей	1700	I	I	I	I
- тяжелый без примесей	1750	II	II	II	II
5. Супесь:					
- без примесей	1650	I	II	II	I
- с примесью свыше 10% по объему	1850	I	II	II	II

3. Нормами предусмотрена разработка грунта естественной влажности. При разработке вязкого грунта повышенной влажности, сильно налипающего на стенки и зубья ковша экскаватора  $N_{вр}$  и Расц. умножать для одноковшовых экскаваторов (§E2-1-7 – §E2-1-17) до 1,1 (ТЧ-1). Величина коэффициента устанавливается на месте в зависимости от степени налипания грунта и оформляется актом.

Установленный коэффициент применяется только на объем вязкого сильно налипающего грунта.

8. Нормами настоящей главы предусмотрена разработка грунта одноковшовыми экскаваторами при угле поворота стрелы до  $135^\circ$ . При разработке грунта с углом поворота стрелы в среднем св. чем  $135^\circ$   $N_{вр}$  и Расц. умножать на 1,1 (ТЧ-10).

13. При разработке грунта одноковшовыми экскаваторами с погрузкой в транспортные средства необходимые типы машин рекомендуется подбирать с учетом вместимости ковша экскаватора.

20. Нормами и расценками настоящей главы предусмотрено, что на одноковшовом экскаваторе с механическим приводом с ковшом вместимостью до  $0,65 \text{ м}^3$  и на одноковшовом экскаваторе с гидравлическим приводом с ковшом вместимостью до  $1 \text{ м}^3$  работает один машинист, а на экскаваторах соответствующих видов с ковшом большей вместимости работают двое рабочих: машинист и помощник машиниста.

Если по условиям эксплуатации обеспечение работоспособности и производительности одноковшового экскаватора с механическим приводом с ковшом вместимостью св.  $0,65 \text{ м}^3$ , одноковшового экскаватора с гидравлическим приводом с ковшом вместимостью св.  $1 \text{ м}^3$  может осуществляться одним машинистом без помощника, то  $N_{вр}$  рабочих следует умножать на 0,55, Расц. – на 0,65, а  $N_{вр}$  экскаватора (указанную в скобках) – на 1,1 (ТЧ-13).

Если по условиям эксплуатации обеспечение работоспособности и производительности одноковшового экскаватора с механическим приводом с ковшом вместимостью  $0,25-0,65 \text{ м}^3$  и одноковшового экскаватора с гидравлическим приводом с ковшом вместимостью  $0,25-1 \text{ м}^3$  не может выполняться одним машинистом (неблагоприятные климатические условия, работа на отдельно стоящей машине в значительном удалении от ремонтной базы, сложный рельеф местности, дополнительные требования по технике безопасности и др.), в состав звена временно может быть включен помощник машиниста. При этом  $N_{вр}$  рабочих, работающих на экскаваторе с механическим приводом с ковшом вместимостью  $0,25-0,4 \text{ м}^3$  и одноковшового экскаватора с гидравлическим приводом с ковшом вместимостью  $0,25-1 \text{ м}^3$  следует умножать на 1,8,  $N_{вр}$  экскаватора (указанную в скобках) – на 0,9 (ТЧ-14);  $N_{вр}$  рабочих, работающих на экскаваторах с механическим приводом с ковшом вместимостью св.  $0,4$  до  $0,65 \text{ м}^3$  следует умножать на 1,6,  $N_{вр}$  экскаватора (указанную в скобках) – на 0,8, а Расц. пересчитывать исходя из тарифной ставки звена, учитывающей разряд помощника машиниста (ТЧ-15).



## §Е2-1-5. Срезка растительного слоя бульдозерами

### Указания по применению норм

Нормами учтена срезка грунта при отсутствии корней кустарника за один-два прохода по одному следу на глубину до 15 см; при наличии корней кустарника и деревьев – за два-три прохода по одному следу на общую глубину до 25 см.

Ширина участка расчистки принята до 30 м. Уборка грунта с границ участка при необходимости нормируется отдельно в зависимости от способа уборки.

### Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> очищенной поверхности

Марка трактора	Марка бульдозера	Группа грунта		
		I	II	
Т-100	ДЗ-8 (Д-271А)	0,84 (0,84)	1,8 (1,8)	1
	Д-259, ДЗ-18 (Д-493А)	0,69 (0,69)	1,5 (1,5)	2
Т-130	ДЗ-28 (Д-533)	0,66 (0,66)	1,4 (1,4)	3
Т-180	ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-35С (Д-575С), ДЗ-9 (Д-275А)	0,6 (0,6)	1,3 (1,3)	4
	ДЗ-25 (Д-522), Д-290	0,48 (0,48)	1,1 (1,1)	5
		А	Б	№

## §Е2-1-7. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами – драглайн

### Указания по применению норм

Настоящим параграфом предусматривается разработка грунта при устройстве выемок, насыпей, резервов и кавальеров при строительстве автомобильных и железных дорог, судоходных каналов, плотин, оградительных земляных дамб и других, аналогичных по сложности сооружений.

Послойное разравнивание грунта, а также планировка откосов и верха насыпи при необходимости нормируются отдельно.

### А. ДРАГЛАЙН С КОВШОМ С ЗУБЬЯМИ

Таблица 3

**Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта**

Вместимость Ковша, м <sup>3</sup>	Глубина забоя, м	Способ разработки грунта											
		с погрузкой в транспортные средства						навымет					
		Группа грунта											
		I	II, I м	III, III м	IV	V, III м	VI	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI
0,35	4	3,1 (3,1)	4 (4)	5,7 (5,7)	-	-	-	2,5 (2,5)	3,2 (3,2)	4,5 (4,5)	-	-	-
0,4		2,8 (2,8)	3,6 (3,6)	5,1 (5,1)	6,9 (6,9)	-	-	2,2 (2,2)	2,9 (2,9)	4 (4)	5,5 (5,5)	-	-
0,5		2,5 (2,5)	3 (3)	3,9 (3,9)	5,3 (5,3)	6,9 (6,9)	8,4 (8,4)	2 (2)	2,6 (2,6)	3,2 (3,2)	4,3 (4,3)	5,8 (5,8)	6,8 (6,8)
0,6 0,65		2 (2)	2,4 (2,4)	3,1 (3,1)	4 (4)	5,4 (5,4)	6,5 (6,5)	1,6 (1,6)	2 (2)	2,6 (2,6)	3,3 (3,3)	4,3 (4,3)	5,2 (5,2)
До 0,75		До 4	2,8 (1,4)	3,4 (1,7)	4,6 (2,3)	5,6 (2,8)	7,6 (3,8)	9,2 (4,6)	2,4 (1,2)	2,8 (1,4)	3,4 (1,7)	4,8 (2,4)	6 (3)
1	4-6	2,4 (1,2)	3 (1,5)	3,8 (1,9)	4,8 (2,4)	6,4 (3,2)	7,8 (3,9)	2 (1)	2,4 (1,2)	3 (1,5)	4,2 (2,1)	5,2 (2,6)	6,4 (3,2)
1,5		1,56 (0,78)	2 (1)	2,6 (1,3)	3,4 (1,7)	4,2 (2,1)	5 (2,5)	1,34 (0,67)	1,68 (0,84)	2 (1)	2,8 (1,4)	3,6 (1,8)	4,4 (2,2)
2	6-8	1,36 (0,68)	1,64 (0,82)	2 (1)	2,8 (1,4)	3,6 (1,8)	4,6 (2,3)	1,16 (0,58)	1,4 (0,7)	1,76 (0,88)	2,4 (1,2)	3 (1,5)	3,4 (1,7)
3		1,12 (0,56)	1,38 (0,69)	1,7 (0,85)	2,4 (1,2)	3 (1,5)	3,8 (1,9)	0,94 (0,47)	1,18 (0,59)	1,46 (0,73)	1,98 (0,99)	2,4 (1,2)	2,8 (1,4)
		а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м

**А. ДРАГЛАЙН С КОВШОМ СО СПЛОШНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ**

*Таблица 4*

**Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта**

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Глубина забоя, м	Способ разработки грунта					
		с погрузкой в транспортные средства			Навымет		
		Группа грунта					
		I	II, I м	III, III м	I	II, I м	III, II м
0,4	До 4	3,1 (3,1)	3,9 (3,9)	5,5 (5,5)	2,4 (2,4)	3,1 (3,1)	4,3 (4,3)
0,65		2 (2)	2,5 (2,5)	3,1 (3,1)	1,7 (1,7)	2,1 (2,1)	2,6 (2,6)
0,8		3 (1,5)	3,6 (1,8)	4,6 (2,3)	2,4 (1,2)	3 (1,5)	3,6 (1,8)
1,1	От 4 до 6	2,2 (1,1)	2,8 (1,4)	3,4 (1,7)	1,76 (0,88)	2,2 (1,1)	2,8 (1,4)
1,5		1,82 (0,91)	2,2 (1,1)	2,6 (1,3)	1,52 (0,76)	1,76 (0,88)	2,2 (1,1)
		а	б	в	г	д	е

Примечание. При глубине забоя, превышающей указанную в таблице 3 и 4, Н. вр. и Расц. для объема грунта, лежащего ниже этой глубины, умножить на 1,1 (ПР-1).

### §Е2-1-8. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами, оборудованными прямой лопатой.

Указания по применению норм см. в §Е2-1-7

#### ЭКСКАВАТОРЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Таблица 7

#### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Высота забоя, м, для групп грунта	Способ разработки грунта												№	
		С погрузкой в транспортные средства						Навымет							
		Группа грунта													
		I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI		
0,25	3	4	3,5 (3,5)	4,5 (4,5)	6,3 (6,3)	-	-	-	3,2 (3,2)	4,1 (4,1)	5,7 (5,7)	-	-	-	1
0,8	3	5	1,1 (1,1)	1,4 (1,4)	1,7 (1,7)	2,2 (2,2)	2,7 (2,7)	3,5 (3,5)	0,87 (0,87)	1,1 (1,1)	1,3 (1,3)	1,8 (1,8)	2,2 (2,2)	2,6 (2,6)	2
1,6			1,16 (0,58)	1,5 (0,75)	1,8 (0,9)	2,4 (1,2)	3 (1,5)	3,6 (1,8)	0,92 (0,46)	1,12 (0,56)	1,4 (0,7)	1,96 (0,98)	2,4 (1,2)	2,8 (1,4)	3
			а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	№

## §Е2-1-9. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой

### Указания по применению норм

Нормами настоящего параграфа предусмотрена разработка грунта универсальными гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, оборудованными унифицированной обратной лопатой при устройстве выемок, насыпей, резервов и кавальеров при строительстве автомобильных и железных дорог, судоходных каналов, плотин, оградительных дамб и других аналогичных по сложности сооружений.

Послойное разравнивание грунта, а также планировка откосов и верха насыпи при необходимости нормируются отдельно.

Таблица 3

### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость Ковша, м <sup>3</sup>	Способ разработки грунта												
	с погрузкой в транспортные средства						Навымет						
	Группа грунта												
	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI	
0,4	2,7 (2,7)	3,4 (3,4)	4,3 (4,3)	-	-	-	2,1 (2,1)	2,7 (2,7)	3,5 (3,5)	-	-	-	1
0,5	2,4 (2,4)	2,8 (2,8)	3,5 (3,5)	4,2 (4,2)	5,2 (5,2)	7,2 (7,2)	1,9 (1,9)	2,3 (2,3)	2,9 (2,9)	3,4 (3,4)	4,3 (4,3)	5,9 (5,9)	2
0,63 – 0,65	1,6 (1,6)	2 (2)	2,7 (2,7)	3,3 (3,3)	4 (4)	5,5 (5,5)	1,4 (1,4)	1,8 (1,8)	2,4 (2,4)	2,9 (2,9)	3,6 (3,6)	4,9 (4,9)	3
1,25	2 (1)	2,4 (1,2)	3 (1,5)	4,2 (2,1)	5 (2,5)	5,6 (2,8)	1,56 (0,78)	1,84 (0,92)	2,2 (1,1)	3,2 (1,6)	3,8 (1,9)	4,2 (2,1)	4
1,6	1,38 (0,69)	1,68 (0,84)	2 (1)	2,8 (1,4)	3,4 (1,7)	3,8 (1,9)	1,08 (0,54)	1,32 (0,66)	1,6 (0,8)	2,2 (1,1)	2,6 (1,3)	2,8 (1,4)	5
	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	№

## §Е2-1-10. Разработка грунта в котлованах и траншеях одноковшовыми экскаваторами – драглайн

Нормы настоящего параграфа применяются: при объеме котлована до 300 м<sup>3</sup> или при площади котлована до 100 м<sup>2</sup>; при объеме котлована до 3000 м<sup>3</sup>

в случае, если одновременно в пределах разрабатываемого котлована производятся работы по устройству фундаментов, внутренних коммуникаций и прочие строительные-монтажные работы в соответствии с проектом организации работ; при глубине котлована до 3 м независимо от объема котлована или его площади; при разработке скальных пород V и VI групп в котлованах при строительстве гидроэлектростанций независимо от размера котлована; при разработке траншей. При разработке котлована, имеющего разные отметки, каждая часть котлована, ограниченная различными отметками и разрабатываемая с самостоятельной установкой экскаватора, рассматривается как отдельный котлован.

Разработка грунта в котловане объемом 300 – 3000 м<sup>3</sup> (при глубине котлована св. 3 м и площадью св. 100 м<sup>2</sup>) без совмещения со строительными-монтажными работами или при объеме котлована св. 3000 м<sup>3</sup> (при глубине котлована св. 3 м и площадью св. 100 м<sup>2</sup>) с совмещением со строительными-монтажными работами нормируется по Е2-1-7, предусматривающему разработку грунта при устройстве выемок и насыпей.

## Б. ДРАГЛАЙН С КОВШОМ СО СПЛОШНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

Таблица 3

### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость Ковша, м <sup>3</sup>	Способ разработки грунта						№
	с погрузкой в транспортные средства			навымет			
	Группа грунта						
	I	II, I м	III, II м	I	II, I м	III, II м	
0,65	2,4 (2,4)	3 (3)	3,7 (3,7)	1,9 (1,9)	2,4 (2,4)	3 (3)	1
0,8	3,4 (1,7)	4,4 (2,2)	5,4 (2,7)	2,8 (1,4)	3,2 (1,6)	4,4 (2,2)	2
1,1	2,6 (1,3)	3,2 (1,6)	4,2 (2,1)	2,2 (1,1)	2,6 (1,3)	3,4 (1,7)	3
1,25	2,2 (1,1)	2,8 (1,4)	3,6 (1,8)	1,88 (0,94)	2,4 (1,2)	3 (1,5)	4
	а	б	в	г	д	е	№

### §Е2-1-11. Разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой

#### Указания по применению норм

Нормы настоящего параграфа предусмотрены на разработку котлова-

нов в условиях, перечисленных в указаниях по применению норм к Е2-1-10, а также при разработке грунта в котлованах под опоры линий электропередач и в траншеях под много нитевые трубопроводы с полками для прокладки коммуникаций в разных горизонтах и с разными уклонами. Во всех остальных случаях разработку грунта в траншеях следует нормировать по Е2-1-12.

### ЭКСКАВАТОРЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Таблица 5

#### Техническая характеристика

Показатель	Единица измерения	Марка экскаватора					
		ЭО-2621А	ЭО-3322, ЭО-3322А, ЭО-3322Б, ЭО-3322В	Э-5015, Э-5015А, ЭО-3221Б (Э-5015Б)	ЭО-4121, ЭО-4121А	ЭО-4321	ЭО-5122
Вместимость ковша	м <sup>3</sup>	0,25	0,4; 0,5; 0,63	0,5	0,65; 1	0,4; 0,65; 1	1,25; 1,6
Наибольшая глубина копания	м	3	5,0; 4,2; 4,3	4,5	5,8	6,7; 5,5; 4	6
Наибольшая высота выгрузки	м	2,2	5,2; 4,8	3,9	5	6,18; 5,6; 5	5
Максимальный радиус копания	м	5	8,2; 7,5	7,3	9	10,2; 9; 6,9	9,4
Мощность двигателя	кВт (л.с.)	44 (60)	59 (80); 55(75)	59 (80)	95 (129)	59 (80)	125 (170)
Масса экскаватора	т	5,45	14,5	13	19,2	19,2	35,8

Таблица 6

#### Состав звена

Профессия и разряд рабочих	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>		
	св. 0,25 до 0,4	св. 0,4 до 1	св. 1
Машинист 6 разр.	-	1	1
Машинист 5 разр.	1	-	-
Помощник машиниста 5 разр.	-	-	1

Таблица 7

#### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость Ковша, м <sup>3</sup>	Способ разработки грунта											
	С погрузкой в транспортные средства						Навымет					
	Группа грунта											
	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI
0,25	4,5 (4,5)	5,9 (5,9)	7,8 (7,8)	-	-	-	3,8 (3,8)	5 (5)	6,7 (6,7)	-	-	-
0,4	3,2 (3,2)	4,1 (4,1)	5,2 (5,2)	6 (6)	-	-	2,5 (2,5)	3,3 (3,3)	4,2 (4,2)	4,8 (4,8)	-	-
0,5	2,8 (2,8)	3,4 (3,4)	4,2 (4,2)	5,4 (5,4)	7,1 (7,1)	8,4 (8,4)	2,2 (2,2)	2,7 (2,7)	3,3 (3,3)	4,3 (4,3)	5,7 (5,7)	6,6 (6,6)
0,63- 0,65	2,1 (2,1)	2,6 (2,6)	3,2 (3,2)	4,3 (4,3)	5,2 (5,2)	6,4 (6,4)	1,8 (1,8)	2,1 (2,1)	2,8 (2,8)	3,7 (3,7)	4,7 (4,7)	5,7 (5,7)
1	1,9 (1,9)	2,2 (2,2)	2,8 (2,8)	3,7 (3,7)	4,5 (4,5)	5,5 (5,5)	1,6 (1,6)	1,9 (1,9)	2,3 (2,3)	3,1 (3,1)	3,9 (3,9)	4,7 (4,7)
1,25	2,6 (1,3)	3 (1,5)	4 (2)	5,4 (2,7)	6,4 (3,2)	7 (3,5)	1,98 (0,99)	2,2 (1,1)	3,2 (1,6)	4,2 (2,1)	5 (2,5)	5,4 (2,7)
1,60	1,9 (0,95)	2,2 (1,1)	2,8 (1,4)	4 (2)	5 (2,5)	5,6 (2,8)	1,46 (0,73)	1,74 (0,87)	2,2 (1,1)	3 (1,5)	3,8 (1,9)	4,4 (2,2)
	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м

### §Е2-1-12. Разработка грунта в котлованах экскаваторами, оборудованными планировочным ковшом

#### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Способ разработки грунта	Группа грунта			
		I	II	III	
0,4	С погрузкой в транспортные средства	8 (4)	10,4 (5,2)	14,2 (7,1)	1
	Навымет	6,6 (3,3)	8,6 (4,3)	11,8 (5,9)	2
	а	б	в	№	

Примечание. Нормы настоящего параграфа применяются при объеме котлована до 300 м<sup>3</sup>. При объеме котлована св. 300 м<sup>3</sup> Н<sub>вр</sub> и Расц. умножить на 0,8 (ПР-1).

### §Е2-1-13. Разработка грунта в траншеях одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой

#### Указания по применению норм

Нормами настоящего параграфа предусмотрена разработка траншей прямоугольного сечения под коммуникации.

Разработка траншей под многонитевые трубопроводы с полками для прокладки коммуникаций в разных горизонтах и с разными уклонами нормируется по Е2-1-11.

### ЭКСКАВАТОРЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Таблица 4

#### Состав звена

Профессия и разряд рабочих	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>		
	св. 0,15 до 0,4	св. 0,4 до 1	св. 1
Машинист 6 разр.	-	1	1
Машинист 5 разр.	1	-	-
Помощник машиниста 5 разр.	-	-	1

Таблица 5

#### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Глубина забоя, м, Для		Способ разработки грунта											
			с погрузкой в транспортные средства						навымет					
	I, II, III, IV, V, VI	II, III, IV	Группа грунта											
			I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI
0,25	0,8	1,2	4,1 (4,1)	5,3 (5,3)	7,3 (7,3)	-	-	-	3,5 (3,5)	4,5 (4,5)	6,3 (6,3)	-	-	-
0,4	1,2	1,5	2,8 (2,8)	3,7 (3,7)	4,8 (4,8)	-	-	-	2,2 (2,2)	2,9 (2,9)	3,8 (3,8)	-	-	-
0,5			2,5 (2,5)	3 (3)	3,9 (3,9)	5 (5)	6,7 (6,7)	7,7 (7,7)	2,1 (2,1)	2,5 (2,5)	3,1 (3,1)	3,9 (3,9)	5 (5)	6 (6)
0,63 - 0,65			1,9 (1,9)	2,3 (2,3)	3 (3)	3,9 (3,9)	5 (5)	6 (6)	1,6 (1,6)	1,9 (1,9)	2,5 (2,5)	3,1 (3,1)	4,1 (4,1)	5 (5)
1	1,5	2	1,6 (1,6)	1,9 (1,9)	2,5 (2,5)	3,3 (3,3)	4,2 (4,2)	5,1 (5,1)	1,3 (1,3)	1,5 (1,5)	2 (2)	2,5 (2,5)	3,2 (3,2)	3,8 (3,8)
1,25	1,5	2,0	2,2 (1,1)	2,6 (1,3)	3,4 (1,7)	4,8 (2,4)	5,6 (2,8)	6,2 (3,1)	1,74 (0,87)	2 (1)	2,6 (1,3)	3,6 (1,8)	4,4 (2,2)	4,8 (2,4)
1,60			1,66 (0,83)	2 (1)	2,4 (1,2)	3,4 (1,7)	4,2 (2,1)	4,8 (2,4)	1,26 (0,63)	1,58 (0,79)	1,84 (0,92)	2,6 (1,3)	3,2 (1,6)	3,6 (1,8)

Примечание. При глубине забоя менее указанной в табл. 5 Нвр и Расц. умножать на 1,1 ПР-1).



## §Е-2-1-21. Разработка и перемещение грунта скреперами

### А. ПРИЦЕПНЫЕ СКРЕПЕРЫ

*Состав рабочих*

Для скреперов с тракторами Т-100, Т-180 и ДЭТ-250  
Тракторист 6 разр.

Таблица 2

Нормы времени на 100 м<sup>3</sup> грунта

Марка трактора	Вместимость ковша скрепера, м <sup>3</sup>	Расстояние перемещения грунта				№
		До 100 м		Добавлять на каждые следующие 10 м		
		Группа грунта				
		I	II	I	II	
Т-180	10	0,95(0,95)	1,1(1,1)	0,05(0,05)	0,06(0,06)	3
ДЭТ-250	15					4
		а	б	в	г	№

### Б. САМОХОДНЫЕ СКРЕПЕРЫ

*Машинист 6 разр.*

Нормы и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Наименование работ		Вместимость ковша, м <sup>3</sup>		№
		10	10	
		Группа грунта		
		I	II	
Разработка и перемещение грунта на расстояние до 300 м		1,7(1,7)	2(2)	1
Добавлять на каждые 100 м сверх первых 300 м при перемещении по дорогам с покрытиями	Усовершенствованными капитальными	0,14(0,14)	0,15(0,15)	2
	Усовершенствованными облегченными и Переходными	0,21(0,21)	0,23(0,23)	3
	Низшего типа	0,28(0,28)	0,31(0,31)	4
		д	е	№

## §Е2-1-22. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами

Для бульдозеров на тракторах Т-100, Т-130, Т-180

*Машинист 6 разр.*

Марка трактора	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта						
		До 10 м			Добавлять на каждые следующие 10 м			
		Группа грунта						
		I	II	III	I	II	III	
Т-100	ДЗ-19 (Д-494)	0,55 (0,55)	0,68 (0,68)	0,78 (0,78)	0,48 (0,48)	0,54 (0,54)	0,56 (0,56)	2
Т-100	ДЗ-18 (Д-493А)	0,5 (0,5)	0,62 (0,62)	0,7 (0,7)	0,43 (0,43)	0,49 (0,49)	0,51 (0,51)	3
Т-130	ДЗ-28 (Д-275)	0,35 (0,35)	0,41 (0,41)	0,47 (0,47)	0,3 (0,3)	0,33 (0,33)	0,35 (0,35)	5
Т-180	ДЗ-25 (Д-522) Д-9 (Д-275)	0,32 (0,32)	0,38 (0,38)	0,4 (0,4)	0,29 (0,29)	0,3 (0,3)	0,32 (0,32)	6
		а	б	в	г	д	е	№

## §Е2-1-28. Разравнивание грунта бульдозерами при отсыпке насыпей. Указания по применению норм

Нормы рассчитаны на полный объем подвезенного в насыпь грунта. При необходимости перемещения грунта (надвигка грунта в сооружение) эта работа оплачивается отдельно по §Е2-1-22, примечание 3.

Марка трактора	Марка бульдозера	Толщина слоя, м									№
		до 0,3			до 0,6			до 1			
		Группа грунта									
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Т-100	ДЗ-19 (Д-494), ДЗ-8 (Д-271)	0,65 (0,65)	0,84 (0,84)	1,1 (1,1)	0,37 (0,37)	0,47 (0,47)	0,61 (0,61)	0,24 (0,24)	0,3 (0,3)	0,4 (0,4)	1
	ДЗ-53 (Д-686), ДЗ-54С (Д-687С)	0,58 (0,58)	0,75 (0,75)	0,99 (0,99)	0,33 (0,33)	0,43 (0,43)	0,56 (0,56)	0,22 (0,22)	0,27 (0,27)	0,37 (0,37)	2
	ДЗ-17 (Д-492А), Д-259	0,46 (0,46)	0,58 (0,58)	0,77 (0,77)	0,26 (0,26)	0,32 (0,32)	0,43 (0,43)	0,16 (0,16)	0,21 (0,21)	0,28 (0,28)	3
Т-180	ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-9 (Д-275А)	0,42 (0,42)	0,53 (0,53)	0,71 (0,71)	0,24 (0,24)	0,3 (0,3)	0,4 (0,4)	0,15 (0,15)	0,19 (0,19)	0,26 (0,26)	4
	ДЗ-25 (Д-522), Д-290	0,3 (0,3)	0,39 (0,39)	0,51 (0,51)	0,16 (0,16)	0,22 (0,22)	0,28 (0,28)	0,1 (0,1)	0,14 (0,14)	0,18 (0,18)	5
	ДЗ-35С (Д-575С), ДЗ-24А (Д-521А)	0,38 (0,38)	0,48 (0,48)	0,64 (0,64)	0,22 (0,22)	0,27 (0,27)	0,37 (0,37)	0,13 (0,13)	0,17 (0,17)	0,24 (0,24)	6
ДЭТ-250	Д-384, Д-385, ДЗ-34С (Д-572С)	0,27 (0,27)	0,34 (0,34)	0,45 (0,45)	0,14 (0,14)	0,19 (0,19)	0,25 (0,25)	0,09 (0,09)	0,12 (0,12)	0,16 (0,16)	7
		а	б	в	г	д	е	ж	з	и	№

## §Е2-1-29. Уплотнение грунта прицепными катками

### Техническая характеристика катков

Таблица 2

Показатель	Единица измерения	Марка катков	
		Д-39А (Д-703)	ДУ-16В (Д-551В)
Тип катков	-	На пневматических шинах	На пневматических шинах, секционный, полуприцепной
Ширина уплотняемой полосы	м	2,6	2,6
Толщина уплотняемого слоя	м	До 0,35	0,35
Мощность двигателя	кВт (л.с.)	79 (108)	177 (240)
Масса катка	т	25	25

Прицепной каток ДУ-39А (Д-703)

*Машинист 6 разр.*

## Б. УПЛОТНЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ И ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Таблица 3*

### Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности

Полуприцепной каток ДУ-16В (551В)

*Машинист 6 разр.*

Наименование работ	Длина гона, м			
	до 100	до 200	св. 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,2 (1,2)	1 (1)	0,93 (0,93)	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,22 (0,22)	0,17 (0,17)	0,15 (0,15)	2
	а	б	в	№

*Таблица 4*

### Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности

Прицепной каток Д-39А (Д-703)

*Машинист 6 разр.*

Наименование работ	Длина гона, м			
	до 100	до 200	до 300	
Уплотнение насыпного грунта при четырех проходах по одному следу	1 (1)	0,92 (0,92)	0,88 (0,88)	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,17 (0,17)	0,14 (0,14)	0,13 (0,13)	2
	а	б	в	№

### §Е2-1-31. Уплотнение грунта самоходными катками

Таблица 1

Показатель	Единица измерения	Марка катков	
		Д-31А (Д-627)	ДУ-29 (Д-624)
Тип катка	-	Самоходный на пневматических шинах	
Ширина уплотняемой полосы	м	1,9	2,22
Толщина уплотняемого слоя	м	До 0,35	До 0,4
Мощность двигателя	кВт (л.с.)	66 (90)	96 (130)
Масса катка	т	16	30

Самоходный каток ДУ-31А (Д-627А)

Машинист 6 разр.

### Б. УПЛОТНЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ И ПОВЕРХНОСТЕЙ

Таблица 3

#### Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона, м			
	до 100	до 200	св. 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,3 (1,3)	0,92 (0,92)	0,79 (0,79)	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,24 (0,24)	0,16 (0,16)	0,13 (0,13)	2
	а	б	в	№

Самоходный каток ДУ-29А (Д-624)  
 Машинист 6 разр.

**Б. УПЛОТНЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ И ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Таблица 5

**Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности**

Наименование работ	Длина гона, м			
	до 100	до 200	св. 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,1 (1,1)	0,79 (0,79)	0,68 (0,68)	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,21 (0,21)	0,14 (0,14)	0,11 (0,11)	2
	а	б	в	№

**§Е2-1-32. Уплотнение грунта виброкатком**

Техническая характеристика вибрационного катка Д-480

Показатель	Единица измерения	Значение показателя
Тип катка	-	Прицепной виброкаток с самостоятельным двигателем для привода вибратора
Ширина уплотняемой полосы	м	1,4
Толщина уплотняемого слоя	м	0,5 - 0,6
Марка трактора		ДТ-75
Мощность двигателя трактора	кВт (л.с.)	55 (75)
Масса катка	т	3

**Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> уплотненного слоя грунта за 1 проход**

Марка трактора	Толщина уплотняемого слоя, м			
	до 0,3	до 0,4	до 0,5	до 0,6
ДТ-75	0,16 (0,16)	0,11 (0,11)	0,09 (0,09)	0,07 (0,07)
	а	б	в	г

## §Е2-1-34. Засыпка траншей и котлованов бульдозерами

### *Состав рабочих*

Для бульдозеров на тракторе Т-74 *Машинист 5 разр.*

Для бульдозеров на тракторе Т-100 *Машинист 6 разр.*

### **Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта**

Марка трактора	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта						№
		до 10 м			Добавлять на каждые следующие 10 м			
		Группа грунта						
		І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	
Т-74	ДЗ-29 (Д-535)	0,66 (0,66)	0,77 (0,77)	0,9 (0,9)	0,37 (0,37)	0,38 (0,38)	0,39 (0,39)	1
Т-100	ДЗ-8 (Д-271А)	0,35 (0,35)	0,43 (0,43)	0,49 (0,49)	0,18 (0,18)	0,19 (0,19)	0,2 (0,2)	2
	Д-259, ДЗ-18 (Д-493А)	0,31 (0,31)	0,38 (0,38)	0,43 (0,43)	0,16 (0,16)	0,17 (0,17)	0,18 (0,18)	3
	ДЗ-9, (Д-275А)	0,25 (0,25)	0,28 (0,28)	0,32 (0,32)	0,11 (0,11)	0,12 (0,12)	0,13 (0,13)	4
		а	б	в	г	д	е	№

## §Е2-1-35. Предварительная планировка площадей бульдозерами

### **Указания по применению норм**

Нормами данного параграфа предусмотрено, что при предварительной (грубой) планировке срезка излишков грунта и засыпка впадин производится «на глаз», в результате чего создается относительно ровная поверхность без заданных отметок.

Нормы составлены на планировку поверхности за один проход бульдозера. Число проходов бульдозера по одному следу определяется производственным заданием.

### *Состав рабочих*

Для бульдозеров на тракторах Т-74, ДТ-75 *Машинист 5 разр.*

Для бульдозеров на тракторах Т-100, Т-130, Т-180 и ДЭТ-250 *Машинист 6 разр.*

### **Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> спланированной поверхности за 1 проход бульдозера**

Марка трактора	Марка бульдозера	Способ работы		№
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях	
Т-74, ДТ-75	ДЗ-29(Д-535), ДЗ-42(Д-606)	0,41 (0,41)	0,22 (0,22)	1
Т-100	ДЗ-8(Д-271А), ДЗ-19(Д-494)	0,29 (0,29)	0,19 (0,19)	2
	Д-259, ДЗ-17 (Д-492А), ДЗ-18 (Д-493А)	0,21 (0,21)	0,14 (0,14)	3
Т-130	ДЗ-28(Д-533), ДЗ-24(Д-521)	0,2 (0,2)	0,14 (0,14)	4
Т-180	ДЗ-35С (Д-575С), ДЗ-24А (Д-521А)	0,18 (0,18)	0,13 (0,13)	5
	ДЗ-25 (Д-522)	0,16 (0,16)	0,11 (0,11)	6
ДЭТ-250	Д-384,Д-385, ДЗ-34С (Д-572С)	0,12 (0,12)	0,08 (0,08)	7
		а	б	

## §Е2-1-36. Окончательная планировка площадей бульдозерами

### Указания по применению норм

Нормами данного параграфа предусмотрено, что в зависимости от характера поверхности грунта окончательная планировка может выполняться как после предварительной планировки, так и без нее, после закрепления нивелировочных отметок.

Нормы составлены на планировку поверхности за один проход бульдозера. Число проходов бульдозера по одному следу определяется производственным заданием.

#### *Состав рабочих*

Для бульдозеров на тракторах Т-74, ДТ-75 *Машинист 5 разр.*

Для бульдозеров на тракторах Т-100, Т-130, Т-180 и ДЭТ-250 *Машинист 6 разр*

**Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> спланированной поверхности за 1 проход бульдозера**



Марка трактора	Марка бульдозера	Способ работы		
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях	
Т-74, ДТ-75	ДЗ-29(Д-535), ДЗ-42(Д-606)	0,49 (0,49)	0,35 (0,35)	1
Т-100	ДЗ-8(Д-271А), ДЗ-19(Д-494)	0,38 (0,38)	0,33 (0,33)	2
	Д-259, ДЗ-17(Д-492А), ДЗ-18(Д-493А)	0,28 (0,28)	0,24 (0,24)	3
Т-130	ДЗ-28(Д-533), ДЗ-24(Д-521)	0,27 (0,27)	0,24 (0,24)	4
Т-180	ДЗ-35С(Д-575С), ДЗ-24А(Д-521А)	0,23 (0,23)	0,19 (0,19)	5
	ДЗ-25(Д-522)	0,2 (0,2)	0,17 (0,17)	6
ДЭТ-250	Д-384,Д-385, ДЗ-34С(Д-572С)	0,16 (0,16)	0,15 (0,15)	7
		а	б	№

## §Е2-1-40. Планировка откосов бульдозерами, оборудованными откосниками

### Указания по применению норм

Нормами данного параграфа предусмотрена планировка откосов цепным откосником, установленным по проектной крутизне откоса, путем последовательных проходов по откосу за 3 – 4 прохода. Толщина срезаемого слоя за один проход до 10 см.

При планировке откосов, ширина которых превышает длину захвата откосника, машинист бульдозера, спланировав верхнюю часть откоса, переезжает вниз. Откосник устанавливается в положение для планировки нижней части откоса.

*Машинист 6 разр*

### Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> спланированной поверхности откоса

Способ планировки	Ширина откоса, м	Марка трактора		
		Т-100	Т-180	
при рабочем ходе в двух направлениях	2	0,87 (0,87)	0,59 (0,59)	1
	3	0,58 (0,58)	0,39 (0,39)	2
	4,5	0,39 (0,39)	0,26 (0,26)	3
	6,5	0,27 (0,27)	0,18 (0,18)	4
при рабочем ходе в одном направлении	2	1,4 (1,4)	1 (1)	5
	3	0,89 (0,89)	0,67 (0,67)	6
	4,5	0,6 (0,6)	0,45 (0,45)	7
	6,5	0,41 (0,41)	0,31 (0,31)	8
		а	б	№

## РУЧНЫЕ ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

### §Е2-1-47. Разработка немерзлого грунта в котлованах и траншеях

#### Состав работы

При разрыхлении грунта вручную.

1. Разрыхление грунта вручную.
2. Выбрасывание грунта на бровку (уступ или полку при глубине св. 1,5 м) или погрузка грунта на приборы перемещения подъемных машин.
3. Установка, разборка и перестановка полок.
4. Перекидка грунта с уступа или с полки на бровку.
5. Подкидка грунта по дну котлована.
6. Очистка бермы.
7. Зачистка поверхности дна и стенок.

#### *Состав рабочих*

При разработке грунта (табл. 1, 2)  
Разрабатываемого вручную без креплений  
*Землекоп 2 разр. (для грунтов I – III групп)*

#### А. КОПАНИЕ ГРУНТА ПРИ ПОСЛОЙНОЙ РАЗРАБОТКЕ

*Таблица 1*

#### Нормы времени и расценки на 1 м<sup>3</sup> грунта

Условия работы	Глубина разрабатываемого слоя, м	Способ разрыхления грунта вручную			
		Группа грунта			
		I	II	III	
При отсутствии креплений	Св. 1 до 1,5	1	1,5	2,2	1
	Св. 1,5 до 2	1,3	1,9	2,7	2
	Св. 2 до 3	1,7	2,3	3,3	3
	Св. 3 до 4	2,2	2,9	4	4
При наличии креплений	до 1	1,1	1,6	2,4	5
	Св. 1 до 1,5	1,3	1,8	2,8	6
	Св. 1,5 до 2	1,7	2,3	3,4	7
	Св. 2 до 3	2,1	2,9	4,1	8
	Св. 3 до 4	2,8	3,6	5	9
		а	б	в	№

## Б. КОПАНИЕ ГРУНТА НА ВСЮ ГЛУБИНУ РАЗРАБОТКИ

Таблица 2

### Нормы времени и расценки на 1 м<sup>3</sup> грунта

Условия работы	Глубина разрабатываемого слоя, м	Способ разрыхления грунта										
		Пневматическими отбойными молотками					вручную					
		Группа грунта										
		III	IV	IVP	VP	I	II	III	IV	IVP	VP	
При отсутствии креплений	до 1	1,8	2,5	3,4	4,2	0,85	1,3	1,9	2,8	3,8	5,3	1
	Св. 1 до 1,5	1,9	2,6	3,5	4,4	0,9	1,3	2	2,9	3,9	5,5	2
	Св. 1,5 до 2	2,1	2,9	3,6	4,6	1	1,5	2,1	3,1	4	5,7	3
	Св. 2 до 3	2,4	3,3	4	5,2	1,3	1,8	2,6	3,5	4,4	6,2	4
	Св. 3 до 4	2,8	3,8	4,4	5,7	1,5	2	2,9	4	4,8	6,8	5
При наличии креплений	до 1	2,2	3,1	4,3	5,3	1	1,6	2,4	3,5	4,8	6,6	6
	Св. 1 до 1,5	2,3	3,2	4,4	5,5	1,1	1,7	2,5	3,6	4,9	6,9	7
	Св. 1,5 до 2	2,6	3,6	4,5	5,8	1,3	1,8	2,8	3,9	5	7,2	8
	Св. 2 до 3	3	4,1	5	6,5	1,6	2,2	3,2	4,4	5,5	7,8	9
	Св. 3 до 4	3,5	4,7	5,5	7,1	1,9	2,5	3,7	5	6	8,5	10
		а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	№

Таблица 3

Ширина котлована или траншеи при выкидке грунта, м		Группа грунта					
на одну сторону	на две стороны	I	II	III	IV	IV <sub>Р</sub> , V <sub>Р</sub>	
от 2 до 2,5	от 4 до 5	0,12	0,14	0,19	0,25	0,28	1
Св. 2,5 до 3	Св. 5 до 6	0,19	0,23	0,32	0,42	0,47	2
Св. 3 до 3,5	Св. 6 до 7	0,25	0,3	0,41	0,54	0,6	3
Св. 3,5 до 4	Св. 7 до 8	0,29	0,35	0,48	0,63	0,7	4
Св. 4 до 4,5	Св. 8 до 9	0,32	0,39	0,53	0,7	0,78	5
Св. 4,5 до 5	Св. 9 до 10	0,35	0,42	0,58	0,75	0,84	6
Св. 5 до 5,5	Св. 10 до 11	0,42	0,51	0,7	0,91	1	7
Св. 5,5 до 6	Св. 11 до 12	0,48	0,58	0,8	1,1	1,2	8
		а	б	в	г	д	№

Примечание. Доработка грунта вручную в котлованах и траншеях, разработанных экскаваторами, а также зачистка дна котлованов и траншей нормируется по следующим правилам: разработка грунта – по нормам настоящего параграфа для слоя той глубины, на который производится разработка, с умножением Нвр и Расц. на 1,2 (ПР-3); зачистка дна котлованов и траншей нормируется как планировка по §Е2-1-60 строк 2 или 5. Средняя толщина недобора на стенках и дне котлована или траншеи принята до 0,1 м.

## §Е2-1-56. Откидывание грунта

### Указания по применению норм

Нормы предусматривают откидку ранее разрыхленного грунта из отвалов или откидывание ранее выброшенного грунта от бровки при очистке ее. Нормы предусматривают откидывание грунта на расстояние до 3 м по горизонтали или до 1,5 м по вертикали. Расстояние перекидки следует считать как расстояние между центрами масс откидываемого и откинутого грунта.

Откидывание грунта по горизонтали свыше 3 м или по вертикали свыше 1,5 м производится несколькими последовательными перекидками, число которых определяется делением расстояния перекидки по горизонтали на 3 или расстояния перекидки по вертикали на 1,5 с точностью до 0,1 с округлением до целой перекидки.

При одновременной перекидки по горизонтали и по вертикали расстояние перекидки по вертикали для определения числа перекидок приводится к условному расстоянию по горизонтали из расчета, что каждый 1 м вертикали соответствует 2 м по горизонтали.

Пример: при одновременной перекидке по горизонтали на расстояние 8 м и по вертикали на 2,5 м число перекидок составит  $(8+2,5 \times 2)/3=4,3 \approx 5$ .

При одновременной перекидке по горизонтали на 3,5 м и по вертикали на 0,8 м приведенное расстояние перекидки по горизонтали составит:  $5,1/3=1,7 \approx 2$ .

## НЕМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

Таблица 1

### Нормы времени и расценки на 1 м<sup>3</sup> грунта

Группа грунта		
I	II	III
0,58	0,7	0,96
а	б	в

## МЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

Таблица 2

### Нормы времени и расценки на 1 м<sup>3</sup> грунта

Группа грунта			
Im	IIм	IIIм	IVм
0,98	1,1	1,5	1,8
а	б	в	г

### §E2-1-57. Прием и разравнивание грунта на отвале при выгрузке его из автомобилей-самосвалов

## НЕМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

Таблица 1

### Нормы времени и расценки на измерители, указанные в таблице

Наименование работы	Измеритель	Группа грунта						
		I	II	III	IV	IV <sub>P</sub> -V <sub>P</sub>	V и выше	
Прием грунта, погруженного в забое, и разравнивание его в отвале	1 м <sup>3</sup> грунта по обмеру в состоянии естественной плотности	0,07	0,09	0,11	0,14	0,16	0,17	1
Прием грунта, погруженного из штабелей и	1 м <sup>3</sup> грунта по обмеру в рыхлом	0,06	0,07	0,09	0,11	0,12	0,13	2

## МЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

Таблица 2

### Нормы времени и расценки на измерители, указанные в таблице

Наименование работы	Измеритель	Группа грунта				
		Iм	IIм	IIIм	IVм	
Прием грунта, погруженного в забое, и разравнивание его в отвале	1 м <sup>3</sup> грунта по обмеру в состоянии естественной плотности	0,11	0,14	0,16	0,18	1
Прием грунта, погруженного из штабелей и отвалов, и разравнивание его в отвале	1 м <sup>3</sup> грунта по обмеру в рыхлом состоянии	0,09	0,11	0,12	0,14	2
		а	б	в	г	№

## §Е2-1-58. Засыпка грунтом траншей, пазух котлованов и ям

### Указания по применению норм

Нормы предусматривают засыпку траншей, пазух котлованов и ям ранее выброшенным грунтом, расположенным от бровки в пределах одной перекидки.

Засыпка производится слоями с разбивкой комьев грунта. Толщина слоя зависит от необходимой (заданной) степени уплотнения грунта, которое достигается трамбованием его. Для лучшего уплотнения грунт поливают водой.

### Состав работ

При немерзлом грунте

1. Засыпка ранее выброшенным грунтом с разбивкой комьев. 2. Трамбование грунта ручной трамбовкой. 3. Поливка водой при необходимости.

### Состав звена

Землекоп 2 разр. - 1

Землекоп 1 разр. - 1

### НЕМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

Таблица 2

**Нормы времени и расценки на 1 м<sup>3</sup> грунта по обмеру в засыпке**

Наименование работы	Толщина трамбуемого слоя, м	Группа грунта				
		I	II	III	IV	
Засыпка грунтом с трамбованием	До 0,1	0,87	0,97	1,2	1,5	1
	Св. 0,1 до 0,2	0,79	0,86	1,1	1,3	2
	Св. 0,2 до 0,3	0,73	0,81	1	1,2	3
Засыпка грунтом без трамбования		0,5	0,57	0,75	0,97	4
		а	б	в	г	№

## §Е2-1-59. Трамбование грунта

Таблица 1

### Техническая характеристика электротрамбовок

Наименование показателя	Единица измерения	Марка электротрамбовок	
		ИЭ-4505	ИЭ-4502
Глубина уплотнения (за 2 прохода)	см	20	40
Диаметр трамбуемого башмака	мм	200	-
Размеры трамбуемого башмака	мм	-	350×450
Характеристика электродвигателя:			
Мощность	кВт (л.с.)	0,6 (0,8)	0,4 (0,5)
Напряжение	В	222	220
Частота тока	Гц	50	50
Частота ударов	Гц	6,3	9,3
Габариты	мм	255×440×785	970×475×960
Масса	кг	27	81,5

### Указания по применению норм

Нормы настоящего параграфа предусматривают применение трамбовок марок ИЭ-4505 и ИЭ-4502, а также ручных трамбовок.

Трамбование грунта производят слоями, начиная с краев трамбуемой площади с последующим приближением к ее середине.

Каждым последующим ударом трамбовки должна захватываться часть уже уплотненной площади.

*Состав звена*

Для электрического типа трамбовки

*Землекоп 3 разр. – 1*

Таблица 3

## Нормы времени и расценки на 100 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности (слоя)

Трамбование		Группа грунта		
		I, II	III, IV	
Электрической трамбовкой с башмаками	круглым	2,3	2,8	1
	квадратным	1,9	2,2	2
		а	б	№

Примечание. При трамбовании грунта на откосах круче 1:4 и в местах, стесненных распорками, Н<sub>вр</sub> и Расц. умножать на 1,2 (ПР-1).

### §Е2-1-60. Планировка площадей, откосов и верха полотна насыпей и выемок

#### Указания по применению норм

Нормами предусмотрена планировка поверхностей по данным визирочных отметок со срезкой неровностей толщиной до 0,1 м.

#### Состав работ

При зачистке готовой поверхности площадей по рейке.

1. Зачистка готовой поверхности по рейке.
2. Разравнивание грунта.

#### Состав рабочих

При планировке по рейке

*Землекоп 3 разр.*

Наименование работы		Грунт	Группа грунта				
			I	II	III	IV	
Планировка по рейке	откосов выемок	Естественной плотности	8,4	12,5	21	28	1
	площадей и верха земляного полотна		13,5	16,5	23	30	2
	откосов и верха насыпей	Насыпной	6,7	8,4	10	12	3
	а		б	в	г	№	



## §Е1-1. Погрузка материалов погрузчиками на гусеничном и пневматическом ходу

### Техническая характеристика

Таблица 1

Марка погрузчиков	Вместимость ковша, м <sup>3</sup> (для одноковшовых), дм <sup>3</sup> (для многоковшовых)	Грузоподъемность ковша, т	Число ковшей	Скорость ковшей цепи при номинальных оборотах двигателя, м/сек	Производительность (техническая), м <sup>3</sup> /час	Наиб. высота погрузки (разгрузки), м
Одноковшовые ТО-6А	1	2	-	-	-	2,76
ТО-18, ТО-18А	1,5	3	-	-	-	2,75
Многоковшовые ТМ-1А	30	-	20	0,76	160	3,5

Таблица 2

### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup>

Вид погрузчика	Вместимость ковша, м <sup>3</sup> (для одноковшовых), дм <sup>3</sup> (для многоковшовых)	Материалы			Добавлять для одноковшовых погрузчиков на каждые 10 м перемещения сверх первых 10 м для всех видов материалов
		шлак, каменная мелочь, сухой песок, сухие разрыхленные грунты	щебень, гравий, глинистые и песчаные грунты естественной влажности	глина и глинистые грунты в мокром состоянии	
Одноковшовые	1	2,7	3,4	4,1	0,98
	1,5	2,2	3	3,6	0,9
		а	б	в	Г

## §Е1-2. Погрузка, выгрузка и штабелирование материалов (грузов) погрузчиками автомобильными

Таблица 1

Техническая характеристика автопогрузчиков 4045, 4045М, 4045МЛ	
Грузоподъемность на вилах, т	5,00
Наибольшая высота подъема вилочного подхвата или ковша, м	4,00
Наибольшая высота подъема крюка, м	5,15
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,57
Наибольшая скорость перемещения с грузом, км/час	15,00
Наибольшая скорость перемещения без груза, км/час	25,00
Скорость подъема груза на вилах, крюке и ковше, м/мин	10,00

### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup>

Расстояние перемещения погрузчика автомобильного	Н <sub>вр</sub>	Расц.	№
До 10 м	6	4-74	1
Добавлять на каждые следующие 10 м	1	0-79	2

### §Е1-3. Погрузка в транспортные средства сыпучих материалов (песка, щебня, гравийной смеси, шлака) экскаваторами одноковшовыми, оборудованными прямой и обратной лопатами

Таблица 1

Состав звена	Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>		
	0,25;0,4	0,5; 0,65	1; 1,25
Машинист экскаватора одноковшового 5 разр.	-	1	1
Машинист экскаватора одноковшового 4 разр.	1	-	-
Помощник машинист экскаватора одноковшового 4 разр.	-	-	1

Таблица 2

### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup>

Емкость ковша, м <sup>3</sup>	Н <sub>вр</sub>	Расц.	№
0,4	2,7 (2,7)	2-13	1
0,5	2,5 (2,5)	2-28	2
0,65	1,8 (1,8)	1-64	3
1	2 (1)	1-70	4
1,25	1,4 (0,7)	1-19	5

### §Е4-1-1. Установка фундаментных блоков или плит

Нормами предусмотрена установка ленточных или отдельно стоящих фундаментных блоков или плит на постель из готового цементного раствора или на готовую гравийную (песчаную) подготовку с проверкой отметок основания по визиркам.

Состав звена

Профессия и разряд рабочих	Фундаментные блоки или плиты массой до 8 т	Фундаментные блоки или плиты массой св. 8 т
Монтажник Конструкций 5 разр.	-	1
То же , 4 разр.	1	1
» 3 разр.	1	1
» 2 разр.	1	-
Машинист крана 6 разр.	1	1

Таблица 2

Нормы времени на 1 элемент

Фундамент	Вид блоков	Масса блоков	Н <sub>вр</sub>		
			Монтажников конструкций	Машиниста	
Под колонны (рис. 2): а) цельный		1,5	0,96	0,32	5
		2,5	1,3	0,43	6
		3,5	1,6	0,53	7
		5	2	0,67	8
		7,5	2,6	0,87	9
		10	3	1	10
б) стакан		1	0,87	0,29	11
		3	1,1	0,37	12
			а	б	№
в) составной из отдельных элементов					

Примечание. При укладке составных фундаментов из трапецидальных блоков, плиты и стакана (рис. 2, в) под колонны Н<sub>вр</sub> Строк 1–4, 11–12 умножать на 1,15 (ПР-1).

## Исходные данные для задания на проектирование

1		Значение		4		Значение	
Шаг фундаментов, м				Материал дорожного покрытия			
		1	12,0			1	Асфальт
		2	15,0			2	Бетон
		3	18,0			3	Ж/б плиты
		4	14,0			4	Щебень-гравий
						5	Бульжник
						6	Грунт
2		3		5			
Пролет, м		Расстояние до отвала грунта, км					
1	12	1	7,0	Вид грунта	1	Глина: жирная мягкая без примесей	
		2	8,0		2	с примесью	
		3	9,0		3	с тяжелой ломовая	
2	15	4	1,0		4	Песок	
		5	1,1		5	Суглинок легкий	
		6	1,2		6	Суглинок тяжелый	
3	18	7	1,3		7	Супесь без примесей	
		8	1,4		8	Супесь с примесью	
4	9	9	1,5				
6					7		Значение
Размеры фундамента в плане, мм					Отметка ( $H_1, H_2$ ), м		
	$A$	$B$	$a$	$b$	1	0,2; 1,6	
1	3200	2200	1650	1050	2	0,3; 1,8	
2	3000	2200	1650	1050	3	0,2; 2,0	
3	2800	2000	1550	950	4	0,2; 2,4	
4	2600	1900	1400	950	5	0,3; 2,6	
5	2500	1600	1550	950	6	0,1; 2,8	
6	2400	1450	1400	950	7	0,2; 3,0	
7	2200	1450	1200	950	8	0,3; 2,3	
8	2100	1550	1100	950	9	0,2; 2,9	
9	2000	1500	1000	950			
8	Число шагов			9	Число пролетов		
	Цифра шифра		Значение		Цифра шифра		Значение
	1		3		1		9
	2		4		2		8
	3		5		3		7
	4		6		4		6
	5		7		5		5
	6		8		6		4
7		9	7		3		

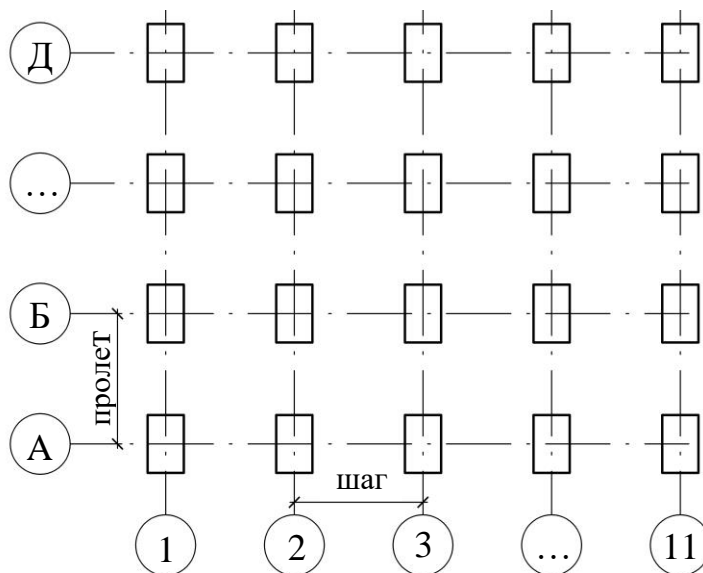
## ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выдано студенту: \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_

Задание выдал преподаватель \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания: \_\_\_\_\_ Вариант \_\_\_\_\_

### Исходные данные Схематический план фундаментов здания



Количество шагов \_\_\_\_\_

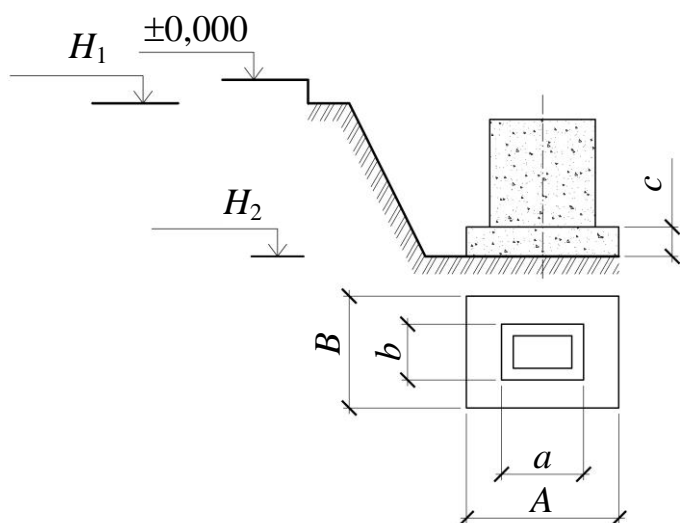
Количество пролетов \_\_\_\_\_

Шаг \_\_\_\_\_ м, пролет \_\_\_\_\_ м

Расстояние от места строительства до отвала, карьера \_\_\_\_\_ км

Начало строительства \_\_\_\_\_ (принять самостоятельно)

### Конструкция фундамента



Вид грунта

- растительного \_\_\_\_\_

- основного слоя \_\_\_\_\_

Размеры фундамента (мм)

$A = \underline{\hspace{2cm}}$   $a = \underline{\hspace{2cm}}$

$B = \underline{\hspace{2cm}}$   $b = \underline{\hspace{2cm}}$

$c = \underline{\hspace{2cm}}$

Относительные отметки

$H_1 = \underline{\hspace{2cm}}$

$H_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

**Таблица выбора шифра задания по варианту**

вариант	шифр	вариант	шифр	вариант	шифр
01	1 1 1 1 1 1 1 1 1	35	3 2 3 1 4 6 7 1 1	69	3 2 4 4 4 4 4 1 2
02	1 2 2 2 2 2 2 1 2	36	2 3 2 3 5 5 6 2 2	70	1 3 5 5 2 5 5 1 3
03	1 2 3 4 3 5 6 1 3	37	1 2 4 6 3 1 5 3 3	71	4 1 7 1 5 8 1 2 1
04	4 2 4 5 2 6 7 2 1	38	4 4 9 5 4 3 4 2 4	72	2 4 3 6 1 7 9 2 2
05	1 1 5 6 3 7 8 2 2	39	3 1 3 3 7 3 3 2 5	73	3 2 9 3 4 3 2 4 3
06	1 2 6 6 4 8 9 2 3	40	2 1 4 4 4 4 9 2 6	74	1 1 4 3 3 5 2 5 4
07	4 3 7 3 2 9 9 2 4	41	1 3 5 5 7 5 5 1 3	75	3 3 5 5 2 5 5 6 5
08	2 3 3 4 4 6 7 2 5	42	3 2 6 6 2 6 6 1 4	76	4 2 8 4 3 9 9 2 6
09	2 3 1 3 7 6 6 3 7	43	2 4 7 5 3 7 7 1 5	77	2 4 5 6 7 6 7 3 2
10	3 4 3 4 6 8 8 3 6	44	3 2 9 6 2 9 9 3 6	78	1 1 5 2 2 6 8 3 3
11	2 4 3 3 3 3 3 3 5	45	3 1 3 1 3 1 3 3 4	79	2 2 3 6 1 8 2 3 4
12	3 4 4 4 8 4 4 3 4	46	3 1 5 6 8 8 9 3 2	80	4 3 6 3 2 7 3 7 5
13	3 2 5 5 3 5 5 3 3	47	4 2 7 2 3 8 7 3 1	81	3 1 2 2 2 7 4 1 6
14	4 2 6 6 7 6 6 4 2	48	3 2 1 3 4 5 8 4 2	82	2 7 5 6 2 6 6 2 4
15	2 2 7 3 4 7 7 4 3	49	1 3 8 5 8 2 1 4 3	83	3 1 9 6 4 2 5 4 1
16	3 3 8 2 8 8 8 4 4	50	2 2 5 2 4 7 3 7 4	84	1 2 5 3 8 5 3 4 2
17	1 2 9 6 4 9 9 4 5	51	1 1 7 6 3 6 8 7 5	85	2 3 6 3 2 7 5 4 7
18	4 2 1 2 5 2 1 4 6	52	2 4 9 3 2 2 6 7 6	86	1 2 8 6 6 5 6 4 4
19	3 4 3 6 3 1 3 5 2	53	4 2 5 5 3 5 5 5 2	87	2 1 7 5 3 7 8 3 5
20	1 4 9 3 4 1 4 5 3	54	3 1 4 4 8 4 4 5 3	88	4 4 2 2 7 3 4 4 6
21	1 1 5 1 8 1 5 5 4	55	2 5 6 6 2 6 6 5 4	89	1 2 2 4 4 5 5 5 2
22	1 1 6 1 2 1 6 5 5	56	3 4 7 2 4 7 7 6 5	90	3 2 3 3 5 6 8 5 3
23	4 2 7 1 3 1 7 5 6	57	1 1 8 3 8 8 8 7 6	91	2 3 4 6 3 8 1 5 4
24	1 3 8 1 7 1 8 6 3	58	2 2 9 2 4 9 9 1 7	92	1 4 6 6 3 6 6 5 5
25	2 2 2 2 6 2 2 6 4	59	3 3 5 5 4 2 3 6 3	93	2 2 7 3 2 7 7 6 6
26	2 1 2 1 2 1 2 6 5	60	4 2 5 6 3 2 1 6 4	94	3 1 5 2 7 7 1 6 3
27	3 2 4 2 4 2 4 6 6	61	3 4 9 4 2 6 5 6 5	95	4 3 3 4 8 9 6 6 7
28	4 2 2 6 2 6 2 6 7	62	1 1 6 3 3 6 7 2 6	96	2 1 9 5 3 4 7 6 5
29	2 1 5 6 6 7 8 7 7	63	2 3 1 6 7 8 8 3 7	97	2 4 5 5 4 6 9 6 6
30	3 2 5 5 2 5 5 7 6	64	3 2 3 3 3 2 2 7 7	98	2 1 2 3 6 2 3 6 7
31	3 1 4 6 4 6 7 7 5	65	4 4 4 5 4 2 4 7 6	99	4 2 3 5 2 3 5 7 4
32	1 2 6 4 8 9 2 3 1	66	2 2 7 2 7 8 9 7 5	00	3 3 9 2 3 4 6 7 5
33	3 1 5 6 3 2 4 4 4	67	3 3 3 2 2 9 1 7 4		
34	2 1 1 5 7 4 7 5 5	68	2 2 8 3 5 9 4 1 1		

## Список литературы

1. *Технологические процессы в строительстве: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования* / А. Ф. Юдина, В. В. Верстов, Г. М. Бадьин. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 304 с.
2. *СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01–87* / Минрегион России. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 145 с.
3. *СП 48.13330.2011. Организация строительного производства. Актуализированная редакция СНиП 12-04-2001* / Минрегион России. – М.: ОАО ЦПП, 2010. – 21 с.
4. *СП 86.13330.2012. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП III-42-80\** / Минрегион России. – М.: ОАО ЦПП, 2013. – 58 с.
5. *СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87* / Минрегион России. – М.: ОАО ЦПП, 2012. – 289 с.
6. *СНиП 12 -03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования* / Госстрой России – М., 2001. – 48 с.
7. *СНиП 12 -04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство* / Госстрой России – М., 2003. – 35 с.
8. *ГОСТ Р 21.1101-2009. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации* / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2010. – 54 с.

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>1. Исходные данные</b> .....	4
<b>2. Расчет объемов земляных работ</b> .....	6
2.1. Определение типа и параметров земляного сооружения.....	6
2.1. Расчет объема земляных работ.....	7
<b>3. Выбор комплекта машин для экскавации грунта</b> .....	14
3.1. Общие сведения о технических характеристиках и параметрах зем- леройных машин.....	14
3.2. Выбор одноковшового экскаватора.....	16
3.3. Расчет забоя одноковшового экскаватора «обратная лопата».....	20
3.4. Расчет забоя одноковшового экскаватора «драглайн».....	27
3.5. Расчет забоя одноковшового экскаватора «прямая лопата».....	30
3.6. Расчет производительность экскаватора.....	34
3.7. Выбор автосамосвала.....	37
3.8. Разработка грунта растительного слоя.....	40
3.9. Выбор монтажного крана.....	44
<b>4. Организация и календарное планирование строительства</b> .....	49
4.1. Общие положения.....	49
4.2. Календарный график в технологической карте на выполнения работ нулевого цикла.....	50
4.3. Календарное планирование.....	52
4.4. Методы организации работ.....	55
<b>5. Контроль качества земляных работ</b> .....	58
Приложение 1.....	63
Приложение 2.....	69
Приложение 3.....	94
Приложение 4.....	125
Список литературы.....	127



Учебное издание

**Карпов** Владилен Васильевич  
**Копанская** Людмила Дмитриевна  
**Тишкин** Дмитрий Дмитриевич  
**Хорошенькая** Елена Владимировна  
**Салчак** Айдыс Дондукович

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА  
ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

Учебное пособие

Редактор А. В. Афанасьева  
Корректор А. Г. Лавров  
Компьютерная верстка И. А. Яблоковой

Подписано к печати . Формат 60×84 1/16. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. . Тираж 500 экз. Заказ . «С» .

Санкт-Петербургский государственный архитектурно строительный университет.  
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 5.