

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

Кафедра открытых горных работ

Составители
Е. В. Злобина
Е. В. Курехин

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Методические материалы

Рекомендованы учебно-методической комиссией
направления подготовки 21.05.04 Горное дело
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2021

Рецензент

Селюков А. В. – доктор технических наук, доцент кафедры открытых горных работ

Злобина Елена Владимировна

Курехин Евгений Владимирович

Технология разработки сложноструктурных месторождений : методические материалы для обучающихся направления полготовки 21.05.04 Горное дело всех форм обучения / сост. Е. В. Злобина, Е. В. Курехин; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2021. – Текст: электронный.

В методических материалах приведены расчеты параметров и примеры графического построения паспортов забоев (технологических схем) вскрышных и добычных работ при разработке сложноструктурных угольных месторождений различными видами выемочно-погрузочного оборудования.

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2021
© Злобина Е. В., Курехин Е. В.,
составление, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Основные положения.....	4
1.1. Принятая терминология при выполнении лабораторных работ.....	4
1.2. Паспорт забоя и его значение.....	5
1.3. Порядок выполнения лабораторных работ.....	6
1.4. Правила безопасности, соблюдаемые при разработке паспортов забоев.....	7
2. Лабораторные работы.....	10
№ 1. Изображение и обозначение развала на профиле и плане паспортов забоев.....	10
№ 2. Условные изображения и обозначения забоев экскаваторов различных типов.....	14
№ 3. Расконсервация временно погашенного борта на верхних горизонтах с применением широких заходок.....	27
№ 4. Разработка уступа по транспортной технологии над пологим угольным пластом.....	30
№ 5. Бестранспортная разработка вскрышного уступа над пологим угольным пластом («Райчихинская» схема).....	33
№ 6. Разработка пологого угольного пласта прямыми карьерными лопатами.....	39
№ 7. Разработка свиты из двух сближенных пологих угольных пластов обратными гидравлическими лопатами.....	42
№ 8. Разработка наклонного (до 20°) пласта бульдозером-рыхлителем с погрузкой угля прямой карьерной лопатой или колесным погрузчиком.....	47
Приложение 1. Углы откосов уступов и отвальных ярусов.....	50
Приложение 2. Техническая характеристика карьерных экскаваторов.....	51
Приложение 3. Техническая характеристика шагающих экскаваторов-драглайнов.....	52
Приложение 4. Техническая характеристика автосамосвалов.....	52
Приложение 5. Техническая характеристика бульдозерно-рыхлительных агрегатов и рыхлителей.....	53
Приложение 6. Техническая характеристика колесных погрузчиков....	54
Литература.....	55

ВВЕДЕНИЕ

Методические материалы предназначены для изучения и закрепления знаний по дисциплине «Технология разработки сложноструктурных месторождений» для обучающихся направления подготовки 21.05.04 Горное дело всех форм обучения.

Целями выполнения лабораторных работ являются:

– выработка у студентов навыков самостоятельного применения знаний, полученных при изучении спецдисциплин, для решения конкретных инженерных задач технологии разработки сложноструктурных угольных месторождений;

– получение методических основ расчета параметров и графического построения паспортов забоев технологических схем работы горного оборудования.

Задачи лабораторного практикума:

– изучение технологии ведения горных работ в безугольной и угленасыщенной зонах карьерных полей различными типами выемочно-погрузочного оборудования;

– изучение и закрепление знаний о стандартах на горную графическую документацию;

– изучение и закрепление правил графического изображения забоев с учетом условных обозначений;

– получение навыков «чтения» горных технологических чертежей;

– практическое построение ряда паспортов забоев.

Направленность тематики лабораторных работ соответствует технологическим задачам, характерным для горно-геологических условий месторождений Кузнецкого угольного бассейна.

При выполнении лабораторных работ необходимо использовать теоретические знания, полученные при изучении дисциплин «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Горные машины», «Процессы открытых горных работ», а также опыт, полученный при прохождении производственных практик.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Принятая терминология при выполнении лабораторных работ

Для описания объектов изучения на лабораторных занятиях используется специальная терминология.

Дисциплина «Технология разработки сложноструктурных месторождений» включает в себя изучение технологических схем ведения горных работ. По определению института НИИОГР [4], каждая технологическая схема включает: схему разработки уступа (в привязке к конкретным условиям применяют термины «паспорт забоя» или «технологическая карта (паспорт)»); график выполнения работ экскаватором; условия применения; элементы системы разработки; расчетные технические показатели.

Ввиду ограничения часов лабораторных занятий на них изучаются только схемы разработки уступа (паспорта забоев). В этом случае также необходимо произвести терминологическое уточнение.

В условиях разработки сложноструктурных угольных месторождений Кузбасса (приоритетное направление изучения), особенно угленасыщенных зон, все технологические схемы состоят из нескольких технологически взаимосвязанных паспортов забоев вскрышных или добычных работ [4, 5]. Поэтому **первичным** (основным) рабочим документом для горного мастера и машинистов экскаваторов **является паспорт забоя** (технологическая карта). Для сложных горно-геологических условий угленасыщенных зон карьерных полей **технологическая схема** разработки определенного объекта (например, свиты сближенных пластов) **является** вторичным и **не рабочим документом**. Её назначение – показать последовательность работ по паспортам с учетом их технологической взаимоувязки.

Таким образом, объектами изучения при выполнении лабораторных работ являются **паспорта забоев выемочных машин**. По ним студент должен составить технологическую схему разработки объекта, определенного темой лабораторной работы и индивидуальным заданием по ней.

1.2. Паспорт забоя и его значение

Паспорт забоя представляет чертеж горной выработки, в котором отражается взаимосвязь параметров уступа и выемочной машины с учетом правил безопасности. Паспорт забоя содержит техническую, технологическую и организационную информацию, которая должна быть достоверно и точно отражена на чертеже.

В соответствии с правилами безопасности горные работы на уступах должны вестись с учетом инженерно-геологических условий и применяемого оборудования в соответствии с локальными проектами производства работ (паспортами), утвержденными техническим руководством разреза. Запрещается ведение горных работ без утвержденного паспорта, а также с отступлением от него [6]. Таким образом, паспорт производства работ является непосредственным рабочим документом.

Поскольку паспорт забоя является рабочим документом прежде всего для машинистов экскаваторов и водителей автосамосвалов, то неправильно выполненный или выполненный с грубыми ошибками чертеж может стать причиной нарушения техники безопасности или неэффективной работы горного оборудования.

Студентам при самостоятельной работе над специальной литературой рекомендуется критически относиться к изображению и обозначению паспортов забоев.

В силу различных причин имеют место рассогласованность, а иногда и ошибки в графическом изображении и условных обозначениях горных выработок. Причины могут быть названы разные: наличие пробелов в стандартах на горно-графическую документацию за 1975 г. (ГОСТ 2.850–75 – ГОСТ 2.857–75), отсутствие нового всеобъемлющего регламента на горно-графическую документацию, незнание исполнителями материалов по этому вопросу, отсутствие надлежащего экспертного контроля и т.д. Совокупность этих факторов позволяет авторам принимать решения по изображению и обозначению в паспортах забоев соответственно своим знаниям и взглядам.

Выполнение горного чертежа, в т.ч. паспорта забоя, процесс во многом творческий. Надо досконально знать технологию работ, особенности выполнения операций рабочего цикла выемочной

машины, опираться на логические рассуждения, проявлять чувство эстетики и соблюдать стандарты.

1.3. Порядок выполнения лабораторных работ

Согласно учебным часам, предусмотренных программой, лабораторный практикум включает 9 работ. При подборе тем лабораторных работ учтено внедрение на разрезах нового оборудования для выполнения вскрышных и добычных работ.

Технические характеристики выемочно-погрузочного и транспортного оборудования приведены в приложениях 2-6.

Все расчеты и графические построения паспортов забоев студент выполняет самостоятельно в соответствии с заданием.

В карандаше выполнить чертежи паспортов забоев с соблюдением требуемых типов линий и условных обозначений. Рекомендуемый масштаб 1:1000. Самостоятельно проверить соответствие выполнения чертежа следующим критериям:

- типы линий при изображениях различных элементов паспортов забоев должны соответствовать рекомендуемым;
- на чертеже должны быть показаны: главные параметры заходки – высота, ширина, рабочий и устойчивый угол откоса уступа; размеры берм безопасности; угол откоса отвального яруса и общий (генеральный) угол откоса внутреннего отвала;
- в необходимых случаях должна быть показана ширина рабочей площадки и ширина транспортной полосы;
- оси рабочего хода выемочной машины и транспортных коммуникаций в профиле и плане чертежа (надписи на осях рекомендуется наносить на профиле схемы, но при недостатке свободного места допускается и на плане);
- радиус черпания выемочной машины при выемке горной породы из забоя и радиус разгрузки в транспортное средство;
- при необходимости показывается положение на рабочей площадке предохранительного вала в профиле и плане;
- изображение оборудования в профиле и плане диктуется только необходимостью пояснения сущности технологии.

Сдать чертеж на проверку и при положительном результате рекомендуется выполнить версию с использованием компьютерной графики.

1.4. Правила безопасности при разработке паспортов забоев

Ниже выборочно воспроизводятся правила безопасности (по тексту [6]), которые необходимо учитывать при разработке паспортов забоев.

II. Ведение горных работ

2.1. Горные работы

48. Горные работы по проведению траншей, разработке уступов, отсылке отвалов должны вестись с учетом инженерно-геологических условий и применяемого оборудования в соответствии с утвержденными техническим руководителем разреза локальными проектами производства работ (паспортами).

В паспорте указываются допустимые размеры рабочих площадок, берм, углов откоса, высоты уступа, призмы обрушения, расстояний от горного и транспортного оборудования до бровок уступа или отвала.

Срок действия паспорта устанавливается в зависимости от условий ведения горных работ. При изменении горно-геологических условий ведение горных работ должно быть приостановлено до пересмотра паспорта.

С паспортом должны быть ознакомлены под роспись лица технического надзора, специалисты и рабочие, ведущие установленные паспортом работы и для которых требования паспорта являются обязательными.

Запрещается ведение горных работ без утвержденного паспорта, а также с отступлением от него.

51. При применении гидравлических экскаваторов и погрузчиков безопасная высота уступа определяется расчетами с учетом траектории движения ковша экскаватора (погрузчика).

При применении канатных экскаваторов высота уступа не должна превышать:

- максимальную высоту черпания экскаватора;*
- высоту или глубину черпания драглайна, многоковшовых цепных и роторных экскаваторов;*

6 м – при разработке рыхлых устойчивых плотных пород, 3 м – при разработке вручную рыхлых неустойчивых сыпучих пород.

При разработке пород с применением буровзрывных работ допускается увеличение высоты уступа до полуторной высоты черпания экскаватора при условии разделения развала по высоте на подступы или разработки специальных мероприятий по безопасному обрушению козырьков и нависей.

52. Углы откосов рабочих уступов определяются проектом производства работ с учетом физико-механических свойств горных пород и не должны превышать:

80° – при работе экскаваторов типа механической лопаты, драглайна и роторных экскаваторов.

54. Ширина рабочих площадок с учетом их назначения, а также расположения на них горного и транспортного оборудования, транспортных коммуникаций, линий электроснабжения и связи определяется проектом производства работ.

Расстояние от нижней бровки уступа (развала горной массы) и от верхней бровки уступа до оси ближайшего железнодорожного пути должно быть не менее 2,5 м.

60. Обязательны регулярная оборка уступов от нависей и козырьков, ликвидации заколов.

Работы по оборке откосов уступов необходимо производить механизированным способом. Допускается оборка уступов с применением буровзрывных работ по специальному проекту.

5.2. Одноковшовые экскаваторы

223. Экскаватор необходимо располагать на уступе или отвале на выровненном основании с уклоном, не превышающим допустимого техническим паспортом экскаватора. Расстояние между откосом уступа, отвала или транспортным средством и контргрузом экскаватора устанавливается паспортом забоя в зависимости от горно-геологических условий и типа оборудования, но в любом случае должно быть не менее 1 м.

Для вывода экскаватора из забоя необходимо всегда иметь свободный проход. негабаритные куски горной массы должны укладываться устойчиво в один слой, не создавая препятствий для перемещения горно-транспортного оборудования на площадке.

8.2. Технологический автомобильный транспорт

426. Проезжая часть автомобильной дороги внутри контура разреза (кроме забойных дорог) должна соответствовать действующим строительным нормам и правилам и быть ограждена от призмы возможного обрушения породным валом или защитной стенкой. Высота породного вала принимается не менее половины диаметра колеса самого большого по грузоподъемности эксплуатируемого на карьере автомобиля. Вертикальная ось, проведенная через вершину породного вала, должна располагаться вне призмы обрушения.

Расстояние от внутренней бровки породного вала (защитной стенки) до проезжей части должно быть не менее 0,5 диаметра колеса автомобиля максимальной грузоподъемности, эксплуатируемого в карьере.

436. При погрузке горной массы в автомобили экскаваторами должны выполняться следующие условия:

Ожидающий погрузки автомобиль должен находиться за пределами радиуса действия экскаватора и становиться под погрузку только после разрешающего сигнала машиниста экскаватора.

Погрузка в кузов автомобиля должна производиться только сзади или сбоку, перенос экскаваторного ковша над кабиной автомобиля запрещается.

Лабораторная работа № 1 (2 часа)

Тема. Изображение и обозначение развала на профиле и плане паспортов забоев.

Цель работы. Изучить и закрепить знания по обозначению угольных пластов, места установки экскаватора, поверхности развала на профиле и плане чертежа и упрощенному изображению оборудования.

Кафедрой открытых горных работ КузГТУ разработаны локальные стандарты на графические изображения и условные обозначения на чертежах паспортов забоев вскрышных и добычных работ технологических схем ведения горных работ на угольных разрезах. В их основе лежат стандарты на горную графическую документацию (ГОСТ 2.850–75 – ГОСТ 2.857–75) и единую систему конструкторской документации (ГОСТ 2.303–68) [1].

Стандарты уточнены и расширены с учетом особенностей разработки сложноструктурных угольных месторождений открытым способом. Эти стандарты в полном объеме представлены в курсе «Основы горного дела (открытая геотехнология)» [2].

В данном курсе мы подробно рассмотрим изображение и обозначение развала на профиле и плане паспорта забоя.

В основе рекомендаций по изображению развала лежат два фактора: применяемый метод расчета параметров развала в профиле и требование минимизации трудоемкости выполнения чертежа.

В дисциплине «Процессы открытых горных работ» для расчета параметров развала изучается метод проф. Н. Я. Репина [8], согласно которому профиль развала вскрышного уступа строится по точкам и описывается отрезками прямых (рис. 1.1-а, б).

При построении паспортов забоев по найденным точкам рекомендуется провести плавную кривую.

Построенные по этому методу профили развалов в достаточной мере соответствуют профилю реальной поверхности, что обуславливает достоверность чертежа.

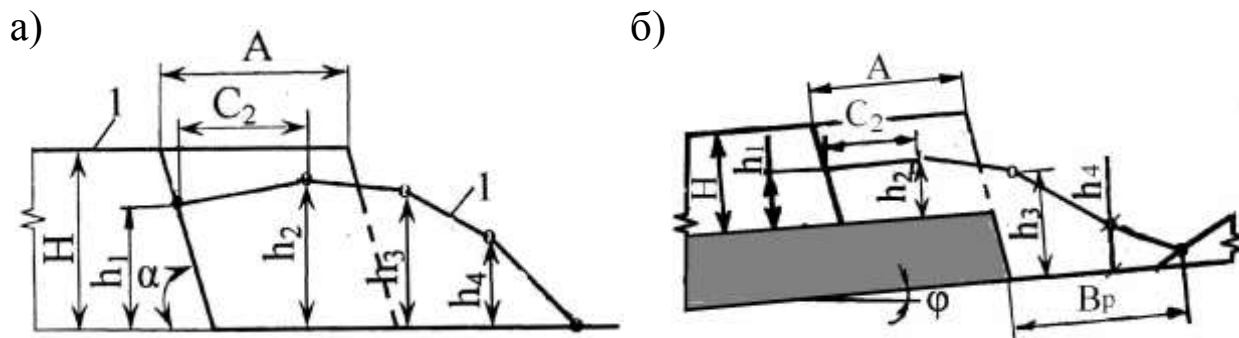


Рис. 1.1. Изображение развала в профиле чертежа: а – транспортного уступа; б – бестранспортного [8].

При транспортной технологии к контуру поверхности развала в профиле «привязывается» установка выемочно-погрузочного оборудования, рабочие параметры которого (высота и радиус черпания) должны соответствовать параметрам развала с учетом требований правил безопасности [6].

В плане чертежа развал изображается как кусковая порода и оконтуривается штрихпунктирной тонкой линией (рис. 1.2-а).

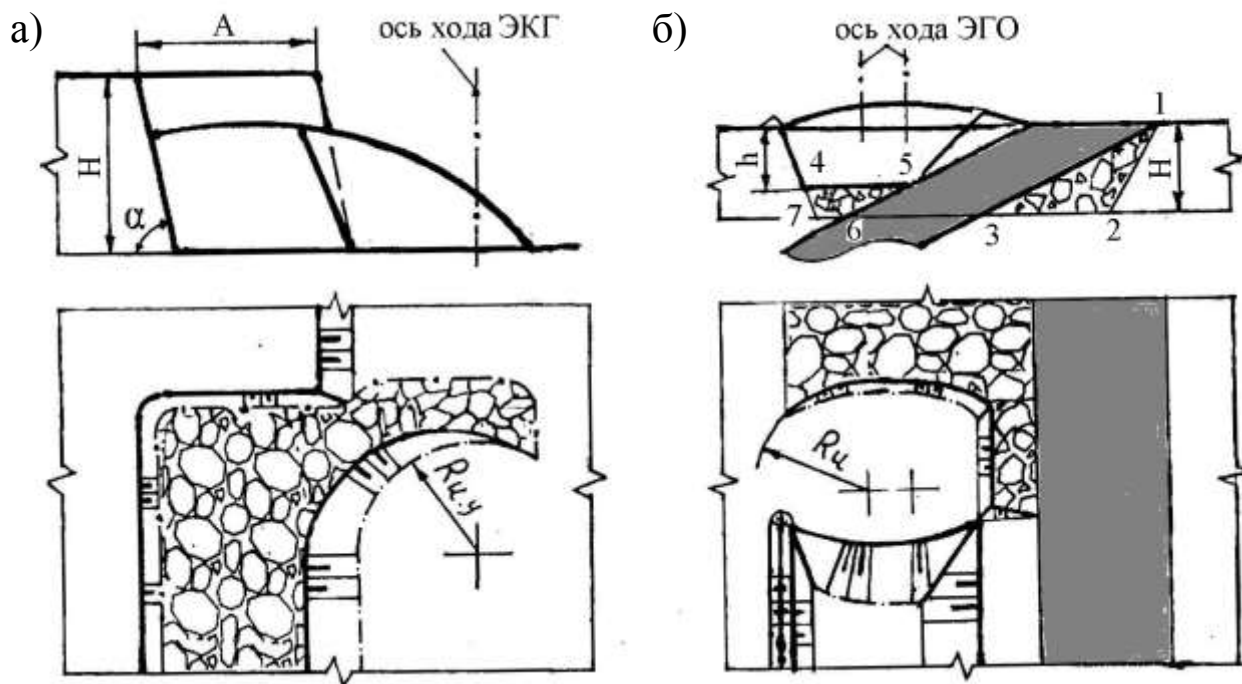


Рис. 1.2. Изображение и обозначение развалов при транспортной технологии: а – разработка развала прямой лопатой; б – то же, обратной гидравлической лопатой

На профиле кусковатость породы не показывают, за исключением следующих случаев.

1) отсутствует план чертежа;

2) при проектировании разработки сложного породугольного забоя, когда кусковатость породы какого-либо элемента не представляется возможным показать на плане. Например, на рис. 1.2-б элемент 1-2-3 на плане «прикрыт» пластом. Поэтому информацию о том, что он разрушен взрывом, можно показать только на профиле;

3) отдельных, небольших по площади элементов забоя, если их поверхность обработана ковшем экскаватора (элемент 4-5-6-7 на рис. 1.2-б).

Если на поверхности развала проложена трасса для перемещения экскаватора или автодорога, то по ее ширине, ввиду планировки бульдозером и, соответственно, уплотнения породы, кусковатость не показывается.

Обозначение развала в бестранспортных схемах (рис. 1.3-а, б).

В бестранспортных схемах с установкой драглайна на развале (рис. 1.3-а) контур развала в профиле определяет положение рабочей трассы и площадь сечения забоя (фиг. 1-2-3-4-5). Площадь находится графоаналитическим методом и необходима для определения производительности экскаватора.

В схемах с установкой драглайна на промежуточном навале (рис. 1.3-б) контур развала определяет площади сечения забоя (фиг. 1-2-3-4) и промежуточной трассы (фиг. 2-5-6-1), также необходимые для расчета технико-экономических показателей.

При выполнении чертежей бестранспортных схем кусковатость породы показывается только на плане (рис. 1.3-а, б). Изображение кусковатости породы принимается в зависимости от масштаба плана.

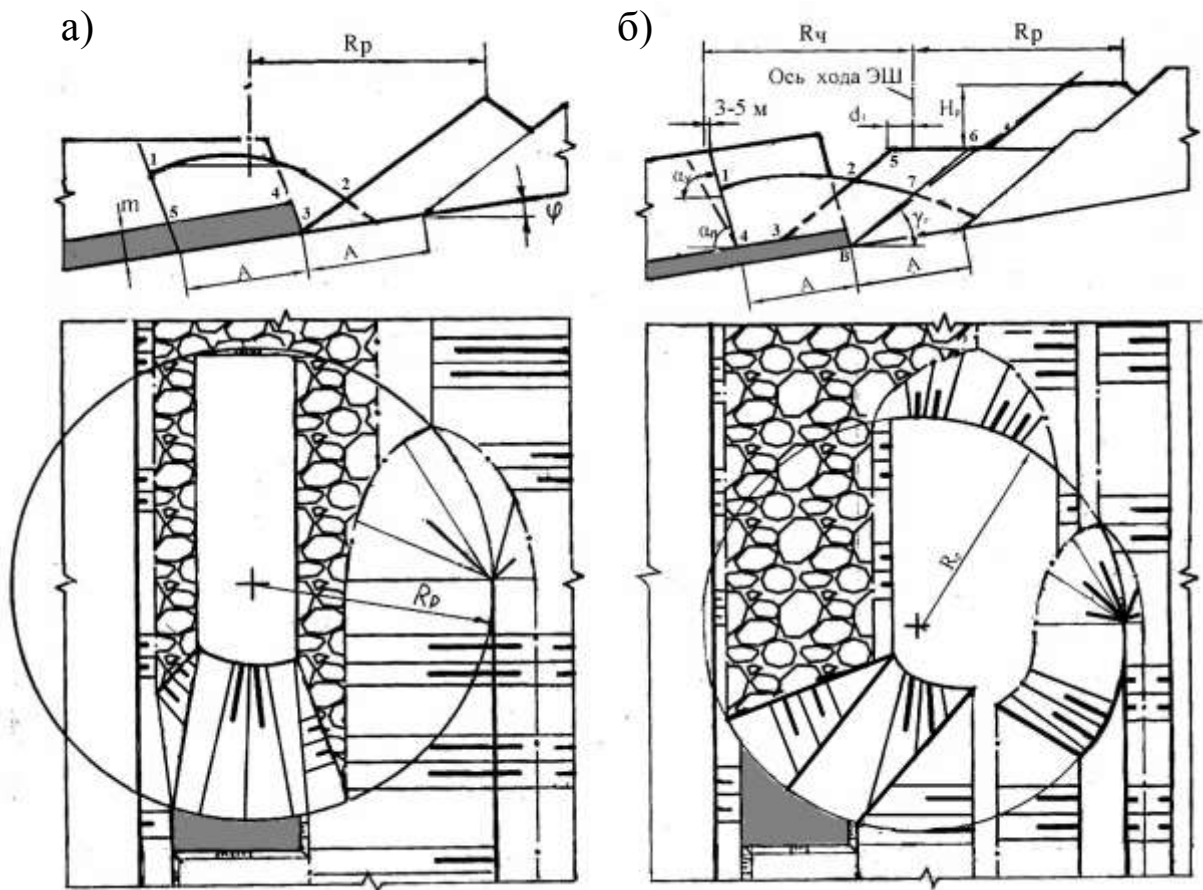


Рис. 1.3. Обозначение развалов при бестранспортной технологии: а – схема с установкой драглайна на развале; б – то же, на промежуточном навале

Задание:

1. Изучить примеры на рис. 1.2-а, б и 1.3-а, б;
2. Воспроизвести эти рисунки в карандаше с соблюдением стандартов на изображения и условные обозначения уступов.

Лабораторная работа № 2 (4 часа)

Тема. Условные изображения и обозначения забоев различных типов экскаваторов.

Цель работы. Изучить условности, принятые при изображении и обозначении откосов забоев на профиле и плане чертежей при работе различных типов экскаваторов.

Обозначение забоя осуществляется линиями верхней и нижней бровок. Их положение относительно оси установки экскаватора принимается с учетом ряда условностей, что связано с непрерывным изменением формы забойного блока в процессе его разработки и при этом не имеет существенного значения детальное выявление формы горной выработки.

Пояснить принятые условности можно на основе рассмотрения порядка отработки забойного блока выемочной машиной. Забойный блок – часть уступа, обрабатываемая по его длине экскаватором с одного места установки при изменении радиуса черпания от минимального до максимального [9].

2.1. Отработка забойного блока прямой механической лопатой (ЭКГ)

Порядок отработки забойного блока поясняется схемами, приведенными на рис. 2.1-а, б, в.

На рис. 2.1-а, б [10] принято: А – крайнее заднее положение ковша (дно ковша прижато к раме экскаватора); Б и Б₁ – положение ковша под осью напорного вала; В – крайнее положение ковша на уровне стояния экскаватора в момент отрыва зубьев от поверхности рабочей площадки; Г – положение ковша при наибольшем вылете стрелы; Д – крайнее верхнее положение ковша; I и II – предельные траектории движения режущей кромки зубьев ковша, соответственно, при выемке предыдущего забойного блока.

Параметры: $R_{ч.у.min}$ и $R_{ч.у}$ – соответственно минимальный и максимальный радиусы черпания экскаватора на горизонте установки; $R_{ч}$, $R_{ч.min}$ – соответственно, радиусы черпания при

С одного места установки экскаватор производит: разработку забойного блока (рис. 2.1-а) и зачищает откос уступа смежной заходки (рис. 2.1-б).

Отработка забойного блока начинается от положения ковша «Б» при установке экскаватора в т. O_1 на рис. 2.1-а (ось вращения экскаватора (1)).

По мере выемки породы на участке от положения ковша «Б» до «В» (длина забойного блока) горизонтируется рабочая площадка. В положении ковша «В» из-за конструкции экскаватора зубья ковша отрываются от рабочей площадки и по мере подъема (при максимально вытянутой рукояти) описывают траекторию II.

Максимальная длина забойного блока $l_{зб} = R_{ч.у} - R_{ч.у.min}$, где $R_{ч.у.min} = 0,5l_x + \sqrt[3]{E}$. Значения $l_{зб}$ приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Положение нижней бровки
относительно оси вращения экскаватора

Параметры	Модели прямых механических лопат						
	ЭКГ-5А	ЭКГ-10	ЭКГ-15	ЭКГ-20А	2300 ХРВ	2800 ХРВ	5700 ХРА
$E, м^2$	5,2	10	15	20	25,2	30,3	53,2
$R_{ч.у}, м$	9,0	12,6	15,6	14,2	15,6	15,85	20,8
$R_{ч.у.min}, м$	4,7	6,2	9	8,1	7,7	8	10
$l_{зб}, м$	4,3	6,3	6,6	6,1	7,7	7,8	10,8
$a_{min}, м$	6,25	8,8	11	11	11,5	12,2	13,5

Во избежание преждевременного износа и поломки рукояти при работе на максимальном ее вылете, черпание производят при радиусе $(0,7 \div 0,8) \cdot R_{ч}$. Поэтому фактическое конечное положение поверхности забоя может быть промежуточным (в зоне напротив оси напорного вала – на рис. 2.1-б обозначение ОН). Однако нижняя бровка откоса забоя в любом случае находится на расстоянии $R_{ч.у}$ от оси вращения экскаватора.

Положение нижней бровки на паспорте забоя принимается на момент окончания отработки забойного блока, т.е. на расстоянии $R_{ч.у}$ от оси вращения экскаватора.

Положение верхней бровки откоса забоя принимается условно, поскольку детальное выявление форм горных выработок не имеет существенного значения, а упрощенное изображение снижает трудоемкость выполнения чертежа.

В данном случае условность заключается в том, что положение верхней бровки откоса забоя принимается равным расстоянию от оси вращения экскаватора (1) до верхней бровки откоса смежного уступа (точка «*m*» на рис. 2.1-в). Это расстояние зависит от рабочего угла откоса уступа и равно $(R_{ч.у} + H \cdot \text{ctg}\alpha)$.

Величины рабочего угла откоса уступа (α) и устойчивого (α_y) зависят от литотипа слагающих уступ пород, а их значения приведены в приложении 1.

Зачистка откоса смежного уступа производится с места установки экскаватора (т. O_1 на рис. 2.1-б).

Во избежание или уменьшения образования навесей и козырьков экскаватор может приближаться к откосу для зачистки верхней части откоса уступа (траектория (2)) при установке экскаватора в новое положение (т. O_2 на рис. 2.1-б).

Минимальное приближение экскаватора к откосу обусловлено безопасным вращением кузова $a_{\min} = R_k + 1$.

С учетом принятых условностей на рис. 2.1 в показано изображение и обозначение откоса забоя в профиле и плане при работе мехлопаты.

2.2. Отработка забойного блока прямой гидравлической лопатой (ЭГ)

Порядок отработки забойного блока показан на схемах, приведенных на рис. 2.2-а, б, в.

На рис. 2.2-а [11] принято: А – крайнее заднее положение ковша (дно ковша прижато к раме экскаватора); Б – положение ковша на начало отработки забойного блока (ковш находится на срезе гусеничного хода); В – крайнее положение ковша на уровне стояния экскаватора в момент отрыва зубьев от поверхности рабочей площадки; Г – положение ковша при наибольшем вылете стрелы; Д – крайнее верхнее положение ковша;

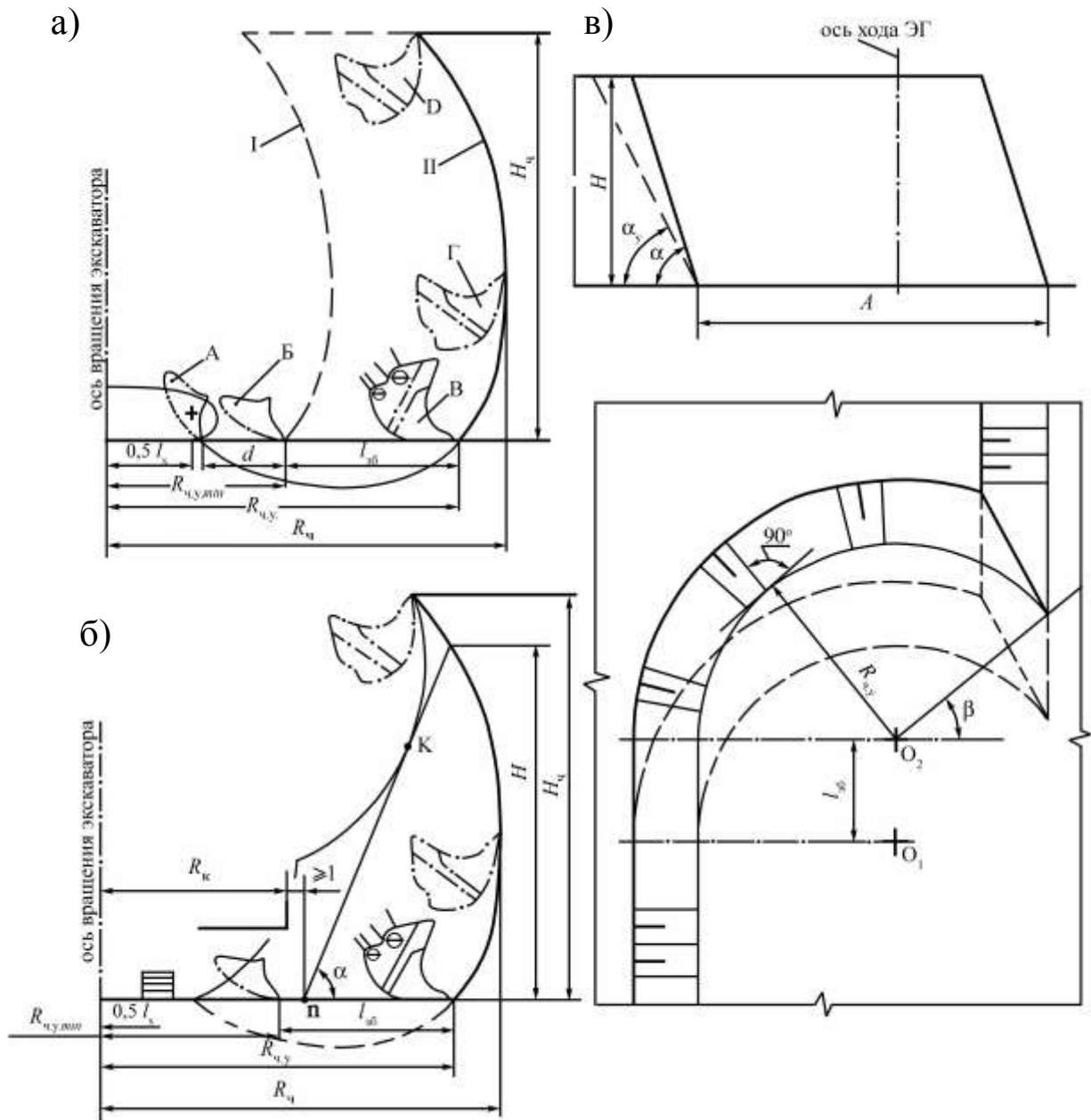


Рис. 2.2. Отработка забойного блока прямой гидравлической лопатой: а – формирование предельной траектории движения режущей кромки зубьев ковша; б – формирование поверхности откоса уступа сложной заходки; в – изображение откоса забоя в профиле и плане с учетом принятых условностей

I и II – предельные траектории движения режущей кромки зубьев ковша, соответственно, при выемке предыдущего смежного и обрабатываемого забойных блоков.

Параметры: $R_{ч.у.мин}$ и $R_{ч.у.}$ – соответственно минимальный и максимальный радиусы черпания экскаватора на горизонте установки; $R_ч$ – максимальный радиус черпания при наибольшем вы-

лете стрелы, м; H_q – максимальная высота черпания, м; l_x , $Ш_x$ – соответственно длина и ширина гусеничного хода, м; $l_{зб}$ – длина забойного блока; a_{min} – минимальное приближение экскаватора к откосу смежного уступа, м.

Порядок разработки забойного блока прямой гидравлической лопатой примерно такой же, как и мехлопатой.

Отработка забойного блока прямой гидравлической лопатой начинается от положения ковша «Б» при установке экскаватора в т. O_1 на рис. 2.2-а (ось вращения (1)). Дно ковша находится примерно на срезе гусеничного хода. По длине забойного блока (от положения ковша «Б» до положения ковша «В») горизонтируется рабочая площадка. Начиная от положения ковша «В» его зубья отрываются от рабочей площадки и описывают траекторию II.

Траектория II прямой гидравлической лопаты отличается от прямой механической лопаты бóльшим по длине участком вертикального подъема.

Параметр $R_{ч.у.min}$ равен

$$R_{ч.у.min} = 0,5l_x + h_k,$$

где h_k – высота ковша, м.

Длина забойного блока $l_{зб}$ равна

$$l_{зб} = R_{ч.у} - R_{ч.у.min}.$$

Длина забойного блока для ряда прямых гидравлических лопат приведена в табл. 2.2.

Положение нижней бровки на паспорте забоя при применении прямых гидравлических лопат также принимается на момент окончания отработки забойного блока, т. е. на расстоянии $R_{ч.у}$ от оси вращения экскаватора.

Положение верхней бровки откоса забоя принимается так же, как и при работе мехлопаты – по условию зачистки откоса смежного уступа.

Высота уступа отвечает условию $H \leq H_q$ (рис. 2.2-б) [6]. Зачистка откоса уступа, в зависимости от его высоты, может производиться или с той же установки экскаватора (т. O_1 на рис. 2.2-б), или с приближением к экскаватору (т. O_2). Минимальное приближение составляет $a_{min} = R_k + 1$.

Таблица 2.2

Длина забойного блока при работе
прямой гидравлической лопаты

Параметры	Модели экскаваторов		
	ДГЭ-1200 РУССО- БАЛТ ТЯЖЭКС	RH-40E TEREX O&K	R-984C LIEBHERR
$E, \text{ м}^2$	6,0	7,0	4,7
$h_{\text{к}}, \text{ м}$	2,5	2,8	2,25
$l_{\text{х}}, \text{ м}$	6,2	6,0	6,2
$R_{\text{ч.у}}, \text{ м}$	10,8	10,5	9,6
$R_{\text{ч.у. min}}, \text{ м}$	5,6	5,8	6,3
$l_{\text{зб}}, \text{ м}$	5,2	4,2	3,3
$a_{\text{min}}, \text{ м}$	6,0	5,3	6,2

Формирование откоса начинается от нижней бровки (т. *n* на рис. 2.2-б) и производится в зоне действия ковша по линии откоса «*nm*».

Точка «К» находится на внутренней ветви траектории, которая описывается движением зубьев ковша при минимальном значении текущего радиуса черпания.

На рис. 2.2-в показано изображение и обозначение откоса забоя в профиле и плане при работе прямой гидравлической лопаты.

2.3. Отработка забойного блока обратной гидравлической лопатой (ЭГО)

Конструкция обратной гидравлической лопаты позволяет осуществлять выемку породы верхним и нижним черпанием.

Однако при работе верхним черпанием из-за особенности выполнения операции наполнения ковша (черпание с низким коэффициентом экскавации) производительность экскаватора невысокая. Поэтому фирмами-производителями рекомендуется работать нижним черпанием при высоте уступа 4÷5 м, что обеспечивает высокую производительность [12].

Ниже рассмотрена разработка забойного блока нижним черпанием обратной гидравлической лопатой (рис. 2.3-а, б).

На схемах приняты обозначения: A – ширина заходки, м; α и α_y – соответственно рабочий и устойчивый углы откоса уступа, град.; H – высота уступа, м; $\alpha_{3б}$ – угол откоса забоя, град.; $H_{ч.маx}$ – максимальная глубина черпания, м; $R_{ч.р}$ – рабочий радиус черпания, м; $l_{3б}$ – длина забойного блока, м; B – ширина бермы безопасности между гусеничным ходом и верхней бровкой откоса забоя на момент окончания отработки забойного блока, м; l_x – длина гусеничного хода, м; l_k – длина ковша, м.

Схемы, представленные на рис. 2.3, отражают опыт работы обратных гидравлических лопат на разрезах ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»».

Высота нижнего уступа (H) на разрезах ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»» составляет $2,5 \div 4$ м. Углы откоса забоя ($\alpha_{3б}$) зависят от свойств разрабатываемой породы, их значения приведены в табл. 2.3. Берма безопасности (B) составляет $1 \div 1,5$ м.

Рабочие параметры экскаваторов (R_q и H_q) при таких параметрах забоя используются не полностью. Это положение согласуется с рекомендациями: максимальное использование рабочих параметров повышает риск поломки стрелы или рукояти [12].

Разрабатываемый забойный блок (фиг. 1-2-3-4 на рис. 2.3-а) находится внутри пространства, ограниченного предельной траекторией движения режущей кромкой зубьев ковша (рис. 2.3-а).

При известных значениях высоты нижнего уступа (H), угла откоса забоя ($\alpha_{3б}$) и ширины бермы безопасности (B), рабочий радиус черпания ($R_{ч.р}$) равен

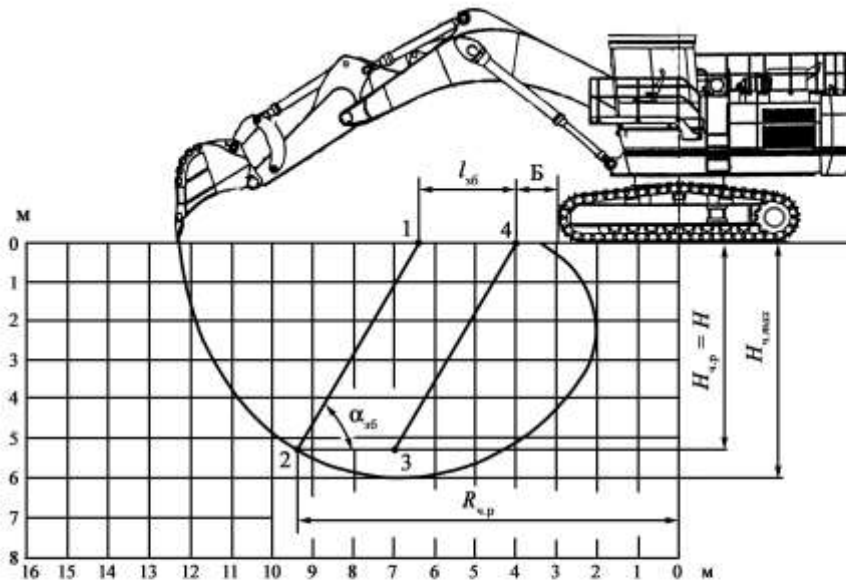
$$R_{ч.р} = H \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{3б} + l_{3б} + B + 0,5 \cdot l_x.$$

Таблица 2.3

Углы откосов забоев ($\alpha_{3б}$) и ширина бермы безопасности (B)

Порода	Угол откоса забоя ($\alpha_{3б}$), градус	Ширина бермы (B), м
Уголь в целике	$60 \div 70$	$1 \div 1,5$
Уголь со взрывным рыхлением	$37 \div 45$	$1 \div 1,5$
Порода в целике (III категория по ЕНВ)	$60 \div 65$	$1 \div 1,2$
Породный уступ со взрывным рыхлением	37	$1 \div 1,2$
Развал породного уступа	$55 \div 60$	$1,5 \div 2$

а)



б)

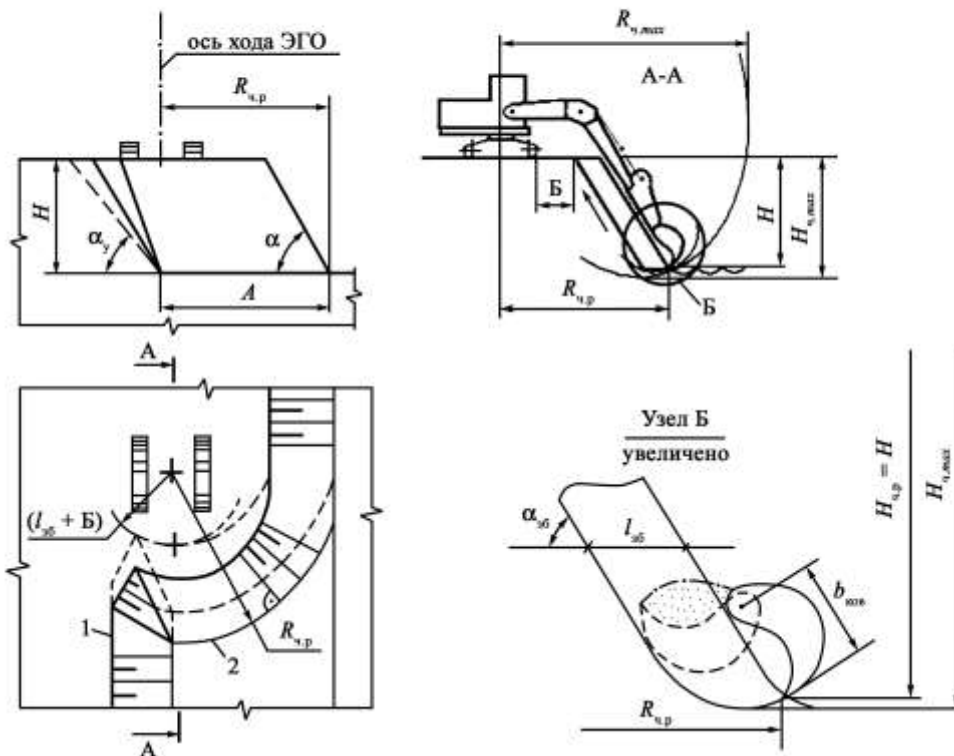


Рис. 2.3. Отработка забойного блока обратной гидравлической лопатой: а – профиль забойного блока; б – изображение откоса забоя в профиле и плане с учетом принятых условностей

По периметру забойный блок разрабатывается слоями высотой $h_{сл}$ сверху вниз (сечение А-А на рис. 2.3-б). Такой порядок снятия слоев обеспечивает высокую производительность экскаватора [5].

Определение параметров $l_{зб}$ и $h_{сл}$ показано на примере выемки третьего слоя (узел В сечения А-А на рис. 2.3-б).

При выемке слоя ковш с помощью гидроцилиндров совершает поворот на 90° вокруг точки крепления к рукояти и наполняется (узел В).

Тогда длина забойного блока равна $l_{зб} = l_k / \sin \alpha_{зб}$.

Для инженерных расчетов высоту слоя $h_{сл}$ можно принять равной длине ковша l_k , т. е. $h_{сл} \approx l_k$.

По принятой в специальной технической литературе [4, 5, 11] методике на плане забой обратной гидравлической лопаты изображается на начало отработки забойного блока.

На плане верхняя бровка откоса забойного блока обозначается основной сплошной линией, а нижняя тонкой сплошной (рис. 2.3-б).

2.4. Отработка забойного блока шагающим драглайном (ЭШ)

Шагающими драглайнами выполняется широкий спектр горных работ: нижним черпанием – разработка вскрышных уступов по мягким и плотным породам, развалов прочных полускальных и скальных пород, угольных пластов, перевалка породных навалов. Верхним черпанием – тех же объектов, но при ограниченной высоте верхнего уступа: $H_v = (0,4 \div 0,5) \cdot H_p$, где H_p – высота разгрузки, м. Это объясняется тем, что, во-первых, драглайн конструктивно не предназначен для работы верхним черпанием, во-вторых, при черпании сверху вниз затруднено наполнение ковша породой (коэффициент экскавации 0,3–0,5).

Изображение и обозначения забоя драглайна при нижнем и верхнем черпании показано на рис. 2.4.

На схеме приняты обозначения: A – ширина заходки, м; H_n и H_v – соответственно высота нижнего и верхнего вскрышных уступов, м; α и α_y – соответственно рабочий и устойчивый угол откоса вскрышного уступа, град; ($\alpha_{зб}$ – угол откоса забоя по нижнему уступу ($\alpha_{зб} = 20 \div 30^\circ$), град; ($\alpha_{зб.в}$ – угол откоса забоя по верхнему уступу ($\alpha_{зб.в} = 5 \div 15^\circ$), град; R_q – радиус черпания драглайна, м; $l_б$ – расстояние от оси вращения экскаватора до оси блока наводки (блока схода канатов), м; $h_б$ – положение оси блока наводки относительно горизонта установки экскаватора, м; $l_{уп}$

– длина упряжи ковша, м; $l_{зб}$ – длина забойного блока, м; l_{min} – минимальное приближение режущей кромки зубьев ковша к оси вращения экскаватора, м; $R_{ч.в.min}$ – минимальное расстояние от оси вращения драглайна до нижней бровки верхнего уступа, м; $l_ч$ – длина черпания (длина протяжки ковша для его полного наполнения на горизонтальной площадке), м; B – ширина предохранительной бермы, м; B' – ширина бермы между нижним и верхним уступами, создаваемая для повышения устойчивости породного массива ($B' = 6$ м), м; a – расстояние от оси рабочего хода экскаватора до верхней бровки нижнего уступа, м.

Порядок построения паспорта забоев следующий. Для принятой модели драглайна и значениях параметров A , H_n , H_v , α , α_y строят профиль чертежа, а на плане проводятся горизонтальные проекции всех нижних и верхних бровок нижнего и верхнего уступов. Далее на профиле и плане на расстоянии a от верхней бровки нижнего уступа показывается ось рабочего хода экскаватора.

Параметр a определяется по формуле

$$a = B + 0,5Ш_x,$$

где $Ш_x$ – ширина шагающего хода драглайна, м.

Параметры B и $Ш_x$ равны

$$B = H_n \cdot (\text{ctg } \alpha_y - \text{ctg } \alpha),$$

$$Ш_x = 2b_{л} + d_б,$$

где $b_{л}$ – ширина лыжи, м; $d_б$ – диаметр базы драглайна, м.

Затем на плане на оси рабочего хода назначается место установки экскаватора (т. О). Для построения паспорта забоя необходимо определить положение его нижних и верхних бровок по нижнему и верхнему уступам.

Для этого из т. О проводим окружность радиусом $R_ч$, которая определяет зону действия ковша.

Нижний уступ.

На паспорте забоя положение верхней и нижней бровок принимается на начало отработки забойного блока (нижний уступ на рис. 2.4).

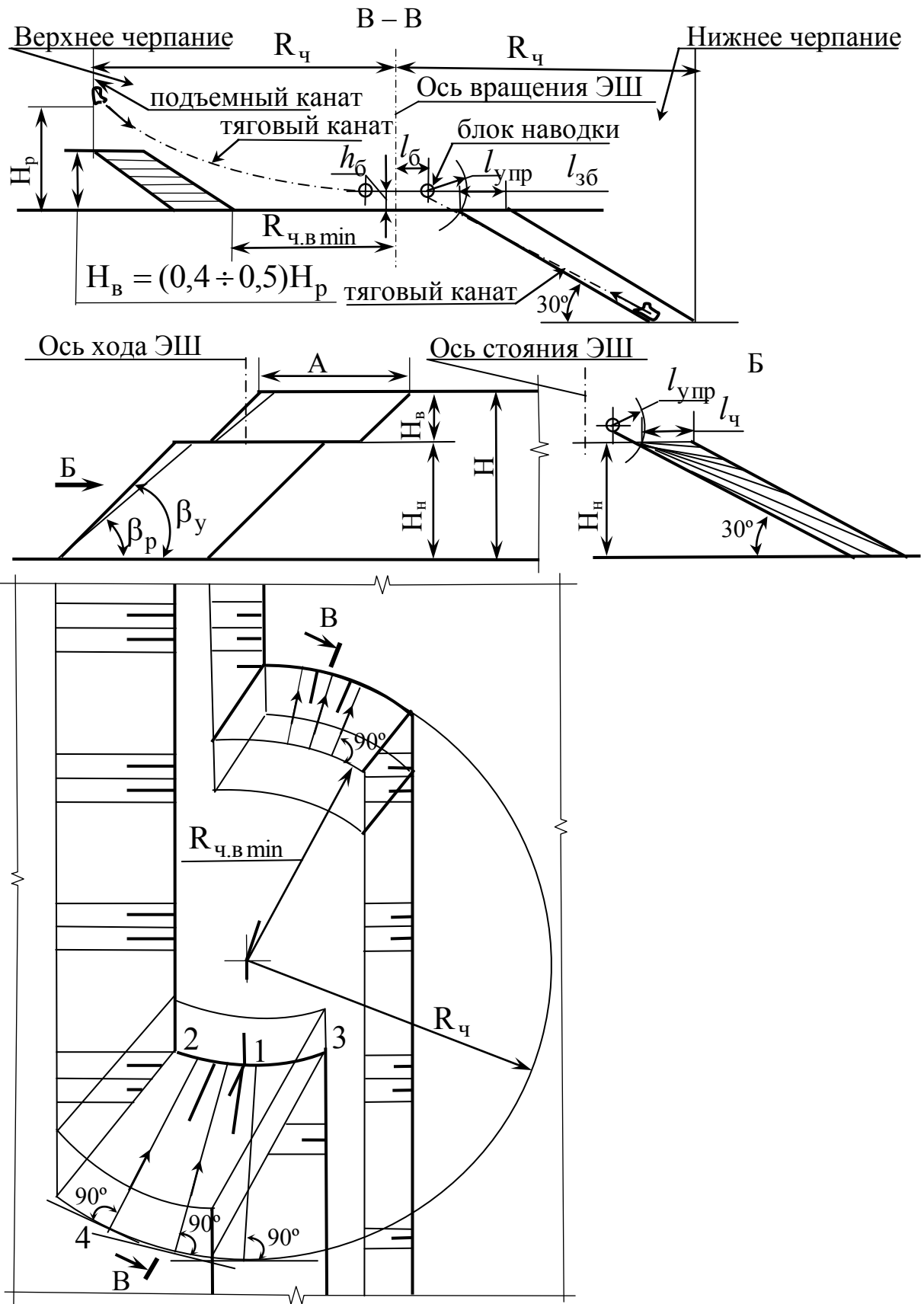


Рис. 2.4. Отработка забойных блоков драглайном по верхнему и нижнему уступам.

Нижняя бровка забойного блока по нижнему уступу располагается на окружности, проведенной из т. О, в пределах ширины заходки (дуга 1-2 на рис. 2.4).

Верхняя бровка нижнего уступа не равноудалена от оси вращения экскаватора и описывается участком эллипса (дуга 6-7). Минимальное приближение верхней бровки к оси вращения драглайна (отрезок 0-5) равно $(l_{\text{б}} + l_{\text{уп}} + l_{\text{зб}})$, как показано на сечении В-В.

Сумма параметров $l_{\text{б}} + l_{\text{уп}}$ определяет минимальное приближение зубьев ковша к экскаватору.

Длина забойного блока ($l_{\text{зб}}$) определяется следующим образом. При разработке забойного блока снятие стружек (слоев выемки) осуществляется сверху вниз (см. вид С на рис. 2.4). Тогда длина забойного блока определяется по длине протяжки ковша $l_{\text{ч}}$ (см. вид С и сечение В-В) при снятии первой стружки (слоя выемки) на горизонте установки экскаватора

$$l_{\text{зб}} = l_{\text{ч}} = K_{\text{пут}} \cdot l_{\text{б}},$$

где $l_{\text{к}}$ – длина ковша, м; $K_{\text{пут}}$ – коэффициент протяжки ковша (табл. 2.4), зависящий от категории пород по трудности экскавации [13].

Таблица 2.4

Значения коэффициента $K_{\text{пут}}$

Показатель	Категория пород по трудности экскавации (по ЕНВ, 1989 г.)			
	I	II	III	IV
$K_{\text{пут}}$	2,5÷2	3,5	4,0	5,5

Длина ковша драглайна равна [13], м:

$$l_{\text{к}} = 1,38 \cdot \sqrt[3]{E},$$

где E – вместимость ковша, м³.

На паспорте забоя верхняя бровка нижнего уступа обозначается основной сплошной линией, нижняя – сплошной тонкой.

Верхний уступ.

На паспорте забоя по верхнему уступу положение верхней и нижней бровок принимается на конец отработки забойного блока (верхний уступ на рис. 2.4). Верхняя бровка располагается на окружности, проведенной из т. О (дуга 3-4 на рис. 2.4).

Нижняя бровка верхнего уступа принимается на расстоянии $R_{ч.в.min} = (R_ч - H_в \cdot \text{ctg } \alpha_{зб.в})$ от оси вращения драглайна.

Длина забойного блока по верхнему уступу также равна $l_{зб}$.

Типы линий для обозначения бровок такие же, как и для обозначения бровок по нижнему уступу.

Задание:

1. Изучить порядок отработки забойных блоков экскаваторами типов ЭКГ, ЭГ, ЭГО, ЭШ на рис. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4.

2. Запомнить принятые условности изображения и обозначения откосов на паспортах забоев.

3. Воспроизвести рис. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 с простановкой на них типов линий.

Лабораторная работа № 3 (2 часа)

Тема. Расконсервация временно погашенного борта на верхних горизонтах с применением широких заходок.

Цель работы. Изучить технологию расконсервации временно погашенного борта на верхних горизонтах (рис. 3.1).

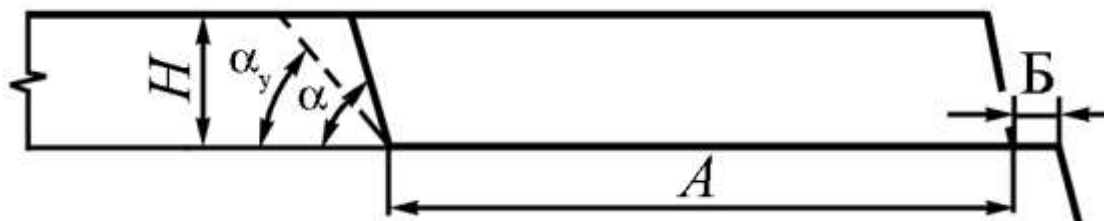


Рис. 3.1. Параметры вскрышной заходки на начало расконсервации рабочего борта: H – высота уступа, м; A – ширина заходки, м; α_y , α – соответственно устойчивый и рабочий углы откоса уступа, градус; B – предохранительная берма между уступами, м

Область применения. Расконсервация временно погашенных рабочих бортов имеет место на всех разрезах и осуществляется для регулирования режима горных работ, расширения контуров карьерного поля в процессе реконструкции карьера, размещения полустационарного оборудования в рабочей зоне карьера и др.

В настоящее время в связи с интенсификацией горных работ на разрезах процесс расконсервации рабочих бортов также интенсифицируется, для чего применяют экскаваторы большой единичной мощности с вместимостью ковша $E = 20 \div 53 \text{ м}^3$.

Условия применения. Уступы, разрабатываемые на верхних горизонтах, сложенные породами мягкими или плотными (связными) I-II категории по трудности экскавации (ЕНВ на открытые горные работы, 1989 г.), а также выветрелыми полускальными, требующими взрывного рыхления (уд. расход ВВ – $0,25 \div 0,35 \text{ кг/м}^3$, коэффициент разрыхления $K_p = 1,03 \div 1,05$ и относящиеся к III категории. Для вывозки породы применяется автомобильный транспорт. Схема подъезда карьерных автосамосвалов к экскаватору – тупиковая.

Технология. Разработка уступов при расконсервации рабочего борта ведется прямыми механическими или гидравлическими лопатами. Работа экскаватора осуществляется челночным поперечным перемещением по заходке с рядом последовательных установок экскаватора (1, 2, 3, 4, 5 на рис. 3.2). Для эффективного использования экскаватора применяют двухстороннюю установку автосамосвалов под погрузку.

На рис. 3.2 обозначены: $R_{ч.у}$ – радиус черпания экскаватора на горизонте установки, м; h_a – высота предохранительного вала, м.

$$h_a = 0,5 \cdot d_k$$

где d_k – диаметр колеса автосамосвала (приложение 4), м.

Задание:

1. Изучить порядок отработки уступа широкими заходками на рис. 3.2.
2. Выполнить чертеж паспорта забоя для отработки уступа согласно выданному варианту (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Варианты задания

Параметры	Выемочно-погрузочное и транспортное оборудование													
	Прямые механические карьерные лопаты													
	ЭКГ-5А $E=5,2 \text{ м}^3$		ЭКГ-10 $E=10 \text{ м}^3$		ЭКГ-15 $E=15 \text{ м}^3$		ЭКГ-20А $E=20 \text{ м}^3$		РН 2300 ХРА $E=25,2 \text{ м}^3$		РН 2800 ХРА $E=30 \text{ м}^3$		РН 5700 ХР $E=53,2 \text{ м}^3$	
	Карьерные автосамосвалы													
	БелАЗ-7548		БелАЗ-7549		БелАЗ-7512		БелАЗ-75303		БелАЗ-75303		БелАЗ-75303		БелАЗ-75303	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$H, \text{ м}$	10		13		16		17		15		16		20	
$A, \text{ м}$	30	35	40	45	40	45	30	40	35	40	40	45	45	50
$a = 10 \text{ м}; C_1 = 8,5 \text{ м}; B = 10 \text{ м}; \alpha = 60^\circ; \alpha_y = 55^\circ.$														

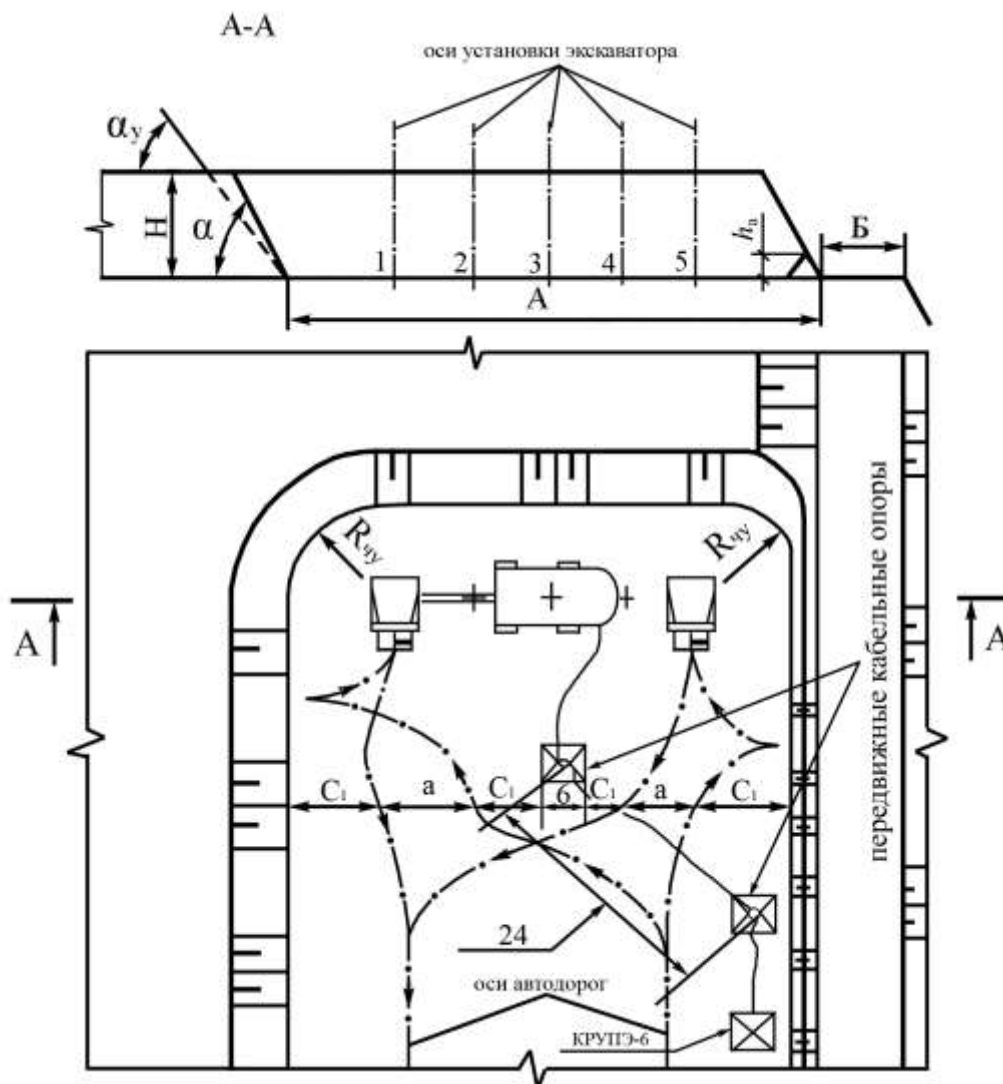


Рис. 3.2. Паспорт забоя для разработки вскрышного уступа широкой заходкой с двухсторонней установкой автосамосвалов под погрузку

Лабораторная работа № 4 (2 часа)

Тема. Разработка уступа по транспортной технологии над пологим угольным пластом.

Цель работы. Изучить технологию разработки вскрышного уступа по транспортной технологии при нарезке горизонта над пологим угольным пластом (рис. 4.1).

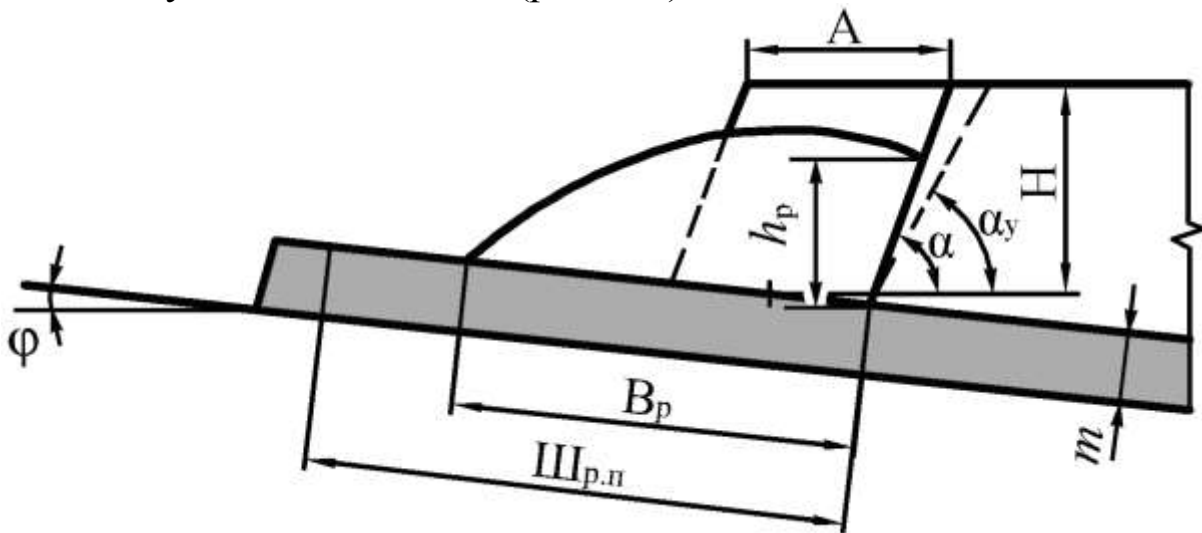


Рис. 4.1. Параметры вскрышного уступа и его развала: H – высота нарезаемого уступа, м; A – ширина заходки, м; α_y , α – соответственно, устойчивый и рабочий углы откоса уступа, градус; $Ш_{р.п}$ – ширина рабочей площадки, м; h_p , B_p – соответственно, высота и ширина развала, м; m – мощность пласта, м; φ – угол залегания пласта, градус

Область применения. При углубочно-сплошной системе разработки пологих пластов. По рассматриваемым транспортным схемам разрабатывается уступ над верхним пластом свиты. Такие схемы применяются на разрезах «Красногорский», «Томусинский», «Сибиргинский» (южный Кузбасс), «Талдинский», «Караканский» (центральный Кузбасс).

Условия применения. На месторождениях центрального Кузбасса вскрышные породы полускальные – песчаник (40%), алевролит (50%), аргиллит (10%). Коэффициент крепости пород по М. М. Протодяконову $f = 4 \div 6$, реже $f = 8$. Категория пород по трудности экскавации III-IV.

На месторождениях южного Кузбасса породы скальные (песчаник, алевролит); коэффициент $f = 8 \div 10$, реже $f = 12 \div 14$. Категория пород по трудности экскавации IV-V. Мощность угольных пластов 4–11 м, угол падения пластов 4–15°. Для вывозки породы применяется автомобильный транспорт. Схема подъезда автосамосвалов к экскаватору может быть сквозной, с петлевым или тупиковым разворотом.

Технология.

Разработка развала вскрышного уступа осуществляется прямыми карьерными лопатами (типа ЭКГ или ЭГ) или шагающим драглайном. При работе карьерных лопат развал разрабатывается двумя понижающимися продольными экскаваторными заходками, а при работе шагающего драглайна – одной заходкой при установке экскаватора на поверхности развала (рис. 4.2-а, б).

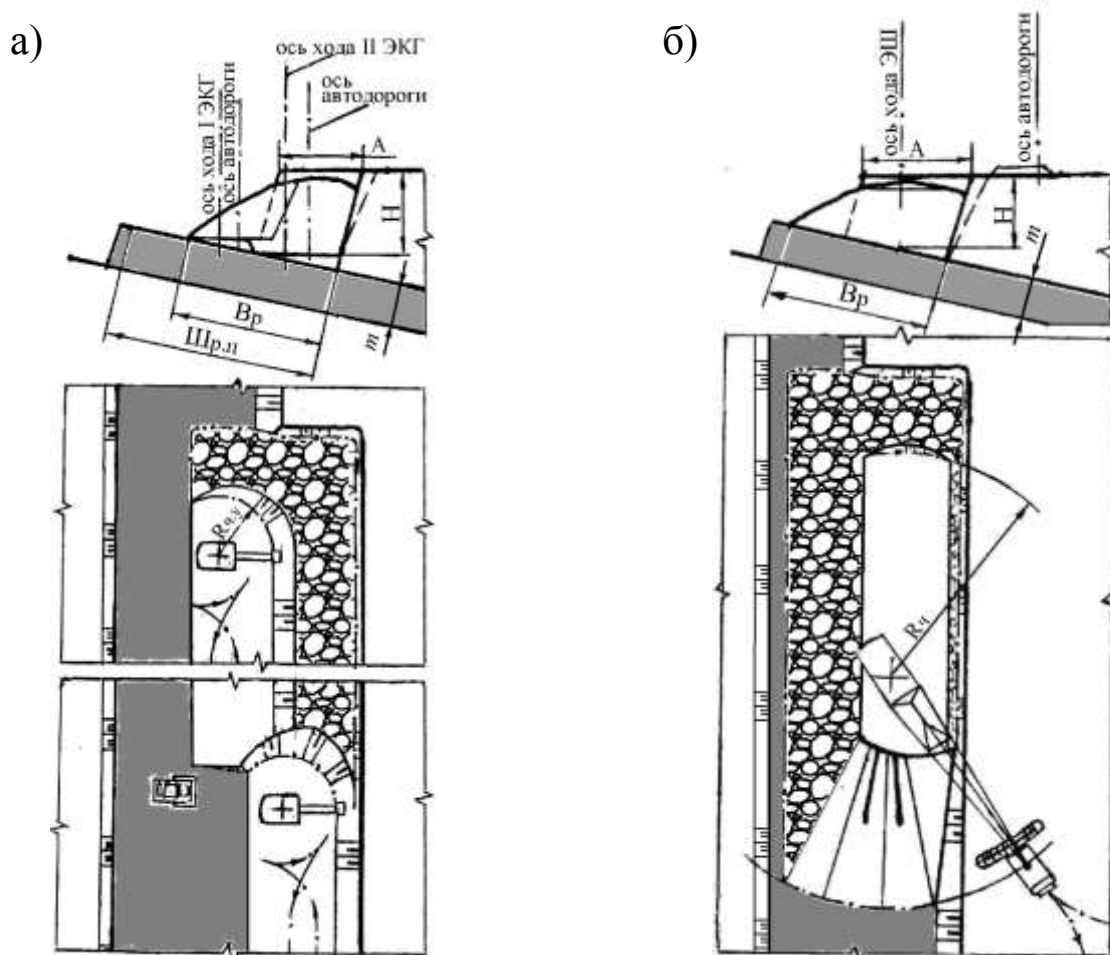


Рис. 4.2. Паспорта забоев для разработки развала вскрышного уступа над пологим угольным пластом: а – прямой механической лопатой; б – шагающим драглайном

Разработка уступа может осуществляться прямыми механическими экскаваторами или шагающими драглайнами (рис. 4.2-а, б).

В вариантах развал задается двумя параметрами: шириной (B_p) и высотой (h_p), рассчитанным по методике [8]. При выполнении лабораторной работы после построения профиля развала необходимо провести проверку площади его сечения (S_p) по условию

$$S_p = A \cdot H \cdot K_p,$$

где K_p – коэффициент разрыхления породы в развале (для пород III категории $K_p = 1,35$, для пород IV категории $K_p = 1,4$).

Задание:

1. Изучить порядок разработки развала уступа мехлопатов и шагающим драглайном (рис. 4.1 и рис. 4.2-а, б).
2. Выполнить чертеж паспорта забоя для разработки развала вскрышного уступа согласно выданного варианта (табл. 4.1 и табл. 4.2).

Таблица 4.1

Варианты задания 1-7

Параметры	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
	Выемочно-погрузочное и транспортное оборудование						
	Прямые механические карьерные лопаты						
	ЭКГ-5А E = 5,2 м ³	ЭКГ-10 E = 10 м ³	ЭКГ-15 E = 15 м ³	ЭКГ-20А E = 20 м ³	РН 2300 ХРА E = 25,2 м ³	РН 2800 ХРА E = 30 м ³	РН 5700 ХР E = 53,2 м ³
	Вывозка породы						
	БелАЗ-7548	БелАЗ-7549	БелАЗ-7512	БелАЗ-75303	БелАЗ-75303	БелАЗ-75303	БелАЗ-75303
	Категория пород по трудности экскавации						
	III	IV	III	IV	III	IV	III
	H , м	12	15	17	17	17	17
A , м	12	20	28	25	25	24	30
φ , м	5	6	7	8	9	10	12
h_p , м	10	16	14	14	14	14	16
B_p , м	21	34	44	41	41	40	49
$Ш_{p,п}$	30	39	46	52	52	55	60
m , м	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 4.2

Варианты задания 8-14

Параметры	Варианты						
	8	9	10	11	12	13	14
	Выемочно-погрузочное и транспортное оборудование						
	Драглайны						
	ЭДГ 8.55; E = 8 м ³			ЭШ 11.70; E=11 м ³			
	Вывозка породы						
	БелАЗ-7549			БелАЗ-7512			
	Категория пород по трудности экскавации						
		III	IV	III	IV	III	IV
H, м	20	20	24	20	24	20	24
A, м	22	25	28	30	35	30	35
φ, м	5	8	12	5	10	10	12
h _р , м	16	16	19	16	19	16	19
B _р , м	44	45	52	50	59	50	59
t, м	4	5	6	7	8	9	10

Лабораторная работа № 5 (4 часа)

Тема. Бестранспортная разработка вскрышного уступа над пологим пластом («Райчихинская» схема).

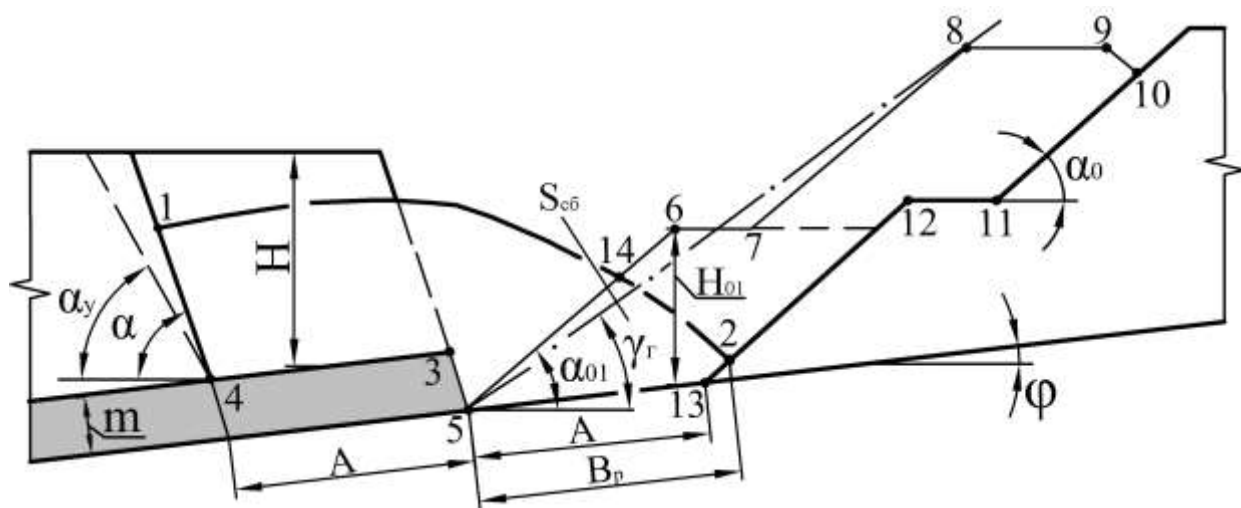
Цель работы. Изучить технологию разработки вскрышного уступа над пологим угольным пластом с перевалкой породы драглайном во внутренний отвал (рис. 5.1).

Область применения.

Бестранспортная разработка вскрышных уступов применяется при сплошной или смешанной (углубочно-сплошной) системах разработки пологих (5-14°) пластов. Разрезы центрального Кузбасса: «Моховский», «Сартакинский», «Ерунаковский», «Талдинский» и др.; южного Кузбасса – «Красногорский», «Томусинский», «Междуречье», «Сибиргинский».

Условия применения.

Как сказано выше (в лабораторной работе № 4), на разрезах центрального Кузбасса породы преимущественно полускальные ($f = 4 \div 6$). Удельный расход ВВ при подготовке пород к выемке 0,45÷0,65 кг/м³. На разрезах южного Кузбасса породы скальные ($f = 6 \div 10$, иногда до $f = 12 \div 14$). Удельный расход ВВ 0,8÷1,2 кг/м³.



Параметры развала

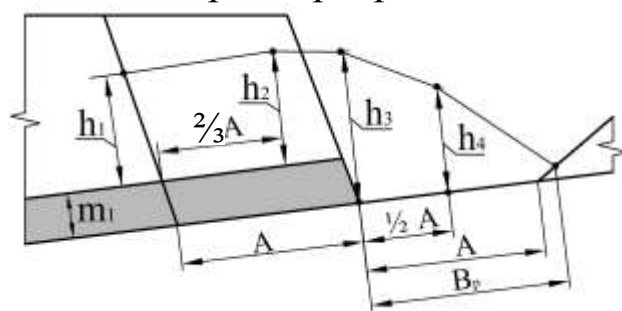


Рис. 6.1. Параметры начального и конечного статических этапов при построении бестранспортной схемы экскавации: H – высота вскрышного уступа, м; A – ширина вскрышной и отвальной заходок, м; α , α_y – соответственно рабочий и устойчивый угол откоса вскрышного уступа, градус; m – мощность пласта, м; B_p – ширина развала породы вскрышного уступа, м; φ – угол залегания пласта, градус; H_{01} – высота первого яруса отвала, м; α_{01} – угол откоса первого яруса, градус; α_0 – угол откоса второго яруса отвала, градус; γ_r – общий (генеральный) угол откоса отвала, градус; h_1, h_2, h_3, h_4 – высотные координаты точек поверхности развала (определены по методике, изложенной в работе [8]); $S_{сб}$ – площадь сечения породы, сброшенной взрывом в отвальный слой, м²

Ширина заходки (A) при бестранспортной технологии находится из условий рационального использования емкости отвала и принимается в пределах $(0,42 \div 0,52) \cdot R_q$ [4].

Опытом работы разрезов установлены рациональные значения ширины заходки: для драглайнов с длиной стрелы 70–75 м

принимают $A = 35$ м (реже 30 м); с длиной стрелы 85–90 м принимают $A = 40$ м (реже 42÷45 м).

Ширина развала (B_p) при взрывании полускальных пород составляет $(0,45 \div 0,75) \cdot A$.

Коэффициент взрывного сброса ($K_{сб}$) при разработке полускальных пород составляет $0,06 \div 0,13$ в зависимости от величины удельного расхода $ВВ$ и высоты взрываемого уступа; при разработке скальных пород $0,18 \div 0,25$.

Отсыпаются в основном двухъярусные отвалы, реже, при увеличении угла залегания пласта до $12 \div 14^\circ$, формируется дополнительный третий ярус.

Угол откоса ярусов отвала (α_0) составляет при отсыпке полускальных пород $\alpha_0 = 35\text{--}37^\circ$, скальных $\alpha_0 = 37^\circ$. Коэффициент разрыхления (K_p) породы в отвале: полускальных $K_p = 1,33 \div 1,35$, скальных – $K_p = 1,4$.

По рекомендациям Сибирского филиала ВНИМИ (г. Прокопьевск) генеральный (γ_r) угол откоса отвалов, основание которых сложено слабыми полускальными породами (аргиллиты, слабые алевролиты), что характерно для разрезов центрального Кузбасса, не должны превышать $24\text{--}29^\circ$, а высота первого яруса (H_{ol}) не должна быть более 25 м.

Прочное основание, представленное скальными породами (прочными песчаниками и плотными алевролитами), что типично для разрезов южного Кузбасса, позволяет отсыпать внутренние отвалы при $\gamma_r = 27\text{--}31^\circ$. Высота первого яруса не должна быть более 35 м. Кроме того, при отсыпке отвала на прочное основание допускается подрезка драглайном первого яруса под углом $\alpha_{01} = 43\text{--}45^\circ$ на всю его высоту.

Технология.

Бестранспортная разработка развалов вскрышных, уступов производится по известной «Райчихинской» схеме, характеризующейся установкой шагающего драглайна на промежуточной рабочей трассе.

На разрезах южного Кузбасса применяют ее разновидность («Южнокузбасская» схема), характеризующуюся подрезкой откоса уступа первого яруса под углом до $40\text{--}43^\circ$.

«Райчихинская» схема позволяет максимально использовать радиусы черпания (R_q) и разгрузки (R_p). Рабочий ход экскаватора

может быть линейным (при недостаточной суммарной величине этих радиусов для отсыпки отвалов) или выполняется со смещением оси хода на величину μ для увеличения разгрузочной возможности драглайна ($\mu \leq 0,4 \cdot R_p$).

Построение схем с перевалкой породы от вскрышной заходки (забойная сторона [9]) во внутренний отвал (отвальная сторона [9]) основано на следующих положениях (рис. 5.1).

По определению работы [9] перевалка породы драглайном относится к задачам «динамической» геометрии. Общим методическим приемом их решения является расчленение процесса перевалки на ряд статических этапов, каждый из которых решается известными математическими методами.

Исходным положением расчета является выделение двух статистических этапов: исходного (контур вскрышного уступа при разработке мягких и плотных пород или контур развала при разработке прочных полускальных и скальных пород (фиг. 1-2 на рис. 5.1) и конечного (проектный контур внутреннего отвала (фиг. 5-6-7-8-9-10-11-12-3 на рис. 5.1)). Перевалка породы осуществляется между этими этапами, причем количество промежуточных этапов может быть различным в зависимости от высоты разрабатываемого уступа, рабочих параметров драглайна, места его установки в пространстве в границах этапами, мощности пласта и угла его залегания.

Обязательным условием выделением этапов (при решении задачи как плоской на 1 м фронта работ) является равенство

$$H \cdot A \cdot K_p = S_0,$$

где S_0 – площадь сечения отвала (измеряется графоаналитическим методом как сумма площади первого и второго ярусов), m^2 .

Задание:

1. Изучить порядок разработки развала уступа драглайном с отсыпкой двухъярусного отвала (рис. 5.2).
2. Выполнить чертеж паспорта забоя согласно выданному варианту (табл. 5.1).

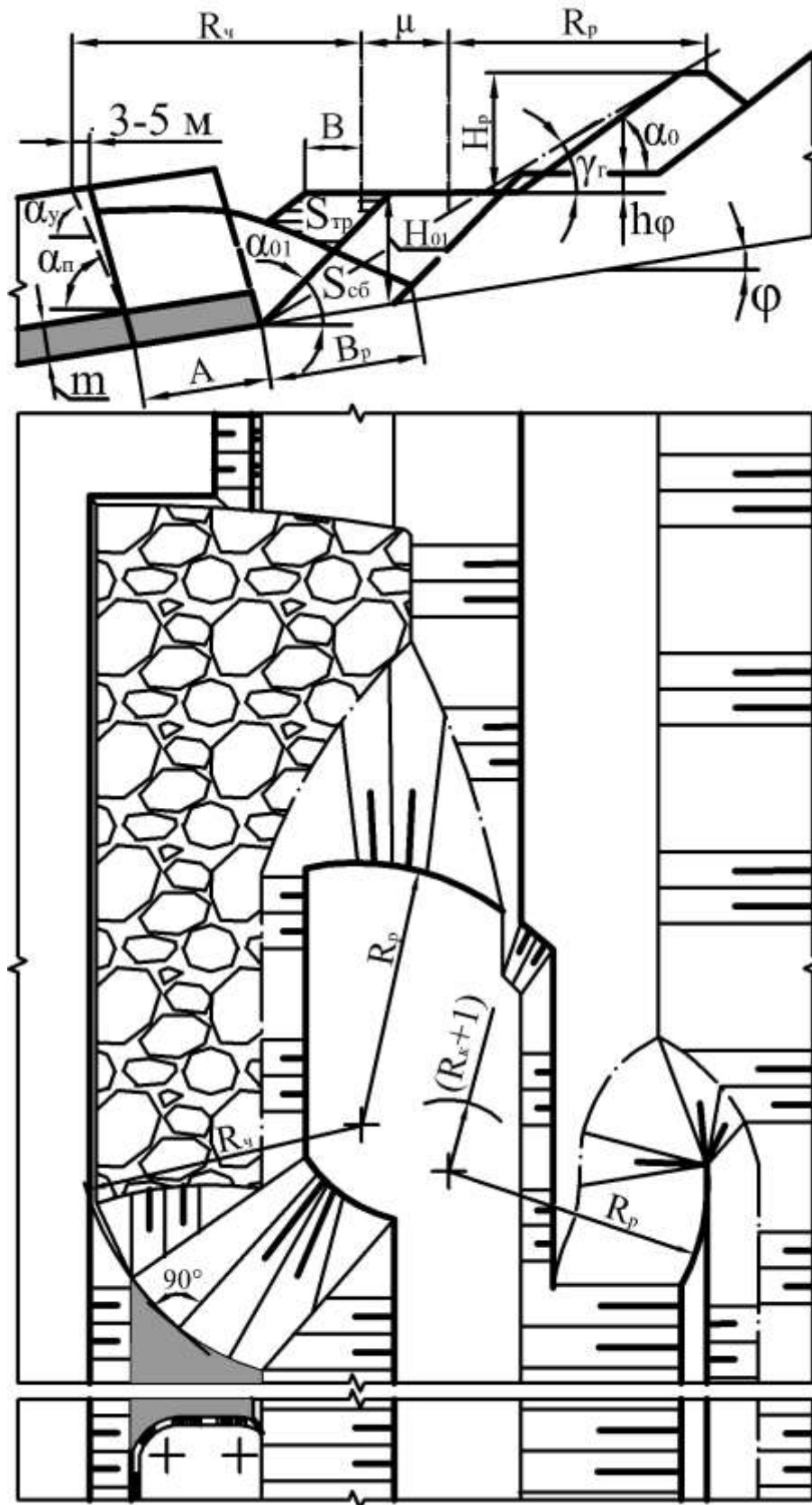


Рис. 5.2. Бестранспортная разработка вскрышного уступа над пологим угольным пластом («Райчихинская» схема)

На рис. 5.2 принятые обозначения соответствуют рис. 5.1 и дополнены следующими: $R_{\text{ч}}$, $R_{\text{р}}$ – радиус черпания и разгрузки драглайна, м; μ – поперечное смещение оси хода драглайна (определяется графически при построении паспорта забоя), м; M – смещение оси хода драглайна при работе, м; $S_{\text{тр}}$ – сечение промежуточной трассы, м²; $S_{\text{сб}}$ – сечение сброшенной взрывом породы, м²; $\gamma_{\text{г}}$ – генеральный угол откоса отвала, градус; h_{ϕ} – смещение по вертикали отвальных ярусов из-за пологого залегания пласта, м; B – минимальное расстояние от оси хода драглайна до верхней бровки первого яруса, м.

$$B = 0,5Ш_{\text{х}} + 3,$$

где $Ш_{\text{х}}$ – ширина хода драглайна, м.

Площади $S_{\text{тр}}$ и $S_{\text{сб}}$ определить графо-аналитическим методом. Рассчитать коэффициент переэкскавации в профиле:

$$K_{\text{пэ.пр}} = \frac{S_{\text{тр}}}{A \cdot H \cdot K_{\text{р}} \cdot (1 - K_{\text{сб}})}; K_{\text{сб}} = \frac{S_{\text{сб}}}{A \cdot H \cdot K_{\text{р}}}.$$

Таблица 5.1

Варианты задания

Параметры	Шагающие драглайны													
	ЭШ 11.70			ЭШ 11.75				ЭШ 15.80М				ЭШ 20.90		
	Варианты													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
H , м	31	32	34	33	33	38	37	34	33	37	38	38	42	41
A , м	30	35	35	33	33	35	35	35	35	40	40	40	40	40
ϕ , град	6	6	8	8	10	8	10	8	10	12	10	8	10	12
α_n , град	70	70	75	70	70	75	75	70	70	75	75	70	75	75
m , м	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	11	12	13	14
$\gamma_{\text{г}}$, град	24	26	29	27	28	28	29	28	29	30	31	27	28	30
α_{01} , град	37	37	43	37	37	43	43	37	37	43	43	37	43	43
H_{01} , м	25	25	35	25	25	35	35	25	25	35	35	25	35	35
$K_{\text{р}}$	1,	1,3	1,	1,3	1,3	1,	1,	1,3	1,3	1,	1,	1,3	1,	1,
$B_{\text{р}}$, м	27	28	39	29	33	43	42	34,	30	42	43	27	48	47
h_1 , м	26	27	26	28	28	27	26	29	28	26	27	32	29	29
h_2 , м	24	29,	28	28	28	28	27	27	25,	28	29	33	31	30
h_3 , м	23	28	31	29	31	28	33	31,	30	38	37	37	39	36
h_4 , м	12	15	21	16	18	22	23	17,	17	25	23	16,	26	24

Лабораторная работа № 6 (2 часа)

Тема. Разработка пологого угольного пласта прямыми карьерными лопатами.

Цель работы. Изучить технологию разработки пологого пласта прямой механической или гидравлической карьерной лопатой (рис. 6.1).

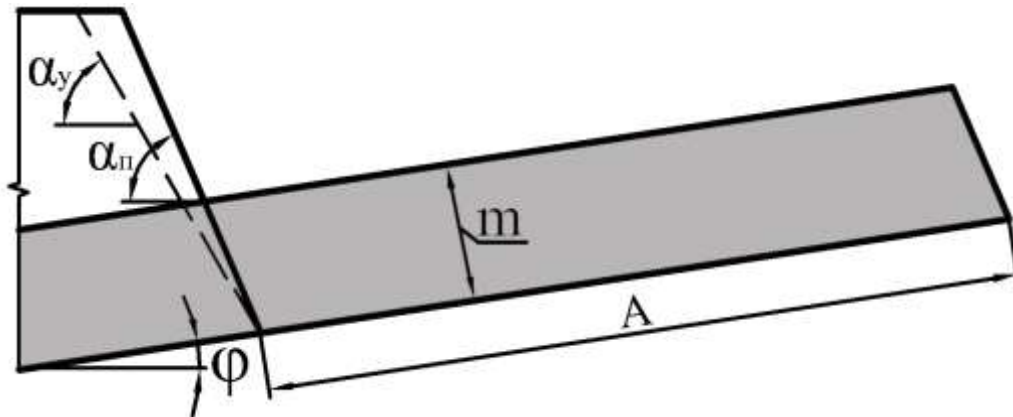


Рис. 6.1. Параметры заходки по угольному пласту: m – мощность пласта, м; A – ширина заходки, м; α_y , α – соответственно, устойчивый и рабочий углы откоса уступа, градус; ϕ – угол залегания пласта, градус

Область применения. На разрезах, разрабатывающих пологие пласты: «Моховский», «Сартакинский», «Ерунаковский», «Талдинский», «Сибиргинский», «Красногорский», «Томусинский», «Междуречье».

Условия применения. Уголь, как горная порода, относится к III категории по трудности экскавации. Угол залегания пологих пластов $4-15^\circ$, мощность пластов $3-11$ м. Уголь вывозится автомобильным транспортом (углевозами). Схема подъезда углевозов к экскаватору – тупиковая.

Технология. Пласты подготавливаются к выемке при бестранспортной разработке вскрышного уступа, поэтому ширина заходов по углю обычно составляет $30-40$ м.

При углах залегания пластов до 5° , по техническим условиям эксплуатации прямых лопат их не надо устанавливать на горизонтальной площадке. Поэтому экскаватор при ведении горных работ может маневрировать по почве пласта (рис. 6.2-а).

При больших углах (6–15°) для установки экскаватора следует создавать горизонтальные или наклонные (не более 5°) площадки. В этих случаях ввиду ограниченности рабочих параметров экскаваторов и при широких добычных заходках последние разрабатываются горизонтальными слоями (рис. 6.2-б, в, г).

В зависимости от угла залегания пласта высота слоя (h_c) составляет 3÷7 м для различных типов и моделей карьерных лопат.

Ширина транспортной полосы ($Ш_a$) для тупикового разворота автосамосвалов равна, м:

$$Ш_a = R_a + b_a + 0,5 \cdot l_a + 2 \cdot C,$$

где R_a – минимальный радиус разворота автосамосвала, м; b_a и l_a – соответственно ширина и длина автосамосвала, м; C – предохранительный зазор между автосамосвалом и боковыми преградами ($C = 1$ м).

Задание:

1. Изучить порядок производства добычных работ прямыми лопатами согласно примерам на рис. 6.2-а, б, в, г.

2. Выполнить чертежи паспорта (-ов) забоя (-ев) согласно выданного варианта (табл. 6.1).

Характеристика пород и углы откосов уступов при их разработке приведены в приложении 1.

Таблица 6.1

Варианты задания

Параметры	ЭКГ-5А		ДГЭ-1200			R-984С	
	φ=5°	φ=10°	φ=5°	φ=10°	φ=15°	φ=10°	φ=15°
	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
A , м	35						
m , м	4	6	5	8	8	10	10
h_c , м	–	5	–	5	4	6	5
Параметры	Варианты						
	8	9	10	11	12	13	14
A , м	40						
m , м	8	7	6	8	8	10	10
h_c , м	–	5	–	7	6	6	7
Для всех вариантов принимать: углевоз БелАЗ-7527; $\alpha = 70^\circ$; $\alpha_y = 65^\circ$							

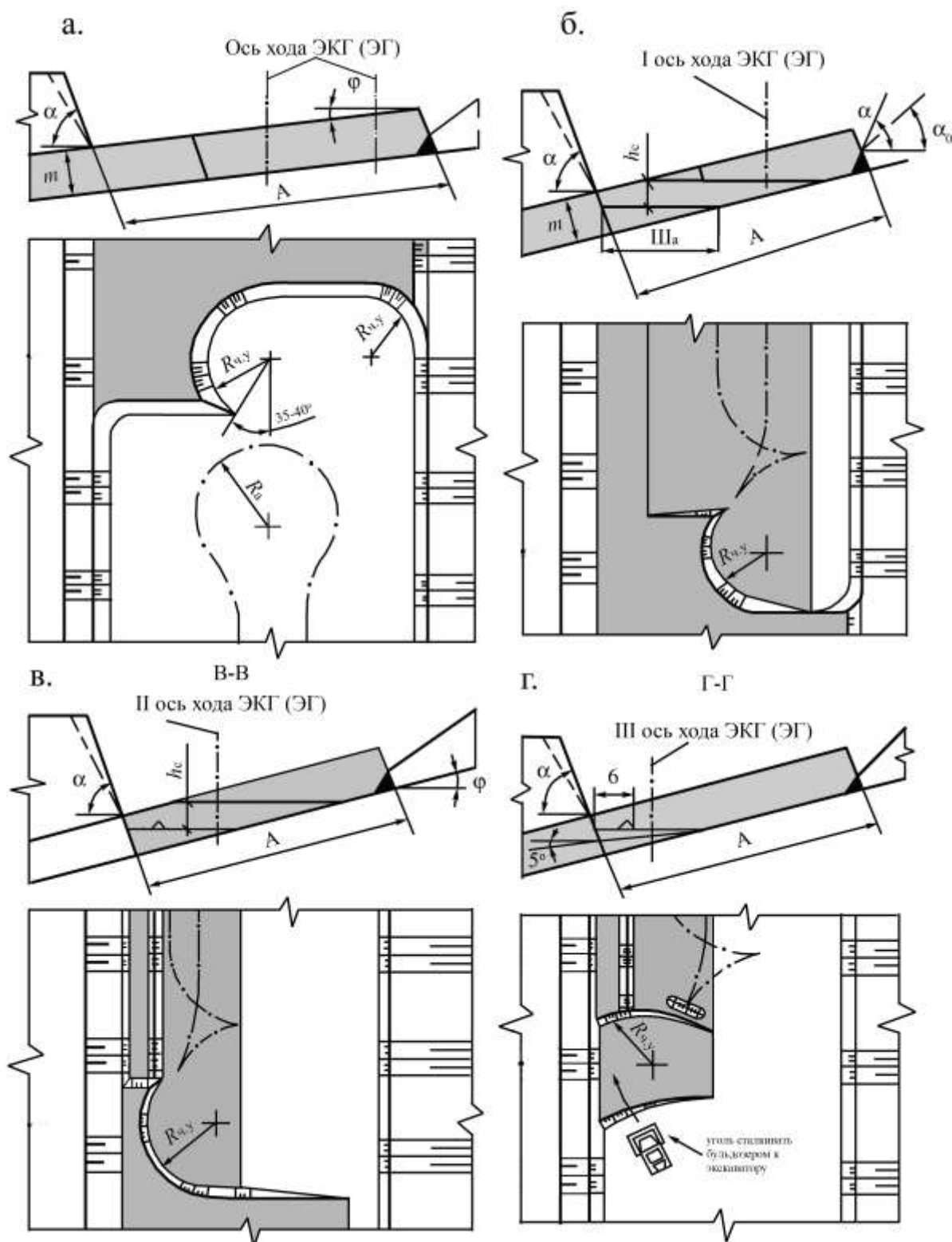


Рис. 6.2. Варианты разработки мощного пологого пласта: а – прямой механической лопатой или гидравлической лопатой при углах залегания пласта $\varphi \leq 5^\circ$; б, в, г – послойная разработка пласта при углах залегания 6–15° соответственно первого, второго, третьего слоя.

Лабораторная работа № 7 (2 часа)

Тема. Разработка свиты из двух сближенных пологих угольных пластов обратной гидравлической лопатой.

Цель работы. Изучить технологию отдельной выемки пластов угля и породного междупластья при разработке двух сближенных пологих пластов (рис. 7.1).

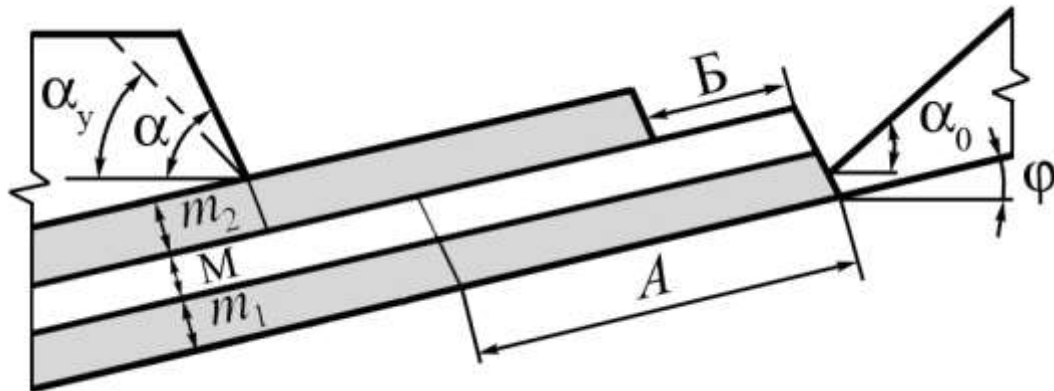


Рис. 7.1. Параметры заходки, включающей два угольных пласта и междупластье: A – ширина заходки, м; α_y , α – соответственно, устойчивый и рабочий углы откоса уступа, градус; φ – угол залегания пластов, градус; α_0 – угол откоса нижнего отвального яруса, градус; B – ширина бермы для установки бурового станка при обурировании междупластья ($B = 10$ м)

Область применения. Свиты сближенных пологих пластов. На месторождениях южного Кузбасса разрезы: «Красногорский» (пл. XXXIV; XXXV и др.); «Междуречье» (пл. IV-V и VI); «Сибиргинский» (пл. IV-V и VI).

В центральном Кузбассе подлежат разработке перспективные месторождения, характеризующиеся залеганием двух сближенных пологих пластов: Талдинское – пласты 81 и 82 (междупластья 5–18 м); Ерунаковское – пласты 80 и 82 (междупластье 20–25 м); Караканское – пласты К1, К2 и К2а (междупластья, соответственно, 10 м и 8 м); Жерновское – пласты 101 и 102, 93 и 94, 96 и 98; Соколовское – пласты 68 и 69, 60 и 61.

Условия применения. Уголь относится к III категории по трудности экскавации. Порода междупластья на месторождениях центрального Кузбасса относится к III категории по трудности экскавации, а на месторождениях южного Кузбасса – к IV кате-

гории. Угол залегания пластов 4–15°. Мощность угольных пластов 2–8 м. Мощность междупластья 3–8 м.

Уголь вывозится углевозами, порода междупластья карьерными породовозами. Схема подъезда автосамосвалов к экскаватору – тупиковая.

Технология. Свита из двух пологих пластов и междупластья ограниченной мощности подготавливается к выемке при бестранспортной разработке вскрышного уступа над ней. Поэтому ширина заходки по пластам и междупластью составляет 30–40 м.

Применение обратных гидравлических лопат в рассматриваемых условиях имеет особенности, заключающиеся в следующем. Работа экскаваторов и на вскрыше и на добыче осуществляется, в основном, нижним черпанием. Рекомендации заводоизготовителей по эксплуатации обратных гидравлических лопат и опыт работы на разрезах Кузбасса показали, что безаварийная и высокопроизводительная работа экскаваторов обеспечивается при глубине черпания $H_{ч.р}$ до 4 м. В то же время нормальная мощность пластов (междупластья) составляет 2–8 м, но их пологое залегание обуславливает увеличение высоты зоны их разработки (параметр h_m на рис. 7.2). Поэтому в зависимости от мощности пласта (междупластья) и угла залегания они разрабатываются одним или несколькими слоями.

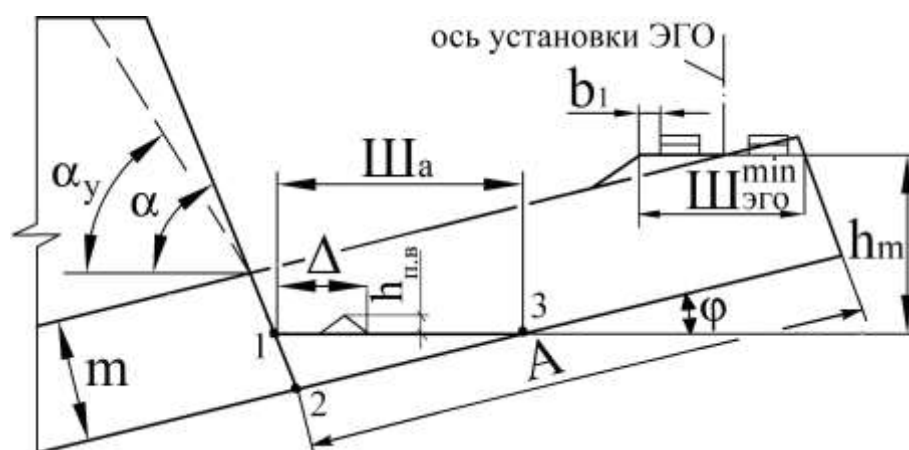


Рис. 7.2. Схема определения числа слоев разработки пласта (междупластья)

На схеме обозначено: Δ – положение предохранительного вала относительно нижней бровки откоса уступа ($\Delta = 6$ м); m – мощность пласта, м; $Ш_{эго}^{min}$ – минимальная ширина трассы рабо-

чего хода обратной гидравлической лопаты, м; $Ш_a$ – ширина площадки для тупикового разворота автосамосвала с учетом расположения на ней предохранительного вала, м; $h_{п.в}$ – высота предохранительного вала, м; b_1 – расстояние от гусеничного хода экскаватора до верхней бровки трассы ($b_1 = 1 \div 1,5$ м).

$$Ш_{\text{ЭГО}}^{\min} = Ш_x + 2 \cdot b_1; h_{п.в} = 0,5 \cdot d_k$$

где d_k – диаметр колеса автосамосвала, м.

При разработке схемы принята технология разработки нижнего слоя, согласно которой он разрабатывается полностью, за исключением угольного (породного) «клина» (фиг. 1-2-3 на рис. 7.2), служащего для размещения автодороги. В дальнейшем «клин» разрабатывается экскаватором при выполнении обратного хода (рис. 7.3).

Для определения числа слоев разработки пласта (междупластья) находится разность отметок (h_m) между площадкой для размещения автодороги и рабочей площадкой для установки экскаватора.

$$h_m = A \cdot \operatorname{tg} \varphi + \frac{m \cdot \sin \alpha}{\sin(\varphi + \alpha)} - \frac{(0,5 \cdot Ш_{\text{ЭГО}}^{\min} + Ш_a) \cdot \operatorname{tg} \varphi}{(1 + \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{ctg} \alpha)},$$

где $Ш_{\text{ЭГО}}^{\min}$ – минимальная ширина трассы рабочего хода ЭГО, м.

Производим сравнение $h_m > H_{ч.р}$, где $H_{ч.р} = 4$ м – рабочая глубина черпания экскаватора.

Если $h_m \leq H_{ч.р}$, то схема разработки пласта (междупластья) однослойная, если $h_m > H_{ч.р}$, то многослойная.

В табл. 7.1 приведены значения h_m в зависимости от мощности пласта (m) и угла его падения (φ) для ширины заходки $A = 35$ м.

Таблица 7.1

Значения параметра h_m

Мощность пласта m , м	Угол падения пласта φ , градус						
	6	7	8	9	10	11	12
2	2,8	3,1	3,2	3,3	3,5	3,5	3,8
4	4,8	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,7
6	6,7	6,9	7,0	7,1	7,3	7,4	7,6
8	8,7	8,8	9,0	9,0	9,2	9,4	9,5

Слои разрабатываются по всей ширине с поперечным перемещением экскаватора. Погрузка угля и породы нижняя, за исключением отработки «клина», когда погрузка осуществляется на уровне стояния (рис. 7.3-а, б, в, г).

На схемах рис. 7.3 обозначено: R_q – радиус черпания экскаватора на горизонте его установки, м; R_a – наименьший радиус поворота автосамосвала, м; $Ш_{эго}$ – ширина трассы рабочего хода экскаватора (определяется графически при построении паспорта забоя), м; $Ш_{а.ф}$ – фактическая ширина площадки для разворота автосамосвалов (определяется графически при построении паспорта забоя), м; h_c – высота слоев выемки ($h_c = 4$ м).

$$B = 0,5 \cdot Ш_x + b_1, \text{ м}$$

Задание:

1. Изучить порядок разработки пластов и междупластья обратной гидравлической лопатой согласно примерам, показанным на рис. 7.3-а, б, в, г.

2. Выполнить чертежи паспорта (-ов) забоя (-ев) согласно выданному варианту (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Варианты задания

Параметры	Обратная гидравлическая лопата													
	Caterpillar 365C; $E = 3,6 \text{ м}^3$; $R_{ч.в}=14,1 \text{ м}$; $Ш_x=5,3 \text{ м}$.							Liebherr R984C; $E = 4,7 \text{ м}^3$; $R_{ч.в}=10,8 \text{ м}$; $Ш_x=5,3 \text{ м}$.						
Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A , м	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40
ϕ , град	5	6	7	8	9	10	11	5	6	7	8	9	10	11
M , м	3	4	5	6	7	4	6	5	7	6	6	7	6	5
m_1 , м	8	7	7	6	5	5	6	7	7	6	6	5	6	5
m_2 , м	8	7	7	6	5	5	6	7	7	6	6	5	6	5
Для всех вариантов: $\alpha = 70^\circ$; $\alpha_y = 65^\circ$; $\alpha_o = 37^\circ$														
Категория пород по трудности экскавации – IV, угля – III.														
Вывозка породы – автосамосвалами БелАЗ-7548А, угля – БелАЗ-75303														

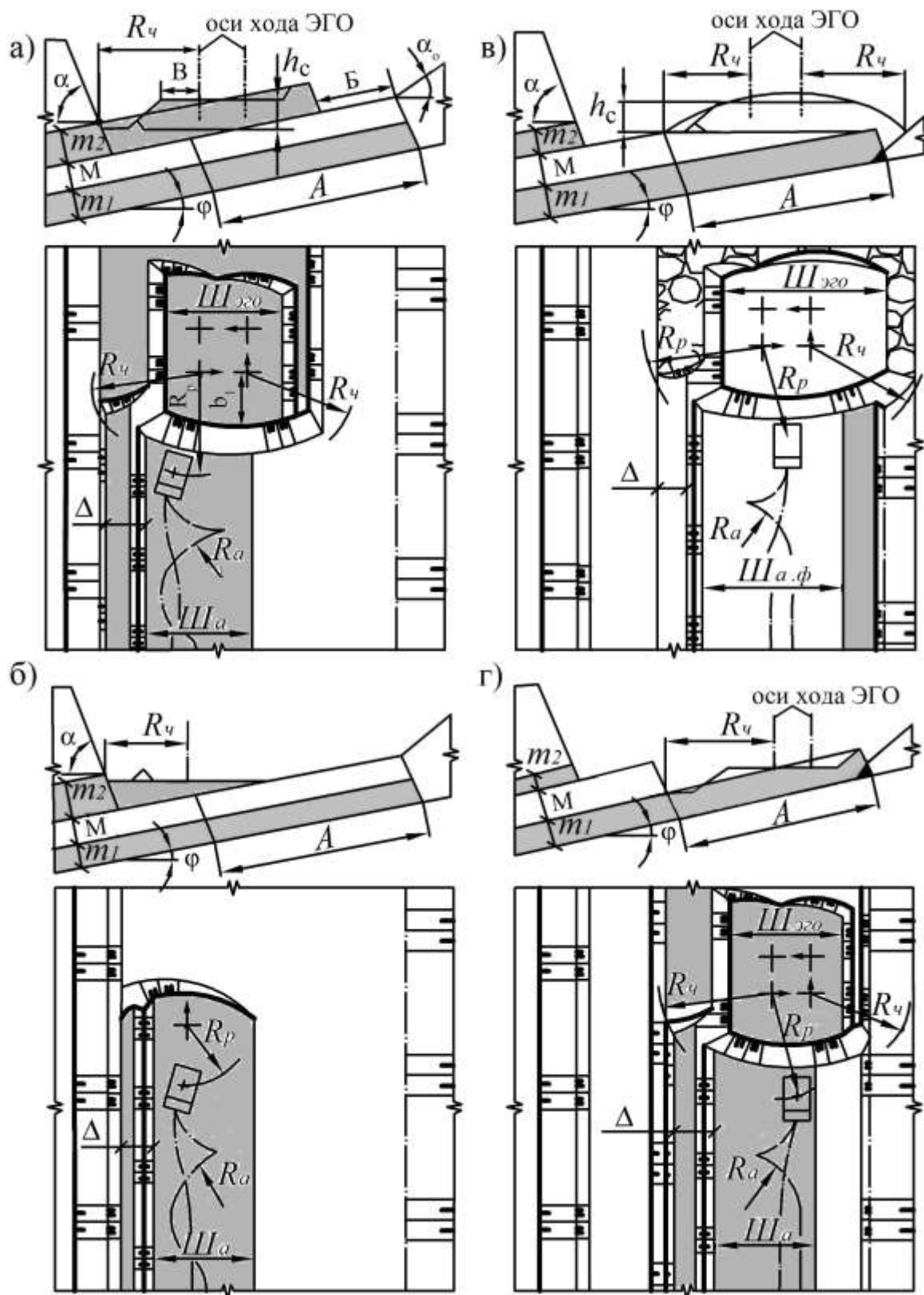


Рис. 7.3. Паспорта забоя при разработке свиты из двух сближенных пластов обратной гидравлической лопатой: а – верхнего угольного пласта одним слоем; б – угольного «клина» под автодорогой; в – взорванной породы междупластья одним слоем (породный «клин» отрабатывается по схеме, показанной на рис. 7.3-б); г – нижнего пласта одним слоем (угольный «клин» отрабатывается по схеме, показанной на рис. 7.3-б)

Лабораторная работа № 8 (2 часа)

Тема. Разработка наклонного (до 20°) пласта бульдозером-рыхлителем с погрузкой угля прямой карьерной лопатой или колесным погрузчиком.

Цель работы. Изучить технологию разработки наклонного ($15\text{--}20^\circ$) пласта с применением бульдозерно-рыхлительного агрегата (рис. 9.1).

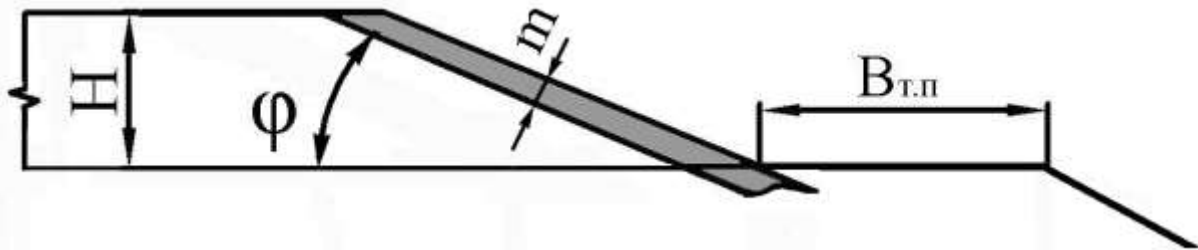


Рис. 8.1. Параметры залегания наклонного пласта: H – высота вскрышного уступа, м; φ – угол залегания пласта, град; m – мощность пласта, м; $B_{т.п.}$ – ширина транспортной площадки, м

Область применения. Разработка крыльев пликативных нарушений на перспективных угольных месторождениях Ленинского и Ерунаковского геолого-экономических районов (Уропское, Солоновское, Никитинское, Мусохрановское, Красулинское и др.), подлежащих разработке разрезами малой и средней мощности.

Условия применения. Уголь III категории по трудности экскавации. Угол залегания пластов до 20° (по условию работы бульдозера-рыхлителя на наклонной поверхности). Мощность пластов $0,5\text{--}3$ м. Уголь вывозится автомобильным транспортом. Схема подъезда к погрузочной машине – сквозная, с петлевым или тупиковым разворотом.

Характеристика пород приведена в приложении 1.

Разработка пласта может быть осуществлена бульдозерно-рыхлительными агрегатами для разрушения угля и породы, а их выемка и погрузка – прямыми механическими (гидравлическими) лопатами или фронтальными колесными погрузчиками.

Пример разработки верхнего пласта мехлопатой и колесным погрузчиком приведен на рис. 8.2-а, б.

Задание. Рассчитать параметры и построить паспорта забоев для разработки пласта в условиях, соответствующих полученному варианту (табл. 8.1). Чертежи выполнить в масштабе 1:500.

Таблица 8.1

Варианты задания

Параметры	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	Рыхление породы и угля														
	ДЗ-126А		ДЗ-129XL		ДЗ-129XL		ДЗ-129XL		ДЗ-126А		ДЗ-129XL		ДЗ-129XL		
	Выемка и погрузка породы и угля														
	Прямые карьерные лопаты								Колесные погрузчики*						
	механические				гидравлические										
	ЭКГ-5А				РН-40Е				ТО-21.1		WA-700-1				
	Вывозка породы														
	БелАЗ-7555				БелАЗ-7548А				БелАЗ-7548А						
	Вывозка угля БелАЗ-7527														
	H , м	6	6	8	10	6	8	8	10	6	6	8	8	10	10
	φ , град	15	18	20	16	20	17	15	18	16	20	16	15	17	20
	m , м	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
h_n , м	3	3	4	4	3	4	4	4	2,5	2,5	4	4	4	4	
$B_{т.п.}$, м	28	28	28	28	23	23	26	26	23	23	28	28	28	28	

* Для погрузчиков с ковшом 3–9 м³ принят рыхлительный агрегат на базе трактора ДЭТ-250, с ковшом емкостью 9–12 м³ – на базе ТТ-330Р-1.

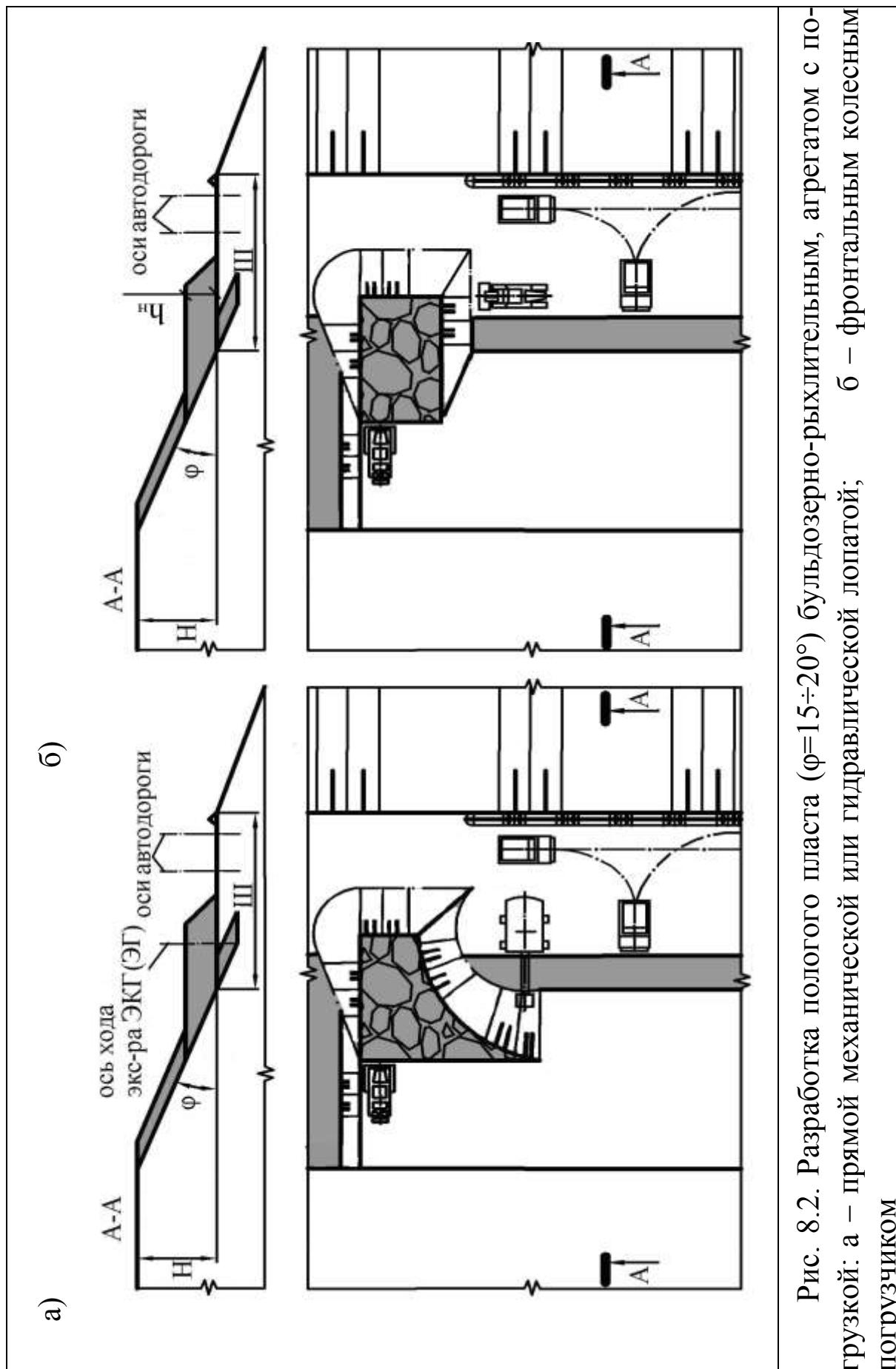


Рис. 8.2. Разработка пологого пласта ($\phi=15\div 20^\circ$) бульдозерно-рыхлительным, агрегатом с погрузкой: а – прямой механической или гидравлической лопатой; б – фронтальным колесным погрузчиком

Приложение 1

Углы откосов уступов и отвальных ярусов

Группа грунта или породы (по классификации горных пород по СНиП-82)	Категория пород по трудности экскавации (по ЕНВ на открытые горные работы, 1989)	Угол откоса уступов, град: рабочий (α_p), долговременный устойчивости (α_y)				Угол откоса отвальных ярусов, град	
		α		α_y		свободная отсыпка (α_0)	первого яруса при его подрезке (α_{01})
		Транспорт. технология	Бестранспорт. технология	Транспорт. технология	Бестранспорт. технология		
I. Наносы (песок и супесь с щебнем и галькой, плотный суглинок, тяжелые глины)	Категория I-II. Выемка породы без предварительного рыхления	60	62	45		35	–
II. Крепкий каменный уголь, крепкий аргиллит, глинистый сильно трещиноватый выветрелый песчаник, алевролиты	Категория III. Выемка породы с предварительным механическим рыхлением или взрыванием до связно-разрушенного состояния (с удельным расходом ВВ по транспортной технологии 0,2-0,25 кг/м ³ ; по бестранспортной – 0,3-0,35 кг/м ³)	60-70		52-55		35-37	–
III-IV. Крепкие песчаники на кремнистом, известковом и кварцевом цементе; массивный аргиллит	Категория IV. Сплошное рыхление взрыванием до сыпуче-разрушенного состояния (при удельном расходе ВВ по транспортной технологии 0,45-0,6 кг/м ³ ; при бестранспортной – 0,8-1,2 кг/м ³)	70-75	70-75	60-65	65-70	37	40-43

Технические характеристики карьерных экскаваторов

Параметры	Прямые механические лопаты						Гидравлические лопаты				
							Прямые				
	ЭКГ-5А	ЭКГ-10	ЭКГ-12	ЭКГ-15	ЭКГ-20А	РН2300ХРА	РН2800ХРВ	РН5700ХР	ДГЭ-1200	РН40-Е «TEREX»	984С «Liebherr»
Вместимость ковша E , м ³	5,2	10	12	15	20	25,2	30	53,2	6	7	10,5
Радиус черпания на горизонте установки экскаватора $R_{чу}$, м	9,0	12,6	14,3	15,6	14,2	15,6	15,85	20,8	10,8	10	9,8
Максимальный радиус черпания $R_{ч}$, м	14,5	18,4	21	22,6	23,4	21,3	23,9	28,4	11,3	10,5	10,8
Максимальный радиус разгрузки $R_{р}$, м	12,6	16,3	18,5	20,0	20,9	18,7	20,85	25,48	9,2	9,0	9,2
Максимальная высота черпания $H_{ч}$, м	10,3	13,5	15	16,4	17	15,39	16,15	20,73	11,7	11,0	10,5
Максимальная высота разгрузки $H_{рм}$, м	6,7	8,6	10	10	11,5	9,91	9,45	13,26	5,5	4,5	8,9

Приложение 3

Техническая характеристика экскаваторов-драглайнов

Модель	Параметры					
	Вместимость ковша, м ³	Радиус черпания (выгрузки), м	Высота выгрузки, м	Глубина черпания, м	Радиус вращения кузова, м	Ширина хода, м
ЭДГ 8.55	8	51,6	24,5	27,5	10	12,85
ЭШ 11.70	11	66,5	27,5	35	15	13,3
ЭШ 11.75	11	71,4	30,6	38	16	14
ЭШ 15.80М	15	76,5	32	40	17,5	17,1
ЭШ 20.90	2	83	38,5	42,5	19,7	19,5

Приложение 4

Техническая характеристика карьерных автосамосвалов

Параметры	Для породы						Углевозы		
	БелАЗ-7548А	БелАЗ-7549	БелАЗ-7512	БелАЗ-7555В	БелАЗ-7513	БелАЗ-75215	БелАЗ-75303	БелАЗ-7527	БелАЗ-75491
Грузоподъемность, т	42	80	120	55	130	180	42	42	80
Вместимость кузова «с шапкой», м ³	26	39	62	33,3	67	125	33,7	33,7	74
Погрузочная высота, м	3,8	4,8	4,9	4,4	4,7	6,4	3,6	4,1	5,0
Наименьший радиус поворота, м	10,2	11	16	9	13	13	10,2	9,0	11
Габариты:									
- длина, м	8,1	10,1	11,2	8,9	14,6	14,6	8,2	8,3	10,3
- ширина, м	3,8	5,4	6,1	4,7	6,4	7,8	13,8	3,8	5,4
- высота, м	3,8	5,0	5,3	4,6	5,6	6,5	3,8	4,2	5,3
Диаметр колеса, м	1,8	2,4	3,2	2,1	3,0	3,6	3,6	1,94	2,7

Техническая характеристика
бульдозерно-рыхлительных агрегатов и рыхлителей

Показатели	Бульдозерно-рыхлительные агрегаты			
	ДЗ-126А	ДЗ-95С	ДЗ-129ХЛ	ДЗ-159УХЛ
Базовый трактор	ДЭТ-250М	Т-330	ТТ-330Р-1	Т-50.01
Бульдозер	ДЗ-118	ДЗ-59ХЛ	ДЗ-124ХЛ	ДЗ-159ХЛ
Рыхлитель	ДП-9ВХЛ	ДП-10С	ДП-29АХЛ	ДП-35УХЛ
Габариты, м:				
длина	9,21	8,74	9,29	11,20
ширина	4,31	4,73	4,73	6,05
Число зубьев	1	1;3	1	1
Расстояние между осями зубьев, мм	–	700	–	–
Ширина наконечника зуба, мм	105	114		125-130
Глубина рыхления, мм	1200	700	700	1780
Угол рыхления, градус	45	45	45-50	30-83

Техническая характеристика
колесных фронтальных погрузчиков

Показатели	МПА «АМК-ДОР», Беларусь ТО-21-1	«KOMATSU», Япония WA-700-1
Вместимость основного ковша с «шапкой», м ³	9,3	8,5
Ширина режущей кромки ковша, м	4,17	–
Наибольшая высота разгрузки ковша, м	4,2	4,38
Габариты (при опущенном на грунт ковше), м длина ширина	12,38 4,17	– –
Наименьший радиус поворота, м	9,8	9,59

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Горно-графическая документация. ГОСТ 2.857–75. – Москва : Издательство стандартов, 1983.
2. Селюков, А. В. Основы горного дела (открытая геотехнология) : практикум для студентов специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело», образовательная программа «Открытые горные работы», всех форм обучения / сост.: А. В. Селюков, М. А. Тюленев, Е. В. Злобина. – Кемерово: КузГТУ, 2015. Текст : <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91289&type=utchposob:common>
3. Ломоносов, Г. Г. Инженерная графика / Г. Г. Ломоносов. – Москва : Недра, 1984. – 347 с.
4. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах. – Москва : Недра, 1982. – 405 с.
5. Колесников, В. Ф. Технология ведения выемочных работ с применением гидравлических экскаваторов / В. Ф. Колесников, А. И. Корякин, А. В. Стрельников. – Кемерово : Кузбассвуиздат, 2009. – 143 с.
6. Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом (ПБ 05–619–03). Серия 05. Выпуск 3 / Колл. авт. – Москва : Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – 114 с.
7. Терминологический словарь по маркшейдерскому делу / под ред. А. Н. Омельченко. – Москва : Недра, 1984. – 347 с.
8. Буровзрывные работы на угольных разрезах / Н. Я. Репин, В. П. Богатырев, В. Д. Буткин [и др.]; под ред. Н. Я. Репина. – Москва : Недра, 1987. – 254 с.
9. Ржевский, В. В. Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация. Ч. 1. – Москва : Недра, 1985.
10. Горное оборудование Уралмашзавода / Колл. авт. ; отв. ред.-сост. Г. Х. Бойко. – Екатеринбург : Уральский рабочий, 2003. – 240 с.
11. Мельников, Н. Н. Технология применения и параметры карьерных гидравлических экскаваторов / Н. Н. Мельников, Д. Г. Неволин, Л. С. Скобелев. – Апатиты : Кольский научный

центр РАН. – 1992. (РАН, Кольский научный центр, Горный институт.)

12. Горная техника. Каталог-справочник. – Москва : Либхерр-Русланд ООО, 2007. – 223 с.

13. Бубновский, Б. И. Ремонт шагающих экскаваторов: справочник / Б. И. Бубновский, В. Н. Ефимов, В. И. Морозов. – Москва : Недра, 1991. – 347 с.