

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ КАЗАХСТАНА

*Б.Р. Ракишев, С.К. Молдабаев, Казахский национальный технический университет
имени К.И. Сатпаева, Республика Казахстан*

Инновационный способ двухподступной отработки блоков-панелей поперечными заходками с изменяющимися уровнями рабочих площадок на каждом уступе обеспечит интенсивное ведение горных работ, создаст безопасные и независимые условия работы экскаваторно-автомобильным комплексам на каждом уступе. При расконсервации восточной части разреза «Майкубенский» по простиранию угольных пластов изменение порядка отработки увеличит объем вскрытых запасов на 11,4% при снижении среднеэксплуатационного коэффициента вскрыши на 10,1%.

При открытой разработке наклонных и крутых месторождений с понижением горных работ сокращается длина фронта добычных работ, что приводит к уменьшению вскрытых запасов полезного ископаемого. При изменяющихся размерах рабочей зоны для увеличения вскрытых запасов руды необходимо управлять параметрами системы разработки [1]. Для этого корректируют угол откоса рабочего борта карьера за счет уменьшения на некоторых горизонтах ширины рабочих площадок. В таких случаях зачастую по длине и высоте рабочей зоны на некоторых участках карьера формируют временные целики [2]. Обеспечение надежной работы карьера при этом достигается своевременной ликвидацией или переносом целиков по высоте или длине рабочей зоны.

В этих целях на глубоких рудных карьерах применяют поэтапную разработку. Уменьшение текущего коэффициента вскрыши на каждом из этапов достигается плановым разносом сформированного участка временно нерабочего борта. Для этого рабочая зона в плане разделяется на участки, внутри участков выделяют усеченные сектора, в пределах которых формируют участки временно нерабочего борта [3]. Отработку участков рабочей зоны карьера до конечной глубины этапа ведут рабочими площадками, бровки уступов которых ориентированы в плане со смещением по отношению к центру карьерного поля. Далее формируют регулируемые целики с определенным объемом консервации вскрышных пород в пределах этапа разработки.

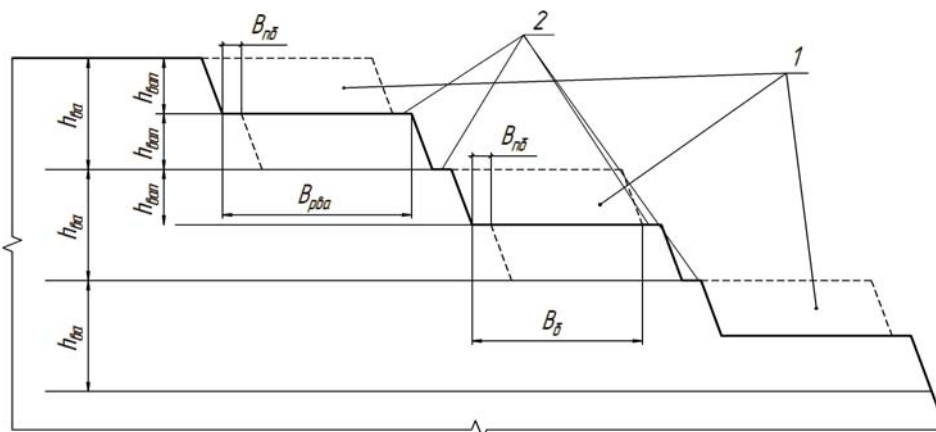
Ниже рассмотрен способ ведения горных работ экскаваторно-автомобильными комплексами с одновременным снижением пиковых объемов вскрыши и горно-капитальных работ на сооружение вскрывающих выработок. Двухсторонняя отработка блоков-панелей с обоих флангов карьера ведется по двухподступной схеме с изменяющимися уровнями рабочих площадок поперечными заходками отдельными экскаваторно-автомобильными комплексами с сооружением вскрывающих выработок в торцах карьера [4]. Особенностью этой схемы является первоначальная одновременная отработка на всех уступах рабочей зоны только верхних подступов, а затем нижних подступов.

При отработке верхних подступов сооруженные в торцах карьера экскаваторно-автомобильными комплексами временные съезды ликвидируются, после чего на новом, соответствующем транспортным бермам уровне рабочих площадок они отрабатывают нижние подступы.

В результате постоянные вскрытые запасы полезного ископаемого на каждом горизонте при ведении горных работ на противоположных бортах карьера обеспечиваются при отработке нижнего добычного уступа как поперечными, так и продольными заходками, в зависимости от значения ширины панели на каждом горизонте.

Обоснование инновационного способа ведения горных работ выполнено на модели Алтынтауского золоторудного месторождения. В зависимости от интенсивности развития горных работ первоначально с двух или одного фланга карьерного поля экскаваторно-отвальными комплексами (ЭАК) на каждом уступе производится отработка верхних подступов 1 (рисунок 1).

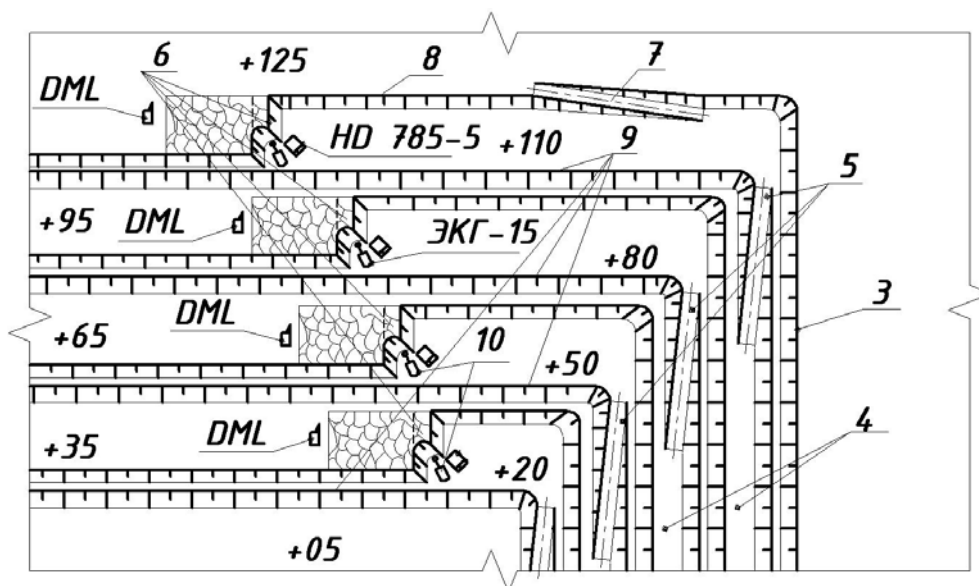
Между уступами и подступами оставляются только предохранительные бермы 2.



1 – верхние подступы; 2 – предохранительные бермы

Рисунок 1 – Двухподступная обработка панелей с изменяющимися уровнями рабочих площадок

Для этого, как показано на рисунке 2, в торце карьера 3 от транспортных берм уступов 4 экскаваторами комплексов сооружаются временные автомобильные съезды 5 до уровня рабочей площадки верхнего подступа и производится обработка блока-панели с применением поперечных заходок 6. Это позволит отказаться от сооружения временных и скользящих автосъездов 7 вдоль фронта работ уступа 8. Перед началом обработки нижних подступов 9 экскаваторы 10 комплексов возвращается в торец карьера 3 и по автосъездам 5 спускается до уровня транспортных берм уступов 4. После ликвидации временных автосъездов 5 экскаваторы 10 комплексов работают уже на новом уровне рабочей площадки и также с применением поперечных заходок обрабатывают нижние подступы 9. Транспортные бермы 4 сооружаются в торце карьера 3 через каждые 20-30 м понижения горных работ.



3 – один из торцов карьера; 4 – транспортные бермы уступов; 5 - временные автомобильные съезды; 6 – поперечные заходки; 7 – пример временного и скользящего автосъезда; 8 – фронт работ уступа; 9 – нижние подступы; 10 – экскаваторы мехлопаты ЭАК

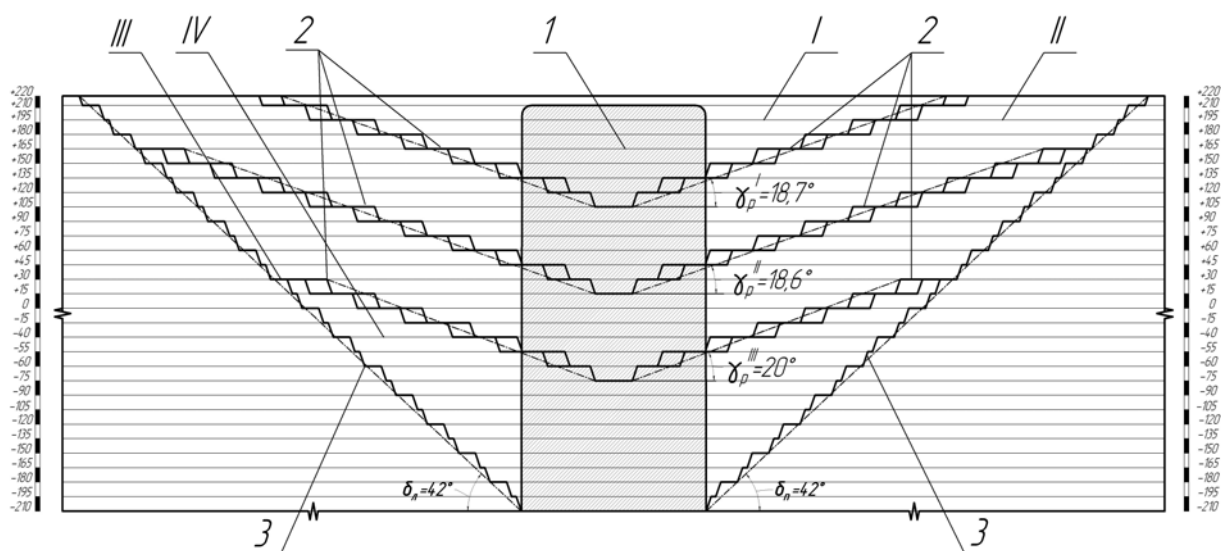
Рисунок 2 – Инновационный способ ведения горных работ

В результате увеличения ширины рабочих площадок на 24-30 м и независимой отработки вы-

соких уступов отпадает необходимость формирования автосъездов на рабочем борту, что наряду с отработкой блоков-панелей поперечными заходками уменьшает объем горно-капитальных работ в 2-4 раза на каждые 500 м длины фронта работ. Применение поперечных заходок обеспечит наиболее безопасные условия для перемещения большегрузных автосамосвалов, увеличит скорость их передвижения по временным автодорогам, упростит схему их подъезда к экскаваторам под погрузку, позволит между подступами и уступами оставлять только предохранительные бермы.

Отработка блоков-панелей поперечными заходками ЭАК позволит практически исключить направление отбойки взрывных скважин в сторону выработанного пространства. Осыпавшиеся куски породы после каждого каскадного массового взрыва уменьшат объемы вскрышных работ на верхних горизонтах, имеющих наибольшую протяженность фронта работ.

Обоснование разработанного способа ведения горных работ выполнено путем сопоставления традиционной технологии отработки панелей продольными заходками (рисунок 3) и предлагаемой технологии отработки панелей поперечными заходками (рисунок 4) на модельном карьере. Анализ результатов расчета показывает, что значения текущего коэффициент вскрыши по предлагаемой технологии отработки панелей изменяются наилучшим образом (рисунок 5). Достигается это за счет увеличения угла откоса рабочего борта с $18,6-20^0$ до $22,2-25^0$ (рисунок 6).

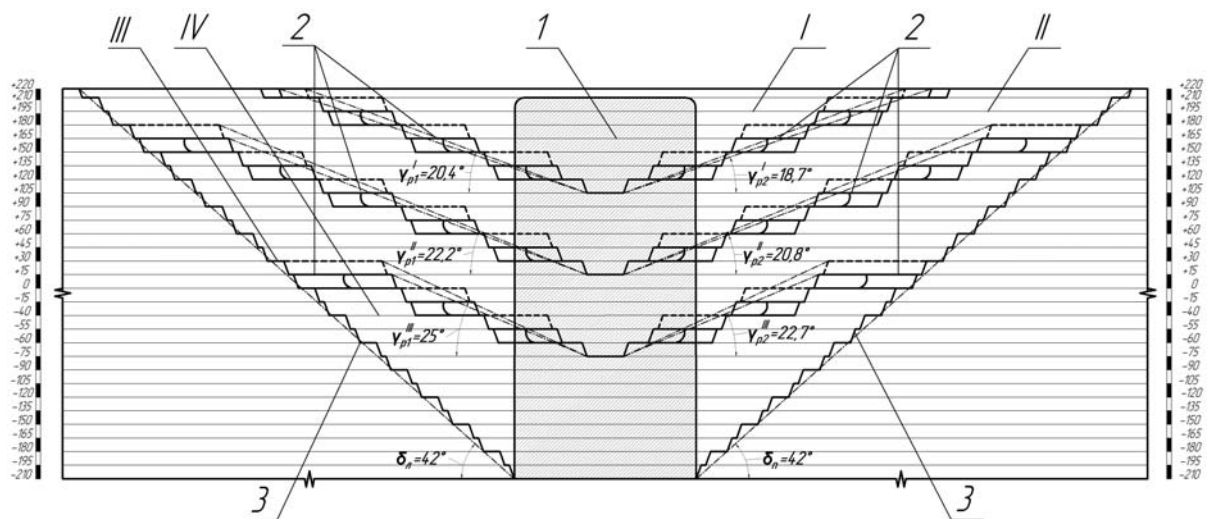


1 – залежь полезного ископаемого; 2 – положения рабочих бортов по этапам отработки; 3 – проектный контур карьера в конечном положении; I, II, III, IV – этапы отработки

Рисунок 3 - Формирование этапов отработки по традиционной технологии отработки панелей

Анализ календарного графика режима горных работ показывает (рисунок 7), что объемы выемки вскрыши начали бы увеличиваться только после 11 года с начала разработки рудного месторождения. Без выделения промежуточных этапных контуров за этот период уменьшение объемов вскрыши составит 10,9 млн. м³ (9,6%). При тех же объемах добычи руды (76 млн. т) эксплуатационные затраты на вскрышные работы возможно снизить ориентировочно до 4 млрд. тенге.

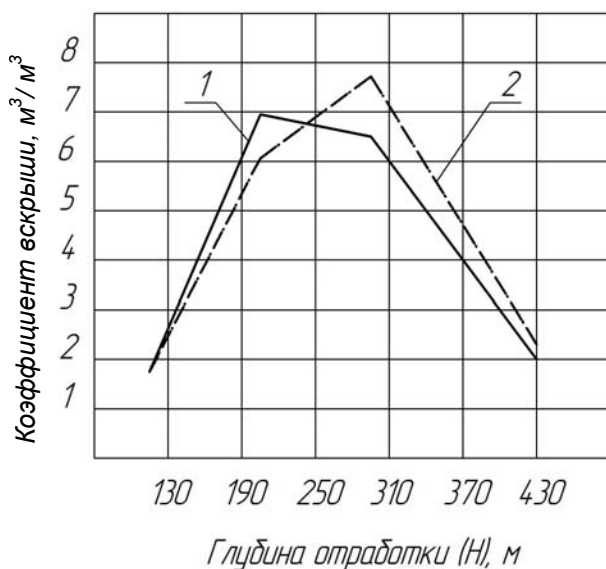
Обеспечение концентрации горных работ в рабочей зоне через одновременную отработку первоначально только верхних подступов, а затем нижних подступов отдельными комплексами оборудования позволит через увеличение угла откоса рабочего борта при отработке нижних горизонтов интенсифицировать отработку панелей и увеличить вскрытые запасы руды на каждом новом горизонте.



1 – залежь полезного ископаемого; 2 – положения рабочих бортов по этапам отработки;
 3 – проектный контур карьера в конечном положении; I, II, III, IV – этапы отработки
 Рисунок 4 - Формирование этапов отработки по предлагаемой технологии отработки панелей

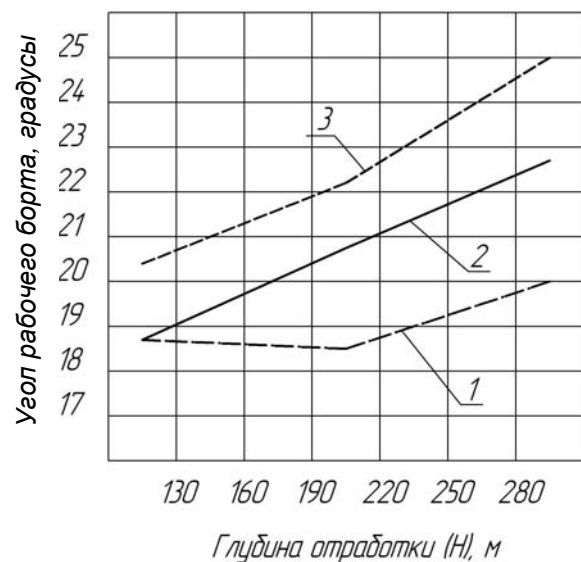
Преимущества предлагаемой технологии ведения горных работ на рудном месторождении:

1. По сравнению с традиционной технологией отработки панелей продольными заходками по предлагаемой двухподступной технологии отработки панелей поперечными заходками ширина рабочей площадки увеличится на 30 м (с 46 м до 76 м), а высота уступа - в 2 раза (с 15 до 30 м). Между уступами и подступами оставляются только предохранительные бермы шириной 5 м.



1, 2 - графики режима горных работ соответственно по традиционной и предлагаемой технологии отработки панелей

Рисунок 5 - К обоснованию технологии ведения горных работ



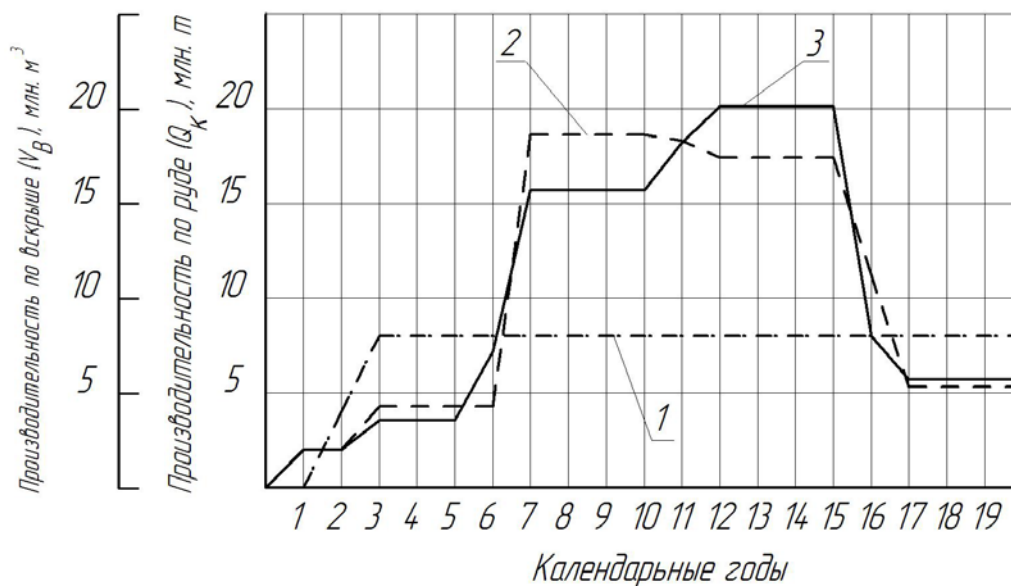
1 – по традиционной технологии отработки панелей; 2, 3 – соответственно верхних и нижних подступов блоков-панелей по предлагаемой технологии

Рисунок 6 - График зависимости угла откоса рабочего борта от глубины отработки

2. Отработка блоков-панелей экскаваторно-автомобильными комплексами поперечными заходками и исключение направления отбойки взрывных скважин в сторону выработанного пространства позволит повысить безопасные условия работы горнотранспортного оборудования и обслуживающего персонала;

3. Отказ от сооружения автосъездов в рабочей зоне при отработке уступов ЭАК на каждые 500 м фронта работ уступа позволит уменьшить объем горно-капитальных работ в 2-4 раза. На глубоких рудных карьерах уменьшение этого объема на 0,8-1,6 млн. м³ в год позволит снизить эксплуатационные затраты ориентировочно до 400-800 млн. тенге.

Отличительные признаки предлагаемого способа - изменяющийся уровень рабочей площадки, сооружение временных автосъездов в торцах карьера, отработка блоков-панелей с одного или обоих флангов с применением поперечных заходок.



1 – производительность по руде; 2, 3 – производительность по вскрыше соответственно с применением традиционной и предлагаемой технологий отработки панелей

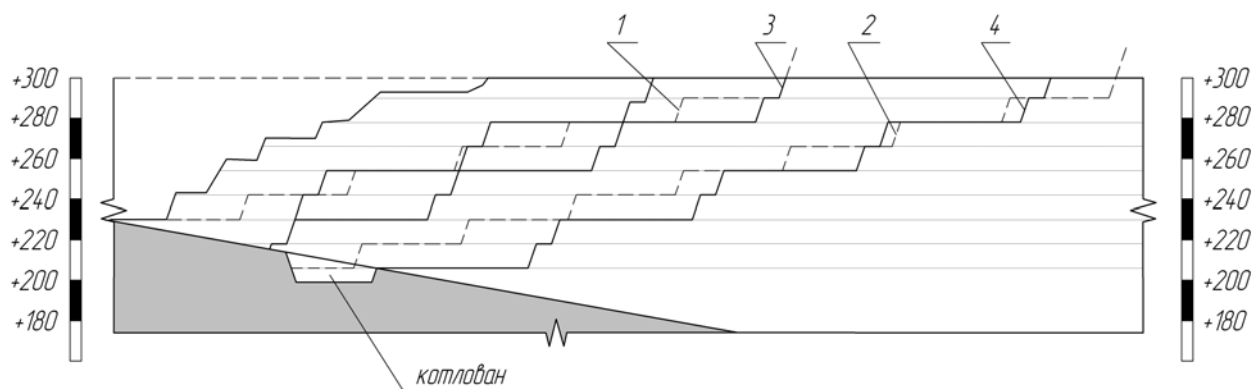
Рисунок 7 – Сопоставление вариантов ведения горных работ на календарном графике разработки рудного месторождения

Инновационный способ двухподступной отработки блоков-панелей поперечными заходками с изменяющимся уровнем рабочих площадок на каждом уступе обеспечит интенсивное ведение горных работ через их концентрацию на определенных участках по высоте рабочей зоны, создаст безопасные и независимые условия работы экскаваторно-автомобильным комплексам на каждом уступе.

Данная инновационная технология внедрена на разрезе «Майкубенский». При этом первоначально выполнен сопоставительный анализ традиционной и предлагаемой технологий отработки панелей, рассмотрены варианты с формированием рабочей зоны по простиранию и в крест простирания угольных пластов [5, 6].

При расконсервации восточной части разреза «Майкубенский» с применением традиционной технологии отработки панелей продольными заходками с формированием рабочей зоны вдоль простирания угольных пластов (рисунок 8) по первому этапу коэффициент вскрыши приближается к своему предельному значению (4,01 м³/т). Поэтому расконсервация этой части разреза все время переносится на более поздние периоды и может ограничить производственную мощность разреза.

Результаты расчета показывают, что в восточной части разреза на фронте длиной 2490 м (между X и XV разведочными линиями) при вскрытии 18,6 млн. т запасов угля среднеэксплуатационный коэффициент вскрыши составит 2,67 м³/т. По традиционной



1, 2 – контуры этапов обработки по традиционной технологии с продольными заходками;
 3, 4 – контуры двухподступной схемы обработки широкими панелями соответственно с формированием рабочей зоны по простиранию и в крест простирания угольных пластов
 Рисунок 8 – К выбору варианта расконсервации восточной части разреза «Майкубенский»

технологии обработки панелей продольными заходками на первом этапе при проходке 4÷5 заходок экскаваторно-автомобильными комплексами будет вскрыто 5,35 млн. т запасов угля. Коэффициент вскрыши составит 4,01 м³/т. К примеру, на совместно обрабатываемых других участках карьерного поля при этой технологии его значение не превышает 1,5 м³/т.

Анализ рисунка 8 показывает, что при традиционной технологии обработки панелей продольными заходками обеспечение условий соблюдения соразмерного развития горных работ на смежных уступах рабочей зоны практически при тех же объемах вскрыши ограничит вскрытые запасы угля. При этом ширина блоков-панелей по предлагаемой технологии взята по аналогии с разрезом «Восточный» и составляет 70 м. При высоте подступов 12 м ширина предохранительных берм между ними нами завышена и принята равной 8 м.

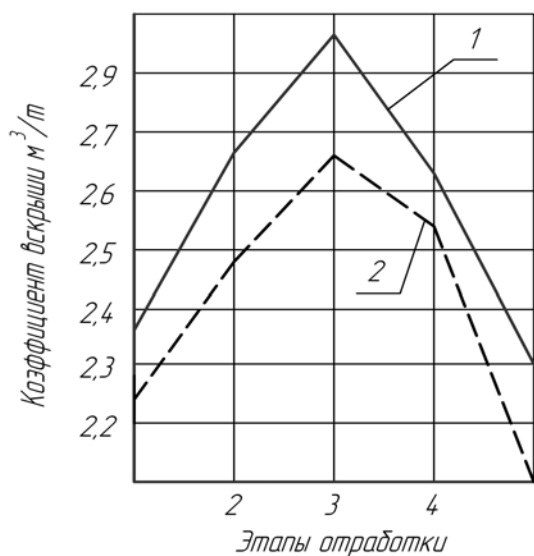
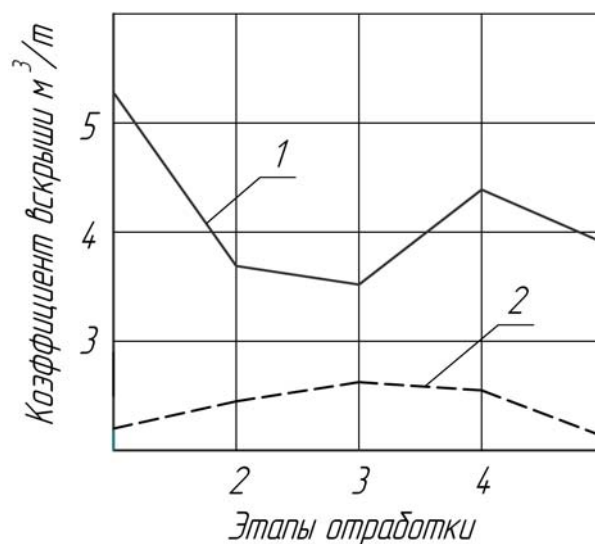


Рисунок 9 – К обоснованию порядка расконсервации восточной части разреза «Майкубенский» в крест простирания угольных пластов при длине фронта работ 140 (1) и 280 (2) метров

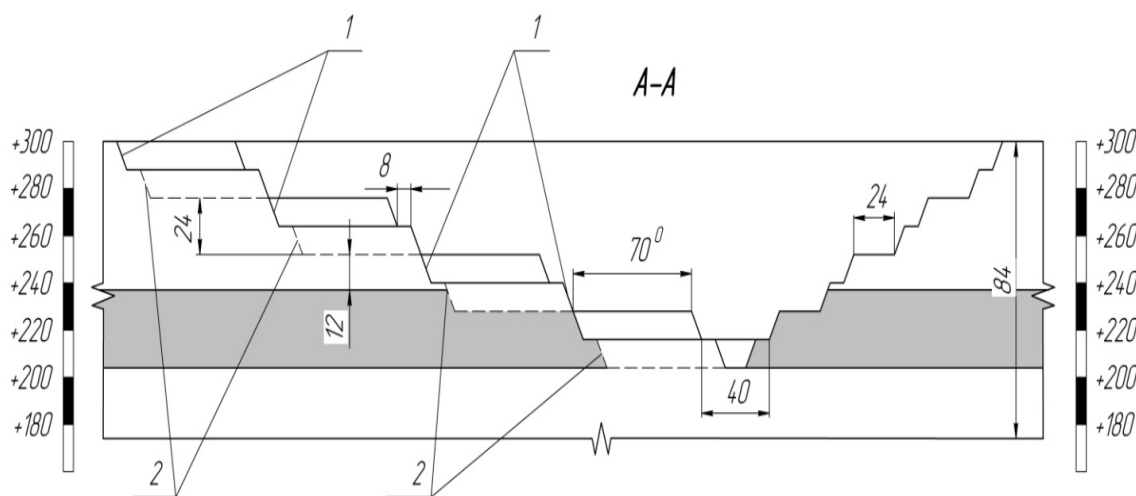


1 – традиционная схема по простиранию угольных пластов; 2 – предлагаемая двухподступная схема с изменяющимися уровнями рабочих площадок в крест простирания пластов

Рисунок 10 – К обоснованию технологии расконсервации восточной части разреза «Майкубенский»

Сопоставительный анализ результатов горно-геометрического анализа при реализации в

условиях разреза «Майкубенский» двухподступной схемы обработки широкими панелями с изменяющимися уровнями рабочих площадок наглядно демонстрируется на графиках рисунках 9 и 10. Удлинение длины фронта работ со 140 до 280 м с обработкой высоких уступов широкими панелями при развитии горных работ в крест простирания угольных пластов позволит снизить коэффициент вскрыши с 2,64 до 2,4 м³/т (рисунок 10).



1, 2 – одновременно обрабатываемые последовательно соответственно верхние и нижние подступы

Рисунок 11 – Параметры разрезной траншеи, примыкающей к восточному торцу разреза «Майкубенский»

В результате исследований установлено, что расконсервацию участков с высоким коэффициентом вскрыши следует проводить с формированием рабочей зоны в крест простирания угольных пластов (рисунок 10). При этом достигается плавное изменение текущего коэффициента вскрыши. На вскрышных и добычных работах первоначально по всей высоте рабочей зоны отдельными экскаваторно-автомобильными комплексами обрабатываются верхние подступы, затем нижние подступы (рисунок 11).

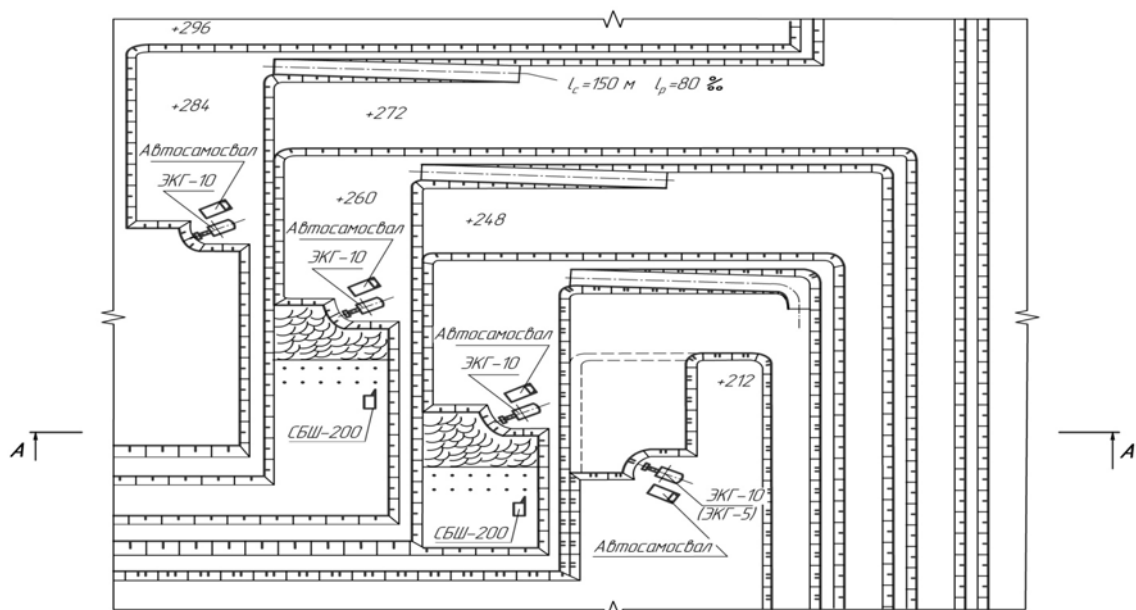


Рисунок 12 – Предлагаемая технология расконсервации восточной части разреза «Майкубенский»

Вскрышные породы через восточный торец разреза вывозятся и складироваются в верхние

ярусы внутреннего отвала со стороны южного его контура (рисунок 12). В последующем их можно перемещать в нижние ярусы внутренних отвалов через временные перемычки. Вскрывающие временные выработки в основном предназначены для отработки верхних подступов и сооружаются на флангах рабочей зоны.

Рекомендуемая технология расконсервации восточной части разреза «Майкубенский» позволит в течение 8 лет ежегодно добывать до 2,6 млн. т угля при объеме выемки вскрыши 6 млн. м³. По сравнению с традиционной технологией ведения горных работ объем вскрытых запасов будет увеличен на 11,4%. Объем горно-строительной вскрыши по проходке разрезной траншеи в крест простирания угольных пластов в районе X р.л. составит 580 тыс. м³ при попутной добыче 64 тыс. т угля. Поэтому уже в первый год начала расконсервации можно приступить к добычным работам в восточной части разреза, что гарантирует повышение производственной мощности.

Список литературы

1. Проектирование карьеров: Учебник / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин, В.С. Коваленко. – М.: Высш. шк., 2001. – 694 с.
2. Дриженко А.Ю. Карьерные технологические горнотранспортные системы: Монография. – Днепропетровск: НГУ, 2011. – 542 с.
3. Косолапов А.И., Пташник А.И., Пташник Ю.П. Способ открытой разработки месторождений полезных ископаемых. - Патент на изобретение РФ № 2425977 от 10.03.2010г.
4. Ракишев Б.Р., Молдабаев С.К. Ресурсосберегающие технологии на угольных разрезах: Монография. – Алматы: КазНТУ, 2012. – 346 с.
5. Rakishev B.R., Молдабаев С.К. Cyclig-Line technologies on coal cuts of Kazakhstan // 22nd world mining congress. - Istanbul, Turkish, 2011. – P. 233-237.
6. Rakishev B.R., Молдабаев С.К. Optimization of placement of the working zone at the inclined coal deposits // 20th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection (MPES 2011). - Almaty, Republic of Kazakhstan. – P. 279-287.