

УДК 622.271

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ С УЧЕТОМ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В. А. Кулиш

ГП "Институт "УкрНИИпроект"

просп. академика Палладина, 46/2, г. Киев, 03164, Украина. E-mail: post@unp.kiev.ua

О. В. Ложников

Государственный ВУЗ «Национальный горный университет»

пр. Карла Маркса, 19, г. Днепропетровск, 49005, Украина. E-mail: 19830328a@gmail.com

Приведены результаты теоретических исследований по совершенствованию технологии открытых горных работ при разработке горизонтальных месторождений полезных ископаемых для уменьшения площадей земель нарушаемых горными работами за счет подбора и использования минимального количества основного горно-транспортного оборудования и исключения неэффективных схем его работы, увеличения гибкости систем. Рассмотренные схемы позволяют более эффективно использовать потенциал горнотранспортного оборудования, которым осуществлялось строительство карьера.

Ключевые слова: горизонтальное месторождение, вскрышная порода, уступ, земельные ресурсы.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ З УРАХУВАННЯМ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ПРИ РОЗРОБЦІ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ РОДОВИЩ

В. А. Куліш

ДП "Інститут "УкрНДІпроект"

просп. академіка Палладіна, 46/2, м. Київ, 03164, Україна. E-mail: post@unp.kiev.ua

О. В. Ложніков

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»

пр. Карла Маркса, 19, м. Дніпропетровськ, 49005, Україна. E-mail: 19830328a@gmail.com

Наведено результати теоретичних досліджень по вдосконаленню технології відкритих гірничих робіт при розробці горизонтальних родовищ корисних копалин для зменшення площ земель порушених відкритими гірничими роботами за рахунок вибору та використання мінімальної кількості основного гірничо-транспортного устаткування й виключення неефективних схем його роботи, збільшення гнучкості систем. Розглянуті схеми дозволяють більш ефективно використовувати потенціал устаткування, яким здійснювалося будівництво кар'єра.

Ключові слова: горизонтальне родовище, розкривні породи, уступ, земельні ресурси.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых оказывает существенное негативное воздействие на окружающую природную среду. В этой связи особое значение имеют исследования, посвященные совершенствованию технологии ведения открытых горных работ при разработке горизонтальных месторождений полезных ископаемых с целью уменьшения площадей земель, нарушаемых горными работами [1]. Одним из вариантов решения обозначенной проблемы является усовершенствование подбора и размещения минимального количества основного горно-транспортного оборудования на рабочих площадках карьера, увеличения гибкости систем, исключения неэффективных схем ведения горных работ, более полного использования потенциала оборудования, которым осуществлялось строительство карьера.

Целью работы является усовершенствование технологии открытых горных работ с учетом эффективного использования земельных ресурсов при разработке горизонтальных месторождений.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Разработка горизонтальных месторождений связана с выводением из народнохозяйственного оборота больших площадей земельных ресурсов, отводимых под карьерные автодороги, промплощадки, выработанных пространств выездных и разрезных траншей

карьером и т.д. В этой связи уменьшение нарушения земель и повышение эффективности открытых горных работ в целом является приоритетной и взаимосвязанной задачей [2].

В настоящее время, открытая разработка горизонтальных месторождений, чаще всего, основывается на использовании комбинированной системы разработки с комбинацией транспортной и транспортно-отвальной систем [3]. При этом передовые вскрышные уступы отрабатываются роторными экскаваторами с последующей транспортировкой вскрышных пород во внутренние отвалы ленточными конвейерами по периметру карьера и отсыпкой пород в выработанное пространство отвалообразователями. Основные вскрышные уступы отрабатываются по транспортно-отвальной системе, реже бестранспортной, а полезное ископаемое – механическими лопатами с погрузкой горной массы в автомобильный транспорт.

Достоинством использования автомобильного транспорта в циклических системах разработки является возможность транспортирования вскрышных пород в отвалы, а полезного ископаемого – к сборному пункту, наиболее короткими путями по бортам карьеров, временным перемычкам и скользящим съездам. Автомобильные дороги при этом могут пересекаться в одной плоскости, образуя единую широко разветвленную транспортную сеть

внутри карьера. Однако использование автомобильного транспорта обладает и рядом недостатков:

1) является наиболее экологически вредным видом транспорта, т.к. при его работе выделяется большое количество отработанных газов;

2) является наиболее дорогим видом транспорта в эксплуатации по причине высокой стоимости ГСМ и необходимости поддержания в хорошем состоянии карьерных дорог, что увеличивает себестоимость вскрышных работ и добычи полезного ископаемого;

3) для обустройства автодорог на нерабочих бортах требуется их дополнительный разнос и соответственно увеличение площади земель подвергаемой нарушению.

Ограничение высоты обрабатываемых уступов для основной массы механических лопат составляет не более 14–16 м, что обуславливает увеличение количества рабочих горизонтов и протяженность карьерных автодорог, что также негативно влияет на окружающую природную среду.

Уменьшение площади земель подвергающееся воздействию горных работ возможно за счет сокращения ширины заложения нерабочих бортов [4]. Для этого необходимо сократить, либо полностью отказаться от транспортировки вскрышных пород по нерабочим бортам карьеров и по возможности исключить автомобильный транспорт при добыче полезного ископаемого и ведении вскрышных работ путем применения схемы «экскаватор–карьер». Преимущество схемы «экскаватор–карьер» состоит в отсутствии необходимости разделения карьера на независимые вскрышной и добычной уступы с отдельными рабочими площадками и поочередным выполнением одним экскаватором двух видов работ согласно способу открытой разработки [5]. Использование рассматриваемой схемы позволяет также обеспечить наиболее низкую себестоимость добычи полезного ископаемого и перевалки определенной части вскрышных пород, которые обрабатываются по ней, а также уменьшит площади нарушаемых земель за счет сокращения числа уступов и уменьшения ширины заложения нерабочих бортов.

При строительстве практически всех карьеров применяются, как правило, не менее 3–4 экскаваторов-драглайнов. После ввода в эксплуатацию основного экскавационного и транспортного оборудования, эти машины используются неэффективно, в ограниченных объемах или вообще остаются ненужными. Поэтому применение драглайнов в схеме «экскаватор–карьер» является экономически и экологически обоснованным. В этом случае вскрышные породы, возможная мощность которых определяется как разность между потенциальной глубиной копания экскаватора и мощностью полезного ископаемого, размещаются в отработанном пространстве карьера. Полезное ископаемое через бункер-питатель загружается в транспортное средство, в качестве которого в пределах карьера наиболее экономически целесообразно использование конвейерного транспорта.

В данной технологической схеме уменьшение площади нарушаемых земель и снижение себестоимости добычи полезного ископаемого достигается путем:

– исключения использования механических лопат с погрузкой в автомобильный транспорт, а основные уступы обрабатываются оборудованием бестранспортной системы. В нее входит использование нескольких драглайнов, часть из которых располагается на промежуточном горизонте и обрабатывает уступы вскрышных пород верхним и нижним копаньем, постоянно уточняемой, соответственно состоянию работ в соседних системах разработки, высоты в штабель, размещаемый в выработанном пространстве карьера. Другая часть размещается на одном из нижних ярусов отвала, где осуществляет его формирование с подготовкой площадки для последующего размещения конвейера и перегрузочной пород в верхний ярус отвала за конвейер добычной системы. В том случае, когда общая мощность вскрышных пород превышает общие возможности оборудования бестранспортной и поточной транспортной систем между ними располагается оборудование транспортно-отвальной системы. В ее состав входят консольный отвалообразователь, оснащенный устройствами промежуточной разгрузки для отсыпки дополнительных промежуточных ярусов и образования отвала высокой стойкости, который размещается на поверхности одного из нижних ярусов отвала, и экскаватор непрерывного или циклического действия. Между ними, в зависимости от конкретных условий и примененного вида оборудования, могут дополнительно располагаться забойный или межступный перегружатель, бункер-питатель, либо комбинация перечисленного оборудования. Передовые вскрышные уступы обрабатываются оборудованием непрерывной системы разработки, которая состоит из экскаватора непрерывного действия, забойного перегружателя, системы забойных, передающих и отвальных конвейеров и отвалообразователя, к которому может добавляться одна или несколько выемочных машин, например драглайнов, и соответствующее количество самоходных бункер-питателей для приема горной массы и погрузки ее на конвейер. Конвейеры транспортной системы и отвалообразователя имеют, как правило, резерв мощности и пропускной способности и более высокий показатель надежности в работе по сравнению с экскаватором, работающим в наиболее тяжелых условиях. При отставании системы разработки передовых уступов, часть ее объемов работ смогут взять на себя драглайны, которые дополнительно будут догружать конвейер через самоходные бункеры. В случае выхода из строя экскаватора непрерывного действия конвейеры будут продолжать работать, хотя и с неполной загрузкой. При отставании основных уступов, часть объемов работ по их обработке также смогут взять на себя драглайны.

– полезное ископаемое экскавируется из смешанного забоя поочередно с пустой породой, мощность слоя которой постоянно корректируется, соответственно с работой бестранспортной системы разработки, оборудованием циклического или непрерывного действия. Это оборудование размещается на уровне, не зависящем от влияния водоносных горизонтов, или на нескольких уровнях одновременно. Через бункеры-питатели, в случае использо-

вания оборудования циклического действия, или через перегружатели – в случае использования оборудования непрерывного действия, или непосредственно в приемные бункеры конвейера, в случае достаточных линейных параметров оборудования непрерывного действия, выгружает полезное ископаемое на ленточный конвейер, который расположен на поверхности одного из нижних отвальных ярусов. Далее полезное ископаемое транспортируется к борту карьера и вдоль него, уже другим конвейером, выполненным подвижным, к месту перегрузки на магистральный транспорт. При необходимости накопления или усреднения качества полезное ископаемое с помощью межступенного перегружателя, отвалообразователя или штабелеукладчика отсыпается в аккумулирующий склад, который размещается под бортом карьера или на его поверхности и периодически переобустраивается на новом месте по

мере передвижения горных работ. Оборудование на смешанном уступе обеспечивает также зачистку пласта полезного ископаемого без использования бульдозерного оборудования. При использовании на добыче полезного ископаемого со смешанного уступа экскаваторов-драглайнов достигается еще и высокая гибкость и эффективность работы систем, поскольку появляется возможность их взаимозамены с оборудованием бестранспортной системы, которое размещается на соседних рабочих площадках и имеет близкие линейные параметры и производительность [5].

Осуществление рассмотренного способа выполняется в следующем порядке. Освобожденная от плодородного слоя земли, толща вскрышных пород разрабатывается комбинацией нескольких систем: транспортной, бестранспортной и экскаватор-карьер (рис. 1).

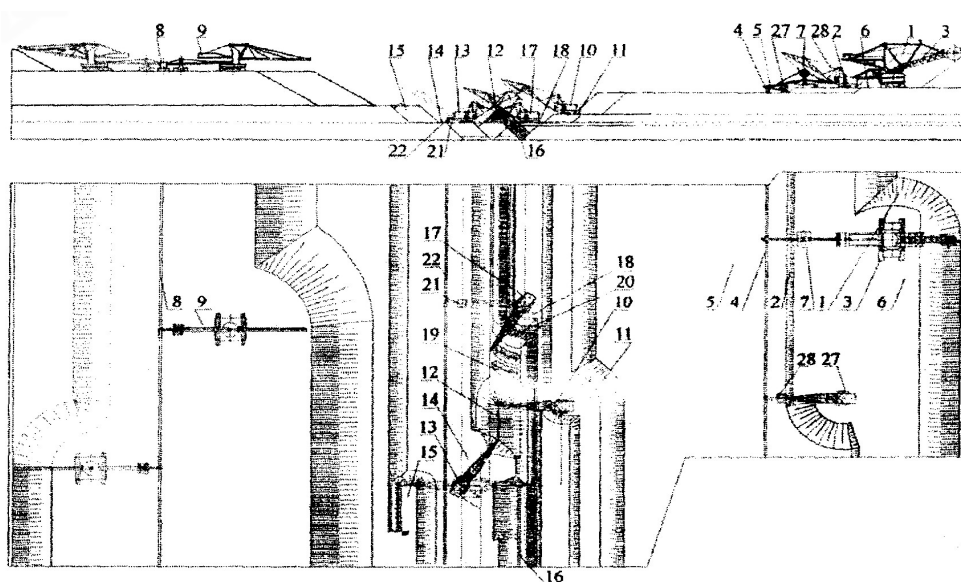


Рисунок 1 – Схема осуществления способа со случаем отставания системы разработки передовых уступов

Передовые уступы 1, 2 в общем случае обрабатывают экскаватором непрерывного действия 3 с погрузкой на забойный конвейер 4 за два прохода с двух рабочих площадок, одна из которых 5 находится на одном уровне с конвейером, а другая – 6 – выше его уровня на величину возможной высоты разгрузки горной массы с разгрузочной консоли экскаватора или вспомогательного забойного перегружателя 7. Загруженная на конвейер горная масса подается на передающий, дальше на отвальный конвейер 8 и через отвалообразователь 9 отсыпается в нижний или верхний ярусы отвала. На последний после планирования отсыпается плодородный слой земли.

При разработке основных уступов используются драглайны, одна часть из которых 10 располагается на промежуточном горизонте 11 и обрабатывает уступы вскрышных пород верхним и нижним копаниям в штабель 12, который размещается в выработанном пространстве карьера, а другая часть 13 - на одном с нижних ярусов отвала 14, где осуществляет

его формирование с подготовкой площадки для следующего размещения конвейера и переэкскавацию остатка штабеля во второй ярус отвала 15 за конвейер для транспортирования полезного ископаемого. Перемещение драглайнов 13 осуществляется зигзагообразно для обеспечения лучшего формирования дренажной канавы 16 и откоса первого яруса и увеличение емкости второго яруса отвала.

Для обработки полезного ископаемого поочередно с пустой породой используется драглайн 17, который размещается в данном случае на кровле смешанного уступа (пустая порода + полезное ископаемое). Пустая порода 18 размещается им в выработанном пространстве карьера в гряды 19. Полезное ископаемое 20 через бункер-питатель 21 выгружается драглайном на ленточный конвейер 22, расположенный на поверхности одного с нижних отвальных ярусов и транспортируется к борту карьера и вдоль его, уже другим конвейером 23, к месту перегрузки на магистральный транспорт. При необходимости

накопления или усреднения качества полезное ископаемое с помощью межступного перегружателя, отвалообразователя или штабелеукладчика 24 отсыпается в аккумулирующий склад 25, который размещается под бортом карьера 26 или на его поверхности и периодически переобустраивается на новом месте по мере передвижения горных работ.

Если по каким-то причинам происходит отставание системы разработки передовых уступов, например при выходе из строя на некоторое время экскавационной машины или недостаточной ее производительности, драглайн 27 и соответствующее количество самоходных бункеров-питателей 28 вводятся в состав транспортного комплекса (см. рис. 1). Они

будут размещаться на удобном для себя горизонте с необходимой стороны от забойных конвейеров и будут загружать их, принимая на себя часть объемов работ экскаватора непрерывного действия. При отставании системы разработки основных вскрышных уступов (рис. 2), драглайн 27, или их часть, в случае одновременного отставания обеих систем, обрабатывают нижним копаньем уступ 29, высота которого может достигать максимальной глубины копания драглайна и определяется расчетным путем, исходя из фактического отставания объемов работ в каждой из систем. Другая часть драглайнов 27, в случае отставания обеих системы разработки, остается обрабатывать передовой уступ.

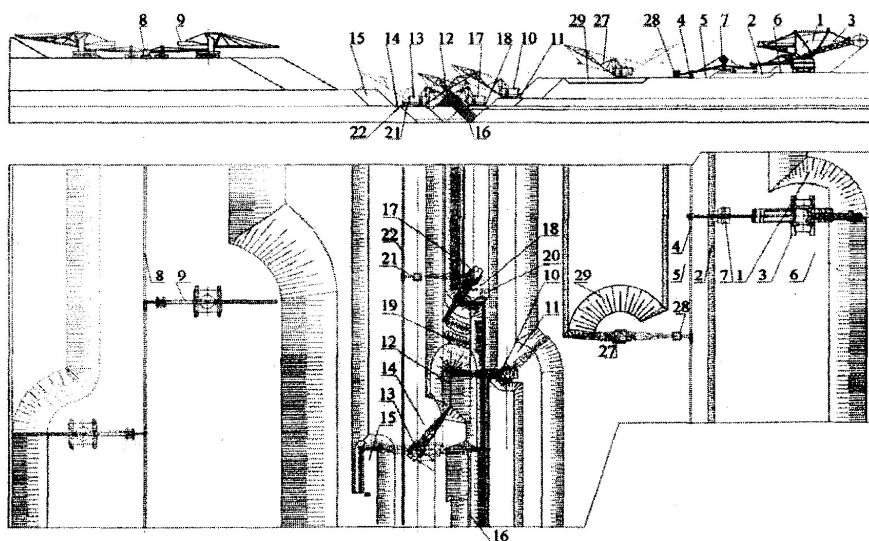


Рисунок 2 – Схема осуществления способа со случаем отставания системы разработки основных уступов

В том случае если отставание системы разработки основных уступов происходит в условиях сохранения высокой работоспособности и образования резерва рабочего времени экскаватора 3, последний будет принимать на себя часть объемов работ драглайнов, размещаясь по другую сторону от забойных конвейеров и обрабатывая часть уступа 30 ниже уровня размещения последних (рис. 3). В случае отставания системы разработки полезного ископаемого драглайн 17 уменьшает толщину слоя пустой породы 18, обрабатываемой им из смешанного забоя, к минимуму и выполняет только зачистку пласта.

Добыча полезного ископаемого может также осуществляться драглайнами со смешанного уступа, при этом будет достигаться еще и высокая гибкость и эффективность работы обеих систем, поскольку появляется возможность взаимозамены с оборудованием бестранспортной системы, которое размещается на соседних уровнях, вне влияния водоносных горизонтов и имеет близкие линейные параметры и производительность.

При селективной выемке смешанного уступа добыча полезного ископаемого может осуществляться наиболее удобной машиной экскаватором непрерывного действия, например 31, то в зависимости от текущих гидрогеологических условий он размещается

на промежуточном уровне 32 или на подошве пласта ископаемого (рис. 4).

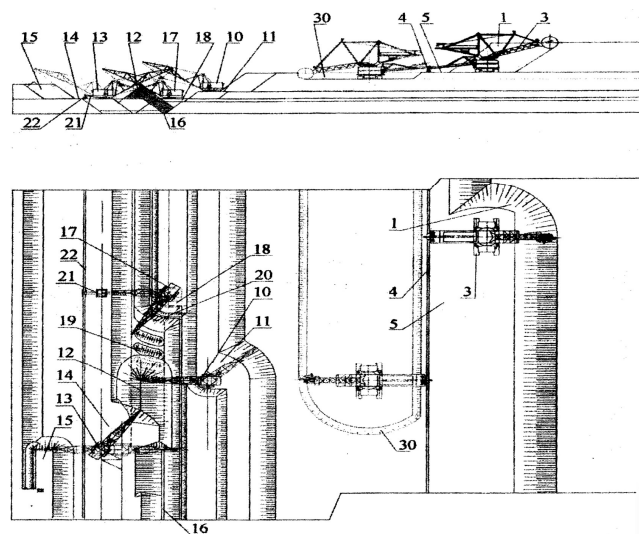


Рисунок 3 – Схема осуществления способа со случаем отставания системы разработки основных уступов при резерве рабочего времени экскаватора непрерывного действия

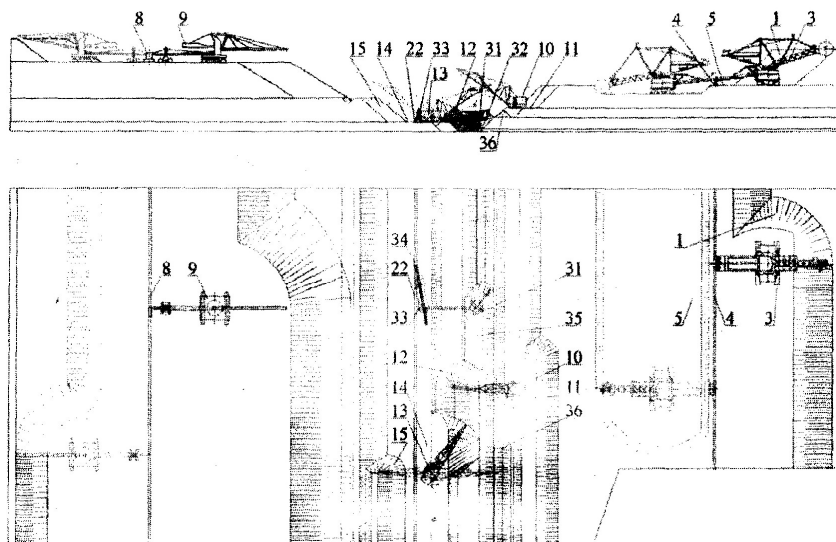


Рисунок 4 – Схема осуществления способа на примере поточной транспортной и бестранспортной систем вскрышных работ и поточной транспортной системы добычи полезного ископаемого

Пустая порода отсыпается экскаватором в выработанное пространство с помощью собственной разгрузочной стрелы, а добытое полезное ископаемое непосредственно, в случае достаточных линейных параметров разгрузочной стрелы экскаватора, или через перегружатель 33, располагаемый на поверхности одного с нижних отвальных ярусов, выгружается в приемочный бункер 34 ленточного конвейера. Последний и в этом варианте размещается на поверхности одного из нижних отвальных ярусов, и транспортирует полезное ископаемое к борту карьера. После прохода роторного экскаватора оставленная часть ископаемого 35 обрабатывается им же нижним копанием, или драглайном 10, и отсыпается на откос пласта полезного ископаемого, а в случае отсутствия необходимости в обработке роторным экскаватором смешанного забоя - в штабель 36 на поверхности пласта.

Когда самоходное оборудование завершает отработку заходок добывающей и бестранспортной вскрышной систем разработки, оно холостым ходом по своим или соседним транспортным полосам возвращается к исходным позициям, откуда после передвижения конвейера добывающей системы на новую позицию цикл начинается снова. Экскаватор непрерывного действия поточной транспортной системы разработки передовых вскрышных уступов при наличии перегружателя может врезаться в новую заходку в любом месте и будет работать на пе-

редующий конвейер, пока будет осуществляться передвижение забойных конвейеров. Остановиться ему придется лишь на время наращивания передающего конвейера и передвижения отвальных конвейеров, впрочем, эти работы могут выполняться параллельно с остановкой экскаватора на техническое обслуживание [5].

Если общая высота толщи вскрыши превышает общие возможности оборудования бестранспортной и транспортной систем, между горизонтами размещается оборудование транспортно-отвальной системы, в составе консольного отвалообразователя 37 с устройствами промежуточной разгрузки 38 для отсыпки дополнительных промежуточных ярусов 39 и образования отвала высокой стойкости, экскавационной машины 40 непрерывного или циклического действия, между которыми, могут дополнительно располагаться забойный или межступенный перегружатель 41 или бункер-питатель, или все машины одновременно (рис. 5).

Если существует потребность в накоплении или усреднении качества полезного ископаемого с помощью межступенного перегружателя, отвалообразователя или штабелеукладчика 24 отсыпается в аккумулярующий склад 25, который размещается под бортом карьера 26 или на его поверхности и периодически переобустраивается на новом месте по мере передвижения горных работ (рис. 6).

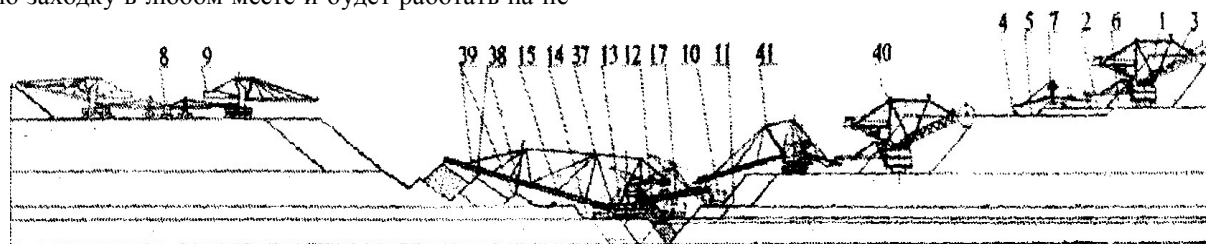


Рисунок 5 – Схема осуществления способа в случае дополнительного использования транспортно-отвальной системы

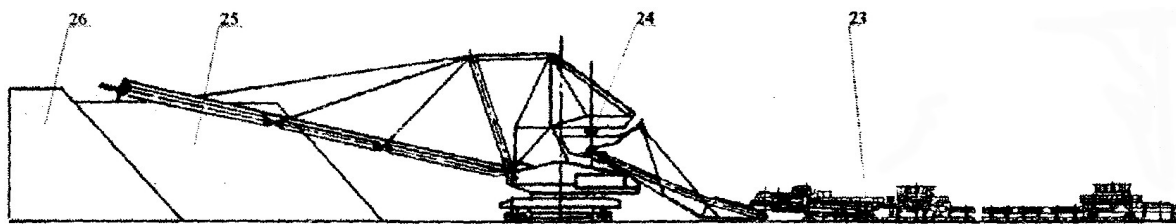


Рисунок 6 – Схема отсыпания полезного ископаемого в аккумулярующий склад под бортом карьера

ВЫВОДЫ. Приведенные технологические схемы открытой разработки горизонтальных месторождений полезных ископаемых позволяют: достигнуть высокой гибкости распределения объемов горных работ между всеми системами разработки, полного использования потенциала, как основного оборудования, так и того, которым осуществлялось строительство карьера, усовершенствовать размещение минимального количества основного горнотранспортного оборудования и использование наиболее эффективных схем его работы, заменить дорогой автомобильный транспорт более дешевыми способами перемещения, а также увеличить общую мощность обрабатываемых вскрышных пород и повышение в целом эффективности ведения открытых горных работ на сложных, особенно обводненных, месторождениях.

Результаты выполненных исследований, в области совершенствования технологии открытых горных работ при разработке горизонтальных месторождений полезных ископаемых и уменьшение площадей земель нарушаемых горными работами показывают, что за счет усовершенствованного подбора и размещения минимального количества основного горно-транспортного оборудования достигается повышение эффективности работы карьера, которая со-

провождается рациональным использованием земельных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений: моногр. / Г.Г. Пивняк, И.Л. Гуменик, К. Дребенштедт, А.И. Панасенко. – Д.: Национальный горный университет, 2011. – 568 с.

2. Томаков П.И., Коваленко В.С., Михайлов А.М. и др. Экология и охрана природы при открытых горных работах. – М.: МГУ, 2000. – 417 с.

3. В. А. Куліш, В. Т. Вовк, Є. В. Чепіга. Особливості формування еколого-гідрогеологічного стану територій ліквідованих шахт і розрізів // Уголь України. – 2010. – № 7. – С. 42–45.

4. Гуменик И., Панасенко А., Ложников А. Повышение эффективности технологии рекультивации земель при разработке горизонтальных месторождений // Непрерывные системы открытой разработки месторождений. – Фрайберг, 2010. – С. 362–366.

5. Патент України на винахід № 7E21C41/26 Спосіб відкритої розробки родовищ корисних копалин / Сургай М.С., Куліш В.А., Карпенко О.В., Баранов Ю.Д., Півень М.О., Руденко В.Л., Коган І.Л., заявка 200507743 від 04.08.2005, опубліковано 2008 р.

TECHNOLOGY IMPROVEMENT FOR OPEN CAST MINING AT THE HORIZONTAL DEPOSITS EXPLOITATION

V. Kulish

State Enterprise "Institute" UkrNIIPROEKT "
prosp. Academician Palladin, 46/2, Kiev, 03164, Ukraine. E-mail: post@unp.kiev.ua

O. Lozhnikov

State Higher Education Institution "National Mining University"
prosp. Karla Marx, 19, Dnepropetrovsk, 49005, Ukraine. E-mail: 19830328a@gmail.com

The authors have described their results of theoretical research on the technology improvement of open cast mining at horizontal mineral deposits development, which allows for decrease of the land areas disturbed by mining operations due to selection and utilization of a minimum number of major mining-and-transport equipment, increase of flexibility of systems, exclusion of inefficient patterns of the equipment operation. The technique offered make the background for the full efficient performance of the mining-and-transport equipment engaged in the open cast mine project and development.

Key words: horizontal deposits, overburden, bench, land resources.

REFERENCES

1. Pivnyak, G.G., Gumenik, I.L., Drebenshtedt, K., Panasenکو, A.I. (2011), *Nauchnye osnovy ratsionalnogo prirodopol'zovaniya pri razrabotke otkrytykh mestorozhdenii* [Scientific bases of nature management at the open cast mining]: monograph, National Mining University, Dnepropetrovsk, Ukraine.

2. Tomakov, P.I., Kovalenko, V.S., Mikhaylov, A.M. (2000), *Ekologiya i okhrana prirody pri otkrytykh gornykh rabotakh* [Ecology and conservancy at the open cast mining], MGGU, Moscow, Russia.

3. Kulish, V.A., Vovk, V.T., Chepiga E.V. (2010), "Forming features of the ecological and hydrologic state

of the closed mines and shafts territories", *Ugol Ukrainy*, no. 7, pp. 42–45.

4. Gumenik, I., Panasenکو, A., Lozhnikov, O. (2010), "The technology of reclamation work effectiveness increasing by the horizontal deposits mining", *Continuous Surface Mining*. Freiberg, pp. 362–366.

5. Surgay, M.S., Kylish, B.A., Karpenko, O.V., Baranov, Yu.D., Piven, M.O., Rudenko, V.L., Kogan, I.L. "Method of deposits open cast mining", patent of Ukraine # 7E21C41/26, request 200507743 from 04.08.2005, published in 2008.

Стаття надійшла 15.04.2013.

