

**№ 2873**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»  
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра геотехнологий освоения недр

В.С. Коваленко

А.В. Николаев

# **Рациональное использование и охрана природных ресурсов при открытых горных работах**

Охрана земельных ресурсов

Учебное пособие

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2016

УДК 622.3  
К56

Рецензент  
д-р техн. наук, проф. *К.С. Коликов*

**Коваленко В.С.**

К56      Рациональное использование и охрана природных ресурсов при открытых горных работах : охрана земельных ресурсов : учеб. пособие / В.С. Коваленко, А.В. Николаев. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2016. – 190 с.  
ISBN 978-5-906846-62-4

Учебное пособие посвящено рациональному использованию и охране земельных ресурсов при открытых горных работах. Даны сведения о землесберегающих технологиях открытых горных работ, изложены эколого-биологические основы и нормативные требования к рекультивации нарушенных земель, описаны технологии рекультивационных работ на карьерах. Приведены типовые технологические схемы рекультивации нарушенных земель на карьерах и даны методики расчета параметров их элементов.

Для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки (специальностям) 21.05.04 «Горное дело» и 21.05.05 «Физические процессы горного и нефтегазового производства».

УДК 622.3

ISBN 978-5-906846-62-4

© В.С. Коваленко,  
А.В. Николаев, 2016  
© НИТУ «МИСиС», 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
1. Землесберегающие технологии открытых горных работ .....	6
1.1. Состояние земельных ресурсов страны .....	6
1.2. Требования рационального землепользования к технологиям открытых горных работ .....	8
1.3. Особенности систем открытой разработки при внутреннем отвалообразовании.....	11
1.4. Землесберегающие сплошные системы разработки наклонных и крутопадающих месторождений.....	13
1.5. Землесберегающие углубочно-сплошные поперечные системы разработки .....	20
1.6. Землесберегающие углубочно-сплошные продольно-поперечные системы разработки крупноплощадных месторождений .....	23
1.7. Блочный порядок отработки карьерного поля при углубочно-сплошной продольной системе разработки.....	25
1.8. Поэтапный порядок отработки карьерного поля при углубочно-сплошных системах разработки .....	27
1.9. Технологии повторной разработки месторождения при землесберегающих углубочно-сплошных системах разработки .....	29
1.10. Землесберегающая технология разработки крутопадающих месторождений отдельными блоками .....	31
1.11. Основные направления по землесбережению при внешнем отвалообразовании .....	33
2. Эколого-биологические основы и нормативные требования к рекультивации нарушенных земель .....	40
2.1. Оценка пригодности вскрышных пород для биологической рекультивации земель и направления их использования .....	40
2.2. Нормативные требования к снятию, хранению и использованию плодородного и потенциально плодородного слоев почвы.....	42
2.3. Выбор направления рекультивации горнопромышленных ландшафтов .....	51
2.4. Требования к технологии отвалообразования с учетом последующей рекультивации .....	58

2.5. Требования к рекультивации нарушенных земель в зависимости от направления их биологического освоения .....	60
2.6. Требования к рекультивации остаточных карьерных выемок в водохозяйственном направлении .....	64
2.7. Особенности рекультивации земель в природоохранных и строительных целях .....	68
2.8. Требования к биологическому этапу рекультивации .....	70
2.9. Методы и средства беспочвенного восстановления плодородия нарушенных земель.....	74
3. Техника и технология рекультивационных работ на карьерах .....	77
3.1. Требования к техническому этапу рекультивации .....	77
3.2. Технологии снятия, доставки и нанесения плодородного слоя почвы.....	82
3.3. Планировочные работы при рекультивации отвалов .....	91
3.4. Выполаживание и террасирование откосов отвалов .....	99
3.5. Способы биологического освоения откосов отвалов скальных пород .....	104
3.6. Технологические схемы рекультивационных работ на карьерах.....	107
3.7. Методики расчета параметров элементов и показателей технологических схем рекультивации.....	110
3.8. Оценка основных агропроизводственных показателей нарушаемых и восстанавливаемых земель .....	122
3.9. Землевание малопродуктивных угодий и оценка их продуктивности .....	125
3.10. Типовые технологические схемы технической рекультивации.....	127
Библиографический список.....	129
Приложение. Типовые технологические схемы технической рекультивации нарушенных земель .....	132

## ВВЕДЕНИЕ

Среди важнейших теоретических и прикладных проблем в сфере охраны и воспроизводства природных ресурсов все более актуальное значение приобретают проблемы предотвращения и ликвидации последствий отрицательного влияния промышленных предприятий на земельные ресурсы. В результате развития горнодобывающих и перерабатывающих отраслей промышленности ежегодно большие площади сельскохозяйственных и лесных угодий отчуждаются горными работами, занимают отвалами пустой породы, на больших территориях нарушаются естественные ландшафты, наносится непоправимый ущерб природным богатствам. Кроме этого, нарушенные земли сами становятся очагами загрязнения атмосферы, воды и почв, прилегающих угодий.

На месте лесных и сельскохозяйственных угодий создаются отвалы бесплодных, фитотоксичных грунтов, остающихся в течение многих лет лишенными растительности. В результате нарушений земной поверхности горными работами происходят значительное ухудшение гидрологического и гидрогеологического режимов окружающей местности, снижение урожайности сельскохозяйственных культур, уменьшение прироста древесины, усыхание и гибель насаждений на прилегающих территориях.

Предупреждение и снижение вредного воздействия горнодобывающей промышленности на земельные ресурсы, устранение последствий разрушения и загрязнения почв, восстановление продуктивности и плодородия этих земель, т.е. их рекультивация, приобретают все большее хозяйственное и социально-экономическое значение.

Настоящее учебное пособие является второй частью учебного пособия В.С. Коваленко «Рациональное использование и охрана природных ресурсов при открытых горных работах раздел» «Охрана атмосферы», которая вышла в Издательском Доме НИТУ «МИСиС» в 2015 г.

# 1. ЗЕМЛЕСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

## 1.1. Состояние земельных ресурсов страны

Российская Федерация – крупнейшая страна мира с территорией более 17 млн км<sup>2</sup>, которая простирается от Балтийского моря до Тихого океана, от Северного Ледовитого океана до Черного и Каспийского морей. Россию отличают неоднородный климат и большое разнообразие ландшафтов и природных зон. В России огромные площади пахотных земель; ни одна страна мира не имеет такую большую площадь лесов. Около двух третей площади страны (более 10 млн км<sup>2</sup>) – это территории, почти не затронутые хозяйственной деятельностью, на которых сохранились сплошные массивы ненарушенных экосистем. В европейской части это, прежде всего, северо-восточные территории, в азиатской – почти весь север Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также обширные районы Западной Сибири. Эти массивы образуют крупнейший в мире центр стабилизации окружающей среды, представляющий собой уникальный ресурс для восстановления биосферы Земли. В то же время экологическое состояние 15 % территории России не соответствует нормативам. Здесь сосредоточены основная часть населения, производственные мощности и наиболее продуктивные сельскохозяйственные угодья.

Анализ экологической ситуации в Российской Федерации свидетельствует о том, что экологическая обстановка на ряде территорий, наиболее развитых экономически, оценивается как неблагоприятная, а загрязнение природной среды является достаточно высоким. В регионах, в которых сосредоточены объекты нефтегазовой, угольной и горнорудной отраслей, черной и цветной металлургии, десятки городов и поселков страны имеют среднегодовые уровни загрязнения атмосферного воздуха, превышающие санитарно-гигиенические нормы. Не отвечает нормативным требованиям качество воды в большинстве водных объектов страны. Кроме отрицательного воздействия на атмосферный воздух и на водные ресурсы страны, велика нагрузка также и на земельные ресурсы.

Общий земельный фонд Российской Федерации, по данным государственного учета, на 1 января 2013 г. составил 1709,8 млн га. В том числе в составе земель сельскохозяйственного назначения учтено 440,1 млн га. Эти земли в основном используются сельскохозяйст-

венными предприятиями, организациями и гражданами, занимающимися производством товарной сельскохозяйственной продукции. При этом преобладают сельскохозяйственные угодья, площадь которых составляет 222,3 млн га (50,5 %), а также земли, предоставленные для северного оленеводства – 105,6 млн га.

В последние десятилетия площади сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации неуклонно снижались. Основная причина сокращения заключается в том, что не полностью используются продуктивные земли. Причиной вывода угодий из разряда продуктивных является также их деградация в результате водной и ветровой эрозии, подтопления, заболачивания и других процессов.

Более 50 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе свыше 35 млн га пашни, подвержено водной и ветровой эрозии. Кроме того, 66 млн га сельскохозяйственных угодий являются эрозионно опасными. Так, в Поволжье, Западной Сибири и Южном Урале каждый третий–четвертый гектар пашни подвержен эрозии. Эрозия является одной из главных причин деградации почв. Ежегодный вынос плодородной почвы в атмосферу вследствие ветровой эрозии составляет 0,37 т/га. Водная эрозия приводит не только к потере гумуса, но и к образованию оврагов и балок, ежегодный рост площади которых составляет 80...100 тыс. га.

Прогрессирующее развитие эрозии, засоления и других процессов в последние годы приводит к сокращению площадей наиболее ценных почв, уменьшению уровня плодородия всего почвенного покрова, значительному снижению экологических функций почв, ухудшению биоразнообразия.

Кроме того, ежегодно отчуждаются земли под объекты промышленности, транспорта, энергетики, обороны и иного назначения, которые в настоящее время занимают около 17,4 млн га (или 1 % земельного фонда Российской Федерации). В структуре земель преобладают застроенные территории, пути сообщения и нарушенные земли, на долю которых приходится около 40 % общей площади отчуждений по всем учетным категориям.

Площадь земель под объектами добывающей и перерабатывающей промышленности и энергетики составляет порядка 2,4 млн га. Пользование недрами практически невозможно без нарушения земель, особенно при открытом способе разработки. Этому способу присуща наибольшая землеемкость. Так, открытая добыча каждого миллиона тонн железной руды сопровождается нарушением от 14 до

640 га земель, марганцевой руды – от 76 до 600 га, угля – от 2,6 до 43 га, агроруд – от 22 до 97 га.

За предприятиями, осуществляющими добычу и переработку руд цветных металлов, числится свыше 19 % нарушенной территории, в том числе 14 % приходится на Дальневосточный район с максимальной концентрацией в Магаданской области.

Наибольшие площади нарушений, связанные с разработкой угольных месторождений, расположены на территории Западной Сибири (5,1 % от общей площади нарушенных земель в Российской Федерации).

Общая площадь нарушенных земель по Российской Федерации составляет более 2,8 млн га. Причем наибольшая техногенная нагрузка на земельные ресурсы и окружающую среду в целом приходится на восточные регионы страны, где добываются основные объемы многих полезных ископаемых, более половины которых приходятся на открытый способ разработки.

## **1.2. Требования рационального землепользования к технологиям открытых горных работ**

Добыча и переработка минерального сырья являются одним из наиболее ресурсоемких отраслей промышленности. Для создания производственных ресурсов в сырьевых отраслях расходовалось до 40 % капитальных вложений, направленных в промышленность. Освоение сырьевой базы страны в XX в. ориентировалось в основном на открытый способ разработки месторождений, что было обусловлено его высокой производительностью, более низкими по сравнению с подземным способом опасностью работ и себестоимостью добычи и более высокими показателями извлечения полезных ископаемых из недр. Однако ухудшение горно-геологических условий, увеличение глубины карьеров и рост общего объема отходов горнодобывающих и перерабатывающих производств приводят к значительному росту ресурсоемкости этого способа добычи сырья.

Повышение ресурсоемкости открытой добычи полезных ископаемых приводит зачастую к увеличению отчуждаемых под горные работы отводы земель, нарушению водного режима поверхностных вод, засорению и запылению расположенных вблизи карьеров территорий, подкислению и засолению, а также обезвоживанию плодородного слоя почвы на больших площадях. В этих условиях горные производства должны отвечать современным требованиям рацио-



нального природопользования. Например, это является обязательным условием в создании землесберегающих производств на карьерах. Для этого к технологии открытых горных работ наряду с экономичностью и безопасностью должны предъявляться следующие требования рационального землепользования:

1. Добыча полезных ископаемых должна быть наименее землеемкой, т.е. расход земельных ресурсов на единицу добытого минерального сырья должен быть минимальным.

2. В процессе строительства карьера и его эксплуатации режимы нарушения и восстановления земель должны быть взаимоувязаны с позиции задалживания земель в горном производстве, а именно когда разрыв во времени между нарушением и восстановлением земель является минимальным.

3. Формирование выработанного пространства и отвалов вскрышных пород должно отвечать требованиям рекультивации согласно принятому направлению дальнейшего использования восстанавливаемых земель.

Реализовать эти требования возможно различными путями. Они могут создаваться либо на основе совершенствования традиционных технологий, либо путем перехода к принципиально новым технологическим решениям. Считается, что второе направление имеет большие потенциальные возможности и обеспечивает лучшие конечные результаты производства при минимальном отрицательном воздействии на окружающую среду и природные ресурсы.

Одним из направлений решения проблемы землесбережения и экологизации открытой разработки является преобразование в структуре потребления ресурсов за счет вовлечения в производственный процесс техногенного ресурса – выработанного карьерного пространства взамен земельного (природного) ресурса.

Выработанное пространство карьеров, как техногенный ресурс, может быть использовано для различных целей: размещения вскрышных пород и отходов промышленных производств, создания техногенного месторождения или водоемов различного назначения, строительных целей и т.п. Как любому ресурсу, ему свойственны признаки экономической, экологической и социальной полезности. Причем полезность тех или иных потребительских свойств определяется, прежде всего, состоянием, направленностью и сроком его использования. Выделяют потенциальный и реальный ресурсы выработанного пространства. Потенциальным ресурсом является выемка в земной коре, образуемая в результате горных работ и характери-

зубая объемом этой выемки независимо от технической возможности ее использования для различных целей. Реальным ресурсом является часть или весь объем потенциального ресурса, пригодные для использования в конкретном направлении, например для складирования вскрышных пород.

Идея использовать выработанное пространство для размещения отвалов вскрышных пород при разработке любых типов залежей, в том числе крутопадающих, зародилась еще в период становления открытых горных работ. Впервые она была высказана известным ученым и педагогом, одним из основоположников теории открытых горных работ проф. Е.Ф. Шешко. Эту идею он реализовал в своем предложении по порядку разработки синклиналиных складок Кузбасса с расположением фронта горных работ вкрест простирания пластов, что позволяло размещать вскрышные породы в выработанном пространстве. В рамках этого направления были созданы многие способы и технологии разработки крутых и наклонных залежей. В основе новых решений было заложено, как правило, изменение порядка развития горных работ в целях перевода техногенного ресурса выработанного пространства карьера из потенциального состояния в реальный.

В последнее время повысился практический интерес к технологиям, позволяющим складировать породы вскрыши в выработанном пространстве вне зависимости от типа залежей. Так, на разрезах Кузбасса реализуют в основном блочный и этапный порядки отработки карьерных полей, возможность применения которых появилась по истечении нескольких десятков лет, когда определенные участки разрезов достигли проектных контуров. Между тем доказано, что наибольшая эффективность и экологическая безопасность разработки достигаются в случае вовлечения ресурса выработанного пространства в производственный процесс на ранних стадиях эксплуатации месторождения. Это один из главных принципов порядка развития горных работ при отработке горизонтальных, пологих и слабо-наклонных месторождений. Этот принцип следует распространить и на технологии разработки крутопадающих месторождений, которые должны обладать следующими технологическими возможностями и отличительными признаками:

- 1) вовлечение (желательно ускоренное) в производственный процесс техногенного ресурса выработанного пространства взамен земельного ресурса для размещения вскрышных пород за счет перево-

да его уже на начальных этапах разработки из состояния потенциального в реальный ресурс;

2) технологическая возможность целенаправленного управления воспроизводством этого ресурса в процессе отработки запасов полезного ископаемого согласно потребностям горного производства;

3) максимальное и эффективное использование ресурса выработанного пространства для размещения желательного большего объема разрабатываемых вскрышных пород на всех этапах разработки;

4) формирование отвалов вскрышных пород должно отвечать требованиям принятого направления рекультивации нарушенных земель. При этом должны быть созданы условия для проведения поэтапной или непрерывной рекультивации по мере нарушения земель.

### **1.3. Особенности систем открытой разработки при внутреннем отвалообразовании**

Традиционно выбор системы разработки был связан с условиями залегания полезных ископаемых: сплошные – с горизонтальными и пологими залежами, углубочные – с наклонными и крутопадающими. Месторождение как бы «предлагает» разрабатывать себя в определенном порядке, а наиболее мощная залежь зачастую является «проводником» развития горных работ.

Сплошные (площадные) системы разработки характеризуются развитием горных работ (рабочей зоны) только в плане (площади) карьерного поля, направление вектора развития (скорости) горизонтальное (рис. 1.1, *a*). Отрабатываемую таким образом общую толщу вскрышных пород и полезного ископаемого можно рассматривать как один «мощный» слой, отработка которого осуществляется горизонтальными выемочными слоями при ведении вскрышных и добычных работ в эксплуатационный период. В процессе подвигания фронта горных работ образуется большая горизонтальная площадь, которая позволяет формировать внутренние отвалы в выработанном пространстве карьера.

При углубочных системах разработки направление вектора развития горных работ крутое (рис. 1.1. *б*), чаще всего по падению залежи (более 15°). Первоочередной целью развития горных работ в плане является обеспечение возможности их углубления. Минимальное отношение скоростей подвигания фронта  $v_\phi$  и углубления  $v_y$  горных работ  $v_\phi / v_y = 1,5-5$ , а  $v_\phi / Y_r = 2,5-10$  ( $Y_r$  – темп углубления горных работ). В этих условиях горное предприятие вынуждено в эксплуата-

ционный период проводить горно-подготовительные работы. Причем площадью дна разрезных траншей или котлованов часто ограничивается горизонтальное (или пологое) основание выработанного пространства карьера, из-за чего отсутствует возможность внутреннего отвалообразования.

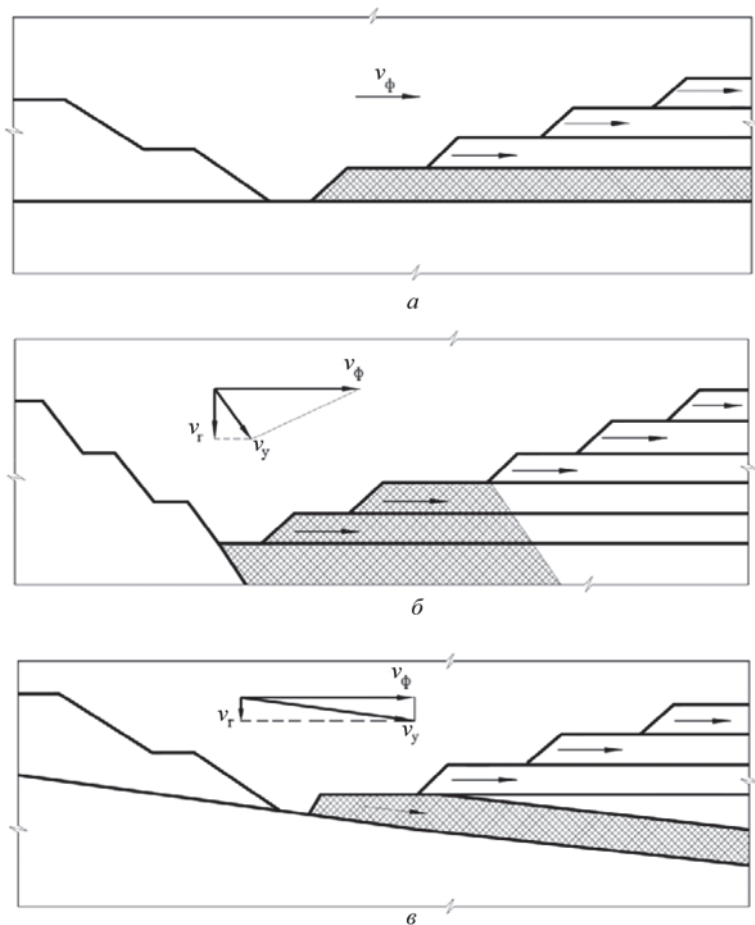


Рис. 1.1. Направление развития горных работ по глубине и в плане карьера при различных системах разработки: а – при сплошной; б – углубочной; в – углубочно-сплошной

При разработке пологих и наклонных залежей системы разработки отличаются, с одной стороны, пологим направлением вектора раз-

вития горных работ, а с другой стороны, площадным формированием выработанного пространства (рис. 1.1, в), что определяет принципиальные возможности внутреннего отвалообразования и выемки наклонными слоями при использовании обычных экскаваторов. Минимальные отношения в этом случае  $v_{\phi} / v_y = 1,15-2,3$ , а  $v_{\phi} / V_r = 12-30$ . Обычно систематически проводят вскрывающие выработки (при использовании колесного транспорта), а нарезка новых рабочих горизонтов происходит постепенно и разрезные траншеи часто не проводятся.

Между тем следует отметить, что применение той или иной системы разработки нельзя однозначно связывать с условиями залегания залежи. Так, известны примеры, когда на крутопадающем месторождении предлагается сначала в контуре карьера I очереди применять углубочную систему разработки для организации «большого» многоступенчатого разрезного котлована до конечной глубины карьера, а затем перейти на сплошную систему разработки с внутренним отвалообразованием. Для этого потребовалось устранение зависимости выбора направления развития горных работ по глубине карьера от характера залегания залежи, т.е. отказаться от «проводника», о котором было сказано выше. Это стало возможно только при поперечных системах разработки, когда фронт горных работ расположен вкрест простирания залежи. Возможен также комбинированный фронт с продольно-поперечным его развитием или диагональное его расположение. Описание землесберегающих технологий разработки, основанных на новых принципах ведения горных работ, приводятся ниже.

#### **1.4. Землесберегающие сплошные системы разработки наклонных и крутопадающих месторождений**

Принципиальная схема данной технологии разработки заключается в следующем (рис. 1.2, 1.3).

Карьерное поле отрабатывается в два этапа (две очереди). На первом этапе на участке, обычно на фланге карьерного поля, с наименьшим коэффициентом вскрыши создается карьер первой очереди. Его отработка ведется на полную глубину до проектных границ карьера. При этом вскрышные породы вывозятся на внешние отвалы. Благодаря отработке карьера первой очереди создается емкость, которая позволяет на втором этапе разработки месторождения перейти на внутреннее отвалообразование.

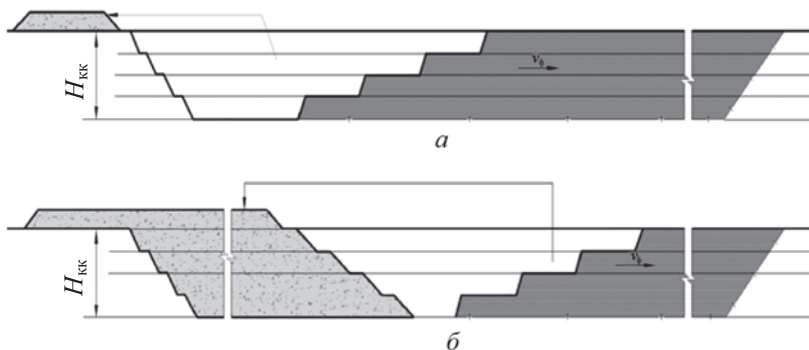


Рис. 1.2. Принципиальная схема ведения горных работ при сплошных поперечных системах разработки: *a* – период окончания строительства карьера первой очереди; *б* – период эксплуатации карьера;  $H_{кк}$  – конечная (проектная) глубина карьера

После формирования карьера первой очереди начинается следующий основной этап разработки месторождения (см. рис. 1.3). В этот период отрабатывается основная часть запасов (до 85 % от общего объема запасов). Фронт горных работ располагается вкрест простирания залежи. В выработанном пространстве карьера первой очереди формируется внутренний отвал. Отвальный фронт располагается также вкрест простирания залежи. Транспортная связь между рабочими горизонтами и ярусами внутреннего отвала осуществляется с помощью полустационарных съездов и транспортных берм, расположенных на нерабочем борту карьера.

По характеру развития рабочей зоны карьера и направлению перемещения фронта горных работ в основе данной технологии заложена сплошная поперечная однобортовая система разработки при внутреннем отвалообразовании (по классификации акад. В.В. Ржевского).

Принцип сплошной системы разработки был положен в основу технологии поэтапной отработки ряда наклонных угольных месторождений Южного Кузбасса. При данной технологии карьерное поле отрабатывается также в два этапа (очередь), что показано на рис. 1.4.

Сначала горные работы концентрируются на участке небольшой длины (600...800 м) и по возможности с благоприятным (пониженным) рельефом поверхности. Они ведутся с большим темпом их углубления до конечной глубины отработки.

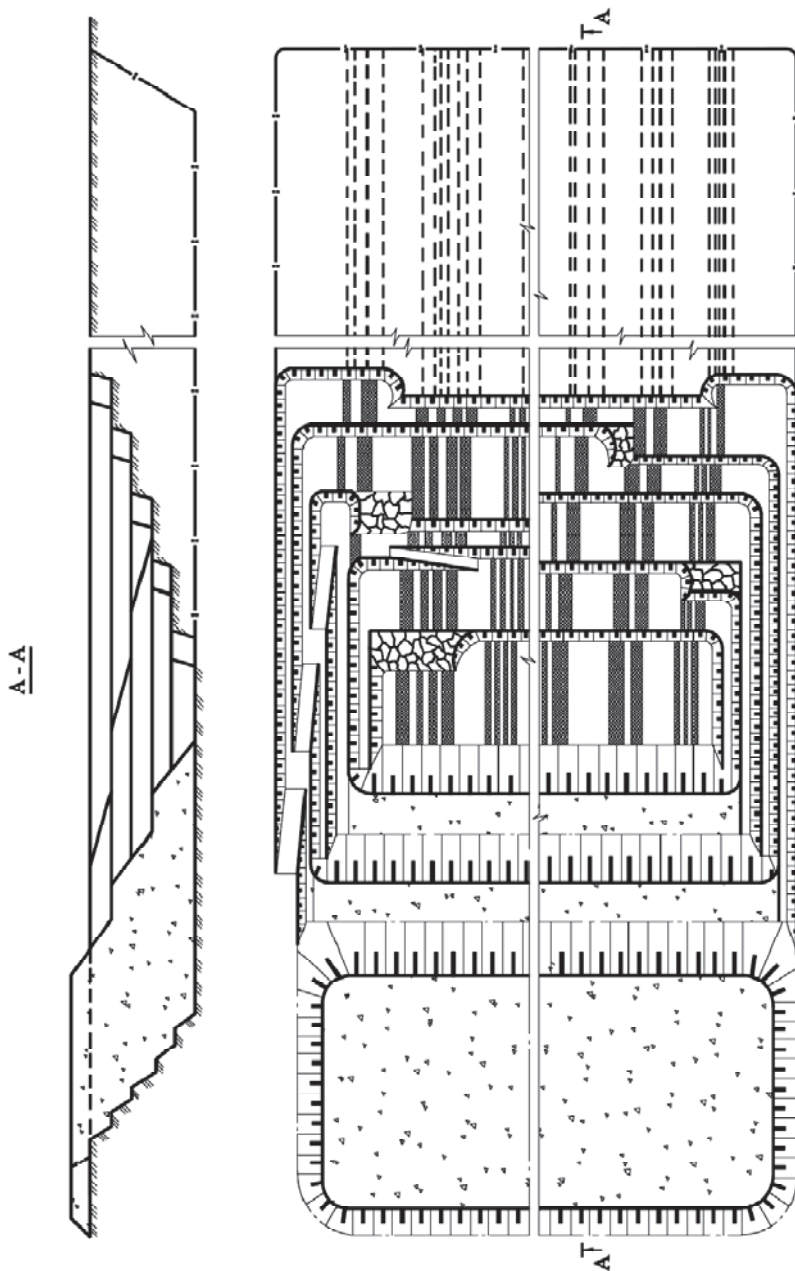


Рис. 1.3. Положение горных работ при сплошной поперечной системе разработки свиты крутопадающих пластов (2-й этап разработки)

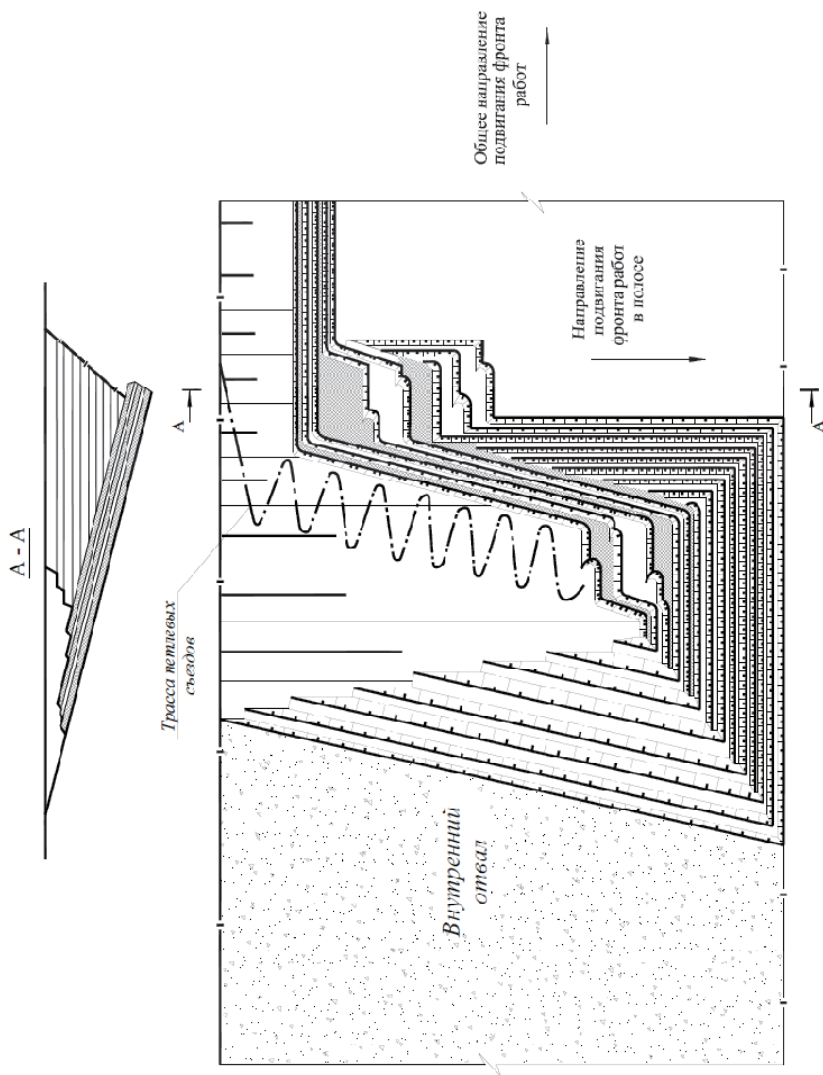


Рис. 1.4. Положение горных работ при сплошной поперечной системе разработки свиты наклонных пластов комбинированными (горизонтальными и наклонными) слоями (2-й этап разработки)

На втором этапе карьерное поле разрабатывается циклично, широкими (200...400 м) полосами (панелями) по падению при общем направлении подвигания горных работ по простиранию пластов. Таким образом, второй этап характеризуется комбинированным (про-



дольно-поперечным) направлением развития горных работ. Вскрышные и добычные работы ведутся одновременно на нескольких горизонтах, а также в двух смежных полосах, что позволяет управлять текущим коэффициентом вскрыши.

Отработка вскрышной толщи ведется горизонтальными слоями, угольных пластов – по их падению наклонными слоями.

Внутренний отвал формируется в выработанном пространстве карьера первой очереди, начиная с нижнего яруса. Транспортная связь рабочего борта с внутренними отвалами осуществляется с помощью полустационарных съездов и транспортных площадок, сооруженных на нерабочем борту карьера, а также постоянной автодороги, расположенной на почве нижнего пласта.

Возможно также разрабатывать угольные пласты и междупластья горизонтальными уступами (рис. 1.5). При этом общий порядок ведения горных работ остается без изменений. Отличается лишь технология отработки угольных пластов и междупластий горизонтальными слоями, которая заключается в следующем. Проходится разрезная траншея со стороны висячего бока верхнего пласта и обрабатывается слой вскрышных пород и угля в направлении, противоположном направлению подвигания фронта работ в полосе. По мере отработки слоя проходится новая разрезная траншея и разрабатывается следующий слой. В результате горные работы в полосе ведутся на двух рабочих бортах.

Область эффективного применения технологии с поэтапной отработкой карьерного поля ограничивается следующими горно-техническими условиями: вытянутые карьерные поля; месторождения с углами падения пластов от 10 до 25°; относительно ограниченная глубина их отработки открытым способом (не более 200...300 м).

По сравнению с традиционной углубочной системой разработки с внешним отвалообразованием данная технология имеет следующие преимущества: на 30...40 % и более сокращается площадь нарушаемых земель горными и отвальными работами; обеспечивается проведение рекультивации отвалов в более ранний период эксплуатации карьера; появляется возможность восстановления естественного рельефа земной поверхности; повышается концентрация горных работ и оборудования; уменьшается расстояние транспортирования вскрышных пород на отвалы и увеличивается скорость движения автосамосвалов (на 20...30 %) вследствие уменьшения длины подъемных путей.

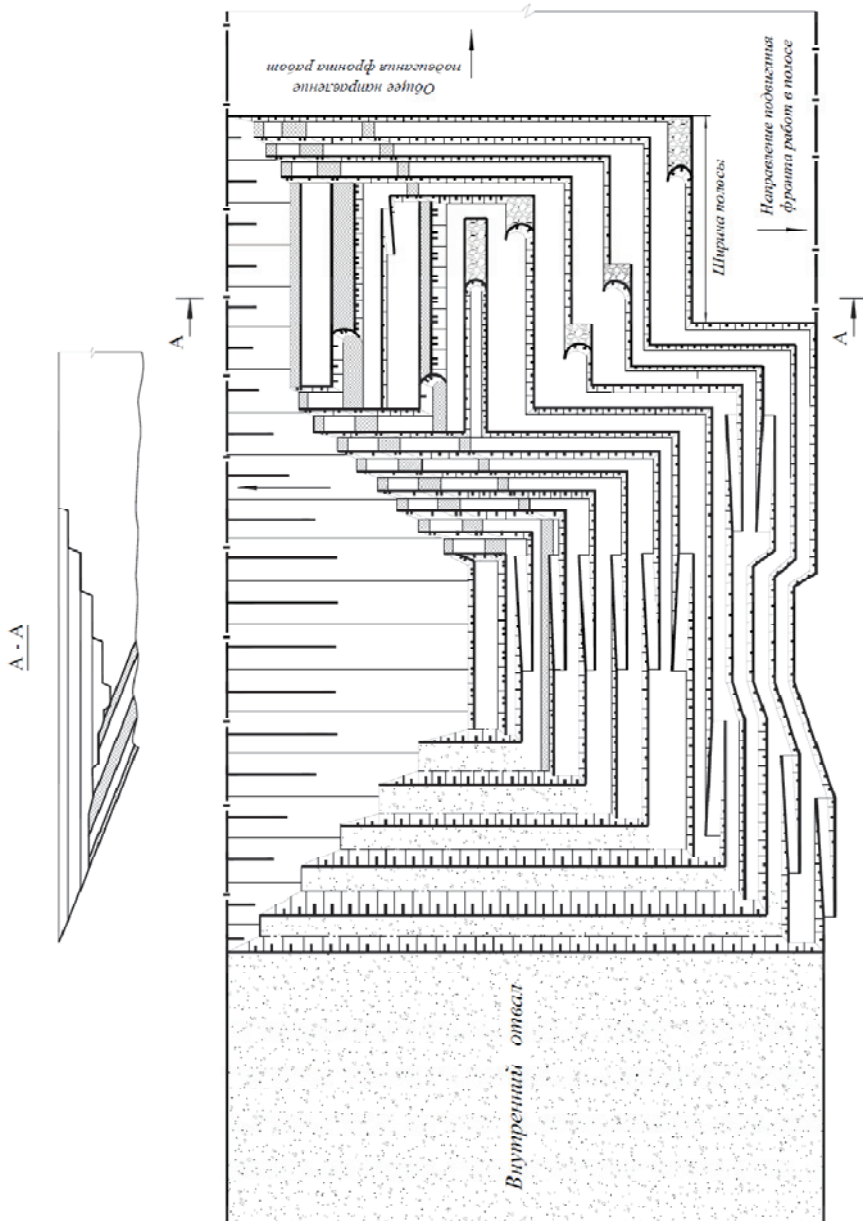


Рис. 1.5. Положение горных работ при сплошной поперечной системе разработки свиты наклонных пластов горизонтальными слоями (2-й этап разработки)

Однако сплошным системам разработки крутопадающих месторождений присущ серьезный недостаток, заключающийся в необходимости создания карьера первой очереди до проектных границ карьера, глубина которого может достигать несколько сотен метров. В этот период, который может длиться многие годы, применяется традиционная технология разработки с внешним отвалообразованием. Данный недостаток может быть устранен при углубочно-сплошных системах разработки.

Углубочно-сплошные системы разработки основаны на принципах относительно интенсивного развития горных работ в плане по простиранию пластов и сравнительно небольших темпах их углубления в целях формирования дна карьера с параметрами, при которых создаются условия для эффективного и безопасного размещения внутреннего отвала.

Возможность более раннего использования выработанного пространства и управления дальнейшим непрерывным воспроизводством этого техногенного ресурса появляется и может реализовываться при технологиях, основанных на следующих технологических принципах:

- ограничение глубины отработки на одном из флангов карьерного поля с вовлечением в эксплуатацию основных запасов полезного ископаемого у противоположного фланга, в том числе на глубоких горизонтах, недоступных по экономическим критериям традиционным технологиям открытой разработки;

- относительно интенсивное подвигание фронта горных работ по простиранию залежей ( $v_{\phi}$ ) и сравнительно небольшие темпы углубления карьера ( $U_{\Gamma}$ ) при соотношении их скоростей  $v_{\phi}/U_{\Gamma} = 12-30$ , что позволяет разместить основной объем вскрышных пород во внутреннем отвале;

- управление направлением углубления горных работ в процессе эксплуатации месторождения за счет изменения соотношения между скоростью подвигания фронта горных работ и темпом углубки карьера на этапах отработки карьерного поля.

Реализация этих принципов позволила создать многие землесберегающие и землевоспроизводящие технологии открытой разработки, наиболее полно отвечающие современным требованиям рационального природопользования. Ниже дается описание этих технологий для условий разработки перспективных месторождений угля в Кузбассе, представленных свитами крутых и наклонных пластов большой суммарной мощности.