



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра технологии
и организации строительного производства

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

Методические указания к практическим занятиям
для обучающихся по направлению подготовки
08.05.01 Строительство

Составители:

А.А. Лapidус, А.С. Комиссарова, Е.М. Пугач

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2018

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2018

СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 624.131.1

ББК 38.623

Т38

Рецензент — кандидат технических наук, доцент *В.И. Бродский*,
доцент кафедры технологии и организации строительного производства НИУ МГСУ

Т38 **Технологическая карта на земляные работы** [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для обучающихся по направлению подготовки 08.05.01 Строительство / сост. : А.А. Лапидус, А.С. Комиссарова, Е.М. Пугач ; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т, каф. технологии и организации строительного производства. — Электрон. дан. и прогр. (2,9 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2018. — Режим доступа: http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21CO M=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS. — Загл. с титул. экрана.

В методических указаниях рассмотрен процесс выполнения отдельных производственных процессов с применением эффективных строительных материалов и конструкций, современных технических средств, прогрессивной организации труда рабочих.

Для обучающихся по направлению подготовки 08.05.01 Строительство.

Учебное электронное издание

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2018

Редактор *Н.А. Котова*
Корректор *Л.В. Себова*
Верстка и дизайн титульного экрана *Д.Л. Разумного*

Для создания электронного издания использовано:
Microsoft Word 2007, ПО Adobe Acrobat Pro

Подписано к использованию 20.11.2018 г. Объем данных 2,9 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет».
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ–МГСУ.
Тел.: (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

Оглавление

1. Цели и задачи практических занятий.....	5
2. Общие указания к оформлению пояснительной записки	5
2.1. Исходные данные для технологического проектирования.....	6
2.2. Определение объемов земляных работ	6
2.2.1. Объемы планировочных работ	6
2.2.2. Контуры, размеры и геометрический объем котлована	11
2.2.3. Сводный баланс грунта	14
2.2.4. Распределение грунта в котловане	16
2.2.5. Распределение земляных масс на площадке, составление картограммы перемещения земляных масс.....	18
2.2.6. Определение средней дальности перемещения грунта.....	19
2.3. Назначение комплекта машин.....	22
2.3.1. Машины для вертикальной планировки строительной площадки	22
2.3.2. Машины для разработки грунта в котловане	27
2.4. Технологическая карта на земляные работы	29
2.4.1. Область применения.....	30
2.4.2. Технология и организация производства работ	30
2.4.3. Требования к качеству и приемке работ	32
2.4.4. Потребность в материальных и технических ресурсах	32
2.4.5. Калькуляция затрат труда и машинного времени	33
2.4.6. График производства работ.....	33
2.4.7. Охрана труда и требования к безопасности	34
2.4.8. Техничко-экономические показатели.....	35
3. Общие указания к оформлению графической части	36
Список рекомендуемой литературы.....	37
Приложения	38

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Цель практических занятий — освоение теоретических основ методов выполнения отдельных производственных процессов с применением эффективных строительных материалов и конструкций, современных технических средств, прогрессивной организации труда рабочих.

Работа выполняется обучающимся в процессе аудиторных занятий (в часы, отведенные для практических занятий), самостоятельной работы и индивидуальных консультаций с преподавателем. Она предусматривает разработку технологической карты строительного процесса и предназначена для закрепления учебного материала, излагаемого на лекциях.

Практические занятия способствуют развитию у обучающихся знаний строительных процессов, методики выбора и документирования технологических решений, современных технологий в области строительного производства, умений осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины и требований безопасности, выполнять поиск оптимальных решений поставленных задач с применением научного подхода, навыков организации рабочих мест.

Задания для практических занятий выдаются преподавателем, проводящим лекционные занятия, или преподавателем, ведущим практические занятия, индивидуально каждому обучающемуся.

Последовательность работы на практических занятиях:

- изучение учебного материала по конкретной теме работы конспекта лекций, учебника, учебному пособию, методическим указаниям и нормативной литературе;
- решение технических задач в эскизных вариантах;
- корректировка решений и исправление ошибок (если они имеются) в соответствии с указаниями преподавателя в период консультаций;
- оформление технологической карты в виде пояснительной записки, содержащей расчеты, указания, и графической части.

2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Технологическая карта оформляется от руки или в виде компьютерного набора на листах формата А4 (пояснительная записка). Оглавление разделов составляется с указанием номеров страниц пояснительной записки.

Оформление титульного листа производится обучающимся по форме, указанной в прил. 1 методических указаний.

2.1. Исходные данные для технологического проектирования

Обучающийся получает индивидуальное задание на технологическое проектирование, в котором обозначены план и разрез подземной части здания, номер привязки объекта к сетке координат и размеры строительной площадки, наименование грунта, толщины и материальный состав подсыпки и бетонной подготовки.

После ознакомления с заданием обучающийся вычерчивает план строительной площадки с разбивкой на квадраты со сторонами 100×100 м на миллиметровой бумаге формата А3 в масштабе 1:2000. Также на плане обозначают горизонтали, нанесенные на рельеф площадки через 1 м по высоте, и выносят контуры котлована под сооружение.

2.2. Определение объемов земляных работ

Для устранения неровностей естественного рельефа местности и придания ей заданных уклонов производят планировку площадки.

В состав земляных работ входят: срезка растительного слоя грунта; разработка выемок; отсыпка насыпей; перемещение грунта из участков выемки в насыпь; вывоз избыточного грунта за пределы строительной площадки; доставка недостающего грунта на площадку; разравнивание и распределение перемещенного грунта; уплотнение грунта; разработка котлована; подготовка дна котлована; устройство и уплотнение подсыпки; обратная засыпка пазух котлована.

Вертикальную планировку площадки проводят под заданную отметку или под отметку, определяемую из условия нулевого баланса земляных масс, при котором объемы грунта выемок и насыпей практически равны.

2.2.1. Объемы планировочных работ

Объемы планировочных работ устанавливаются по методу квадратов: площадка разбивается сеткой квадратов со стороной от 20 до 100 м. Количество горизонталей, проходящих через квадрат, должно быть не более двух.

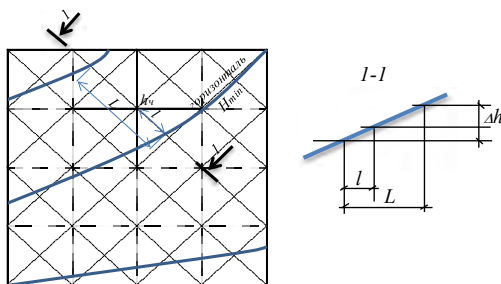


Рис. 1. Схема определения черной отметки

Черные отметки вершин квадратов (отметки естественного рельефа местности) находят методом интерполяции с точностью до второго знака. Для этого между сложными горизонталями через вершину квадрата по кратчайшему расстоянию (перпендикулярно) проводится прямая линия (рис. 1). По принятому масштабу строительной площадки на перпендикуляре устанавливают расстояние между горизонталью и вершиной квадрата. Зная превышение смежных горизонталей, черную отметку вершины находят по формуле:

$$H_{\text{ч}} = H_{\text{min}} + \left(\frac{\Delta h \cdot l}{L} \right),$$

где H_{min} — отметка меньшей горизонтали, м; Δh — шаг горизонталей, м; l — расстояние от смежной горизонтали с наименьшей отметкой до вершины квадрата, м; L — минимальное расстояние между горизонталями по перпендикуляру, м.

Среднепланировочная отметка (при соблюдении нулевого баланса земляных масс и использовании метода квадратных призм):

$$H_{\text{ср}} = \frac{\sum H_1 + 2 \cdot \sum H_2 + 4 \cdot \sum H_4}{4 \cdot n},$$

где $\sum H_1$, $\sum H_2$, $\sum H_4$ — сумма черных отметок квадратов, в которых сходятся соответственно один, два и четыре угла (рис. 2); n — количество квадратов на строительной площадке.

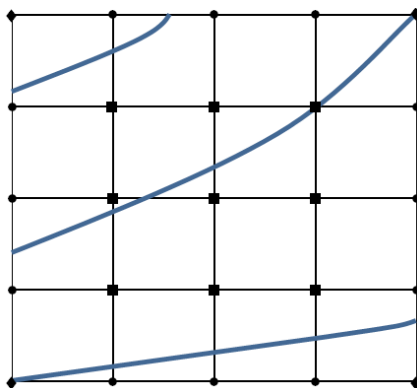


Рис. 2. Черные отметки квадратов:

- ◆ — вершины, принадлежащие одному квадрату;
- — вершины, принадлежащие двум квадратам;
- — вершины, принадлежащие четырем квадратам

Красные (проектные) отметки вершин квадратов с учетом уклона строительной площадки:

$$h_{кр} = H_{ср} \pm i \cdot l$$

где $H_{ср}$ — среднепланировочная отметка поверхности, м; i — заданный уклон площадки ($i = 0,005$); l — расстояние от вершин квадратов до условной оси симметрии строительной площадки.

При нахождении красных отметок необходимо обращать внимание на приращение или уменьшение проектных отметок относительно горизонтальной плоскости с отметкой $H_{ср}$.

$$h_p = h_{кр} - h_ч,$$

где $h_{кр}$ — красная отметка, м; $h_ч$ — черная отметка, м.

Запись черных, красных и рабочих отметок в вершине квадрата производится по схеме, обозначенной на рис. 3, знак «плюс» указывает на насыпь, знак «минус» — выемку.

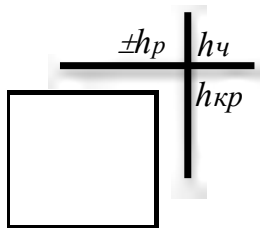


Рис. 3. Схемы записи отметок в углах элементарных фигур планировочной сетки

Линию нулевых работ размещают в фигурах с отметками различного знака и наносят на чертеж плана площадки прямыми линиями в пределах каждой фигуры планировочной сетки по точкам с нулевым значением рабочих отметок. Местоположение нулевых точек определяют из соотношения сторон подобных треугольников (рис. 4):

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{a - b}{b},$$

где H_1 и H_2 — рабочие отметки одной стороны квадрата; a — сторона квадрата, м; b — расстояние от одного из углов квадрата до линии нулевых работ.

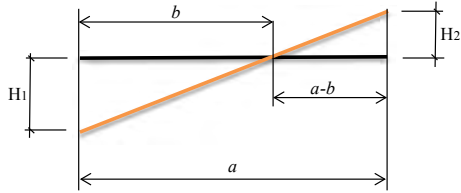


Рис. 4. Определение нулевых точек

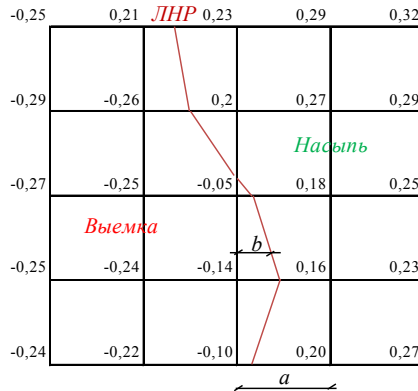


Рис. 5. План строительной площадки с рабочими отметками и линией нулевых работ, разделяющей зону выемки и зону насыпи

При определении объемов земляных работ по сетке квадратов объем выемки и насыпи определяют как сумму объемов грунта, расположенного в пределах отдельных квадратных призм и их частей.

Объемы работ в призмах вычисляются по рабочим отметкам; если знаки четырех рабочих отметок одноименны, то такие призмы называются *рядовыми*, а их объем равен:

$$V_{в(н)} = a^2 / 4 \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4),$$

где a — сторона квадрата, м; h_1, h_2, h_3, h_4 — рабочие отметки вершин соответствующих квадратов, м.

Квадратные призмы, пересекаемые линией нулевых работ, называют переходными (смешанными). Если переходная квадратная призма разбита линией нулевых работ на две трапеции, то объем равен:

$$V_H = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_H)^2}{\sum h}; V_B = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_B)^2}{\sum h},$$

где V_B и V_H — объемы насыпи и выемки, м³; $\sum h_H$, $\sum h_B$ — суммы рабочих отметок насыпи и выемки соответствующего квадрата; $\sum h$ — сумма абсолютных значений всех отметок в углах квадратов.

Объемы грунтов насыпи и выемки подсчитывают с учетом грунта откосов, устраиваемых по контуру планируемой площадки:

$$\sum V_{B(H)} = \left(\frac{\sum h_{B(H)}}{n} \right)^2 \cdot \sum l_{B(H)} \cdot \frac{m}{2},$$

где $\sum V_{B(H)}$ — суммарный объем грунта в откосах выемки (насыпи), м³; $\sum h_{B(H)}$ — сумма всех рабочих отметок по периметру выемки (насыпи), м; n — количество отметок; $\sum l_{B(H)}$ — длина основания всех откосов выемки (насыпи), м; m — величина заложения откосов для данного грунта.

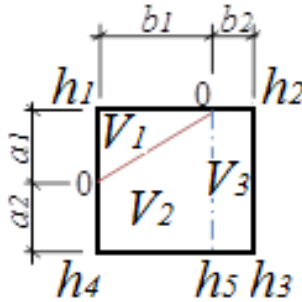


Рис. 6. План элементарной фигуры планируемой площадки: схема фигуры, разбитой нулевой линией на треугольник и пятиугольник

Если переходная призма разбита на треугольник и пятиугольник (рис. 6), то объем определяется по формулам:

$$V_1 = \frac{(h_1 + 0) \cdot (a_1 \cdot b_1)}{3 \cdot 2};$$

$$V_2 + V_3 = \left(\frac{(h_4 + h_5) \cdot (a_2 + L)}{4 \cdot 2} \right) \cdot b_1 + \left(\frac{(h_3 + h_5 + h_2)}{4} \right) \cdot L \cdot b_2,$$

где h_1, h_2, h_3, h_4, h_5 — отметка в углах квадратов; L, b_1, b_2, a_1, a_2 — размеры сторон переходных призм; V_1 — объем насыпи; $V_2 + V_3$ — объем выемки.

Общий объем выемки (насыпи) определяют как сумму частных объемов призм и их частей, лежащих в пределах участка выемки (насыпи) (табл. 1).

Ведомость объемов работ по вертикальной планировке

№ фигуры	Выемка		Насыпь		
	Расчетная формула	$V_{в.геом}$, м ³	Расчетная формула	$V_{н.геом}$, м ³	$V_{насыпи}$, м ³
1	2	3	4	5	6
		$\Sigma =$		$\Sigma =$	$\Sigma =$

Примечание. $V_{в.геом}$ и $V_{н.геом}$ — объемы грунта выемки и насыпи в естественном заложении (геометрические); $V_{насыпи}$ — объем грунта насыпи с учетом коэффициента остаточного разрыхления грунта, который зависит от показателей разрыхления грунтов (прил. 2);

$$V_{насыпи} = \frac{V_{н.геом}}{k_{о.р.}}$$

2.2.2. Контуры, размеры и геометрический объем котлована

Глубина котлована определяется как

$$h_k = H_{п} + H_{ф.п} + H_{подс} + H_{б.п} + H_{ги} + H_{ст} - |h_{гр}| - h_{р.сл} - h_p, \text{ м},$$

где $H_{п}$ — высота цокольного этажа, $H_{ф.п}$ — высота фундаментной плиты, $H_{подс}$ — толщина подсыпки, $H_{б.п}$ — толщина бетонной подготовки, $H_{ги}$ — толщина гидроизоляции, $H_{ст}$ — толщина защитной стяжки, $h_{гр}$ — отметка поверхности грунта (значения по заданию), $h_{р.сл}$ — толщина растительного слоя (200 мм), h_p — среднее значение рабочей отметки (используется для котлованов, расположенных в зоне насыпи) (рис. 7).

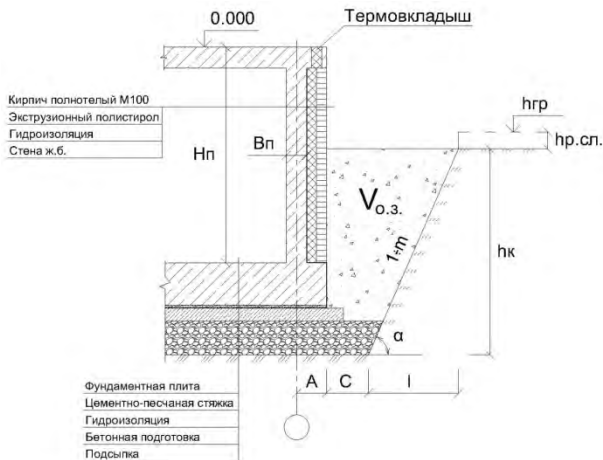


Рис. 7. Устройство подземной части здания

При определении глубины котлована требуется учитывать его расположение на строительной площадке.

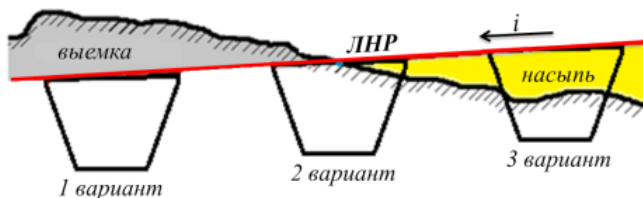


Рис. 8. Варианты расположения котлована:

1 — в зоне выемки; 2 — в зоне линии нулевых работ; 3 — в зоне насыпи

Вариант 1. Если котлован расположен в пределах планировочной выемки, то сначала производятся работы по вертикальной планировке строительной площадки, затем от отметки проектной плоскости отрывается грунт из котлована.

Вариант 2. Если котлован пересечен линией нулевых работ, его принадлежность к зоне выемки или насыпи определяется по среднему арифметическому значению рабочих отметок по углам котлована.

Вариант 3. Если котлован расположен в пределах планировочной насыпи, то грунт из котлована будет отрываться от естественной поверхности. В этом случае фактическая глубина котлована определяется с учетом среднего значения рабочей отметки планировки для центра котлована.

Заложение откосов котлована:

$$l = h_k \cdot m, \text{ м,}$$

где m — коэффициент заложения откоса (прил. 3).

Вылет фундаментной плиты за пределы оси здания:

$$A = H_{\text{ф.п}} + \frac{B_{\text{п}}}{2}, \text{ м,}$$

где $B_{\text{п}}$ — толщина стен цокольного этажа.

C — размер рабочей зоны (задается по периметру фундаментной плиты: от торцевой поверхности до подошвы котлована; минимальное значение 0,6 м, см. рис. 7).

По рис. 9 определяют геометрические параметры котлована.

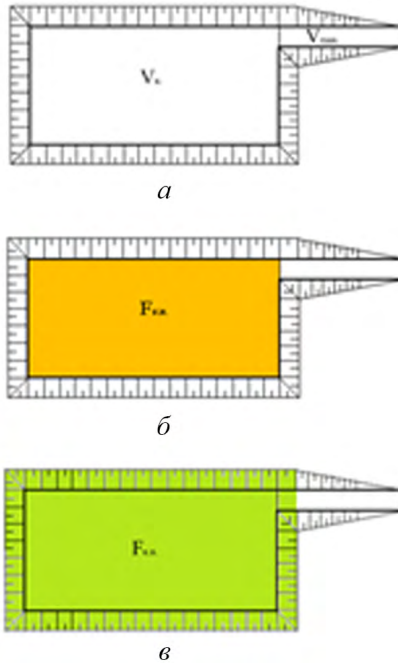


Рис. 9. Геометрические параметры котлована:
a — схема котлована; *б* — площадь котлована по низу (по подошве);
в — площадь котлована по верху (по бровке)

Объем подсыпки:

$$V_{\text{подс}} = F_{\text{к.н}} \cdot H_{\text{подс}}, \text{ м}^3.$$

Объем бетонной подготовки:

$$V_{\text{б.п}} = F_{\text{б.п}} \cdot H_{\text{б.п}}, \text{ м}^3.$$

где $F_{\text{б.п}}$ — площадь бетонной подготовки. Соответствует площади поверхности, необходимой для устройства горизонтальной гидроизоляции. В случае устройства наплавляемой изоляции бетонная подготовка должна выходить за пределы фундаментной плиты минимум на 20 см по всему контуру.

Объем гидроизоляции:

$$V_{\text{г.и}} = F_{\text{б.п}} \cdot H_{\text{г.и}}, \text{ м}^3.$$

Объем защитной стяжки:

$$V_{\text{ст}} = F_{\text{ф.п}} \cdot H_{\text{ст}}, \text{ м}^3,$$

где $F_{\text{ф.п}}$ — площадь фундаментной плиты.

Объем пандуса:

$$V_{\text{пан}} = n \left[\frac{b_{\text{п}} \cdot h_{\text{к}}^2}{2} + \frac{m \cdot h_{\text{к}}^3}{3} \right],$$

где $b_{\text{п}}$ — ширина пандуса (принимается 3 м при организации одностороннего проезда и 6 м — двустороннего); m и n — соответственно коэффициенты заложения откосов котлована и пандуса. Из условия максимально возможного уклона въезда-съезда (угол до 30°) в котлован $i \leq 0,57$ (в случае вывоза-ввоза грунта из забоя автосамосвалами принимать 0,1–0,15, а $n = 1/i$).

Объем котлована:

$$V_{\text{к}} = \frac{h_{\text{к}}}{3} \cdot (F_{\text{к.н}} + F_{\text{к.в}} + \sqrt{(F_{\text{к.н}} \cdot F_{\text{к.в}})}) + V_{\text{пан}}, \text{ м}^3.$$

Объем подземной части здания:

$$V_{\text{п.ч}} = V_{\text{ф.п}} + V_{\text{к.с.п}} = F_{\text{ф.п}} \cdot H_{\text{ф.п}} + F_{\text{к.с.п}} (H_{\text{п}} - |h_{\text{гр}}| - h_{\text{р.сл}} - h_{\text{р}}), \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ф.п}}$ — объем фундаментной плиты; $V_{\text{к.с.п}}$ и $F_{\text{к.с.п}}$ — объем и площадь конструкций стен по внешнему контуру подвала.

Среднее значение рабочей отметки ($h_{\text{р}}$) следует использовать только для котлованов, расположенных в зоне планируемой насыпи.

Объем обратной засыпки:

$$V_{\text{о.з}} = V_{\text{к}} - V_{\text{п.ч}} - V_{\text{подс}} - V_{\text{б.п}} - V_{\text{г.и}} - V_{\text{ст}}, \text{ м}^3.$$

2.2.3. Сводный баланс грунта

Для соблюдения нулевого баланса земляных масс разность между суммарными объемами насыпей и выемок не должна превышать 5 %.

Баланс грунта на площадке получится положительным, отрицательным или нулевым (табл. 2). При положительном балансе (на площадке преобладает объем планировочной выемки) излишек грунта вывозится:

$$V_{\text{лиш.гр}} = V_{\text{в}} - \frac{V_{\text{н}}}{K_{\text{о.р}}}.$$

Сводная ведомость объемов разрабатываемого грунта

№	Вид работы	Объем, м ³		
		выемки (V_B)	насыпи (V_H)	$V_{H,геом} / k_{o,p}$
	В призмах	$\sum V_{B,геом}$	$\sum V_{H,геом}$	
	В котловане	V_K	$V_{o.з}$	
	Суммарные объемы	Σ	Σ	Σ
	Баланс			

При отрицательном балансе (на площадке преобладает объем планировочной насыпи) недостающий грунт подвозится из карьера:

$$V_{нед,гр} = \frac{V_H}{K_{o,p}} - V_B$$

Перерасчет средней отметки планировки. Если расхождение составляет более 5 %, следует произвести перерасчет средней отметки планировки:

$$H_{cp} = \frac{(\sum H_1 + 2 \cdot \sum H_2 + 4 \cdot \sum H_4)}{4n} + \Delta h,$$

где $\sum H_1$, $\sum H_2$, $\sum H_4$ — суммы черных отметок квадратов, в которых сходятся соответственно один, два и четыре угла (см. рис. 2); n — количество квадратов на строительной площадке; $4n$ — количество отметок всех вершин квадратов; Δh — поправка к средней отметке планировки:

$$\Delta h = \frac{(V_{лиш.(нед.)гр})}{F_{пл}},$$

где $F_{пл}$ — площадь строительной площадки (исключая площадь по верху котлована в том случае, если котлован находится в насыпи).

Положительный знак Δh указывает на повышение средней планировочной отметки, отрицательный — на понижение.

На Δh необходимо скорректировать все рабочие отметки проектной плоскости. Затем по измененным рабочим отметкам определяется новое положение линии нулевых работ (ЛНР) и пересчитываются объемы грунта на площадке. В случае, если котлован расположен в преде-

лах планировочной насыпи, следует произвести перерасчет объемов грунта в котловане.

По скорректированным отметкам повторно составляется ведомость объемов работ по вертикальной планировке (см. табл. 1) и сводный баланс земляных масс (см. табл. 2).

2.2.4. Распределение грунта в котловане

Для определения необходимости укладки в насыпь или вывоза грунта, разрабатываемого в котловане, следует обратиться к сводному балансу грунта на строительной площадке (см. табл. 2): грунт, извлеченный из котлована, может частично распределяться по строительной площадке для укладки в насыпь, складироваться в отвал для обратной засыпки и вывозиться (при положительном балансе земляных масс).

Для устройства подсыпки применяется привозной грунт, который разрабатывается в карьере.

При положительном балансе земляных масс (см. табл. 2) грунт вывозится с территории строительной площадки. Вывоз грунта осуществляется автосамосвалами, для погрузки которых используется экскаватор. При условии, что объем котлована меньше объема вывозимого грунта, экскавация производится только в котловане — избыточный грунт строительной площадки вывозится из котлована. Если объем вывозимого грунта больше объема котлована, то экскавация выполняется и в зоне выемки.

Место укладки грунта, извлекаемого из котлована, определяют в следующем порядке:

- 1) производят расчет вывозимого грунта (см. табл. 3);
- 2) выявляют объемы обратной засыпки;
- 3) оставшийся объем ориентируют в насыпь.

Для вариантов с расположением котлована в зоне насыпи, при недостатке грунта для обратной засыпки, грунт для засыпки пазух котлована может быть взят из выемки (складирование грунта обратной засыпки не производят).

Таблица 3

Ведомость объемов грунта в котловане

Место разработки/ назначение	$V_{\text{грунта}}, \text{м}^3$		Место укладки	$V_{\text{грунта}}, \text{м}^3$
	в плотном теле	с учетом коэф. перв. разрыхления		
			с учетом коэф. перв. разрыхления	с учетом коэф. ост. разрыхления
Котлован:				
разрабатываемый грунт	$V_{\text{к}}$	$V_{\text{к}} \cdot k_{\text{р}}$	Насыпь	$(V_{\text{к}} - V_{\text{о.з.}} / k_{\text{о.р}} - V_{\text{лиш.гр}}) k_{\text{р}}$
			Вывоз	$V_{\text{лиш.гр}} \cdot k_{\text{р}}$
			Отвал	$V_{\text{о.з.}} / k_{\text{о.р}} \cdot k_{\text{р}}$
Котлован:				
Песчаный карьер:			подсыпка	$V_{\text{подс}} / k_{\text{о.р}} \cdot k_{\text{р}}$
для подсыпки	$V_{\text{подс}} / k_{\text{о.р}}$	$V_{\text{подс}} / k_{\text{о.р}} \cdot k_{\text{р}}$		$V_{\text{подс}}$
Отвал:				
Грунт обратной засыпки	$V_{\text{о.з.}} / k_{\text{о.р}}$	$V_{\text{о.з.}} / k_{\text{о.р}} \cdot k_{\text{р}}$	Обратная засыпка	$V_{\text{о.з.}}$
Σ			Σ	

2.2.5. Распределение земляных масс на площадке, составление картограммы перемещения земляных масс

Результаты подсчета объемов работ и план насыпей и выемок дают возможность распределить земляные массы, наметить направление и определить расстояния их перемещения.

При выборе компенсирующих друг друга выемок и насыпей необходимо стремиться к минимальным перемещениям грунта: от фигур, граничащих с линией нулевых работ до границ участка.

Графически результаты сводного баланса грунта показывают на плане строительной площадки.

На листе формата А3 в масштабе М 1:2000 вычерчивают план строительной площадки, выносят рабочие отметки, показывают линию нулевых работ, нумеруют фигуры площадки и выписывают объемы грунта в соответствующих фигурах (объемы грунта в фигурах выемки принимаются в плотном теле (см. табл. 1, столбец 3), а объемы грунта в фигурах насыпи — с учетом коэффициента остаточного разрыхления (см. табл. 1, столбец 6).

Средним расстоянием перемещения грунта из элементарной фигуры выемки в элементарную фигуру насыпи принято считать расстояние между их центрами тяжести.

Для распределения объемов грунта из выемки в насыпь проводят линии из центра тяжести фигур выемки в центры тяжести фигур насыпи, направление перемещения грунта показывают стрелкой. Над линией указывают объем перемещаемого грунта, под линией — среднее расстояние перемещения (рис. 10).

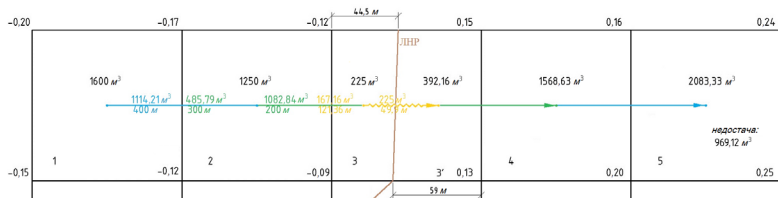


Рис. 10. Фрагмент картограммы перемещения земляных масс

Недостача грунта в фигурах насыпи восполняется грунтом из фигур выемки следующего ряда или грунтом из котлована.

Разработка и перемещение грунта при вертикальной планировке строительной площадки выполняется механизированным способом с применением землеройно-транспортных машин. Стрелки, показывающие направление перемещения грунта на картограмме, не могут пересекаться.

Грунт из котлована, перемещаемый в насыпь (табл. 3), в процессе разработки грузится на автотранспортные средства, которые осуществляют его

транспортировку. При этом определяется расстояние от центра котлована до центра тяжести фигуры насыпи, куда грунт вывозится (рис. 11).

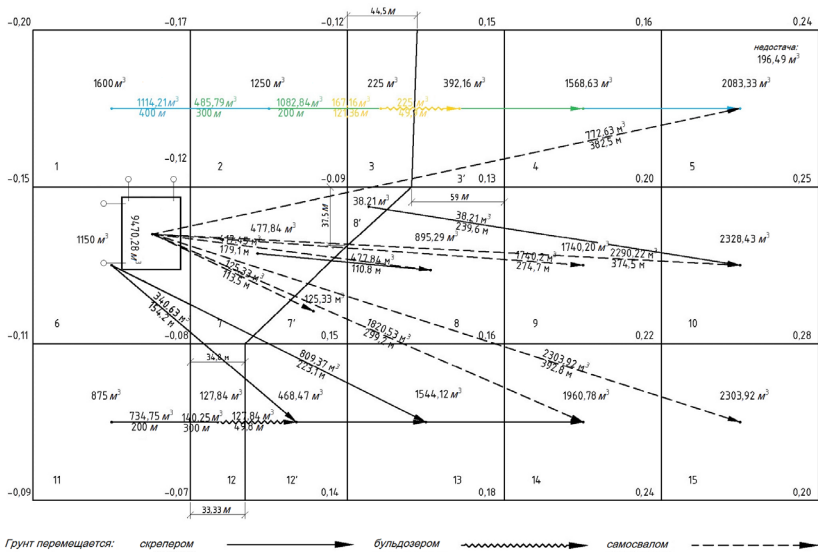


Рис. 11. Картограмма перемещения земляных масс на строительной площадке

2.2.6. Определение средней дальности перемещения грунта

Средняя дальность перемещения грунта при вертикальной планировке строительной площадки — расстояние между центрами тяжести равновеликих по объему участков выемки и насыпи. Отдельно устанавливается для землеройно-транспортных машин и автосамосвалов.

Средняя дальность перемещения грунта может определяться *аналитическим методом*:

$$L_{\text{ср}} = \frac{V_1 \cdot l_1 + V_2 \cdot l_2 + \dots + V_n \cdot l_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n},$$

где V_n — объемы отдельных частей массива, м^3 ; l_n — фактическая дальность перемещения частей массива из выемки в насыпь или отвал, м (определяется графически по картограмме перемещения грунта).

Средняя дальность перемещения грунта также может быть определена методом статических моментов.

Распределение земляных масс в пределах планируемой строительной площадки необходимо производить с учетом наименьших моментов перемещений (рис. 12, табл. 4).

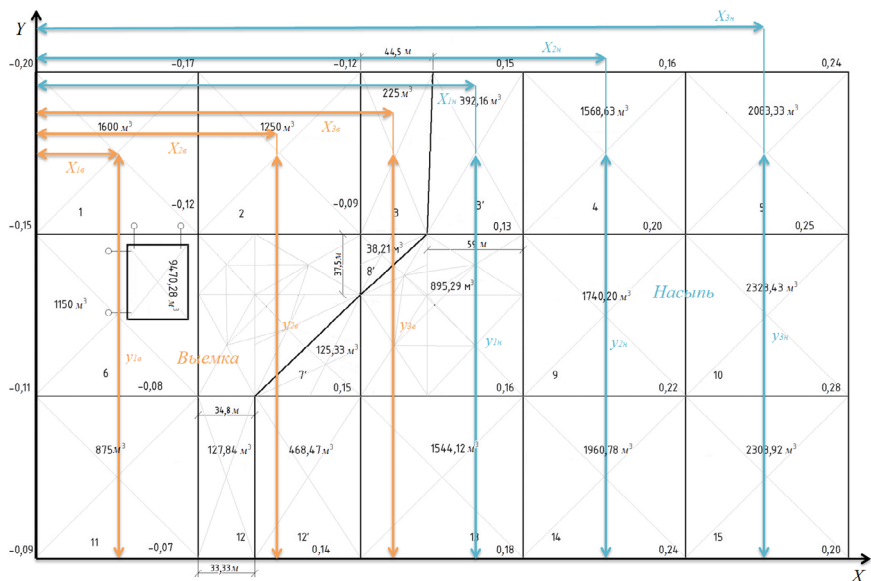


Рис. 12. Определение расстояния перемещения грунта

Таблица 4

Баланс распределения земляных масс

		Выемка								
№	Объем, м³	1	2	3	6	7	8'	11	12	Котлован
				1600	1250	225	1150	477,84	38,21	875
Насыпь	3'		167,16	225						
	4	1568,63	485,79	1082,84						
	5	2083,33	1114,21							772,63
	7'	125,33								125,33
	8	895,29				477,84				417,45
	9	1740,2								1740,2
	10	2328,43								2290,22
	12'	468,47				340,63			127,84	
	13	1544,12				809,37			140,25	
	14	1960,78							734,75	1820,53
	15	2309,92								2309,92

Момент перемещения грунта для координат выемки:

$$M_{XB} = x_{iB} \cdot V_{iB}; M_{YB} = y_{iB} \cdot V_{iB}.$$

Момент перемещения грунта для координат насыпи:

$$M_{xH} = x_{iH} \cdot V_{iH}; M_{yH} = y_{iH} \cdot V_{iH}$$

Координаты приведенных центров тяжести объемов фигур:

$$L_{xB} = \frac{\sum M_{xB}}{\sum V_{iB}}; L_{yB} = \frac{\sum M_{yB}}{\sum V_{iB}}; L_{xH} = \frac{\sum M_{xH}}{\sum V_{iH}}; L_{yH} = \frac{\sum M_{yH}}{\sum V_{iH}},$$

где L_{xB}, L_{yB} — координаты центра тяжести выемки относительно осей координат; L_{xH}, L_{yH} — координаты центра тяжести насыпи относительно осей координат; $\sum M_{xB}, \sum M_{yB}$ — суммы статических моментов отдельных (элементарных) участков выемки относительно осей координат; $\sum M_{xH}, \sum M_{yH}$ — суммы статических моментов отдельных (элементарных) участков насыпи относительно осей координат; $\sum V_{iB}, \sum V_{iH}$ — суммы отдельных (элементарных) объемов выемки и насыпи, м³.

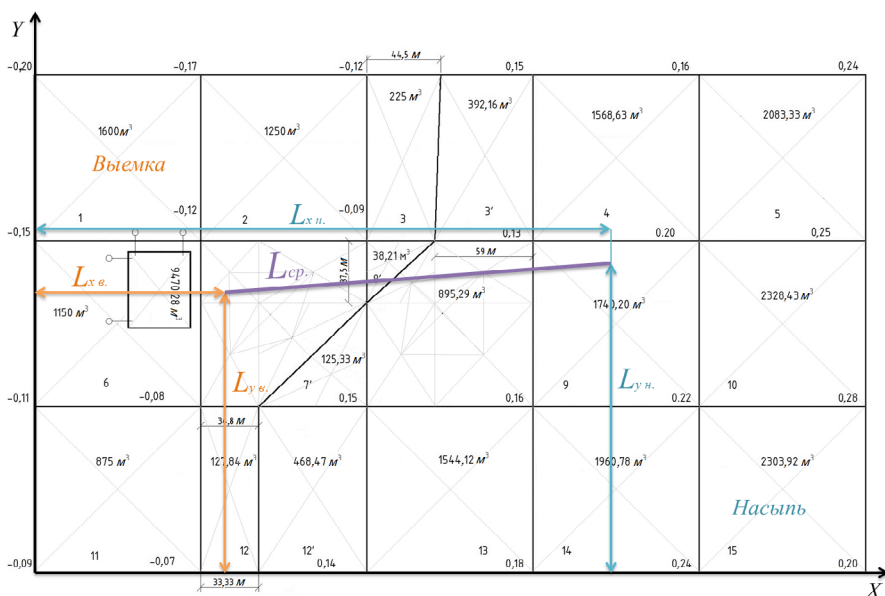


Рис. 13. Средняя дальность перемещения грунта скрепером (бульдозером) из центра тяжести выемки в центр тяжести насыпи.

Средняя дальность перемещения грунта (рис. 13):

$$L_{cp} = \sqrt{(L_{xB} - L_{xH})^2 + (L_{yB} - L_{yH})^2}$$

2.3. Назначение комплекта машин

При выборе машин необходимо учесть распределение грунтов на группы в зависимости от трудности разработки.

Форма назначения комплекта машин:

- наименование и краткая характеристика грунтов — ...;
- группа грунта в зависимости от трудности разработки — ...;
- средняя плотность в естественном залегании, кг/м³ —

2.3.1. Машины для вертикальной планировки строительной площадки

Работы, выполняемые при вертикальной планировке строительной площадки, состоят из подготовительных, основных и заключительных процессов.

Подготовительные работы включают в себя: очистку строительной площадки от деревьев, пней, кустарника; отвод поверхностных вод и осушение территории; геодезическую разбивку для выполнения планировочных работ; срезку растительного слоя грунта.

Основные работы заключаются в разработке и перемещении грунта из планировочной выемки в планировочную насыпь, последующем разравнивании и уплотнении грунта в насыпи, при необходимости вывозе избыточного грунта или подвозе недостающего. В некоторых случаях необходимо применять предварительное рыхление грунтов выемки.

Заключительная работа — окончательная планировка строительной площадки.

Для выполнения планировочных работ применяют землеройно-транспортные машины. При перемещении грунта до 50 м используют бульдозеры малой и средней мощности; при перемещении до 70 м — большей мощности; при перемещении от 70 до 150 м — большей мощности или прицепные скреперы с ковшом емкостью до 6 м³; при перемещении от 150 до 1000 м — прицепные скреперы с ковшом до 10 м³; при перемещении более 1000 м применяют самоходные скреперы с ковшом емкостью более 10 м³.

Землеройные машины выбирают в зависимости от глубины планировочной выемки. При разработке выемки глубиной около 1 м вместо бульдозеров и скреперов более эффективным может оказаться использование экскаваторов с ковшом емкостью до 0,4 м³ или фронтальных погрузчиков. Выемку глубиной более 1,5 м целесообразно разрабатывать более мощными экскаваторами, работающими в комплекте с автосамосвалами.

Таблица 5

Средняя дальность перемещений грунта скрепером (бульдозером): выемка — насыпь

		№ фигур												
		Выемка						Насыпь						
	11	6	1	2	7	8'	12'	13	14	10	5	4	8	3'
<i>V</i>	875	1150	1600	1250	477,84	38,21	468,47	1544,12	140,25	38,21	1310,7	1568,63	477,84	167,16
<i>x</i>	50	50	50	150	142,8	223,7	167,4	250	350	450	450	350	250	271,64
<i>y</i>	50	150	250	250	157,5	187,5	50	50	50	150	250	250	150	250
<i>M_y</i>	43750	57500	80000	187500	68235	8547	78421,8	386030	49087,5	17194,5	589815	549020	119452	454074
<i>M_x</i>	43750	172500	400000	312500	75259	7164	23423,5	77206	7012,5	5731,5	327675	392157	71671	41790

**Средняя дальность перемещений грунта автосамосвалом:
котлован — насыпь**

		№ фигур						
		7'	15	14	10	5	9	8
котлован		Насыпь						
<i>V</i>	9470,28	125,33	2303,92	1820,53	2290,22	2083,33	1740,20	417,45
<i>x</i>	76	178,3	450	350	450	450	350	250
<i>y</i>	170	120,85	50	50	150	250	150	150
<i>M_y</i>	719741,3	22346,34	1036764	637185,5	1047793	937498,5	609070	104362,5
<i>M_x</i>	1609948	15146,13	115196	91026,5	349264,5	520832,5	261030	62617,5

При производстве планировочных работ механизация должна быть комплексной. Для этого выбирают ведущую машину при перемещении грунта из выемки в насыпь. Все остальные технологические процессы выполняют с помощью средств механизации, увязанных по производительности с ведущей машиной.

Например, комплексную механизацию на строительной площадке можно осуществить применением ведущих машин для срезки и перемещения грунта из выемки в насыпь (бульдозеры и скреперы) и комплектующих машин для послойного рыхления грунта в выемке, разравнивания и уплотнения грунта в насыпи (трактор-рыхлитель, самоходный или прицепной каток).

Ведущую машину назначают в зависимости от средней дальности перемещения грунта (табл. 5, 6), которая вместе с комплектующими машинами образует бульдозерный или скреперный комплект машин. На небольшие расстояния от линии нулевых работ грунт перемещают бульдозерным комплектом, а на большие — скреперным комплектом машин, либо работают одним смешанным комплектом.

Бульдозерный комплект (табл. 7) составляют из нескольких бульдозеров, тракторов-рыхлителей и катков. Эти механизмы последовательно выполняют послойное рыхление грунта, его разработку и перемещение, разравнивание и уплотнение в насыпи. Количество механизмов и их тип выбирают в зависимости от средней дальности перемещения грунта (прил. 4) и сменной производительности комплекта.

Скреперный комплект составляют из тракторов-рыхлителей, одного или нескольких скреперов и бульдозеров и катков, трактора-толкача (см. табл. 7). Эти механизмы последовательно выполняют послойное рыхление грунта, его разработку и перемещение (скреперы), разравнивание и уплотнение грунта в насыпи. Трактор-толкач используют на два-

три скрепера для ускорения заполнения ковша на участке срезания грунта. Количество механизмов и их тип выбирают в зависимости от средней дальности перемещения грунта (прил. 5) и сменной производительности комплекта.

Экскаваторный комплект составляют из экскаватора, нескольких автосамосвалов, бульдозеров, катков. Эти механизмы выполняют разработку грунта в выемке при значительной ее глубине (более 1 м) с погрузкой в автосамосвалы и далее перевозят транспортом в планировочную насыпь, разравнивают и уплотняют грунт в планировочной насыпи. Количество механизмов и их тип выбирают в зависимости от условий разработки грунта и сменной производительности комплекта. Обычно экскаваторный комплект используют совместно с бульдозерным или скреперным комплектами в качестве дополнительного при значительном объеме разрабатываемого грунта.

Оценку производительности ведущих и обеспечивающих машин при выборе комплектов и сравнении вариантов производства планировочных работ производят по ЕНиР 2-1.

Обоснование принятого варианта производства работ выполняют путем сопоставления технико-экономических показателей возможных вариантов работ в заданный срок.

Технико-экономическое сравнение производят, выбрав два варианта выполнения планировочных работ с соответствующими им комплектами машин.

В каждом варианте, учитывая среднюю дальность перемещения грунта, выбирают одну ведущую машину. По норме машинного времени на 100 м^3 грунта из ЕНиР 2-1 и N -сменной работе в день по 8 ч в смену определяют дневную выработку ведущей и обеспечивающих машин. Учитывая объем грунта, разрабатываемого ведущей машиной (дневную выработку), определяют общее количество обеспечивающих машин:

$$V_{\text{дн}}^{\text{вед}} = \frac{100 \cdot N \cdot 8}{H_{\text{вр}}^{\text{вед}}}; \quad V_{\text{дн}}^{\text{об}} = \frac{100 \cdot N \cdot 8}{H_{\text{вр}}^{\text{об}}}; \quad n = \frac{V_{\text{дн}}^{\text{вед}}}{V_{\text{дн}}^{\text{об}}},$$

где $V_{\text{дн}}^{\text{вед}}$, $V_{\text{дн}}^{\text{об}}$ — дневная выработка одной ведущей и обеспечивающей машины, $\text{м}^3/\text{дн}$; $H_{\text{вр}}^{\text{вед}}$, $H_{\text{вр}}^{\text{об}}$ — норма времени для ведущей и обеспечивающей машин, маш.-ч / 100 м^3 , разрабатываемого грунта по ЕНиР 2-1; n — число обеспечивающих машин, шт.

Количество машино-смен работы каждого механизма в комплекте:

$$M_{\text{см}} = H_{\text{вр}} \cdot \frac{V}{8}.$$

Варианты с различными ведущими машинами

Вариант 1		Вариант 2	
Ведущая машина — бульдозер		Ведущая машина — скрепер	
$V, \text{ м}^3$	объем с коэффициентом первоначального разрыхления	$V, \text{ м}^3$	
$H_{\text{вр}}^{\text{вед}}, \text{ маш.-ч}$		$H_{\text{вр}}^{\text{вед}}, \text{ маш.-ч}$	
$M_{\text{см}}^{\text{вед}}, \text{ маш.-см}$		$M_{\text{см}}^{\text{вед}}, \text{ маш.-см}$	
$V_{\text{дн}}^{\text{вед}}, \text{ м}^3/\text{дн}$		$V_{\text{дн}}^{\text{вед}}, \text{ м}^3/\text{дн}$	
$n, \text{ шт.}$		$n, \text{ шт.}$	
Обеспечивающие машины			
Трактор-рыхлитель		Трактор-рыхлитель	
$V, \text{ м}^3$	объем в плотном теле	$H_{\text{вр}}^{\text{об}}, \text{ маш.-ч}$	
$H_{\text{вр}}^{\text{об}}, \text{ маш.-ч}$		$H_{\text{вр}}^{\text{об}}, \text{ маш.-ч}$	
$M_{\text{см}}^{\text{об}}, \text{ маш.-см}$		$M_{\text{см}}^{\text{об}}, \text{ маш.-см}$	
$V_{\text{дн}}^{\text{об}}, \text{ м}^3/\text{дн}$		$V_{\text{дн}}^{\text{об}}, \text{ м}^3/\text{дн}$	
$n, \text{ шт.}$		$n, \text{ шт.}$	
Каток		Бульдозер	
$V, \text{ м}^3$		$V, \text{ м}^3$	
$H_{\text{вр}}^{\text{об}}, \text{ маш.-ч}$		$H_{\text{вр}}^{\text{об}}, \text{ маш.-ч}$	
Каток		Бульдозер	
$M_{\text{см}}^{\text{об}}, \text{ маш.-см}$		$M_{\text{см}}^{\text{об}}, \text{ маш.-см}$	
$V_{\text{дн}}^{\text{об}}, \text{ м}^3/\text{дн}$		$V_{\text{дн}}^{\text{об}}, \text{ м}^3/\text{дн}$	
$n, \text{ шт.}$		$n, \text{ шт.}$	
		Каток	
		$V, \text{ м}^3$	
		$H_{\text{вр}}^{\text{об}}, \text{ маш.-ч}$	
		$M_{\text{см}}^{\text{об}}, \text{ маш.-см}$	
		$V_{\text{дн}}^{\text{об}}, \text{ м}^3/\text{дн}$	
		$n, \text{ шт.}$	
		Трактор-толкач	
		$V, \text{ м}^3$	
		$H_{\text{вр}}^{\text{об}}, \text{ маш.-ч.}$	
		$M_{\text{см}}^{\text{об}}, \text{ маш.-см}$	
		$V_{\text{дн}}^{\text{об}}, \text{ м}^3/\text{дн}$	
		$n, \text{ шт.}$	
$M_{\text{см}}^{\text{вед}} + \sum M_{\text{см}}^{\text{об}}$		$M_{\text{см}}^{\text{вед}} + \sum M_{\text{см}}^{\text{об}}$	
$V/(M_{\text{см}}^{\text{вед}} + \sum M_{\text{см}}^{\text{об}})$		$V/(M_{\text{см}}^{\text{вед}} + \sum M_{\text{см}}^{\text{об}})$	
$(M_{\text{см}}^{\text{вед}} + \sum M_{\text{см}}^{\text{об}})/V$		$(M_{\text{см}}^{\text{вед}} + \sum M_{\text{см}}^{\text{об}})/V$	

Ведущие машины назначаются в количестве, достаточном для обеспечения выполнения комплекса планировочных работ за 5–20 дней (принять самостоятельно).

$$n_{\text{вед}} = \frac{M_{\text{см}}^{\text{вкл}}}{(m \times t)},$$

где m — количество рабочих смен в сутках; t — принятое число календарных дней на производство планировочных работ.

Сроки выполнения работ для разных комплектов при сравнении вариантов должны быть одинаковыми.

2.3.2. Машины для разработки грунта в котловане

Для разработки грунта в котлованах в качестве ведущей машины применяют экскаваторы с оборудованием типа обратная или прямая лопата, драглайн или грейфер. Вместимость ковша экскаватора определяется по экспериментальной таблице (прил. 6), в зависимости от объема котлована (V_k) принимается оптимальная емкость ковша экскаватора. Основываясь на рекомендациях по недобору (справедливо для экскаваторов, оборудованных ковшом с зубьями), устанавливают глубину копания (прил. 7).

По данным характеристикам предварительно выбирают 2-3 типа экскаваторов, отличающихся видом оборудования или емкостью ковша, из которых выбирают один, имеющий наибольшую производительность.

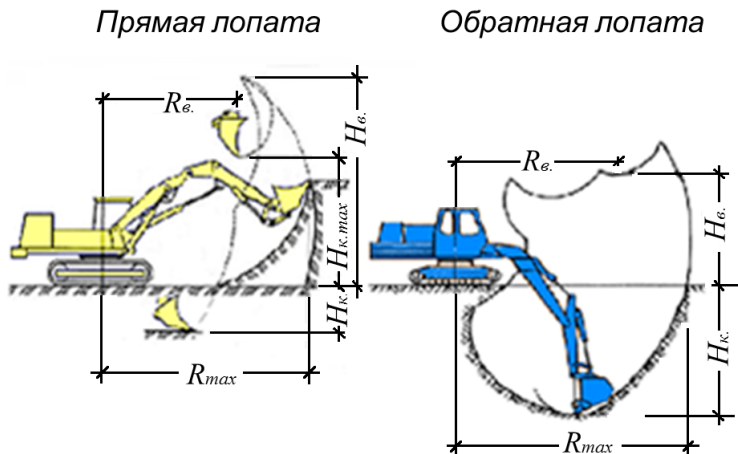


Рис. 14. Основные технические характеристики, от которых зависит выбор экскаватора:
 R_{max} — радиус копания, м; H_k — глубина копания, м

Выбор автосамосвалов для транспортирования грунта. Для осуществления своевременной транспортировки грунта при разработке котлована необходимо определить требуемое количество автосамосвалов для обслуживания экскаватора (прил. 8).

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

Ориентируясь на практический опыт, экскаватор должен отгружать $n = 6 - 11$ ковшей в кузов автосамосвала.

Объем грунта в плотном теле в ковше экскаватора:

$$V_{гр.к}^{пл} = \frac{V_{ковша} \cdot k_{нап}}{k_p},$$

где $k_{нап}$ — коэффициент первоначального наполнения (табл. 8); k_p — коэффициент первоначального разрыхления грунта.

Масса грунта в ковше экскаватора:

$$M_{ковша} = V_{гр.к}^{пл} \cdot \gamma,$$

где γ — плотность грунта.

Таблица 8

Зависимость рабочего органа экскаватора от коэффициента наполнения ковша

Рабочий орган экскаватора	Коэффициент наполнения ковша
Прямая лопата	1,0–1,25
Обратная лопата	0,8–1,0
Драглайн	0,9–1,15

Количество ковшей с грунтом, загружаемых в кузов автосамосвала:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{P_a}{M_{ковша}} \\ \frac{V_a}{V_{ковша}} \end{array} \right. \rightarrow \text{минимальное целое значение } 6 \leq n \leq 11,$$

где P_a и V_a — грузоподъемность и объем кузова автосамосвала.

Потребное количество автосамосвалов:

$$N \geq T_{цикла} / T_{погрузки}$$

где $T_{цикла}$ — время цикла работы автосамосвала,

$$T_{\text{цикла}} = T_{\text{у.п}} + T_{\text{п}} + T_{\text{пр}}^{\text{гр}} + T_{\text{пр}}^{\text{пор}} + T_{\text{у.р}} + T_{\text{р}} + T_{\text{м}},$$

где $T_{\text{у.п}}$ — время установки под погрузку, $T_{\text{у.п}} = 0,3$ мин;

$$T_{\text{п}} — \text{время погрузки, } T_{\text{п}} = \frac{V_{\text{а}}^{\text{пл}} \cdot H_{\text{вр}}}{100} \cdot 60, \text{ мин};$$

$V_{\text{а}}^{\text{пл}}$ — объем грунта в автосамосвале в плотном состоянии, $V_{\text{а}}^{\text{пл}} = n \cdot V_{\text{гр.к}}^{\text{пл}}$, м^3 ;

$H_{\text{вр}}$ — норма времени работы экскаватора с погрузкой в кузов автосамосвала;

$T_{\text{пр}}^{\text{гр}}$ — длительность пробега автосамосвала в груженом состоянии, $T_{\text{пр}}^{\text{гр}} = L/U_{\text{гр}} \cdot 60$, мин;

L — дальность транспортирования грунта (определяется самостоятельно 3–15 км);

$U_{\text{гр}}$ — скорость автосамосвала в груженом состоянии, км/ч;

$T_{\text{пр}}^{\text{пор}}$ — длительность пробега автосамосвала в порожнем состоянии, $T_{\text{пр}}^{\text{пор}} = L/U_{\text{пор}} \cdot 60$, мин;

$U_{\text{пор}}$ — скорость автосамосвала в порожнем состоянии, км/ч;

$T_{\text{у.р}}$ — время установки под разгрузку, $T_{\text{у.р}} = 0,6$ мин;

$T_{\text{р}}$ — время разгрузки, $T_{\text{р}} = 1$ мин;

$T_{\text{м}}$ — время маневрирования, $T_{\text{м}} = 2$ мин.

Расчетное количество автосамосвалов для обеспечения бесперебойной работы экскаватора округляется до ближайшего большего числа.

Норма времени работы автосамосвала:

$$H_{\text{вр}}^{\text{а}} = \frac{T_{\text{цикла}}}{V_{\text{а}}^{\text{п}} \cdot 60}, \text{ маш.-ч/м}^3,$$

где разрыхленного грунта в кузове автосамосвала $V_{\text{а}}^{\text{п}} = V_{\text{ковша}} \cdot k_{\text{нап}} \cdot n$, м^3 .

2.4. Технологическая карта на земляные работы

Технологическая карта состоит из восьми разделов, каждый из которых формирует свои условия и требования, их совокупное выполнение позволяет получить строительную продукцию при максимальной эффективности:

1. Область применения.
2. Технология и организация производства работ.

3. Требования к качеству и приемке работ.
4. Материальные и технические ресурсы.
5. Калькуляция затрат труда и машинного времени.
6. График производства работ.
7. Техника безопасности.
8. Техничко-экономические показатели.

2.4.1. Область применения

В разделе приводятся данные по объекту строительства, строительной площадке и котловану; определяются работы, на которые разрабатывается карта, полученные в задании на проектирование; перечисляется состав работ, рассматриваемых в карте; устанавливаются условия и особенности выполнения работ: природно-климатические, организационные (сроки выполнения работ и сменность); приводятся наименования машин, используемых для производства работ.

2.4.2. Технология и организация производства работ

Данный раздел включает:

- 1) требования к законченности подготовительных работ;
- 2) рекомендуемый состав машин и оборудования;
- 3) организационные схемы и параметры применяемых механизмов;
- 4) технологические схемы: срезки растительного слоя грунта, выполнения планировочных работ, отрывки и обустройства дна котлована; устройства подсыпки и обратной засыпки (прил. 9);
- 5) организация производства работ и состав парка машин исполнителей.

Работы по вертикальной планировке строительной площадки

Вертикальную планировку строительной площадки выполняют после подготовительных работ (см. п. 2.1 методических указаний). До начала работ по вертикальной планировке срезают плодородный слой грунта со складированием в отвалах на площади, не подлежащей вертикальной планировке или с вывозом в места озеленения.

Земляные работы по вертикальной планировке состоят из выемки грунта на одних участках строительной площадки; перемещения; послойной укладки, уплотнения грунта и планировки площадок в насыпи.

Для выполнения планировочных работ применяют землеройно-транспортные машины. При наличии на строительной площадке тяжелых грунтов необходимо предусмотреть предварительное рыхление грунта выемки бульдозером-рыхлителем.

Разработка грунта в котловане

Разработка грунта в котловане выполняется экскаватором. Очередность выполнения работы определяется по положению котлована относительно ЛНР на строительной площадке (см. п. 2.2.2 методических указаний).

Грунт из котлована укладывается в насыпь, вывозится, укладывается в отвал для обратной засыпки пазух котлована в соответствии с ведомостью объемов грунта в котловане (см. табл. 3).

В соответствии с СП 45.13330.2012 п. 6.1.6 котлован следует разрабатывать, как правило, до проектной отметки с сохранением природного сложения грунтов основания. В зависимости от типа ковша экскаватора допускается разработка выемок в два этапа: черновая — с недобором и окончательная.

Черновая разработка грунта производится экскаватором, оборудованным траншейным ковшом с зубьями. Для недопущения разрыхления грунта основания отрывка осуществляется выше проектной отметки с недобором (прил. 7). Оставшийся разрыхленный грунт подчищается до требуемой глубины бульдозером или погрузчиком с последующей возможной доработкой труднодоступных мест вручную.

Грунт подсыпки (песок или щебень) завозится в котлован из карьера автотранспортом. Разравнивание грунта подсыпки выполняет бульдозер, уплотнение — каток.

Технические характеристики машин указываются в ведомости потребности в машинах, оборудовании, инструменте и приспособлениях.

Обратная засыпка пазух котлована

Резервы для обратной засыпки формируются из грунта, разработанного в котловане (см. табл. 3), и устраиваются в виде отвалов вдоль длинных сторон котлована, за пределами зон размещения грузоподъемных механизмов, складирования и временных дорог.

Обратная засыпка пазух котлована производится после окончания работ по устройству подземной части здания.

Грунт отсыпается в пазухи котлована бульдозером, распределяется и уплотняется вручную. Уплотнение ведется послойно; высота слоя уплотнения зависит от глубины действия выбранного средства уплотнения, технические характеристики которого указываются в ведомости потребности в машинах, оборудовании, инструменте и приспособлениях, как и технические характеристики бульдозера.

2.4.3. Требования к качеству и приемке работ

В данном разделе рассматриваются контролируемые параметры при производстве земляных работ, оформляемые в табл. 9.

Таблица 9

Контролируемые параметры при производстве земляных работ

№ п/п	Наименование процесса, подлежащего контролю	Предмет контроля	Способ контроля	Ответственный	Технические критерии оценки качества
1	2	3	4	5	6
Входной контроль					
Операционный контроль					
Приемочный контроль					

2.4.4. Потребность в материальных и технических ресурсах

Потребность в материальных ресурсах (табл. 10) определяют по объемам работ, согласно варианту задания, с учетом действующих норм расхода материалов.

Таблица 10

Потребность в материальных ресурсах

№ п/п	Наименование материала	Марка Класс	Исходные данные			Потребное количество
			Ед. изм.	Объем работ	Норма расхода	
1	2	3	4	5	6	7

Потребность в технических ресурсах (табл. 11) формируется из ранее подобранных машин, механизмов и приспособлений в необходимом (в соответствии с качественным и количественным составом исполнителей) количестве.

Таблица 11

Ведомость потребности в машинах, механизмах, инструменте и приспособлениях

№ п/п	Наименование	Тип	Марка	Количество	Технические характеристики
1	2	3	4	5	6

2.4.5. Калькуляция затрат труда и машинного времени

Исходными данными для составления калькуляции (табл. 12) являются ранее установленные перечень и объемы работ, нормы времени рабочих и машин, определяемые по ЕНиР, ГЭСН, ВНиР, стандартам строительных организаций и аналогичным документам, составленным по данным хронометражных наблюдений на строительных объектах.

Таблица 12

Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование процессов	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование по ЕНиР	Состав звена по ЕНиР	Норма времени ч.-час	Затраты труда		Норма машинного времени м.-час	Затраты машинного времени	
							ч.-час	ч.-дн		м.-час	м.-см
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

2.4.6. График производства работ

График производства работ определяет последовательность и продолжительность выполнения строительных процессов.

В основу составления графика должны быть положены следующие принципы: использование поточного метода производства, выполнение работ в строгой технологической последовательности, максимальное совмещение работ во времени без нарушения технологии строительства и правил техники безопасности, использование прогрессивных способов выполнения работ, обеспечение равномерной и бесперебойной загрузки машин и рабочих. График должен быть лаконичным и читаемым, ориентированным на основные процессы: вспомогательные операции должны быть включены в состав основных.

Таблица 13

График производства работ

№ п/п	Наименование процессов	Ед. изм.	Объем работ	Затраты труда, ч.-дн	Затраты машинного времени, м.-см	Исполнители	Время выполнения работ		У.пл., %	Смены/Дни								
							Смены	Дни		1			2			3		
										1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	1	2	3	1	2	3	

График выполняется в форме табл. 13: графы 1–5 заполняются по калькуляции; в графе 6 указывается принятая (удовлетворяющая заданному ритму) численность исполнителей; в графе 7 определяется целое число смен, необходимых для качественного выполнения процессов, соответствующее уровню производительности труда ($Y_{п.т} = 85 - 110 \%$) — графа 9; в графе 8 по календарному плану устанавливается целое число дней, занятых в производстве. В части календарного планирования горизонтальными линиями изображается продолжительность выполнения каждого процесса, вертикальными — их взаимосвязи. Продолжительность процесса t_8 (графа 7) определяется как отношение трудоемкости Θ к числу исполнителей n , приведенное к целому значению (до смены):

$$t_8 \cong \Theta/n.$$

В случае объединения производственных потоков для установления общей продолжительности работ трудоемкость соответствующих процессов суммируется.

Уровень производительности труда:

$$Y_{п.т} = \frac{T_r}{T_\phi} \cdot 100 \% = \frac{\Theta/n}{t_8} \cdot 100 \%$$

Оптимизацию графика (обеспечение технологической последовательности и режимов, планомерной загрузки исполнителей) можно осуществлять регулированием количества смен выполнения процессов в сутки (от 1 до 3), уровня производительности труда (от 85 до 110 %), изменением числа исполнителей.

Построение графика осуществляется в следующей последовательности:

- 1) определение календарного времени выполнения ведущего процесса;
- 2) планирование подготовки фронта производства работ для ведущего процесса;
- 3) оптимизация показателей.

2.4.7. Охрана труда и требования к безопасности

Для предупреждения несчастных случаев на строительной площадке необходимо учитывать причины их возникновения:

- недостаточная квалификация рабочих и допуск их к работе без инструктажа;
- отсутствие спецодежды и индивидуальных защитных приспособлений, соответствующих выполняемой работе;

- неправильное или небрежное производство строительного-монтажных работ;
 - применение неисправного инвентаря, приспособлений и инструментов;
 - неправильное обращение со строительными машинами и инструментами;
 - невыполнение требований, предъявляемых к эксплуатации транспорта и производству погрузочно-разгрузочных операций;
 - неправильное и неумелое обращение с электропроводкой, а также электрооборудованием;
 - недостаточное освещение рабочих мест в темное время суток.
- Ответственность за соблюдение требований безопасности возлагается:
- за техническое состояние машин и средств защиты — на организацию, на балансе которой они находятся;
 - за проведение обучения и инструктажа по безопасности труда — на организацию, в штате которой состоят рабочие;
 - за соблюдение требований безопасности труда при производстве работ — на организацию, осуществляющую работы.

Руководители строительного-монтажных организаций должны обеспечить рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ. Рабочие и инженерно-технические работники без строительных касок и прочих средств индивидуальной защиты к выполнению работ не допускаются. Перед допуском к работам необходимо провести обучение и проведение инструктажа по технике безопасности (повторный инструктаж проводится не реже одного раза в месяц).

Техника безопасности земляных работ, выполняемых на строительной площадке, должна соответствовать требованиям СНиП 12-03–2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования и СНиП 12-04–2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

2.4.8. Техничко-экономические показатели

При выполнении земляных работ определяют следующие показатели:

- 1) общую продолжительность работ, устанавливаемую по графику производства работ, дн;
- 2) общий объем переработанного грунта (в плотном теле), м³;
- 3) объем земляных работ, выполняемых бульдозером, скрепером, экскаватором, м³;

4) нормативные затраты машинного времени $M_{\text{н}}$, выполнения комплекса земляных работ, суммарно принимаются по калькуляции затрат труда и машинного времени, маш.-см.;

5) проектные затраты машинного времени $M_{\text{п}}$ (маш.-см.):

$$M_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot t_i,$$

где N_i — количество машин в смену, задействованных на выполнении i -го процесса; t_i — продолжительность процесса в сменах, принимаемая по графику производства работ;

6) проектные затраты машинного времени на м^3 переработанного грунта:

$$M_{\text{п}}^{\text{ед}} = \frac{M_{\text{п}}}{V},$$

где V — общий объем переработанного грунта, м^3 ;

7) проектную выработку в смену $B_{\text{п}}$:

$$B_{\text{п}} = \frac{V}{M_{\text{п}}};$$

8) уровень производительности труда, %:

$$y_{\text{п.т}} = \frac{M_{\text{н}}}{M_{\text{п}}}.$$

3. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть работы выполняется на листах А3 и включает:

1) черновик. План строительной площадки с указанием рабочих отметок и линии нулевых работ (М 1 : 2000);

2) план строительной площадки с указанием окончательных рабочих отметок и линии нулевых работ, обводов строительной площадки ($M_{\text{г}}$ 1 : 2000; $M_{\text{в}}$ 1 : 200 или 1 : 100);

3) продольный и поперечный разрезы строительной площадки по котловану ($M_{\text{г}}$ 1 : 2000; $M_{\text{в}}$ 1 : 100);

4) картограмму перемещения земляных масс (М 1 : 2000);

5) технологические схемы по вертикальной планировке строительной площадки; разработки грунта и устройства дна котлована; производства работ по обратной засыпке;

6) график производства земляных работ.

Список рекомендуемой литературы

СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87.

ЕНиР Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы. — Москва : Стройиздат, 1988.

СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. — Москва : Госстрой России, 2001.

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве, Ч. 2. Строительное производство. — Москва : Госстрой России, 2003.

Ершов М.Н. Технологические процессы в строительстве. Кн. 1 : Основы технологического проектирования : учебник для подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 (270800) — «Строительство» и подготовки специалистов по специальности 08.05.01 (271101) «Строительство уникальных зданий и сооружений» / М.Н. Ершов, А.А. Лapidус, В.И. Теличенко. — Москва : АСВ, 2016. — 43 с.; Кн. 2 : Технологические процессы переработки грунта : учебник для подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 (270800) — «Строительство» и подготовки специалистов по специальности 08.05.01 (271101) «Строительство уникальных зданий и сооружений» / М.Н. Ершов, А.А. Лapidус, В.И. Теличенко. — Москва : АСВ, 2016. — 111 с.

Машины для земляных работ : учебник для вузов / под ред. Д.П. Волкова. — Москва : Высшая школа, 1998.

Теличенко В.И. Технология строительных процессов : в 2 частях. Ч. 1 / В.И. Теличенко, А.А. Лapidус, О.М. Терентьев. — Москва : Высшая школа, 2008. — 392 с.

Штоль Т.М. Технология возведения подземной части зданий и сооружений / Т.М. Штоль, В.И. Теличенко, В.И. Феклин. — Москва : Стройиздат, 1990.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Образец оформления титульного листа практической работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт строительства и архитектуры
Кафедра технологии и организации строительного производства

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

по дисциплине
«Технологические процессы в строительстве»

Тема: «Технологическая карта на земляные работы»

Выполнил студент (институт,
курс, группа)

(Ф.И.О.)

Руководитель работы

(ученое звание, степень, должность, Ф.И.О.)

К защите

(дата, подпись руководителя)

Работа защищена с оценкой

Москва
2018 г.

Показатели разрыхления грунтов и пород

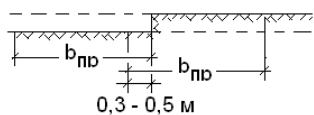
Наименования грунтов	Коэффициент первоначального увеличения объема грунта после разработки	Коэффициент остаточного разрыхления грунта
Глина ломовая	1,28–1,32	1,06–1,09
Гравийно-галечные	1,16–1,20	1,05–1,08
Растительный	1,20–1,25	1,03–1,04
Лесс мягкий	1,18–1,24	1,03–1,06
Лесс твердый	1,24–1,30	1,04–1,07
Песок	1,10–1,15	1,02–1,05
Скальные	1,45–1,50	1,20–1,30
Суглинок легкий и лессовидный	1,18–1,24	1,03–1,06
Суглинок тяжелый	1,24–1,30	1,05–1,08
Супесь	1,12–1,17	1,03–1,05
Торф	1,24–1,30	1,08–1,10

Крутизна откосов в зависимости от вида грунта и глубины выемки

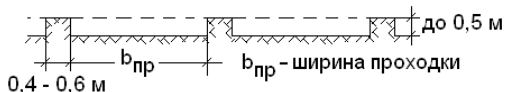
Наименования грунтов	Крутизна откосов (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3	5
Насыпной неуплотненный	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаный и гравийный	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессы и лессовидные	1:0	1:0,5	1:0,5

Разработка грунта бульдозерами

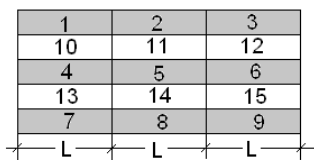
РАЗРАБОТКА ГРУНТА ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ПРОХОДКАМИ



ТРАНШЕЙНЫЙ СПОСОБ



РАЗРАБОТКА ГРУНТА БУЛЬДОЗЕРОМ ПРОХОДКАМИ ЧЕРЕЗ ПОЛОСУ



РЕБРИСТО-ШАХМАТНЫЙ СПОСОБ

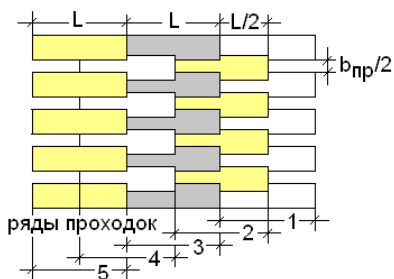


Схема работы бульдозера

Дальность перемещения грунта бульдозерами

Основные группы бульдозеров			Рекомендуемая дальность перемещения, м
Мощность двигателя базового тягача, кВт	Тяговое усилие, кН	Группа бульдозера	
до 20	до 40	Малогобаритный	до 30
до 60	60	Легкий	до 50
до 100	100	Средний	до 70
120–240 и более	150–250	Тяжелый	100–150

Разработка грунта скреперами

Скреперами разрабатывают грунты I и II категории непосредственно, а грунты III и IV категории — после их предварительного разрыхления.

Дальность перемещения грунта скреперами

Тип скрепера			
Прицепной		Самоходный	
Объем ковша скрепера, м ³	Пределы дальности перевозки грунта, м	Объем ковша скрепера, м ³	Пределы дальности перевозки грунта, м
6	100–350	до 8	300–1500
8	150–550	9–10	400–2500
10	300–800	15	до 3000
15	500–1500	25	более 5000

Число скреперов, обслуживаемых одним трактором-толкателем

Дальность перемещения грунта, м	Прицепные скреперы с объемом ковша 6–10 м ³	Самоходные скреперы с объемом ковша	
		8–10 м ³	15 м ³
100	2	–	–
300	3	3	2
500	4–5	4	2
1000	–	6	3

Рабочий цикл скрепера включает разработку грунта (отделение грунта от массива и заполнение им ковша), транспортирование грунта в ковше к месту укладки, его отсыпку и возвращение машины на исходную позицию следующего рабочего цикла.

Длина пути набора грунта

Тип скрепера	Объем ковша скрепера, м ³			
	2,5–3	6–8	10–12	15–18
Прицепной	12–15 м	15 — 20 м	20–25 м	30–35 м
Самоходный	–	15–18 м	18–22 м	25–30 м

Средняя длина пути разгрузки грунта в зависимости от толщины слоя отсыпки

Толщина слоя отсыпки, м	Объем ковша, м ³			Толщина слоя отсыпки, м	Объем ковша, м ³		
	6–8	10	15		6–8	10	15
0,15	15	23	–	0,3	8	11,5	16
0,2	11	17	24	0,35	6,5	10	14
0,25	9	14	20	0,4	–	9	12

**Зависимость емкости ковша экскаватора
от объема разрабатываемого грунта**

Емкость ковша экскаватора, м ³	Объемы разрабатываемого сооружения, м ³
0,15	до 500
0,25 и 0,30	500–1500
0,5	1500–5000
0,65	2000–8000
0,8	6000–11 000
1	11 000–15 000
1,25	13 000–18 000
1,50 и более	свыше 17 000

**Рекомендации по недоработке грунта в котлованах
при производстве работ механизированным способом экскаватором**

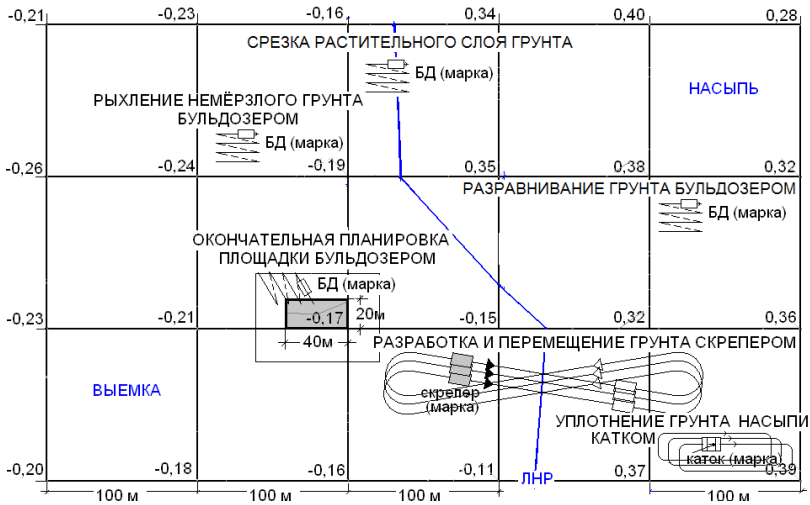
Вместимость ковша экскаватора, м ³	Допускаемый недобор грунта в основании, см		
	Рабочее оборудование		
	Прямая лопата	Обратная лопата	Драглайн
Механические экскаваторы			
до 0,4	5	10	15
до 0,65	10	15	20
0,8–1,25	10	20	25
1,5–2,5	15	17	30
3,0–5,0	20	–	30
Гидравлические экскаваторы			
0,5	5	5	–
0,65–1,0	7	10	–
1,25–1,6	7	10	–
2,0–3,2	10	12	–

Технические характеристики автосамосвалов

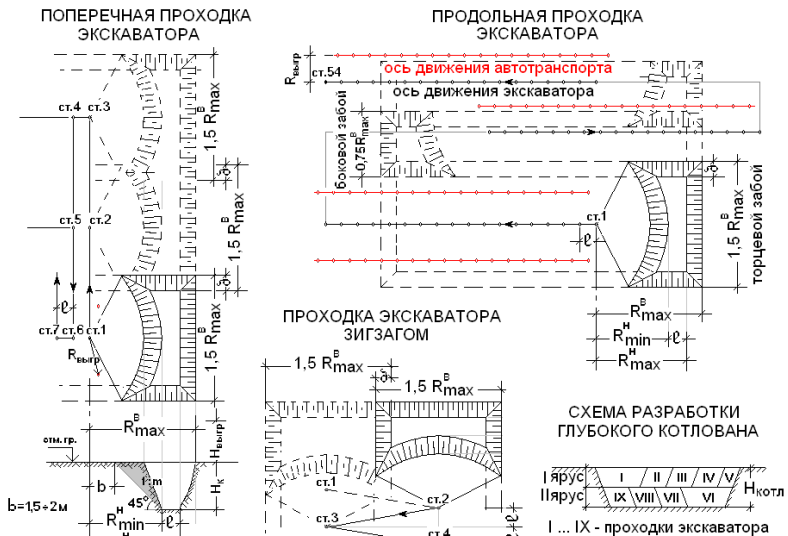
Модель автомобиля	Вместимость кузова, м ³	Грузоподъ- емность, т	Погрузочная высота, м	Скорость движения, км/ч	
				в груженом состоянии	в порожнем состоянии
ГАЗ-САЗ-35072	4,5	4,1	2,48	45	60
ГАЗ-САЗ-35072-10	4,5	3,95	2,48	47	60
ЗИЛ-ММЗ-45085	3,8	5,5	2,81	42	60
МАЗ-555102-220	5,4	10	2,15	48	60
МАЗ-555130-2120	5,5	9	2,15	40	60
МАЗ-555402-220	5,5	7	2,15	42	60
МАЗ-551603-2121	10,5	20	2,6	50	60
МАЗ-551605-2125	11	20	2,53	48	60
КамАЗ-6520	12	14,4	3,2	55	60
КамАЗ-6540	11	18,5	3,02	55	60
КамАЗ-55111	6,6	13	2,85	55	60
КамАЗ-65115	8,5	15	2,96	55	60
КамАЗ-53605	6,5	7,5	2,87	52	60
КрАЗ-65032	12	18	2,7	45	60
КрАЗ-65055	10,5	16	2,42	45	60
КрАЗ-6510	10,5	13,5	2,46	45	60
КрАЗ-7133С4	20	22,5	2,96	40	60
КрАЗ-6130С4	18	20,5	2,96	40	60

Технологические схемы производства работ

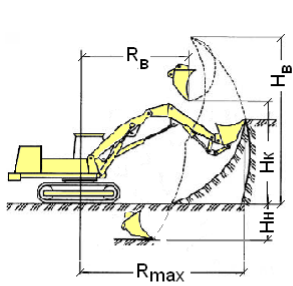
Схема производства работ по вертикальной планировке на территории строительной площадки



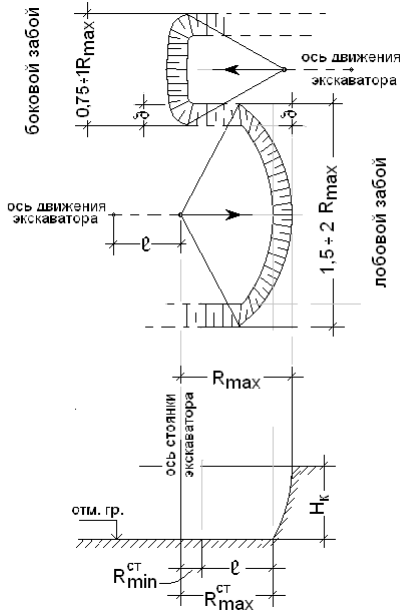
Разработка грунта экскаватором с оборудованием обратная лопата



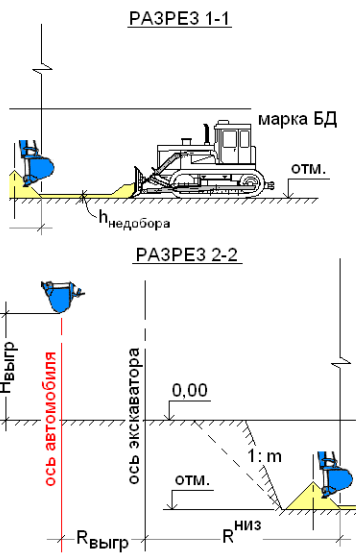
Разработка грунта экскаватором с оборудованной прямой лопатой



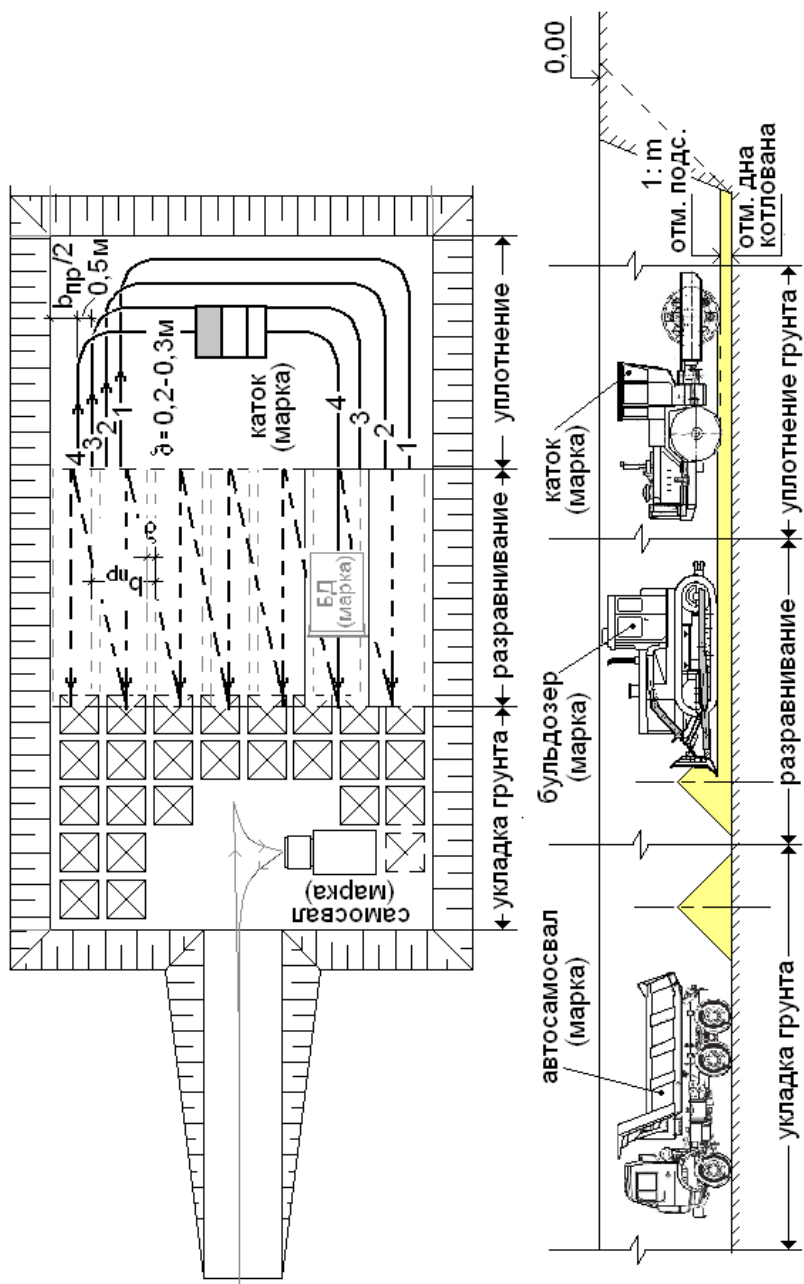
δ - величина перекрытия проходок экскаватора, м
 ℓ - длина передвижки, м



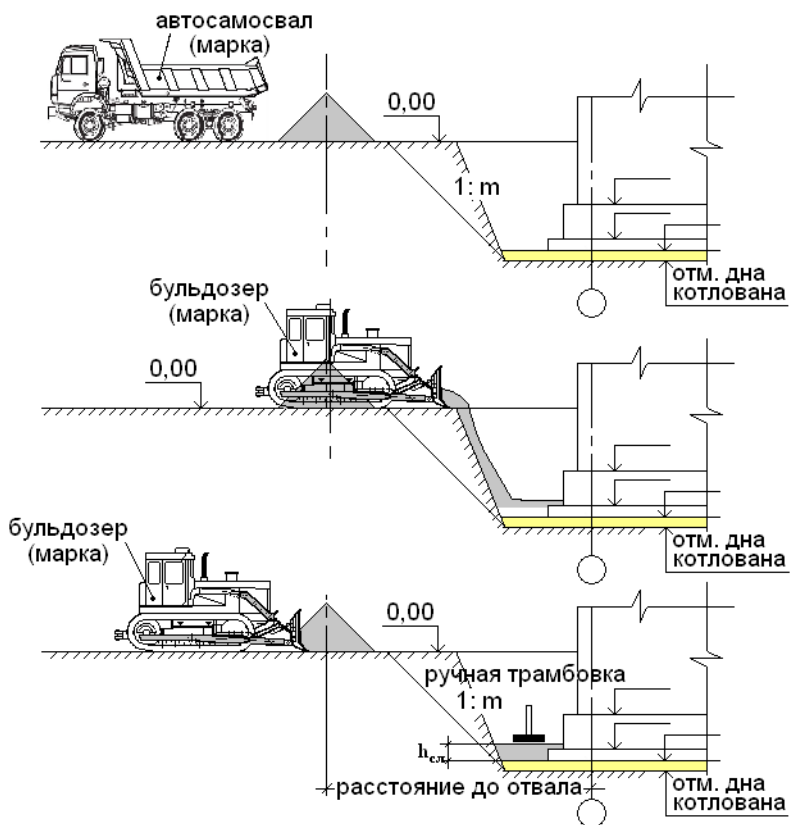
Подчистка дна котлована



Устройство песчаной подсыпки на дне котлована



Обратная засыпка пазух котлована



План строительной площадки с указанием рабочих отметок, линией нулевых работ, обводов строительной площадки. Продольный и поперечный разрезы строительной площадки по котловану

