

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра открытых горных работ

Составитель
В. А. Ермолаев

ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА
(ОТКРЫТАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ)

Методические указания к самостоятельной работе
(3 и 4 семестры)

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 130400.65 «Горное дело»
в качестве учебного электронного издания
для самостоятельной работы

Кемерово 2014

Рецензенты

Воронков В.Ф. – к.т.н., доцент кафедры открытых горных работ
Тюленев М.А. – к.т.н., доцент кафедры открытых горных работ

Ермолаев Вячеслав Андреевич. Основы горного дела (открытая геотехнология): методические указания к самостоятельной работе (3 и 4 семестры) [электронный ресурс] для студентов специальности 130400.65 «Горное дело» специализации 130403.65 «Открытые горные работы» очной и заочной форм обучения / сост.: В. А. Ермолаев. – Кемерово: КузГТУ, 2014.

Изложены теоретические положения расчета параметров выработок и отвалов карьера, траншей: схемы, формулы и результаты расчета примеров, вопросы для самоконтроля и исходные данные вариантов расчетно-графических работ.

©КузГТУ, 2014
©Ермолаев В. А.,
составление, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов на 2-м курсе состоит в выполнении в 3-м семестре четырех расчетно-графических работ и в 4-м семестре курсового проекта на тему «Определение основных параметров открытых горных выработок» [11].

Методические указания к самостоятельной работе студентов по выполнению расчетно-графических работ предназначены для изучения и закрепления знаний по инженерным методам расчета параметров выработок и отвалов карьеров, изучаемых по дисциплине «Основы горного дела (открытая геотехнология)» студентами специализации 130403.65 «Открытые горные работы».

Выработки карьеров и отвалы пород вскрыши являются основными объектами, формирующимися в процессе открытых горных работ. Выемочные (экскаваторные) блоки – основной элемент системы разработки, определяющий производительность отдельного технологического потока. Функциональное назначение выемочных блоков – обеспечение надежности работы карьера. Они включают в себя объем вскрытых и готовых к выемке горных пород и рабочую площадку. Капитальные вскрывающие и разрезные траншеи являются первыми открытыми горными выработками, создаваемыми при строительстве карьеров. В дальнейшем на месторождениях с пологими, наклонными и крутыми углами падения залежей полезного ископаемого создание этих выработок производится при освоении каждого нового по глубине горизонта карьера.

Расчетно-графические работы (РГР) являются учебно-методическим материалом, выполняются каждым студентом очной формы обучения самостоятельно в соответствии с исходными данными варианта лабораторного занятия. Студенты заочного обучения выполняют РГР в качестве контрольной работы в соответствии с исходными данными варианта индивидуального задания. Для расчетов параметров выработок используется аналитический метод с выполнением чертежа выработки в масштабе на миллиметровой бумаге и пояснительной записки, оформленной на бумаге формата А4 и сброшюрованной.

Выполненные работы сдаются на проверку преподавателю и при их положительной оценке допускаются к защите РГР.

Расчетно-графическая работа 1

Тема: Определение главных параметров карьера в конечных контурах.

Работа заключается в расчете параметров и построении сечений карьера.

1.1 Теоретические положения

Контур карьера, соответствующий моменту окончания открытых горных работ, называется конечным. Им соответствуют конечные параметры карьера.

Выработка карьера в недрах земли ограничивается дном и бортами. Бортом карьера называется ступенчатая (иногда плоская) поверхность, ограничивающая карьер с какого-либо его бока [1,2]. Дном карьера называется поверхность, ограничивающая карьер снизу. Замкнутые линии пересечения бортов карьера с дневной поверхностью и подошвой (дном) образуют соответственно верхний и нижний контуры карьера. Угол, образуемый откосом борта карьера и горизонтальной плоскостью, проходящей через его подошву, называется углом откоса борта карьера. Вертикальное расстояние между нижней отметкой дна и усредненной отметкой верхнего контура называется глубиной карьера.

Главными параметрами карьера в конечных контурах являются:

- глубина, м;
- размеры дна (нижнего контура) карьера (длина, ширина), м;
- размеры на уровне дневной поверхности (верхнего контура) карьера (длина, ширина), м;
- углы откосов бортов, град.
- объем горной массы (вскрыша и полезное ископаемое), м^3 ;
- запасы (промышленные) полезного ископаемого, т;
- объем вскрыши, м^3 ;
- коэффициенты (средний промышленный, контурный) вскрыши, $\text{м}^3/\text{т}$;

1.2 Расчет главных параметров и схема сечений карьера

Главные параметры карьера представлены на рисунке 1 и в таблицах 1.1 и 1.2. Дополнительно для расчета главных параметров карьера необходимы значения:

C —цена 1 т полезного ископаемого в условиях рынка, р/т;

$K_{\text{рп}}$ —коэффициент развития предприятия (от 0,1 до 0,2), средний $K_{\text{рп}}=0,15$;

C_o —удельные затраты на добычу 1 т полезного ископаемого открытым способом, р/т;

C_v —удельные затраты на разработку 1 м^3 вскрыши, р/ м^3 ;

$K_{\text{из}}$ —коэффициент извлечения полезного ископаемого, $K_{\text{из}}=0,92 - 0,97$;

γ_B и γ_L —углы наклона нерабочих бортов – (углы погашения бортов) с висячей и лежачей стороны пласта, град;

$\rho_{\text{пш}}$ —плотность полезного ископаемого, т/м³ (для каменного угля $\rho_{\text{пш}} = 1,3-1,45$).

При определении главных параметров (в учебных целях) следует исходить из того, что все размеры, характеризующие поперечное и продольное сечения карьера, постоянны на всем простирании пластовой залежи и рассматриваются на примере профилей пласта угля с использованием аналитического метода (рис. 1).

При разработке наклонных и крутых залежей все главные параметры карьера, масштабы горных работ, их технология, системы вскрытия и разработки определяются конечными контурами карьера. При определении конечной глубины используется принцип, основанный на сопоставлении контурного (K_K – соотношение приконтурных объемов работ по вскрыше (м³) и добыче (т)) и граничного ($K_{\text{гр}}$) коэффициентов вскрыши (рис. 1). Сущность этого принципа заключается в следующем. Увеличение глубины карьера, разрабатывающего залежь, вызывает постоянное возрастание контурного коэффициента вскрыши. При достижении некоторой глубины H_K значение контурного коэффициента вскрыши станет равным граничному, т.е. $K_K = K_{\text{гр}}$. Дальнейшее увеличение глубины карьера экономически не целесообразно.

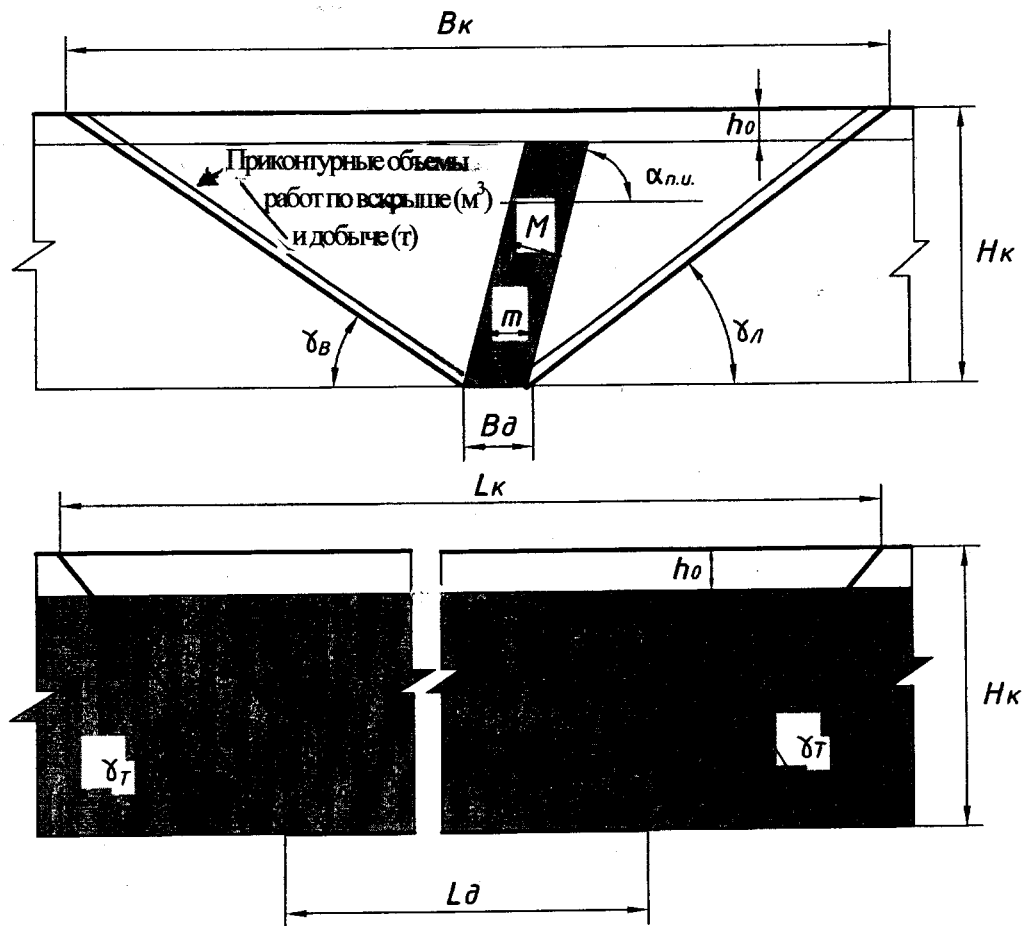


Рис. 1 Главные параметры карьера в конечных контурах

Формулы для расчета главных параметров карьера представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Формулы для расчета главных параметров карьера

Параметр	Формула	Номер формулы
Необходимая прибыль для работы карьера	$\Pi = ЦК_{РП}$	1.1
Граничный коэффициент вскрыши	$K_{ГР} = (Ц - \Pi - C_0) / C_B$	1.2
Горизонтальная мощность полезного ископаемого	$m = M / \sin \alpha_{ПИ}$	1.3
Конечная глубина карьера для наклонных и крутых залежей	$H_K = K_{ГР} m K_{ИЗ} \rho_{ПИ} / (ctq\gamma_B + ctq\gamma_L)$	1.4
Ширина карьера по верху	$B_K = m + H_K(ctq\gamma_B + ctq\gamma_L)$	1.5
Длина карьера по верху	$L_K = L_d + 2H_K ctq\gamma_T$	1.6
Объем горной массы в контурах карьера	$V_{ГМ} = mL_d H_K + (m + L_d) H_K^2 ctg 0,5(\gamma_B + \gamma_L) + 1,0362 H_K^3 ctg^2 0,5(\gamma_B + \gamma_L)$	1.7
Объем геологических запасов полезного ископаемого карьера	$V_{ПИ} = m 0,5(L_d + L_K)(H_K - h_0)$	1.8
Промышленные запасы полезного ископаемого карьера	$V_{РЗ} = V_{ПИ} K_{ИЗ} \rho_{ПИ}$	1.9
Объем вскрышных пород карьера	$V_B = V_{ГМ} - V_{ПИ} K_{ИЗ}$	1.10
Средний промышленный коэффициент вскрыши карьера	$K_{СР} = V_B / V_{ПЗ}$	1,11

1.3 Пример расчета главных параметров карьера

Значения главных параметров карьера приведены на примере разработки пластовой залежи (угля) крутого падения в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Главные параметры карьера в конечных контурах

Параметр	Обозначение	Значение
Граничный коэффициент вскрыши, м ³ /т	$K_{ГР}$	6,0
Конечная глубина карьера, м	H_K	94
Нормальная мощность залежи полезного ископаемого, м	M	18
Угол падения залежи полезного ископаемого, град	$\alpha_{ПИ}$	45
Угол наклона нерабочего борта с висячей стороны залежи, град	γ_B	40
Угол наклона нерабочего борта с лежащей стороны залежи, град	γ_L	30
Углы наклона нерабочих бортов с торцов залежи, град	γ_T	45

Горизонтальная мощность полезного ископаемого (ширина дна карьера v_d), м	m	25,4
Длина карьера по дну, м	L_d	1200
Ширина карьера по верху, м	B_K	213
Длина карьера по верху, м	L_K	1388
Объем горной массы в контурах карьера, тыс.м ³	$V_{ГМ}$	14550
Промышленные запасы полезного ископаемого карьера, тыс.т	$V_{PЗ}$	3356
Объем вскрышных пород карьера, тыс.м ³	V_B	11833
Средний промышленный коэффициент вскрыши карьера, м ³ /т	K_{CP}	3,525

1.4. Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите главные параметры карьера в конечных контурах.
2. Оцените влияние цены и затрат на разработку полезного ископаемого на главные параметры карьера.
3. Оцените влияние углов откоса бортов карьера на его главные параметры.
4. Оцените влияние мощности и угла падения залежи на глубину карьера.

1.5. Исходные данные вариантов расчетно-графической работы 1

№ вар.	Ц, р/т	C_o , р/т	C_B , р/м ³	M, м	$\alpha_{ши}$, гр	γ_B , гр	γ_L , гр	L_d , м	γ_T , гр	h_o , м
1	1200	300	120	18	45	35	30	1500	40	8
2	1150	275	130	20	50	38	32	1700	43	10
3	1100	250	140	22	55	40	35	2000	45	12
4	1050	225	120	24	60	35	38	2200	48	14
5	1000	200	130	26	70	38	40	2500	50	16
6	1200	175	140	28	80	40	30	2700	40	8
7	1150	300	120	30	45	35	32	1500	43	10
8	1100	275	130	32	50	38	35	1700	45	12
9	1050	250	140	34	55	40	38	2000	48	14
10	1000	225	120	36	60	35	40	2200	50	16
11	1200	200	130	18	70	38	30	2500	40	8
12	1150	175	140	20	80	40	32	2700	43	10
13	1100	300	120	22	45	35	35	1500	45	12
14	1050	275	130	24	50	38	38	1700	48	14
15	1000	250	140	26	55	40	40	2000	50	16

16	1200	225	120	28	60	35	30	2200	40	8
17	1150	200	130	30	70	38	32	2500	43	10
18	1100	175	140	32	80	40	35	2700	45	12
19	1050	300	120	34	45	35	38	1500	48	14
20	1000	275	130	36	50	38	40	1700	50	16
21	1200	250	140	18	55	40	30	2000	40	8
22	1150	225	120	20	60	35	32	2200	43	10
23	1100	200	130	22	70	38	35	2500	45	12
24	1050	175	140	24	80	40	38	2700	48	14
25	1000	300	120	26	45	35	40	1500	50	16
26	1200	275	130	28	50	38	30	1700	40	8
27	1150	250	140	30	55	40	32	2000	43	10
28	1100	225	120	32	60	35	35	2200	45	12
29	1050	200	130	34	70	38	38	2500	48	14
30	1000	175	140	36	80	40	40	2700	50	16

Расчетно-графическая работа 2

Тема: Технологические параметры выемочных блоков для обеспечения надежной работы карьера.

Работа заключается в расчете параметров и построении технологической схемы выемочного блока

2.1 Теоретические положения

Открытая разработка месторождения формирует эксплуатационное пространство карьера, под которым понимается форма выемки в земной коре от поверхности в глубину, образующееся в процессе добычи полезного ископаемого открытым способом. Совокупность уступов в эксплуатационном пространстве карьера, находящихся в одновременной разработке в данное время, представляет собой рабочую зону карьера.

В эксплуатационном пространстве карьера функционируют комплекты горного и транспортного оборудования, объединенные в технологические потоки, с выполнением всех производственных процессов начиная с подготовки массива горных пород к выемке. Эксплуатационное пространство карьера состоит из функциональных элементов, сочетание которых вместе с механизацией производственных процессов определяет систему разработки.

Основными элементами системы разработки являются:

выемочные (экскаваторные) блоки, содержащие вскрытые запасы полезного ископаемого и вмещающие их породы (рис. 2), горизонтальные

и наклонные транспортные бермы (съезды, разрезные траншеи), предохранительные бермы, закругления, площадки примыкания, петли и тупики транспортных коммуникаций [1,2].

Правилами эксплуатации месторождений открытым способом [1,2] предусматривается трехмесячный запас вскрытого полезного ископаемого, поэтому количество и параметры выемочных блоков в рабочей зоне должны соответствовать этой величине.

Вскрытыми запасами при открытом способе разработки является часть промышленных запасов, для разработки которой произведены все необходимые работы по вскрытию месторождения или его участков (пройдены капитальные траншеи или съезды, проведены работы по осушению запасов и т.п.) и не требуется проведения дополнительных капитальных горных выработок. Границами вскрытых запасов принимаются: по глубине – горизонт, подсеченный капитальной траншеей или съездом, в плане – обнаженная от покрывающих пород или полезного ископаемого вышележащих уступов площадь полезного ископаемого уступа. Запасы, находящиеся в бермах, под заездами и сооружениями, учитываются особо и переводятся в категорию вскрытых после оформления разрешения на их выемку [1, 2, 3].

Функциональное назначение выемочных блоков – обеспечение надежности работы карьера.

Выемочный блок (рис. 2) – основной, определяющий производительность отдельного технологического потока, элемент системы разработки. Он включает в себя объем вскрытых и готовых к выемке горных пород (породы вскрыши и полезное ископаемое) и рабочую площадку. Форма и геометрические размеры элемента зависят от горно-геологических условий работ, рода, вида, типа и параметров используемого для разработки горных пород оборудования, технологии горных работ, мощности карьера по добыче полезного ископаемого.

Высота блока (h) равна или кратна высоте уступа, которая, в свою очередь, определяется параметрами горной и транспортной техники и технологией разработки с учетом безопасности работ [5].

Ширина рабочей площадки блока ($Ш_{рп}$) определяется величиной бермы безопасности, шириной резервной полосы, транспортных коммуникаций, зазора безопасности между транспортной полосой и нижней бровкой развала (при ведении буровзрывной подготовки пород блока), величиной развала и шириной блока по целику (A). В крепких породах ширина рабочей площадки блока устанавливается в зависимости от технологии подготовки горных пород к выемке, которая принимается для обеспечения экскавационной машине необходимой степени дробления, разрыхления породы и высоты развала.

Длина блока определяется эффективностью работы экскавационной машины с учетом транспортного обслуживания всех блоков по длине фронта работ (L_{ϕ}). Основная форма выемочного блока в плане прямоугольная.

2.2 Расчет параметров и построение схемы выемочного блока

Параметры выемочного блока представлены на рисунке 2 и в таблицах 2.1 и 2.2. Дополнительно для расчета параметров выемочных блоков карьера необходимы значения:

V_v – объем вскрыши в границах карьера, м³;

$Q_з$ – промышленные запасы полезного ископаемого (угля) карьера, т;

$\rho_{\text{пи}}$ – плотность полезного ископаемого, т/м³ (уголь $\rho_{\text{пи}}=1,3 - 1,45$);

$L_б$ – длина карьера, м;

h – высота вскрытого уступа, м;

D – годовая добыча карьера, т;

n – обеспеченность карьера вскрытыми промышленными запасами, мес.

Формулы для расчета параметров выемочных (экскаваторных) блоков представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Формулы для расчета параметров выемочных (экскаваторных) блоков

Параметр	Формула	Номер формулы
Горная масса карьера	$Q_m = V_v + Q_з / \rho_{\text{пи}}$	2.1
Коэффициент горной массы	$K_{гм} = Q_m / Q_з$	2.2
Длина фронта работ (выемочных блоков) карьера	$L_{ф} = Q_m / L_{б} h$	2.3
Необходимые вскрытые промышленные запасы полезного ископаемого рабочей зоны (выемочных блоков) карьера	$Q_{зв} = Dn / 12$	2.4
Горная масса выемочных блоков, содержащая вскрытые запасы в рабочей зоне карьера	$Q_{mv} = Q_{зв} K_{гм}$	2.5
Площадь горной массы со вскрытыми запасами в выемочных блоках на рабочих площадках уступов с учетом ее 50% отработки по фронту работ	$S_з = 0,5 Q_{mv} / h$	2.6
Ширина выемочных блоков, содержащих вскрытые запасы	$A = S_з / L_{ф}$	2.7
Скорость подвигания фронта горных работ	$v = DK_{гм} L_{б} / Q_m$	2.8

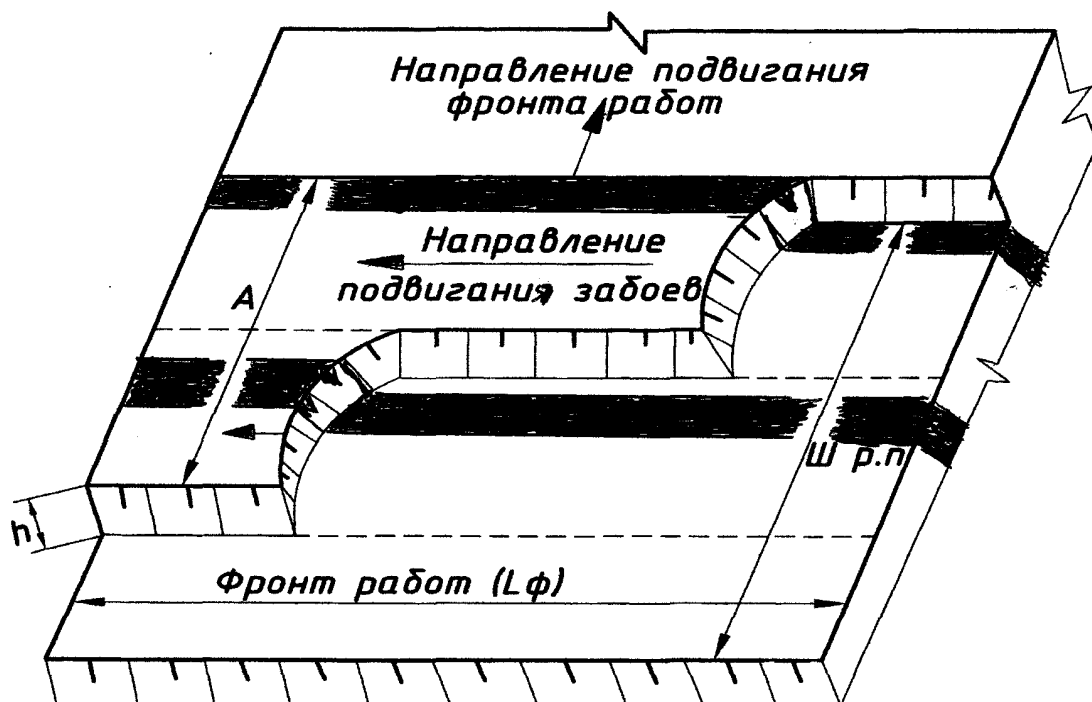


Рис. 2. Схема выемочного (экскаваторного) блока карьера

2.3 Пример расчета параметров выемочных блоков

Параметры выемочных блоков прямоугольной формы в плане приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Параметры выемочных блоков карьера по добыче угля при применении однобортовой системы разработки

Параметр	Обозначение	Значение параметра
Промышленные запасы угля, тыс. т	Q_z	74700
Плотность угля, т/м ³	$\rho_{пш}$	1,42
Вскрыша, тыс.м ³	V_v	334840
Горная масса, тыс.м ³	Q_m	387451
Коэффициент горной массы, м ³ /т	$K_{гм}$	5,184
Длина фронта работ (выемочных блоков) карьера, м	L_{ϕ}	10332
Годовая добыча карьера, тыс. т	D	4000
Высота уступа, м	h	15
Обеспеченность карьера вскрытыми запасами, мес.	n	3

Необходимые вскрытые промышленные запасы полезного ископаемого рабочей зоны (выемочных блоков) карьера, тыс. т	$Q_{зв}$	1000
Горная масса выемочных блоков, содержащая вскрытые запасы в рабочей зоне карьера, тыс. м ³	$Q_{мв}$	5184
Площадь горной массы со вскрытыми запасами в выемочных блоках на рабочих площадках уступов с учетом ее 50% отработки по фронту работ, тыс.м ²	S_z	691,2
Ширина выемочных блоков горной массы, содержащих вскрытые запасы, м	A	66,9
Скорость подвигания фронта горных работ, м/год	v	134

2.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные параметры выемочных блоков карьера.
2. Оцените влияние длины фронта работ на остальные параметры выемочных блоков.
3. Оцените влияние высоты уступов на остальные параметры выемочных блоков.
4. Оцените влияние годовой добычи карьера на остальные параметры выемочных блоков.
5. Оцените влияние обеспеченности карьера вскрытыми запасами на остальные параметры выемочных блоков.

2.5 Исходные данные вариантов расчетно-графической работы 2

№ вар.	Q_z , млн. т	V_b , млн. м ³	L_f , тыс.м	h , м	D , млн. т	$\rho_{пн}$, м ³ /т
1	50	350	7	10	1,5	1,30
2	60	400	8	12	2,0	1,35
3	70	450	9	15	2,5	1,40
4	80	500	10	17	3,0	1,30
5	100	350	11	10	3,5	1,35
6	50	400	12	12	1,5	1,40
7	60	450	7	15	2,0	1,30
8	70	500	8	17	2,5	1,35
9	80	350	9	10	3,0	1,40
10	100	400	10	12	3,5	1,30
11	50	450	11	15	1,5	1,35
12	60	500	12	17	2,0	1,40
13	70	350	7	10	2,5	1,30

14	80	400	8	12	3,0	1,35
15	100	450	9	15	3,5	1,40
16	50	500	10	17	1,5	1,30
17	60	350	11	10	2,0	1,35
18	70	400	12	12	2,5	1,40
19	80	450	7	15	3,0	1,30
20	100	500	8	17	3,5	1,35
21	50	350	9	10	1,5	1,40
22	60	400	10	12	2,0	1,30
23	70	450	11	15	2,5	1,35
24	80	500	12	17	3,0	1,40
25	100	350	7	10	3,5	1,30
26	50	400	8	12	1,5	1,35
27	60	450	9	15	2,0	1,40
28	70	500	10	17	2,5	1,30
29	80	350	11	10	3,0	1,35
30	100	400	12	12	3,5	1,40

Расчетно-графическая работа 3

Тема: Отвалообразование вскрышных пород, расчет параметров и схема отвала.

Работа заключается в расчете параметров и построении схемы отвала в конечных контурах.

3.1 Теоретические положения

Искусственная насыпь, образуемая в результате складирования пустых пород, называется отвалом, а совокупность производственных операций по приему и размещению вскрышных пород на отвале – отвальными работами.

По месту расположения отвалов относительно конечных контуров карьера различают внутренние (в контурах карьера), внешние (вне контуров карьера) и комбинированные, когда одну часть породы перемещают на внешние отвалы, а другую – на внутренние.

По высоте отвалы бывают одно и многоярусные [1,2].

Отвалы характеризуются следующими основными параметрами:

- объем отвальной насыпи в конечных контурах, м³;
- размеры основания (нижнего контура) отвала (длина, ширина, площадь), м;
- размеры верхнего контура отвала (длина, ширина, площадь), м;
- высотой и числом уступов (ярусов), м³;
- углами откоса отвала и отвального яруса, град;

- шириной берм многоярусного отвала, м;
- горизонтальной длиной подъема на ярус отвала, м.

3.2 Расчет главных параметров и построение схемы отвала

По условиям задания внешний отвал пород вскрыши в плане имеет прямоугольную форму и расположен на горизонтальном рельефе земной поверхности.

Формулы для расчета параметров отвала в конечных контурах представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Формулы для расчета параметров отвала в конечных контурах

Параметр	Формула	Номер формулы
Объем отвала	$V_O = V_B K_O$	3.1
Высота отвала	$H_O = h_{я} n_{я}$	3.2
Длина нижней бровки откоса основания отвала	L_O	3.3
Ширина нижней бровки откоса основания отвала	$B_O = (V_O / H_O + H_O \text{ctg } \beta_{\Gamma} (L_O - 2H_O \text{ctg } \beta_{\Gamma})) / (L_O - H_O \text{ctg } \beta_{\Gamma})$	3.4
Площадь основания отвала	$S_O = L_O B_O$	3.5
Длина верхней бровки откоса верхнего яруса отвала	$L'_O = L_O - 2H_O \text{ctg } \beta_{\Gamma}$	3.6
Ширина верхней бровки откоса верхнего яруса отвала	$B'_O = B_O - 2H_O \text{ctg } \beta_{\Gamma}$	3.7
Площадь рабочей площадки отвала	$S'_O = L'_O B'_O$	3.8
Ширина берм многоярусного отвала	$Ш_B = H_O (\text{ctg } \beta_{\Gamma} - \text{ctg } \beta_O) / (n_{я} - 1)$	3.9
Горизонтальная длина подъема на ярус отвала	$l_{я} = h_{я} / i_{я}$	3.10

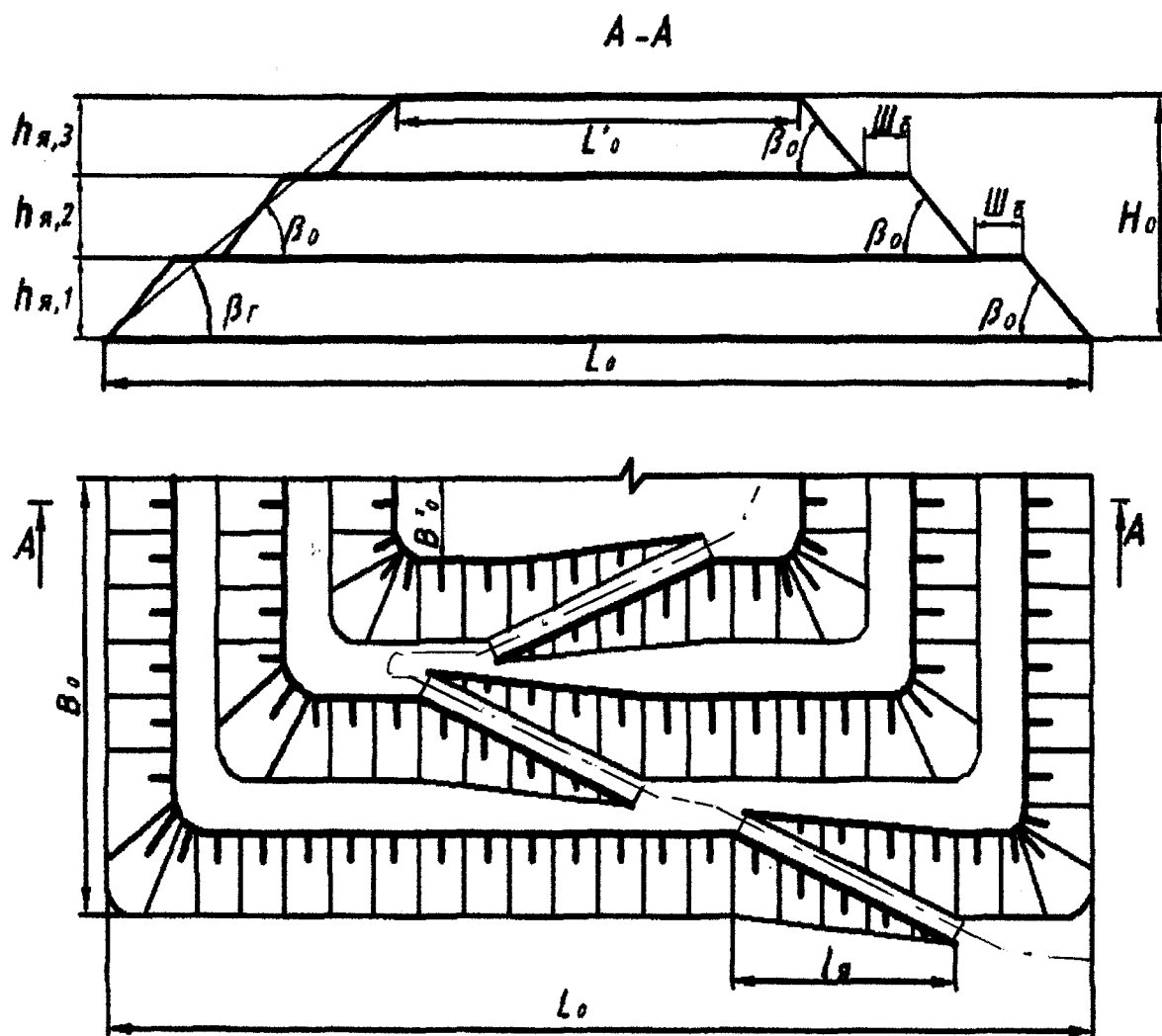


Рис. 3 Схема внешнего отвала породы вскрыши карьера в конечных контурах

3.3 Пример расчета параметров внешнего многоярусного отвала

Параметры внешнего многоярусного отвала прямоугольной формы приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Параметры внешнего многоярусного отвала прямоугольной формы

Параметр	Обозначение	Значение параметра
Объем породы вскрыши в отвале, млн. м ³	V_B	400
Объем отвала, млн. м ³	V_O	440
Высота ярусов, м;	$h_{я}$	30
Число ярусов, шт;	$n_{я}$	3
Генеральный угол откоса отвала, град	β_{Γ}	27

Угол откоса яруса отвала, град	β	35
Горизонтальная длина подъема на ярус отвала, м	$l_{я}$	500
Высота отвала, м	H_0	90
Длина нижней бровки откоса основания (нижнего яруса) отвала, м	L_0	1500
Ширина нижней бровки откоса основания отвала, м	B_0	3845
Площадь основания отвала, тыс.м ²	S_0	5768
Длина верхней бровки откоса верхнего яруса отвала, м	L'_0	1147
Ширина верхней бровки откоса верхнего яруса отвала, м	B'_0	3492
Площадь рабочей площадки верхнего яруса отвала, тыс.м ²	S'_0	4006
Ширина берм многоярусного отвала, м	$Ш_Б$	24

3.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные параметры многоярусного отвала.
2. Оцените влияние генерального угла откоса отвала на его размеры в плане.
3. Оцените влияние числа ярусов отвала на его размеры в плане.
4. Оцените влияние высоты ярусов отвала на его размеры в плане.
5. Оцените влияние остаточного коэффициента разрыхления породы на параметры отвала.

3.5 Исходные данные вариантов расчетно-графической работы 3

№ вар.	$V_{в}$, млн. м ³	$h_{я}$, м	$n_{я}$, шт	L_0 , м	β_0 , град	$\beta_{г}$, град	$i_{я}$, ‰
1	350	27	1	1500	33	33	40
2	400	30	2	2000	34	29	50
3	450	35	3	2500	35	27	60
4	500	40	1	3000	36	33	70
5	350	27	2	3500	37	29	80
6	400	30	3	1500	33	27	30
7	450	35	1	2000	34	33	40
8	500	40	2	2500	35	29	50
9	350	27	3	3000	36	27	60
10	400	30	1	3500	37	33	70
11	450	35	2	1500	33	29	80
12	500	40	3	2000	34	27	30
13	350	27	1	2500	35	33	40

14	400	30	2	3000	36	29	50
15	450	35	3	3500	37	27	60
16	500	40	1	1500	33	33	70
17	350	27	2	2000	34	29	80
18	400	30	3	2500	35	27	30
19	450	35	1	3000	36	33	40
20	500	40	2	3500	37	29	50
21	350	27	3	1500	33	27	60
22	400	30	1	2000	34	33	70
23	450	35	2	2500	35	29	80
24	500	40	3	3000	36	27	30
25	350	27	1	3500	37	33	40
26	400	30	2	1500	33	29	50
27	450	35	3	2000	34	27	60
28	500	40	1	2500	35	33	70
29	350	27	2	3000	36	29	80
30	400	30	3	3500	37	27	30

Расчетно-графическая работа 4

Разнообразие горно-геологических условий и технологий проведения капитальных и разрезных траншей требует рассмотрения вариантов схем с использованием различного выемочно-погрузочного и транспортного оборудования. Ниже представлено несколько вариантов схем проведения траншейных выработок.

Схема 4.1

Тема: Бестранспортная технологическая схема проведения разрезной траншеи продольным забоем с выемкой угольного пласта.

Работа заключается в расчете параметров и построении технологической схемы.

4.1.1 Теоретические положения

После проведения разрезной траншеи по вскрышным породам до кровли угольного пласта для создания фронта вскрышных работ требуется проведение разрезной траншеи по угольному пласту (рис. 4.1). Представленная схема позволяет совместить эти работы. Драглайн располагают на поверхности и ведут проходку траншеи нижним черпанием. С одной установки он разрабатывает вскрышные породы, формирует породный отвал на борту траншеи со стороны нерабочего борта и ведет выемку угля, укладывая его в штабель на рабочем борту траншеи. В последующем угольный штабель раз-

рабатывают другим оборудованием и вывозят уголь за пределы разреза. Угольный штабель можно формировать гребневой формы или, если это требуется по условиям его отгрузки, с поперечным сечением в форме трапеции [4].

При проведении разрезной траншеи по данной схеме драглайн размещается по оси траншеи и перемещается по прямолинейной траектории. Смещение оси драглайна в сторону нерабочего борта значительно усложняет условия выемки угля.

Технологическая схема проведения разрезной траншеи с одновременной выемкой угольного пласта позволяет интенсифицировать горностроительные работы за счет одновременного проведения разрезной траншеи по вскрышному и добычному уступам. Схему можно применять при суммарной мощности вскрышных пород и угольного пласта, не превышающей глубину черпания драглайна. Условия использования схемы ограничены относительно небольшой мощностью покрывающих пород (обычно до 20–30 м) при мощности угольного пласта 5–12 м. К недостаткам схемы можно отнести и небольшую ширину основания проводимой траншеи.

4.1.2 Расчет параметров и построение технологической схемы

Параметры технологической схемы представлены на рисунке 4.1 и в таблицах 4.1.1 и 4.1.2. Дополнительно для расчета параметров схемы необходимы значения:

L – длина разрезной траншеи, м;

K_p – коэффициент разрыхления пород вскрыши;

K_{py} – коэффициент разрыхления угля;

a – ширина бермы безопасности, м ($a=5$ м).

Формулы для расчета бестранспортной технологической схемы полойного проведения разрезной траншеи в разнопрочных породах представлены в таблице 4.1.1.

Формулы для расчета параметров бестранспортной технологической схемы проведения разрезной траншеи драглайном продольным забоем с выемкой угольного пласта представлены в таблице 4.1.1

Таблица 4.1.1

**Формулы для расчета параметров
бестранспортной технологической схемы проведения разрезной траншеи
драглайном продольным забоем с выемкой угольного пласта**

Параметр	Формула	Номер формулы
Ширина основания траншеи по кровле пласта	$(0.25tg\beta_o)b_1^2 - (Atg\beta_o + H_1K_p)b_1 + (A^2tg\beta_o - H_1K_pctg\alpha) = 0,$ <p align="center">где $A = R_p - H_1ctg\alpha - a$</p>	4.1.1
Ширина основания породного отвала	$B_o = 2(A - b_1) =$ $= 2(R_p - H_1ctg\alpha - a - 0.5b_1)$	4.1.2
Высота породного отвала	$H_o = 0.5B_o tg\beta_o =$ $= (R_p - H_1ctg\alpha - a - 0.5b_1)tg\beta_o$	4.1.3
Ширина траншеи по поверхности	$b_{III} = b_1 + 2H_1ctg\alpha$	4.1.4
Глубина траншеи	$H_T = H_1 + M$	4.1.5
Ширина основания траншеи	$b_T = b_1 - 2Mctg\alpha_y$	4.1.6
Площадь поперечного сечения угольной части траншеи	$S_{TY} = 0,5(b_1 + b_T)M$	4.1.7
Площадь поперечного сечения траншеи	$S_T = S_{TY} + 0,5(b_{III} + b_1)H_1$	4.1.8
Ширина основания угольного штабеля	$b_o = \sqrt{2S_{TY}K_{py}ctg\beta_y}$	4.1.9
Высота угольного штабеля	$h_o = 0.5b_o tg\beta_y$	4.1.10
Радиус разгрузки драглайна при формировании угольного штабеля	$r_p = 0.5(b_{III} + b_1) + a$	4.1.11
Объем разрезной траншеи	$V_p = S_T L$	4.1.12

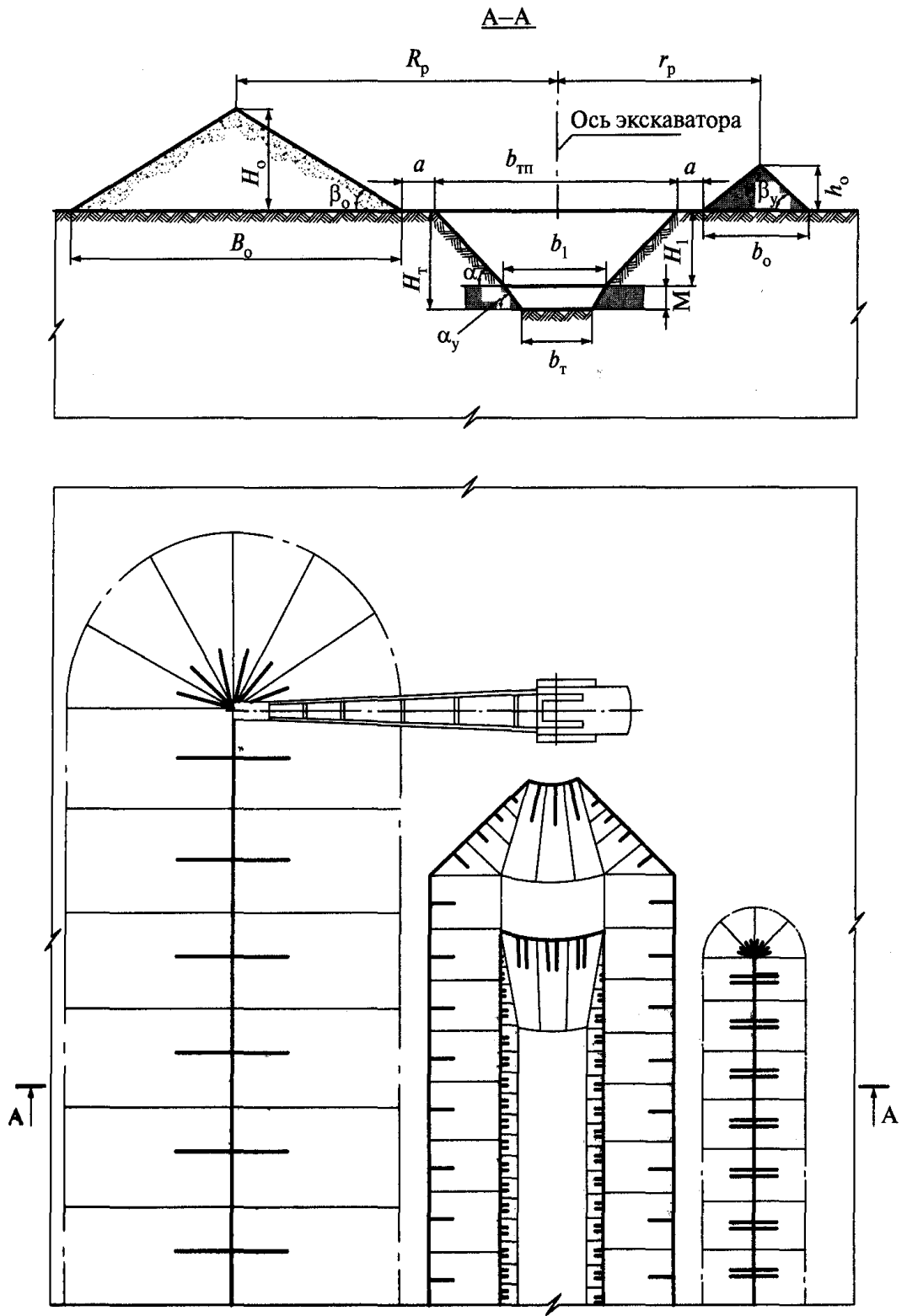


Рис.4.1 Бестранспортная технологическая схема проведения разрезной траншеи драглайном продольным забоем с выемкой угольного пласта

4.1.3 Пример результатов расчета параметров схемы

Параметры технологической схемы при использовании драглайна ЭШ-11.75 приведены в таблице 4.1.2. Они рекомендуются для использования данной схемы в мягких породах 1 и 11 категории.

Таблица 4.1.2

Параметры бестранспортной технологической схемы проведения разрезной траншеи драглайном ЭШ-11.75 продольным забоем с выемкой угольного пласта

Параметр	Обозначение	Значение параметра			
		вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4
Мощность вскрыши, м	H_1	10	10	15	15
Мощность пласта угля, м	M	5	10	5	10
Максимальная ширина основания траншеи, м	b_T	40,3	34,5	27,5	21,7
Ширина траншеи по поверхности, м	$B_{ТП}$	66,1	66,1	63,3	63,3
Ширина основания траншеи по кровле пласта, м	b_1	46,1	46,1	33,2	33,2
Площадь поперечного сечения траншеи, m^2	S_T	777,3	964,6	876	999
В том числе по углю, m^2	S_{Ty}	216,2	403,4	151,9	275
Ширина основания породного отвала, м	B_0	17,7	17,7	33,4	33,4
Высота породного отвала, м	H_0	5,1	5,1	9,6	9,6
Высота угольного штабеля, м	h_0	10,5	14,3	8,7	11,8
Ширина основания угольного штабеля, м	b_0	27,8	38	23,3	31,4
Объем траншеи длиной 100 м, тыс. m^3	V_p	77,7	96,5	87,6	99,9

4.1.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные рабочие параметры драглайна, влияющие на параметры траншеи.
2. Перечислите основные параметры траншеи, зависящие от параметров драглайна.
3. Оцените влияние параметров драглайна на параметры траншеи.
4. Оцените влияние углов откоса бортов траншеи и отвала на параметры траншеи.
5. Оцените влияние коэффициента разрыхления породы на параметры траншеи.

4.1.5 Исходные данные вариантов схемы 4.1

№ вар.	Экс-тор	H₁, м	M, м	β_о, гр	β_у, гр	α, гр	α_у, гр	K_р	K_{ру}	L, м
1	ЭШ-11.75	20	5	35	30	65	55	1,32	1,20	800
2	ЭШ-25.90	15	7	36	32	67	57	1,35	1,22	900
3	ЭШ-25.120	25	8	37	35	69	59	1,38	1,24	1000
4	ЭШ-11.75	30	9	38	30	70	60	1,40	1,26	1100
5	ЭШ-25.90	27	11	35	32	72	65	1,42	1,28	1200
6	ЭШ-25.120	25	5	36	35	75	55	1,32	1,20	800
7	ЭШ-11.75	20	7	37	30	65	57	1,35	1,22	900
8	ЭШ-25.90	15	8	38	32	67	59	1,38	1,24	1000
9	ЭШ-25.120	25	9	35	35	69	60	1,40	1,26	1100
10	ЭШ-11.75	30	11	36	30	70	65	1,42	1,28	1200
11	ЭШ-25.90	27	5	37	32	72	55	1,32	1,20	800
12	ЭШ-25.120	25	7	38	35	75	57	1,35	1,22	900
13	ЭШ-11.75	20	8	35	30	65	59	1,38	1,24	1000
14	ЭШ-25.90	15	9	36	32	67	60	1,40	1,26	1100
15	ЭШ-25.120	25	11	37	35	69	65	1,42	1,28	1200
16	ЭШ-11.75	30	5	38	30	70	55	1,32	1,20	800
17	ЭШ-25.90	27	7	35	32	72	57	1,35	1,22	900
18	ЭШ-25.120	25	8	36	35	75	59	1,38	1,24	1000
19	ЭШ-11.75	20	9	37	30	65	60	1,40	1,26	1100
20	ЭШ-25.90	15	11	38	32	67	65	1,42	1,28	1200
21	ЭШ-25.120	25	5	35	35	69	55	1,32	1,20	800
22	ЭШ-11.75	30	7	36	30	70	57	1,35	1,22	900
23	ЭШ-25.90	27	8	35	32	72	59	1,32	1,24	1000
24	ЭШ-25.120	25	9	36	35	75	60	1,35	1,26	1100
25	ЭШ-11.75	20	11	37	30	65	65	1,38	1,28	1200
26	ЭШ-25.90	15	5	38	32	67	55	1,40	1,20	800
27	ЭШ-25.120	25	7	35	35	69	57	1,42	1,22	900
28	ЭШ-11.75	30	8	36	30	70	59	1,32	1,24	1000
29	ЭШ-25.90	27	9	37	32	72	60	1,35	1,26	1100
30	ЭШ-25.120	25	11	38	35	75	65	1,38	1,28	1200

Схема 4.2

Тема: Бестранспортная технологическая схема послойного проведения разрезной траншеи в разнопрочных породах.

Работа заключается в расчете параметров и построении технологической схемы.

4.2.1 Теоретические положения

Технологическая схема 4.2 применяется при проведении разрезной траншеи в разнопрочных породах, когда верхний их слой представлен мягкими породами (наносами) I и II категорий по трудности экскавации, не требующими проведения буровзрывных работ, а нижний слой — коренными крепкими породами III и IV категорий, разработка которых драглайном осуществляется после взрывного их разрушения [4].

При первом проходе драглайна ведется разработка наносов на всю их мощность с укладкой пород в отвал. Драглайн работает поперечным забоем, формируя отвал на максимальном удалении от проводимой траншеи. При этом важно, чтобы отвал рыхлой вскрыши не препятствовал второму проходу драглайна. После удаления наносов создают условия для ведения буровзрывных работ по коренным породам.

При втором проходе драглайна разрабатывают предварительно взорванные коренные породы, которые размещают в отвал на том же борту траншеи. Отвал мягких пород засыпают отвалом из крепких пород. Для лучших условий черпания драглайн располагают вблизи верхней бровки траншеи на безопасном от нее расстоянии.

4.2.2 Расчет параметров и построение технологической схемы

Параметры технологической схемы представлены на рисунке 4.2 и в таблицах 4.1.1 и 4.1.2. Дополнительно для расчета параметров схемы необходимы значения:

H_p – высота разгрузки драглайна, м;

R_k – радиус вращения кузова драглайна, м;

R_b – радиус базы драглайна, м;

a – ширина бермы безопасности, м ($a = 6$ м);

K_{pm} – коэффициент разрыхления мягких пород;

K_{pc} – коэффициент разрыхления крепких пород;

c – зазор между отвалом и ковшом драглайна при разгрузке, м ($c = 1$ м);

L – длина разрезной траншеи, м;

m – зазор между отвалом и кузовом драглайна, м ($m = 2$ м).

Формулы для расчета бестранспортной технологической схемы послойного проведения разрезной траншеи в разнопрочных породах представлены в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1

Формулы для расчета бестранспортной технологической схемы послойного проведения разрезной траншеи в разнопрочных породах

Параметр	Формула	Номер формулы
Высота отвала	$H_o = H_p - c$	4.2.1
Ширина основания траншеи	$b_T = [H_o(R_p + R_a) - (2H_2 \text{ctg} \alpha_c + H_1 \text{ctg} \alpha_M) H_1 k_{PM} - H_2^2 k_{PC} \text{ctg} \alpha_C] / (H_1 k_{PM} + H_2 k_{PC})$	4.2.2
Проверка возможности проведения траншеи по радиусу черпания драглайна	$R_q \geq b_T + H_1 \text{ctg} \alpha_M + H_2 \text{ctg} \alpha_C + a + R_{\delta}$; иначе принимать $b_T = R_q - (H_1 \text{ctg} \alpha_M + H_2 \text{ctg} \alpha_C + a + R_{\delta})$	4.2.3
Ширина основания траншеи при первом проходе экскаватора	$b_1 = b_T + 2H_2 \text{ctg} \alpha_c$	4.2.4
Ширина траншеи по поверхности	$b_{III} = b_1 + 2H_T \text{ctg} \alpha_M$	4.2.5
Площадь поперечного сечения траншеи по мягким породам	$S_{T1} = 0.5(b_{III} + b_1) H_1$	4.2.6
Площадь поперечного сечения траншеи по крепким породам	$S_{T2} = 0.5(b_1 + b_T) H_2$	4.2.7
Площадь поперечного сечения траншеи	$S_T = S_{T1} + S_{T2}$	4.2.8
Высота отвала мягких пород	$h_o = \sqrt{S_{T1} k_{PM} \text{tg} \beta_M}$	4.2.9
Ширина основания отвала мягких пород	$b_o = 2h_o \text{ctg} \beta_M$	4.2.10
Расстояние от верхней бровки траншеи до отвала мягких пород	$a_1 = R_q + R_p - b_{III} - 0,5b_o$	4.2.11
Проверка возможности размещения драглайна при втором проходе	$a_1 \geq a + R_6 + R_K + m$	2.2.12
Площадь поперечного сечения отвала	$S_o = S_{T1} k_{PM} + S_{T2} k_{PC}$	4.2.13
Ширина верхней площадки отвала	$d = (S_o - H_o^2 \text{ctg} \beta_C) / H_o$	4.2.14
Расстояние от верхней бровки траншеи до оси драглайна при втором проходе	$l = a + R_6$	4.2.15
Проверка возможности отсыпки отвала	$R_p \geq d + H_o \text{ctg} \beta_C + a - 1$	4.2.16
Ширина основания отвала	$B_o = d + 2H_o \text{ctg} \beta_C$	4.2.17
Объем траншеи при первом проходе экскаватора (мягкие породы)	$V_1 = S_{T1} L$	4.2.18
Объем траншеи при втором проходе экскаватора (крепкие породы)	$V_2 = S_{T2} L$	4.2.19
Объем траншеи	$V_p = V_1 + V_2 = S_T L$	4.2.20

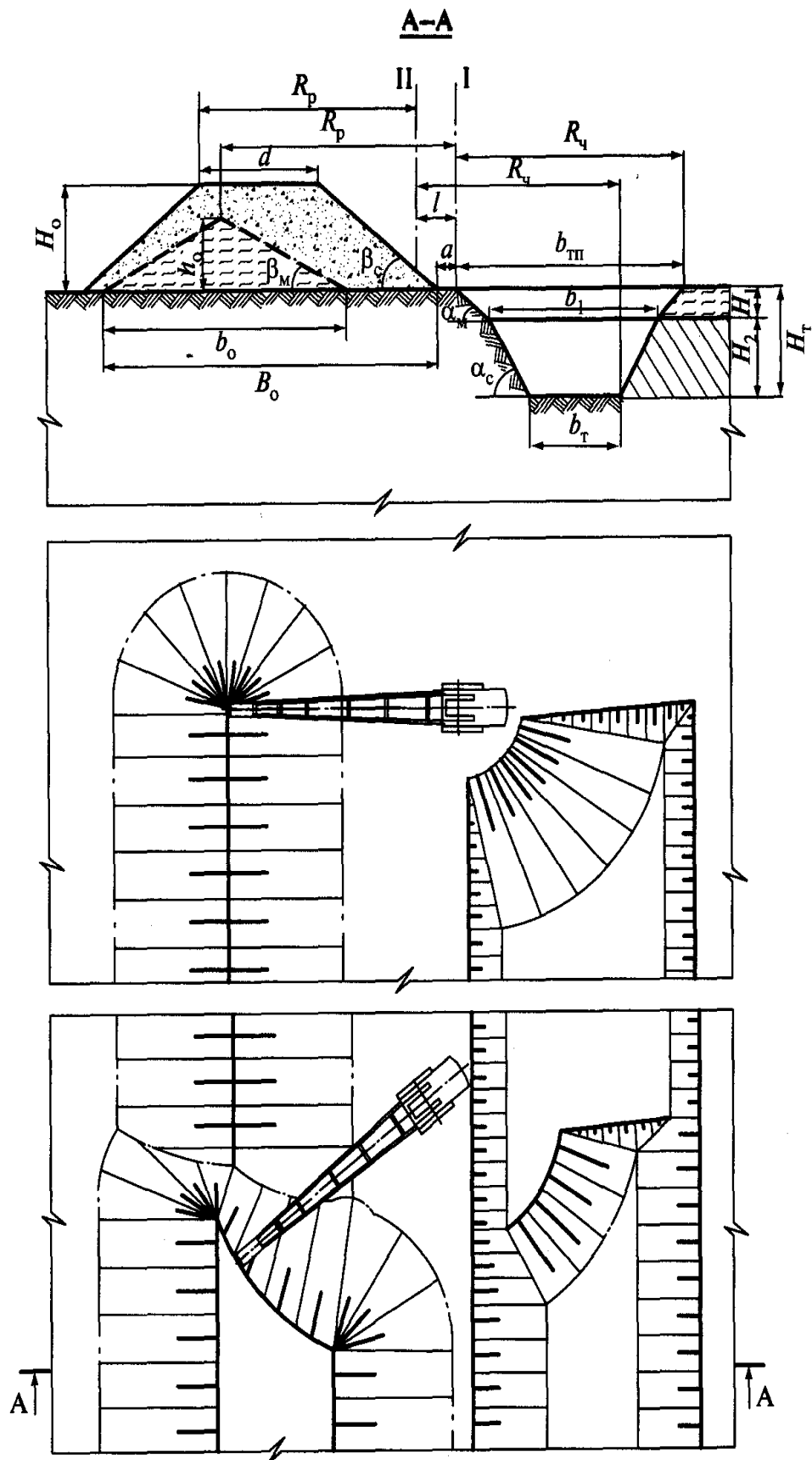


Рис. 4.2 Бестранспортная технологическая схема послойного проведения разрезной траншеи в разнопрочных породах

4.2.3 Пример результатов расчета параметров схемы

Параметры технологической схемы при использовании драглайна ЭШ-25.90 приведены в таблице 4.2.2.

Таблица 4.2.2

Параметры бестранспортной технологической схемы проведения разрезной траншеи в разнопрочных породах драглайном ЭШ-25.90

Параметр	Обозначение	Значение параметра		
		вариант 1	вариант 2	вариант 3
Мощность мягких пород, м	H_1	10	15	15
Мощность крепких пород, м	H_2	15	15	20
Глубина траншеи, м	H_T	25,0	30,0	35,0
Ширина основания траншеи, м	b_T	51,2	46,2	40,5
Ширина траншеи по поверхности, м	$b_{ТП}$	88,5	93,5	93,6
Ширина основания траншеи по мягким породам, м	b_1	68,5	63,5	63,6
Площадь поперечного сечения траншеи, м ²	S_T	1683,0	2000,0	2222,0
в том числе: по мягким породам, м ² по крепким породам, м ²	S_{T1}	785,1	1178,0	1180,0
	S_{T2}	898,0	822,0	1042,0
Высота отвала мягких пород, м	h_0	23,8	29,1	29,1
Ширина основания отвала мягких пород, м	b_0	82,5	100,9	101,0
Расстояние от верхней бровки траншеи до отвала мягких пород, м	a_1	37,3	22,9	22,8
Площадь поперечного сечения отвала, м ²	S_0	2193,0	2583,0	2882,0
Ширина верхней площадки отвала, м	d	7,3	17,5	25,4
Высота отвала, м	H_0	38,0	38,0	38,0
Ширина основания отвала, м	B_0	108,1	118,4	126,3
Расстояние от верхней бровки траншеи до отвала, м	a	6,0	6,0	6,0
Расстояние от верхней бровки траншеи до оси драглайна при втором проходе, м	l	13,6	13,6	13,6
Объем разрезной траншеи при ее длине 100 м, тыс. м ³	V_p	168,3	200,0	222,2

4.2.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные рабочие параметры драглайна, влияющие на параметры траншеи.
2. Перечислите основные параметры траншеи, зависящие от параметров драглайна.
3. Оцените влияние параметров драглайна на параметры траншеи.
4. Оцените влияние углов откоса бортов траншеи и отвала на параметры траншеи.
5. Оцените влияние коэффициента разрыхления породы на параметры траншеи.

4.2.5 Исходные данные вариантов схемы 4.2

№ вар.	Экс-тор	H ₁ , м	H ₂ , м	α _с , гр	α _м , гр	β _с , м	β _м , м	K _{рм}	K _{рс}	L, м
1	ЭШ-11.75	12	18	70	52	35	30	1,20	1,32	700
2	ЭШ-25.90	14	20	72	54	36	31	1,22	1,35	800
3	ЭШ-25.120	15	25	75	56	37	32	1,24	1,38	900
4	ЭШ-11.75	10	20	77	58	38	33	1,26	1,40	1000
5	ЭШ-25.90	20	15	80	60	35	34	1,28	1,42	600
6	ЭШ-25.120	20	20	70	62	36	30	1,22	1,32	700
7	ЭШ-11.75	12	18	72	52	37	31	1,24	1,35	800
8	ЭШ-25.90	14	20	75	54	38	32	1,26	1,38	900
9	ЭШ-25.120	15	25	77	56	35	33	1,28	1,40	1000
10	ЭШ-11.75	10	20	80	58	36	34	1,22	1,42	600
11	ЭШ-25.90	20	15	70	60	37	30	1,24	1,32	700
12	ЭШ-25.120	20	20	72	62	38	31	1,26	1,35	800
13	ЭШ-11.75	12	18	75	52	35	32	1,28	1,38	900
14	ЭШ-25.90	14	20	77	54	36	33	1,22	1,40	1000
15	ЭШ-25.120	15	25	80	56	37	34	1,24	1,42	600
16	ЭШ-11.75	10	20	70	58	38	30	1,26	1,32	700
17	ЭШ-25.90	20	15	72	60	35	31	1,28	1,35	800
18	ЭШ-25.120	20	20	75	62	36	32	1,25	1,38	900
19	ЭШ-11.75	12	18	77	52	37	33	1,22	1,40	1000
20	ЭШ-25.90	14	20	80	54	38	34	1,24	1,42	600
21	ЭШ-25.120	15	25	70	56	35	30	1,26	1,32	700
22	ЭШ-11.75	10	20	72	58	36	31	1,28	1,35	800
23	ЭШ-25.90	14	20	70	56	37	30	1,22	1,32	600
24	ЭШ-25.120	15	25	72	58	38	31	1,24	1,35	700
25	ЭШ-11.75	10	20	75	60	35	32	1,26	1,38	800
26	ЭШ-25.90	20	15	77	62	36	33	1,28	1,40	900
27	ЭШ-25.120	20	20	80	52	37	34	1,22	1,42	1000
28	ЭШ-11.75	12	18	70	54	38	30	1,24	1,32	600
29	ЭШ-25.90	14	20	72	56	35	31	1,26	1,35	700
30	ЭШ-25.120	15	25	75	58	36	32	1,28	1,38	800

Схема 4.3

Тема: Технологическая схема проведения капитальной траншеи мехлопатой с погрузкой на уровне стояния при кольцевой схеме подачи автосамосвалов.

Работа заключается в расчете параметров и построении технологической схемы.

4.3.1 Теоретические положения

Экскаватор проходит траншеею одной заходкой со смещением своей оси относительно оси траншеи, так как ширина основания траншеи больше двух радиусов черпания экскаватора на уровне стояния. Увеличение ширины основания траншеи необходимо для обеспечения кольцевого разворота автосамосвалов [4].

Автосамосвалы подаются под погрузку с кольцевым разворотом. Начиная и заканчивая разворот, автосамосвал приближается к откосу бортов траншеи на допустимое расстояние m_2 . Устанавливаются автосамосвалы под погрузку сзади экскаватора на расстоянии не менее 1 м или сбоку, как при тупиковом развороте. Число полос движения автосамосвала в капитальной траншее — две.

Схема реализуется в мягких и в крепких горных породах и позволяет проводить одиночные капитальные траншеи на один горизонт. Применение кольцевого разворота автосамосвалов позволяет по сравнению с тупиковым разворотом автосамосвалов увеличить производительность экскаватора. Недостатком схемы является значительно большая ширина основания траншеи и, как следствие, больший объем траншеи по сравнению с минимальной шириной основания траншеи, необходимой согласно Правилам технической эксплуатации технологического автотранспорта.

4.3.2 Расчет параметров и построение технологической схемы

Параметры технологической схемы представлены на рисунке 4.3 и в таблицах 4.3.1 и 4.3.2. Дополнительно для расчета параметров схемы необходимы значения:

$H_{ч.маx}$ – максимальная высота черпания экскаватора, м;

b_a – ширина автосамосвала, м;

$R_{a.мин}$ – конструктивный наименьший радиус разворота автосамосвала, м;

$R_{ч.у}$ – радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м;

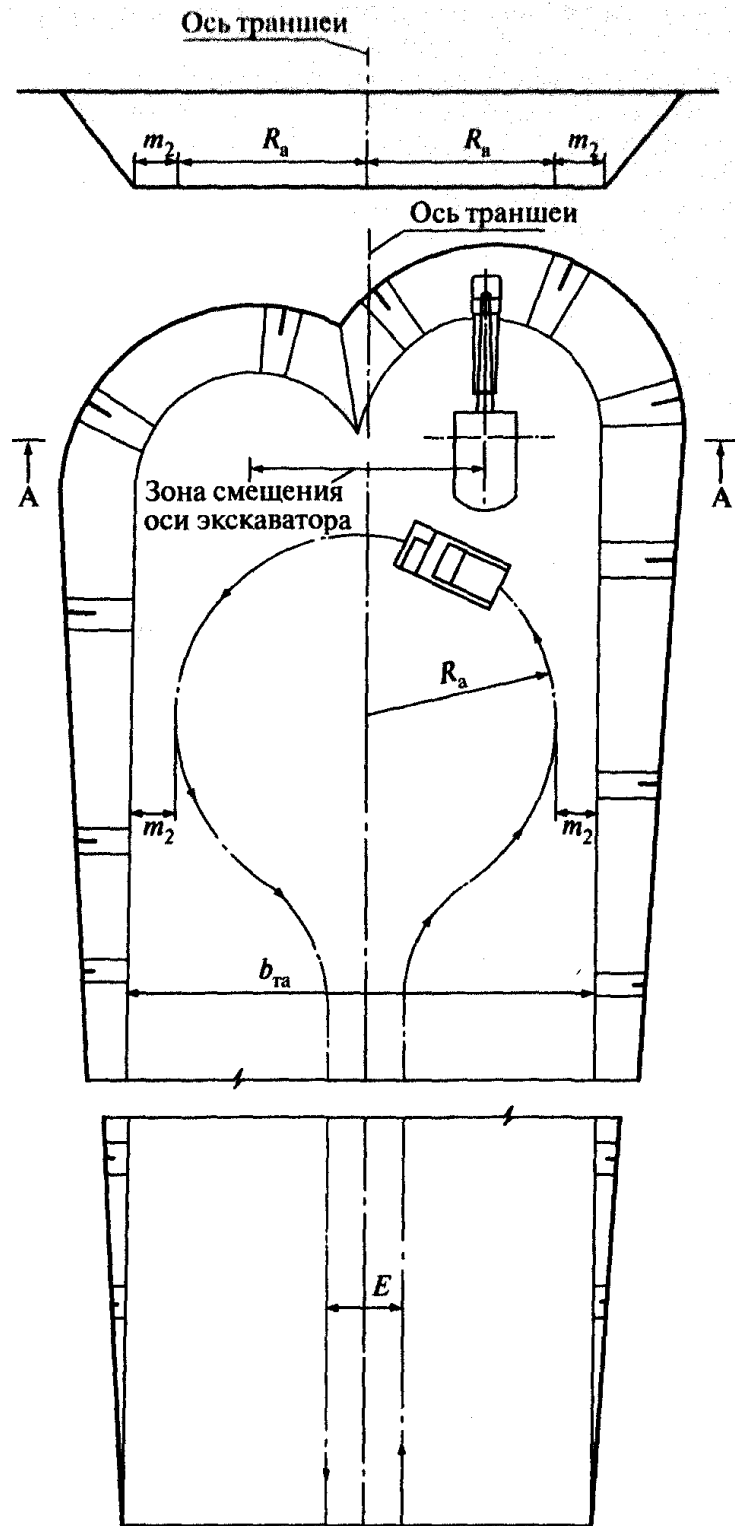
I – уклон траншеи, ‰.

Формулы для расчета параметров технологической схемы проведения капитальной траншеи мехлопатой с погрузкой на уровне стояния при кольцевой схеме подачи автосамосвалов под погрузку представлены в таблице 4.3.1.

Таблица 4.3.1

**Формулы для расчета параметров технологической схемы
проведения капитальной траншеи мехлопатой с погрузкой на уровне
стояния при кольцевой схеме подачи автосамосвалов под погрузку**

Параметр	Формула	Номер формулы
Глубина траншеи	$H_T \leq H_{q.\max}$	4.3.1
Расстояние от нижней бровки борта траншеи до оси автосамосвала	$m_2 = m_1 + 0.5b_a$	4.3.2
Радиус разворота автосамосвала	$R_a \cong 1.5R_{\min}$	4.3.3
Минимальная ширина основания траншеи по условию ее проведения	$b_{Ta} = 2(R_a + m_2)$	4.3.4
Максимальная ширина траншеи по поверхности	$b_{TII} = b_{Ta} + 2H_T \operatorname{ctg} \alpha$	4.3.5
Расстояния смещения оси экскаватора от оси траншеи	$l_c = \frac{b_{Ta}}{2} - R_{q.y}$	4.3.6
Длина траншеи	$L_T = \frac{H_T}{i}$	4.3.7
Объем одиночной капитальной траншеи по условиям ее проведения	$V_{T0a} = \frac{H_T^2}{i} \left(\frac{b_{Ta}}{2} + \frac{H_T \operatorname{ctg} \alpha}{3} \right)$	4.3.8



**Рис. 4.3 Технологическая схема проведения капитальной траншеи
мехлопатой с погрузкой на уровне стояния
при кольцевой схеме подачи автосамосвалов под погрузку**

4.3.3 Пример результатов расчета параметров схемы

Параметры технологической схемы для разных категорий пород представлены в таблице 4.3.2

Таблица 4.3.2

Параметры технологической схемы проведения капитальной траншеи мехлопатой с погрузкой на уровне стояния при кольцевой схеме подачи автосамосвалов под погрузку

Параметр	Обозначение	Категория пород по трудности экскавации		
		I, II		
		Модель экскаватора		
		ЭКГ-5А	ЭКГ-10	ЭКГ-15
Максимальная глубина траншеи, м	H_T	10	12	15
Назначение капитальной траншеи для движения автосамосвалов в эксплуатационный период грузоподъемностью, т	–	40-45	75-80	110
Длина автосамосвала, м	L_a	8,12	10,25	11,25
Ширина автосамосвала, м	b_a	3,79	5,36	6,1
Расстояние от нижней бровки борта траншеи до автосамосвала, м	m_1	1,5	2,0	3,5
Расстояние от нижней бровки борта траншеи до оси автосамосвала, м	m_2	3,4	4,7	6,6
Радиус разворота автосамосвала, м	R_a	15,3	15,8	18,0
Минимальная ширина основания траншеи по условиям ее проведения, м	b_{Ta}	37,4	41,0	49,2
Величина смещения оси экскаватора от оси траншеи, м	l_c	9,66	7,9	9,0
Максимальная ширина траншеи по поверхности, м	$b_{ТП}$	54,2	61,1	74,4
Минимальное расстояние между осями автодорог, м	E	5,5	6,5	7,0
Уклон траншеи, ‰	I	75	75	75
Длина траншеи, м	L_T	133,3	160,0	200,0
Объем капитальной по условиям ее проведения, тыс. м ³	V_{TOa}	28,66	45,8	86,38

4.3.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные рабочие параметры мехлопаты, влияющие на параметры траншеи.
2. Перечислите основные рабочие параметры автосамосвала, влияющие на параметры траншеи.
3. Перечислите основные параметры траншеи, зависящие от параметров мехлопаты и автосамосвала.
4. Оцените влияние параметров мехлопаты на параметры траншеи.
5. Оцените влияние углов откоса бортов траншеи на параметры траншеи.

6. От чего зависит величина смещения оси перемещения экскаватора от оси траншеи.

4.3.5 Исходные данные вариантов схемы 4.3

№ вар.	Экс-тор	А-вал груз, т	H _г , м	i, %	m ₁ , м	α, град	E, м
1	ЭКГ-5А	45	9	60	1,5	55	5,5
2	ЭКГ-10	80	11	70	2,0	57	6,5
3	ЭКГ-15	110	14	80	3,5	60	7,0
4	ЭКГ-5А	45	9,5	80	1,5	62	5,5
5	ЭКГ-10	80	11,5	70	2,0	65	6,5
6	ЭКГ-15	110	14,5	60	3,5	55	7,0
7	ЭКГ-5А	45	9	50	1,5	57	5,5
8	ЭКГ-10	80	11	60	2,0	60	6,5
9	ЭКГ-15	110	14	70	3,5	62	7,0
10	ЭКГ-5А	45	9,5	80	1,5	65	5,5
11	ЭКГ-10	80	11,5	80	2,0	55	6,5
12	ЭКГ-15	110	14,5	70	3,5	57	7,0
13	ЭКГ-5А	45	9	60	1,5	60	5,5
14	ЭКГ-10	80	11	50	2,0	62	6,5
15	ЭКГ-15	110	14	60	3,5	65	7,0
16	ЭКГ-5А	45	9,5	70	1,5	55	5,5
17	ЭКГ-10	80	11,5	80	2,0	57	6,5
18	ЭКГ-15	110	15	80	3,5	60	7,0
19	ЭКГ-5А	45	10	70	1,5	62	5,5
20	ЭКГ-10	80	12	60	2,0	65	6,5
21	ЭКГ-15	110	15	50	3,5	55	7,0
22	ЭКГ-5А	45	9	60	1,5	57	5,5
23	ЭКГ-10	80	11	70	2,0	60	6,5
24	ЭКГ-15	110	14	80	3,5	62	7,0
25	ЭКГ-5А	45	9,5	80	1,5	65	5,5
26	ЭКГ-10	80	11,5	70	2,0	55	6,5
27	ЭКГ-15	110	15	60	3,5	57	7,0
28	ЭКГ-5А	45	10	50	1,5	60	5,5
29	ЭКГ-10	80	12	60	2,0	62	6,5
30	ЭКГ-15	110	15	70	3,5	65	7,0

Схема 4.4

Тема: Технологическая схема проведения разрезной траншеи с погрузкой на уровне стояния при тупиковой подаче и двухсторонней установке автосамосвалов под погрузку.

Работа заключается в расчете параметров и построении технологической схемы.

4.4.1 Теоретические положения

Экскаватор проходит траншею сплошным забоем со смещением оси своего движения относительно оси траншеи, так как ширина основания разрезной траншеи, из-за необходимости разворотов автосамосвалов, больше двух радиусов черпания экскаватора на горизонте установки. Автосамосвалы подают под погрузку с тупиковыми разворотами и устанавливают с двух сторон от экскаватора [4].

Схема предусматривает проведение разрезной траншеи высотой, равной высоте уступа. По сравнению с технологической схемой с односторонней установкой автосамосвалов под погрузку в настоящей схеме за счет сокращения времени простоя экскаватора в ожидании автосамосвалов большая производительность экскаватора. При этом ширина ,основания разрезной траншеи также не увеличивается.

4.4.2 Расчет параметров и построение технологической схемы

Параметры технологической схемы представлены на рисунке 4.4 и в таблицах 4.4.1 и 4.4.2. Дополнительно для расчета параметров схемы необходимы значения:

$H_{ч\cdot\max}$ – максимальная высота черпания экскаватора, м;

b_a – ширина автосамосвала, м;

L_a – длина автосамосвала, м;

$R_{a\cdot\min}$ – конструктивный наименьший радиус разворота автосамосвала, м;

$R_{ч\cdot y}$ – радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м;

L – длина разрезной траншеи, м.

Формулы для расчета параметров технологической схемы проведения разрезной траншеи с погрузкой на уровне стояния при тупиковой подаче и двухсторонней установке автосамосвалов под погрузку приведены в таблице 4.4.1

Таблица 4.4.1

Формулы для расчета параметров технологической схемы проведения разрезной траншеи с погрузкой на уровне стояния при тупиковой подаче и двухсторонней установке автосамосвалов

под погрузку

Параметр	Формула	Номер формулы
Высота забоя экскаватора	$H_3 = H_T = H_v \leq H_{c,max}$	4.4.1
Минимальная ширина оснований разрезной траншеи по условию ее поведения	$b_{Ta} = m_1 + L_a + R_a + m_2$	4.4.2
Расстояние от нижней бровки борта траншеи до оси автосамосвала	$m_2 = m_1 + 0.5b_a$	4.4.3
Радиус разворота автосамосвала	$R_a \cong 1.5R_{min}$	4.4.4
Величина смещения оси экскаватора от оси траншеи	$l_c = 0.5b_{Ta} - R_{q,y}$	4.4.5
Ширина траншеи по поверхности	$b_{ТП} = b_{Ta} + 2H_T \operatorname{ctg} \alpha$	4.4.6
Площадь поперечного сечения разрезной траншеи	$S_T = 0,5(b_{Ta} + b_{ТП})H_T$	4.4.7
Объем разрезной траншеи	$V_{Ta} = S_T L$	4.4.8

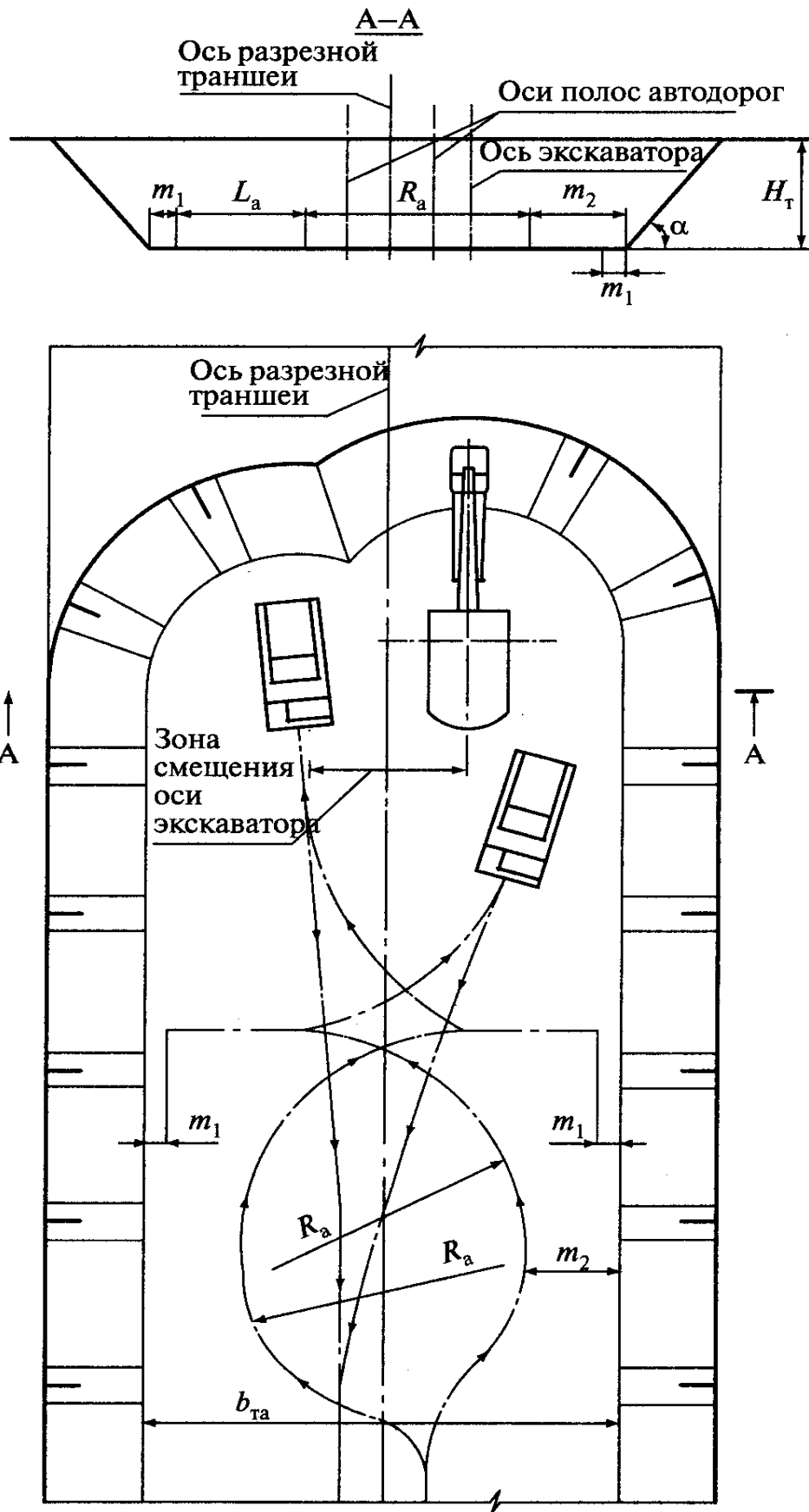


Рис. 4.4 Технологическая схема проведения разрезной траншеи в мягких породах мехлопатов с погрузкой на уровне стояния при тупиковой подаче и двухсторонней установке автосамосвалов под погрузку

4.4.3 Пример результатов расчета параметров схемы

Параметры технологической схемы приведены в таблице 4.4.2

Таблица 4.4.2

Параметры технологической схемы проведения разрезной траншеи с погрузкой на уровне стояния при тупиковой подаче и

двухсторонней установке автосамосвалов под погрузку

Параметр	Обозначение	Модель экскаватора		
		ЭКГ-5	ЭКГ-10	ЭКГ-15
Глубина разрезной траншеи, м	H_T	10	12	15
Угол откоса борта разрезной траншеи, град.	a	60	60	60
Минимальная ширина основания разрезной траншеи по условиям ее проведения, м	b_{TA}	28,3	32,7	39,3
Расстояние от нижней бровки борта траншеи до автосамосвала, м	m_1	1,5	2,0	3,5
Грузоподъемность автосамосвала, используемого при строительстве разрезной траншеи, м	–	40	75	110
Длина автосамосвала, м	L_a	8,12	10,25	11,25
Ширина автосамосвала, м	b_a	3,79	5,36	6,1
Радиус разворота автосамосвала при проведении разрезной траншеи, м	R_a	15,3	15,8	18,0
Расстояние от нижней бровки борта траншеи до оси автосамосвала, м	m_2	3,4	4,7	6,6
Величина смещения оси экскаватора от оси разрезной траншеи, м	l_c	5,1	3,8	4,1
Ширина разрезной траншеи по поверхности, м	$b_{ТП}$	45,1	52,9	64,5
Площадь поперечного сечения разрезной траншеи, м ²	S_T	367,0	513,6	778,5
Объем разрезной траншеи длиной 100 м, тыс. м ³	V_{Ta}	36,7	51,4	77,8

4.4.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные рабочие параметры мехлопаты, влияющие на параметры траншеи.
2. Перечислите основные рабочие параметры автосамосвала, влияющие на параметры траншеи.
3. Перечислите основные параметры траншеи, зависящие от параметров мехлопаты и автосамосвала.
4. Оцените влияние параметров мехлопаты на параметры траншеи.
5. Оцените влияние углов откоса бортов траншеи на параметры траншеи.
6. Перечислите условия, обеспечивающие возможность двухсторонней установки автосамосвалов под погрузку

4.4.5 Исходные данные вариантов схемы 4.4

№ вар.	Экс-тор	А-вал груз, т	H _г , м	L, м	m ₁ , м	α, град
1	ЭКГ-15	110	14	600	3,5	60
2	ЭКГ-5А	45	9,5	700	1,5	62
3	ЭКГ-10	80	11,5	800	2,0	65
4	ЭКГ-15	110	14,5	900	3,5	55
5	ЭКГ-5А	45	9	1000	1,5	57
6	ЭКГ-10	80	11	600	2,0	60
7	ЭКГ-15	110	14	700	3,5	62
8	ЭКГ-5А	45	9,5	800	1,5	65
9	ЭКГ-10	80	11,5	900	2,0	55
10	ЭКГ-15	110	14,5	1000	3,5	57
11	ЭКГ-5А	45	9	600	1,5	60
12	ЭКГ-10	80	11	700	2,0	62
13	ЭКГ-15	110	14	800	3,5	65
14	ЭКГ-5А	45	9,5	900	1,5	55
15	ЭКГ-10	80	11,5	1000	2,0	57
16	ЭКГ-15	110	15	600	3,5	60
17	ЭКГ-5А	45	10	700	1,5	62
18	ЭКГ-10	80	12	800	2,0	65
19	ЭКГ-15	110	15	900	3,5	55
20	ЭКГ-5А	45	9	1000	1,5	57
21	ЭКГ-10	80	11	600	2,0	60
22	ЭКГ-15	110	14	700	3,5	62
23	ЭКГ-5А	45	9,5	800	1,5	65
24	ЭКГ-10	80	11,5	900	2,0	55
25	ЭКГ-15	110	15	1000	3,5	57
26	ЭКГ-5А	45	10	600	1,5	60
27	ЭКГ-10	80	12	700	2,0	62
28	ЭКГ-15	110	15	800	3,5	65
29	ЭКГ-5А	45	10	900	1,5	55
30	ЭКГ-10	80	12	1000	2,0	57

Схема 4.5

Тема: Технологическая схема проведения разрезной траншеи в мягких породах драглайном с погрузкой в автосамосвалы.

Работа заключается в расчете параметров и построении технологической схемы.

4.5.1 Теоретические положения

При проведении траншеи драглайн располагается на верхней площадке и проходит разрезную траншею сплошным забоем с нижним черпанием без смещения оси своего движения относительно оси траншеи. Максимальная глубина разрезной траншеи ограничена только максимальной глубиной черпания экскаватора [4].

Автосамосвалы подают под погрузку на верхний горизонт при сквозном или маятниковом движении по площадке этого горизонта. При такой погрузке повышается эффективность работы автотранспорта, что является значительным преимуществом данной схемы.

4.5.2 Расчет параметров и построение технологической схемы

Параметры технологической схемы представлены на рисунке 4.5 и в таблицах 4.5.1 и 4.5.2. Дополнительно для расчета параметров схемы необходимы значения:

$H_{ч,max}$ – максимальная глубина черпания драглайна, м.;

$Ш_в$ – ширина основания предохранительного породного вала, м
($Ш_в = 4$ м)

$Ш_х$ – ширина хода драглайна, м;

α_{y1} – устойчивый угол откоса нагруженного борта траншеи, град;

$П_a$ – расстояние от внутренней бровки породного вала до автосамосвала, м ($П_a = 1$ м);

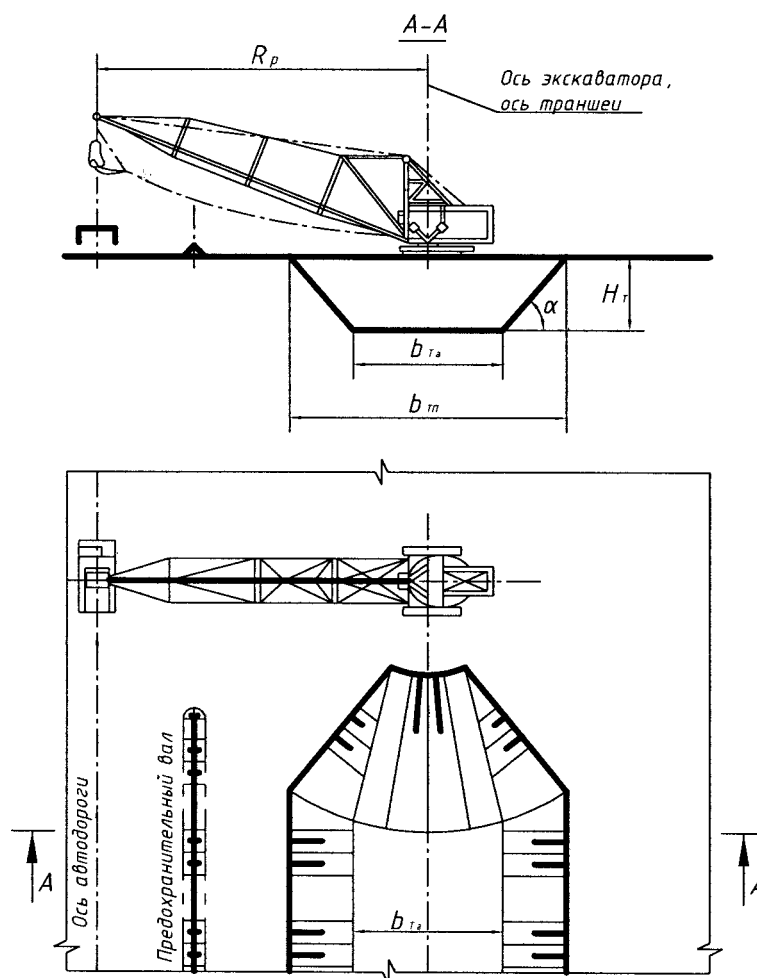
L – длина разрезной траншеи, м.

$б_a$ – ширина автосамосвала, м;

Формулы для расчета параметров технологической схемы проведения разрезной траншеи в мягких породах драглайном с погрузкой в автосамосвалы представлены в таблице 4.5.1.

**Формулы для расчета параметров
технологической схемы проведения разрезной траншеи
в мягких породах драглайном с погрузкой в автосамосвалы**

Параметр	Формула	Номер формулы
Глубина траншеи	$H_T \leq H_{ч. \max}$	4.5.1
Минимальное расстояние от оси хода драглайна до верхней бровки траншеи	$III_{\sigma} = 0,5III_x + B_{II}$	4.5.2
Ширина полосы безопасности нагруженного уступа	$B_{II} = H_T (ctg \alpha_{v1} - ctg \alpha)$	4.5.3
Ширина траншеи по поверхности	$b_{III} = b_{Ta} + 2H_T ctg \alpha$	4.5.4
Минимальное безопасное расстояние от оси автосамосвала до верхней бровки разрезной траншеи	$c = B_{II} + 0,6III_B + \Pi_a + 0,5b_a$	4.5.5
Площадь поперечного сечения разрезной траншеи	$S_T = 0,5(b_{Ta} + b_{III})H_T$	4.5.6
Объем разрезной траншеи	$V_{Ta} = S_T L$	4.5.7



**Рис 4.5. Технологическая схема проведения разрезной траншеи
в мягких породах драглайном с погрузкой в автосамосвалы**

4.5.3 Пример результатов расчета параметров схемы

Параметры технологической схемы при использовании драглайна ЭШ-11.75 приведены в таблице 4.5.2. Они рекомендуются для использования данной схемы в мягких породах 1 и 11 категории.

Таблица 4.5.2

Параметры технологической схемы проведения разрезной траншеи в мягких породах драглайном ЭШ-11.75 с погрузкой в автосамосвалы

Параметр	Обо- значение	Глубина разрезной траншеи, м		
		10	12	15
Назначение траншеи для движения автосамосвалов грузоподъемностью, т	–	40-45	75-80	110
Грузоподъемность автосамосвала, применяемого при проведении траншеи, т	–	110	110	110
Минимальная ширина основания траншеи, м	b_{Ta}	23	28	31
Угол откоса борта траншеи, град.	a	50	50	50
Ширина траншеи по поверхности, м	$b_{ТП}$	39,8	48,1	56,2
Устойчивый угол откоса борта траншеи, град.	a_{y1}	40-45	40-45	40-45
Ширина полосы безопасности нагруженного уступа, м	B_{II}	3,53	4,24	5,30
Ширина хода драглайна (длина опорных башмаков), м	III_x	11,0	11,0	11,0
Минимальное расстояние от оси хода драглайна до верхней бровки траншеи, м	III_{ϕ}	9,1	9,8	10,8
Площадь поперечного сечения разрезной траншеи, м ²	S_T	314	457	654
Объем разрезной траншеи длиной 100 м, тыс. м ³	V_{Ta}	31,4	45,7	65,4

4.5.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные рабочие параметры драглайна, влияющие на параметры траншеи.
2. Перечислите основные параметры траншеи, зависящие от параметров драглайна.
3. Оцените влияние параметров драглайна на параметры траншеи.
4. Оцените влияние углов откоса бортов траншеи на параметры траншеи.
5. Оцените влияние устойчивого угла откоса борта траншеи на параметры траншеи.

4.5.5 Исходные данные вариантов схемы 4.5

№ вар.	Экс-тор	А-вал груз, т	H _г , м	б _{та} , м	α, гр	α _{у1} , гр	L, м
1	ЭШ-11.75	80	11	25	70	65	700
2	ЭШ-25.90	110	13	30	72	66	800
3	ЭШ-25.120	110	15	33	75	68	900
4	ЭШ-11.75	80	18	25	77	70	1000
5	ЭШ-25.90	110	20	30	80	73	600
6	ЭШ-25.120	110	11	33	70	65	700
7	ЭШ-11.75	80	13	25	72	66	800
8	ЭШ-25.90	110	15	30	75	68	900
9	ЭШ-25.120	110	18	33	77	70	1000
10	ЭШ-11.75	80	20	25	80	73	600
11	ЭШ-25.90	110	11	30	70	65	700
12	ЭШ-25.120	110	13	33	72	66	800
13	ЭШ-11.75	80	15	25	75	68	900
14	ЭШ-25.90	110	18	30	77	70	1000
15	ЭШ-25.120	110	20	33	80	73	600
16	ЭШ-11.75	80	11	25	70	65	700
17	ЭШ-25.90	110	13	30	72	66	800
18	ЭШ-25.120	110	15	33	75	68	900
19	ЭШ-11.75	80	18	25	77	70	1000
20	ЭШ-25.90	110	20	30	80	73	600
21	ЭШ-25.120	110	11	33	70	65	700
22	ЭШ-11.75	80	13	25	72	67	800
23	ЭШ-25.90	110	15	30	70	65	600
24	ЭШ-25.120	110	18	33	72	67	700
25	ЭШ-11.75	80	20	25	75	70	800
26	ЭШ-25.90	110	11	30	77	70	900
27	ЭШ-25.120	110	13	33	80	73	1000
28	ЭШ-11.75	80	15	25	70	65	600
29	ЭШ-25.90	110	18	30	72	68	700
30	ЭШ-25.120	110	20	33	75	70	800

Схема 4.6

Тема: Технологическая схема проведения капитальной траншеи в мягких породах экскаватором-мехлопатой с удлиненным рабочим оборудованием с погрузкой в самосвалы.

Работа заключается в расчете параметров и построении технологической схемы.

4.6.1 Теоретические положения

Экскаваторы-мехлопаты с удлиненным рабочим оборудованием применяют при разработке горных пород с верхней погрузкой в транспортные средства. Это позволяет значительно улучшить работу транспорта и сократить расстояние транспортирования горных пород. При этом стремятся отрабатывать экскаватором забой максимальной высоты. Экскаватор проходит траншею одной заходкой без смещения оси своего движения относительно оси траншеи [4].

Максимальная глубина капитальной траншеи по условию использования максимального радиуса разгрузки экскаватора является лимитирующей при определении параметров технологической схемы.

Схема позволяет проводить капитальные траншеи на один горизонт в однородных породах. Значительным преимуществом схемы является то, что все породы отрабатываются с верхней погрузкой в автосамосвалы, что повышает эффективность работы транспорта.

Ширина траншеи при проведении находится в пределах максимальной и минимальной.

В этих пределах в зависимости от необходимой ширины основания траншеи в эксплуатационный период, которая зависит в основном от параметров применяемого транспорта, будет изменяться ширина основания капитальной траншеи.

4.6.2 Расчет параметров и построение технологической схемы

Параметры технологической схемы представлены на рисунке 4.6 и в таблицах 4.6.1 и 4.6.2. Дополнительно для расчета параметров схемы необходимы значения:

$R_{ч.у}$ – радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м;

I – уклон траншеи, ‰.

Π_a – расстояние от внутренней бровки породного вала до автосамосвала, м ($\Pi_a=1\text{м}$);

b_a – ширина автосамосвала, м;

R_k – радиус вращения кузова экскаватора, м;

$Ш_B$ – ширина основания предохранительного породного вала, м ($Ш_B=4$ м).

Формулы для расчета параметров технологической схемы проведения капитальной траншеи в мягких породах экскаватором-мехлопатой с удлиненным рабочим оборудованием с погрузкой в самосвалы представлены в таблице 4.6.1

Таблица 4.6.1

Формулы для расчета параметров технологической схемы проведения капитальной траншеи в мягких породах экскаватором-мехлопатой с удлиненным рабочим оборудованием с погрузкой в самосвалы

Параметр	Формула	Номер формулы
Максимальная высота забоя экскаватора (максимальная глубина траншеи) по условию полного использования радиуса разгрузки	$H_3 = (R_{pH} - R_k - m - c) \operatorname{tg} \alpha$	4.6.1
Безопасное расстояние от оси автосамосвала до верхней бровки траншеи	$c = B_{II} + 0.6Ш_B + II_a + 0,5b_a$	4.6.2
Ширина полосы безопасности	$B_{II} = H_T (\operatorname{ctg} \alpha_y - \operatorname{ctg} \alpha)$	4.6.3
Минимальное расстояние от оси экскаватора до нижней бровки капитальной траншеи	$l_1 = R_K + m$	4.6.4
Минимальная ширина основания капитальной траншеи по горнотехническим условиям ее проведения	$b_{Ta.min} = 2(R_K + m)$	4.6.5
Максимальная ширина основания капитальной траншеи по горнотехническим условиям ее проведения	$b_{Ta.max} = R_K + m + R_{q,y}$	4.6.6
Максимальная ширина капитальной траншеи по поверхности	$b_{III} = b_{Ta} + 2H_T \operatorname{ctg} \alpha$	4.6.7
Длина траншеи	$L_T = \frac{H_T}{i}$	4.6.8
Объем одиночной капитальной траншеи	$V_{TOa} = \frac{H_T^2}{i} \left(\frac{b_{Ta}}{2} + \frac{H_T \operatorname{ctg} \alpha}{3} \right)$	4.6.9

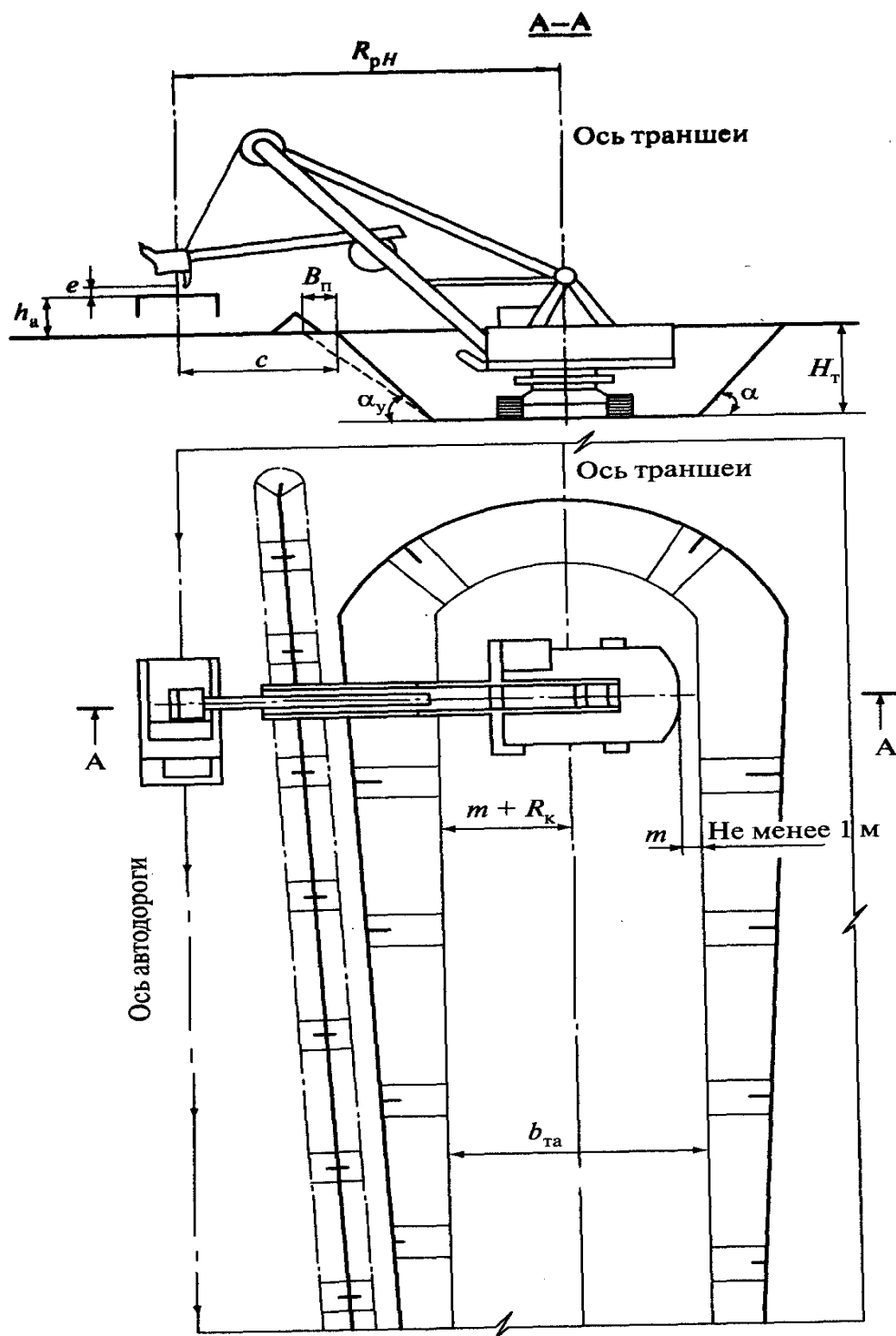


Рис. 4.6 Технологическая схема проведения капитальной траншеи в мягких породах экскаватором-мехлопатой с удлиненным рабочим оборудованием с верхней погрузкой в самосвалы

4.6.3 Пример результатов расчета параметров схемы

Параметры технологической схемы при использовании экскаватора ЭКГ-8у приведены в таблице 4.6.2. Они рекомендуются для использования данной схемы в мягких породах 1 и 11 категории.

Таблица 4.6.2

**Параметры технологической схемы
проведения капитальной траншеи в мягких породах
экскаватором ЭКГ-8у с погрузкой в самосвалы**

Параметр	Обозначение	Категория пород по трудности экскавации			
		I, II		III, IV	
		Проектная глубина капитальной траншеи, м			
		9,6	10	12	15
Назначение капитальной траншеи для движения в эксплуатационный период автосамосвалов грузоподъемностью, т	–	40-45	40-45	75-80	110
Грузоподъемность автосамосвала, применяемого при проведении капитальной траншеи, т	–	75	75	75	75
Радиус разгрузки экскаватора при максимальной высоте разгрузки, м	R_{pH}	26,1	26,1	26,1	26,1
Радиус вращения кузова экскаватора, м	R_K	10,02	10,02	10,02	10,02
Минимальный зазор между нижней бровкой борта траншеи и кузовом экскаватора, м	m	1,0	1,0	1,0	1,0
Безопасное расстояние от оси автосамосвала до верхней бровки траншеи, м	c	7,08	6,65	6,87	7,2
Угол откоса борта траншеи, град.	a	50	65	65	65
Ширина полосы безопасности, м	B_{II}	1,54	1,11	1,33	1,66
Ширина основания предохранительного вала, м	III_B	3,1	3,1	3,1	3,1
Расстояние от внутренней бровки породного вала до автосамосвала, м	II_a	1,0	1,0	1,0	1,0
Устойчивый угол откоса борта траншеи, град.	a_y	45	60	60	60
Ширина автосамосвала, м	b_a	5,36	5,36	5,36	5,36
Минимальное расстояние от оси экскаватора до нижней бровки капитальной траншеи, м	l_1	11,02	11,02	11,02	11,02
Минимальная ширина основания траншеи по горнотехническим условиям ее проведения, м	$B_{ma.min}$	22,04	22,04	22,04	22,04
Максимальная ширина основания траншеи по горнотехническим условиям ее проведения, м	$B_{ma.max}$	31,22	31,22	31,22	31,22
Радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м	$R_{ч.у}$	20,2	20,2	20,2	20,2
Необходимая минимальная ширина основания капитальной траншеи по действующим нормам, м	b_T	23	23	28	31
Максимальная ширина капитальной траншеи по поверхности, м	$b_{ТП}$	39,1	32,3	39,2	45,0
Уклон траншеи, %	i	75	75	75	75
Длина траншеи, м	L_T	128,0	133,0	160,0	200,0
Объем одиночной капитальной траншеи, тыс. м ³	$V_{ТОА}$	17,4	17,4	30,46	53,49

4.6.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные рабочие параметры мехлопаты, влияющие на параметры траншеи.
2. Перечислите основные параметры траншеи, зависящие от параметров мехлопаты.
3. Оцените влияние параметров мехлопаты на параметры траншеи.
4. Оцените влияние углов откоса бортов траншеи на параметры траншеи.
5. Оцените влияние устойчивого угла откоса борта траншеи на параметры траншеи.

4.6.5 Исходные данные вариантов схемы 4.6

№ вар.	Экс-тор	А-вал груз, т	H _г , м	i, ‰	α, град	α _у , град
1	ЭКГ-5у	45	8	60	55	50
2	ЭКГ-8у	80	9	70	57	51
3	ЭКГ-5у	45	10	80	60	54
4	ЭКГ-8у	80	11	80	62	57
5	ЭКГ-5у	45	12	70	65	60
6	ЭКГ-8у	80	8	60	55	50
7	ЭКГ-5у	45	9	50	57	51
8	ЭКГ-8у	80	10	60	60	54
9	ЭКГ-5у	45	11	70	62	57
10	ЭКГ-8у	80	12	80	65	60
11	ЭКГ-5у	45	8	80	55	50
12	ЭКГ-8у	80	9	70	57	51
13	ЭКГ-5у	45	10	60	60	54
14	ЭКГ-8у	80	11	50	62	57
15	ЭКГ-5у	45	12	60	65	60
16	ЭКГ-8у	80	8	70	55	50
17	ЭКГ-5у	45	9	80	57	51
18	ЭКГ-8у	80	10	80	60	54
19	ЭКГ-5у	45	11	70	62	57
20	ЭКГ-8у	80	12	60	65	60
21	ЭКГ-5у	45	8	50	55	50
22	ЭКГ-8у	80	9	60	57	51
23	ЭКГ-5у	45	10	70	60	54
24	ЭКГ-8у	80	11	80	62	57
25	ЭКГ-5у	45	12	80	65	60
26	ЭКГ-8у	80	8	70	55	50
27	ЭКГ-5у	45	9	60	57	51
28	ЭКГ-8у	80	10	50	60	54
29	ЭКГ-5у	45	11	60	62	57
30	ЭКГ-8у	80	12	70	65	60

Схема 4.7

Тема: Технологическая схема проведения разрезной траншеи в мягких породах экскаватором обратная лопата с нижним черпанием и погрузкой в автосамосвалы.

Работа заключается в расчете параметров и построении технологической схемы.

4.7.1 Теоретические положения

Гидравлический экскаватор расположен на верхней площадке и проходит траншею одной заходкой сплошным забоем с нижним черпанием со смещением оси своего движения относительно оси траншеи. Глубина разрезной траншеи лимитируется максимальной глубиной черпания экскаватора [4].

Автосамосвалы подают под погрузку на верхнюю площадку при сквозном или маятниковом движении по этому горизонту. На рис. 4.7 показано маятниковое движение автосамосвалов с кольцевым разворотом.

Значительным преимуществом схемы является погрузка автосамосвала на верхнем горизонте. Это повышает эффективность работы автотранспорта. Основной недостаток схемы — зависимость глубины траншеи от максимальной глубины черпания экскаватора.

4.7.2 Расчет параметров и построение технологической схемы

Параметры технологической схемы представлены на рисунке 4.7 и в таблицах 4.7.1 и 4.7.2. Дополнительно для расчета параметров схемы необходимы значения:

$H_{ч.мах}$ – максимальная глубина черпания экскаватора, м;

L_T – длина гусениц экскаватора, м;

$R_{ч.у}$ – радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м;

α_{y1} – устойчивый угол откоса нагруженного уступа, град.;

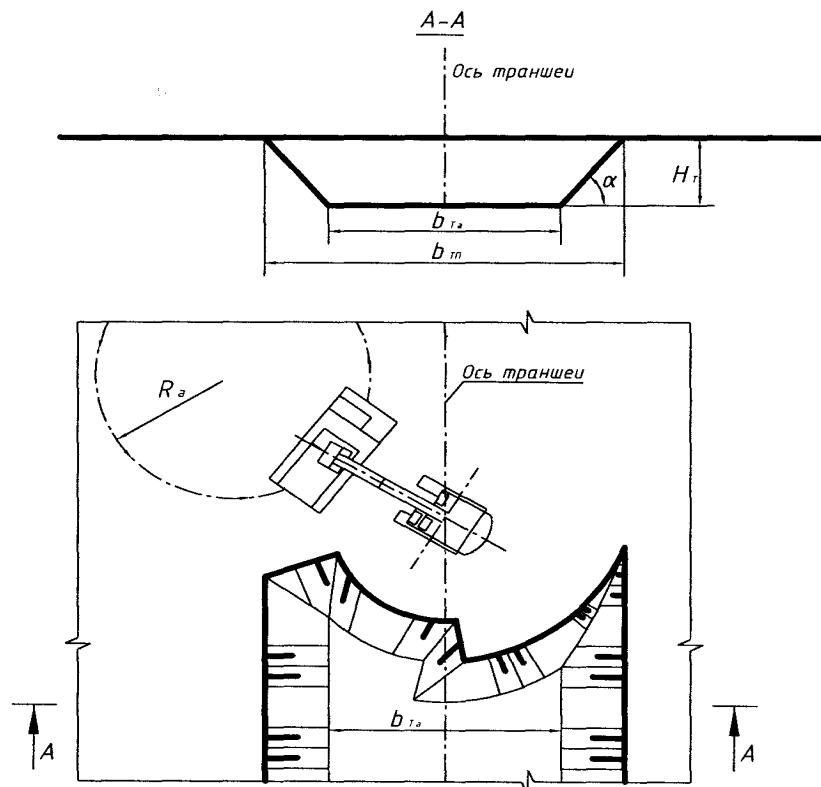
L – длина разрезной траншеи, м.

Формулы для расчета параметров технологической схемы проведения разрезной траншеи в мягких породах экскаватором обратная лопата с нижним черпанием и погрузкой в автосамосвалы на уровне стояния представлены в таблице 4.7.1.

Таблица 4.7.1

**Формулы для расчета параметров технологической схемы проведения
разрезной траншеи в мягких породах экскаватором обратная лопата
с нижним черпанием и погрузкой в автосамосвалы**

Параметр	Формула	Номер формулы
Глубина траншеи	$H_T \leq H_{ч.макс}$	4.7.1
Минимальное расстояние от оси гидравлического экскаватора до верхней бровки траншеи (забоя траншеи)	$III_0 = 0,5L_T + B_{II}$	4.7.2
Ширина полосы безопасности нагруженного уступа	$B_{II} = H_T(ctg \alpha_{v1} - ctg \alpha)$	4.7.3
Ширина разрезной траншеи по поверхности	$b_{ТП} = b_{Та} + 2H_T ctg \alpha$	4.7.4
Величина смещения оси экскаватора относительно оси траншеи	$l = \frac{b_{Та}}{2} - R_{ч.л}$	4.7.5
Площадь поперечного сечения разрезной траншеи	$S_T = 0,5(b_{Та} + b_{ТП})H_T$	4.7.6
Объем разрезной траншеи	$V_{Та} = S_T L$	4.7.7



**Рис. 4.7 Технологическая схема проведения разрезной траншеи
в мягких породах экскаватором обратная лопата с нижним черпанием
и погрузкой в автосамосвалы на уровне стояния**

4.7.3 Пример результатов расчета параметров схемы

Параметры технологической схемы приведены в таблице 4.7.2

Таблица 4.7.2

Параметры технологической схемы проведения разрезной траншеи в мягких породах экскаватором обратная лопата ЭГО-350 с нижним черпанием и погрузкой в автосамосвалы

Параметр	Обозначение	Глубина разрезной траншеи, м	
		10	12
Назначение разрезной траншеи для движения в эксплуатационный период автосамосвалов грузоподъемностью, т	–	40-45	75-80
Грузоподъемность автосамосвала, применяемого при проведении траншеи, т	–	110	110
Минимальная ширина основания траншеи, м	b_{Ta}	23	28
Угол откоса борта траншеи, град.	a	50	50
Ширина полосы безопасности нагруженного уступа, м	B_{II}	1,6	1,9
Минимальное расстояние от оси гидравлического экскаватора до верхней бровки траншеи, м	$Ш_{\sigma}$	5,1	5,4
Длина гусениц экскаватора, м	$L_{Г}$	7,0	7,0
Ширина траншеи по поверхности, м	b_{III}	39,8	48,1
Устойчивый угол откоса борта траншеи, град.	a_{y1}	40-45	40-45
Площадь поперечного сечения разрезной траншеи, м ²	S_T	314	457
Объем разрезной траншеи длиной 100 м, тыс. м ³	V_{Ta}	31,4	45,7

4.7.4 Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные рабочие параметры обратной лопаты, влияющие на параметры траншеи.
2. Перечислите основные параметры траншеи, зависящие от параметров обратной лопаты.
3. Оцените влияние параметров обратной лопаты на параметры траншеи.
4. Оцените влияние углов откоса бортов траншеи на параметры траншеи.
5. Оцените влияние устойчивого угла откоса борта траншеи на параметры траншеи.

4.7.5 Исходные данные вариантов схемы 4.7

№ вар.	Экс-тор	А-вал груз, т	Н _т , м	α, град	α _{у1} , град	б _{та} , м	L, м
1	ЭГО-350	80	9	55	50	1,5	700
2	ЭГО-350	110	10	57	52	2,0	800
3	ЭГО-350	80	11	60	55	3,5	900
4	ЭГО-350	110	9	62	57	1,5	1000
5	ЭГО-350	80	10	65	59	2,0	600
6	ЭГО-350	110	11	55	50	3,5	700
7	ЭГО-350	80	9	57	52	1,5	800
8	ЭГО-350	110	10	60	55	2,0	900
9	ЭГО-350	80	11	62	57	3,5	1000
10	ЭГО-350	110	9	65	59	1,5	600
11	ЭГО-350	80	10	55	50	2,0	700
12	ЭГО-350	110	11	57	52	3,5	800
13	ЭГО-350	80	9	60	55	1,5	900
14	ЭГО-350	110	10	62	57	2,0	1000
15	ЭГО-350	80	11	65	59	3,5	600
16	ЭГО-350	110	9	55	50	1,5	700
17	ЭГО-350	80	10	57	52	2,0	800
18	ЭГО-350	110	11	60	55	3,5	900
19	ЭГО-350	80	9	62	57	1,5	1000
20	ЭГО-350	110	10	65	59	2,0	600
21	ЭГО-350	80	11	55	50	3,5	700
22	ЭГО-350	110	9	57	52	1,5	800
23	ЭГО-350	80	10	60	55	2,0	600
24	ЭГО-350	110	11	62	57	3,5	700
25	ЭГО-350	80	9	65	59	1,5	800
26	ЭГО-350	110	10	55	50	2,0	900
27	ЭГО-350	80	11	57	52	3,5	1000
28	ЭГО-350	110	9	60	55	1,5	600
29	ЭГО-350	80	10	62	57	2,0	700
30	ЭГО-350	110	11	65	59	3,5	800

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анистратов Ю.И., Анистратов К.Ю., Щадов М.И. Справочник по открытым горным работам. – М.: НТЦ «Горное дело», 2010. – 780 с.
2. Проектирование карьеров: учебник / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин, В.С. Коваленко. – 3-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2009. 694 с.
3. Инструкция по расчету промышленных запасов, определению и учету потерь угля (сланца) в недрах при добыче. – М.: Минтопэнерго РФ, 1996.
4. Технологические схемы проведения капитальных и разрезных траншей на угольных разрезах / В.С. Коваленко, В.Б. Артемьев, П.И. Опанасенко, А.Б. Исайченков. – М.: Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. – 408 с.
5. Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом (ПБ 05-619-03). Сер. 05. Вып. 3 / кол. авт. – М. : ГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России». – 2003. -144 с.