

ТЕХНОЛОГИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАРЬЕРА ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ С МИНИМАЛЬНЫМ РАЗНОСОМ БОРТОВ

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

Установлена возможность эффективной реализации двухподступной технологии отработки крутопадающих залежей поперечными панелями с минимальным разносом бортов карьера при применении мощных экскаваторно-автомобильных комплексов. Показаны варианты вскрытия при различной ориентации разрезных траншей и размещения транспортных берм.

В современных условиях повышение эффективности открытой разработки месторождений полезных ископаемых предопределяет решение актуальной проблемы применения мощных экскаваторно-автомобильных комплексов до больших глубин без существенного увеличения предельных контуров карьера на дневной поверхности. На вытянутых крутопадающих месторождениях наилучшие технико-экономические показатели достигаются при сокращении времени достижения карьером первой очереди конечной глубины с обеспечением в период его эксплуатации возможности перехода к внутреннему отвалообразованию. После отработки таких месторождений уменьшается объем остаточного выработанного пространства.

В ИГД УО РАН Саканцев Г.Г. разработал технологию разработки таких месторождений с переходом на внутреннее отвалообразование [1], при которой снижается количество транспортных площадок на погашаемом борту карьера. Сущность ее состоит в выделении по длине карьера очередей. Первую из них обрабатывают до проектной глубины с внешним отвалообразованием, а отработку последующих очередей ведут с применением внутреннего отвалообразования. При этом вскрышные породы размещаются в выработанном пространстве смежной очереди с общим подвиганием отвального фронта по мере развития горных работ. Причем вторую и последующую очереди карьера делят по высоте на выемочные ярусы. Оработку верхнего яруса ведут с размещением вскрыши в верхний отвальный ярус выработанного пространства смежной очереди, используя транспортные коммуникации поверхности. При отработке второго выемочного яруса отсыпку отвального яруса внутреннего отвала первоначально осуществляют формированием у продольного погашенного борта карьера пионерной насыпи, на верхней площадке которой размещают транспортные коммуникации и ведут с нее отсыпку отвального яруса. По мере понижения горных работ в рабочей зоне выемочного яруса изменяют профиль верхней площадки насыпи, обеспечивая необходимую грузотранспортную связь рабочих горизонтов выемочного яруса с отвальным ярусом. После отработки выемочного яруса оставшуюся часть пионерной насыпи срабатывают до верхней отметки следующего выемочного яруса, а отработку последующих выемочных ярусов осуществляют аналогичным образом, используя вновь образованную верхнюю площадку пионерной насыпи. Однако при применении автосамосвалов большой грузоподъемности сооружение насыпей для размещения автодорог вдоль погашаемого борта снижает безопасность горных работ и затрудняет перевозку полезного ископаемого (при пересечении грузопотоков руды и вскрыши).

Уменьшение количества транспортных площадок на погашаемом борту обеспечит альтернативное техническое решение, разработанное в КазНТУ. Создана инновационная технология двухподступной отработки высоких уступов поперечными панелями с изменяющимися уровнями рабочих площадок [2]. Взяв за основу это техническое решение, в работе рассмотрены варианты эффективного ведения горных работ на карьере первой очереди при разработке вытянутых крутопадающих месторождений.

Реализация этой технологии создаст условия для эксплуатации в глубоких карьерах мощных экскаваторов, что позволит увеличить высоту уступов. К примеру, с применением экскаваторов типа ЭКГ-30 - до 30 м, а с применением экскаваторов типа ЭКГ-40 - до 40 м. Со-

ответственно высота подступов не превысит максимальной высоты черпания этих экскаваторов и составит 15 и 20 м, что обеспечит при поперечных блоках панелях безопасные условия эксплуатации экскаваторно-автомобильных комплексов.

В соответствии со сводным планом развития горных работ на карьере первой очереди со стороны левого погашаемого продольного борта и его торца обустриваются нерабочие борта. Между уступами предусматриваются транспортные площадки для нетехнологического автотранспорта, а между подступами оставляют только предохранительные бермы.

При подходе к конечному контуру вдоль правого продольного борта до определенной глубины предусматриваются капитальные выездные траншеи для двухстороннего движения технологического автотранспорта на всю высоту высоких уступов, а при ограничении пространства - только на подступах с односторонним движением автотранспорта. Для изменения направления движения автосамосвалов между уступами в местах сооружения выездных траншей ширина транспортной площадки кратна ширине двух автодорог с двухсторонним их движением. В обоих карьерах между подступами вдоль левого продольного борта предусмотрены предохранительные бермы. Начиная с дневной поверхности все капитальные выездные траншеи имеют внутреннее заложение.

С противоположного от торца карьера первой очереди борта в последующем будут вестись горные работы на карьере второй очереди. В его конструкции предусматривается оставление между уступами только транспортных берм, которые обеспечат двухстороннее движение автосамосвалов и сооружение съездов для отработки верхних подступов. При этом между уступами оставляются только транспортные бермы для двухстороннего движения автосамосвалов, а между подступами – предохранительные бермы.

Рассмотрим варианты ведения горных работ на карьере первой очереди при реализации двухподступной технологии отработки высоких уступов поперечными панелями с изменяющимися уровнями рабочих площадок:

- вариант 1 с ориентацией разрезных траншей на каждом горизонте в крест простирания залежи полезного ископаемого (рис. 1);
- вариант 2 с ориентацией разрезных траншей на каждом горизонте по простиранию залежи полезного ископаемого (рис. 2).

Обоснование разработанной технологии применения мощных экскаваторно-автомобильных комплексов при ведении горных работ на карьере первой очереди выполнено по следующим показателям:

- текущим объемам вскрышных и добычных работ и производственной мощности карьеров;
- сроку достижения конечной глубины на карьере первой очереди (на одном из флангов карьерного поля) и обеспечения возможности перехода на внутреннее отвалообразование.

В первую очередь установим влияние ориентации рабочих зон в границах карьера первой очереди относительно залежи полезного ископаемого на изменение текущих объемов вскрышных пород и полезного ископаемого. В соответствии с принятым порядком одновременной отработки блоков панелей на поперечных сечениях новый этап начинается после достижения конечного контура карьера на определенной глубине с вовлечением в отработку последующего нижнего горизонта.

Учитывая объемы работ, целесообразность ведения горных работ на обоих рабочих бортах несколькими уступами, высоту черпания при отработке подступов высотой 20 м и срок достижения конечной глубины карьера первой очереди на вскрышных и добычных работах принимаем экскаватор типа ЭКГ-20. По нормам технологического проектирования годовую эксплуатационную производительность его принимаем 4,2 млн. м³. На основании этого выполним трансформацию поэтапных объемов вскрыши и руды в календарный план горных работ.

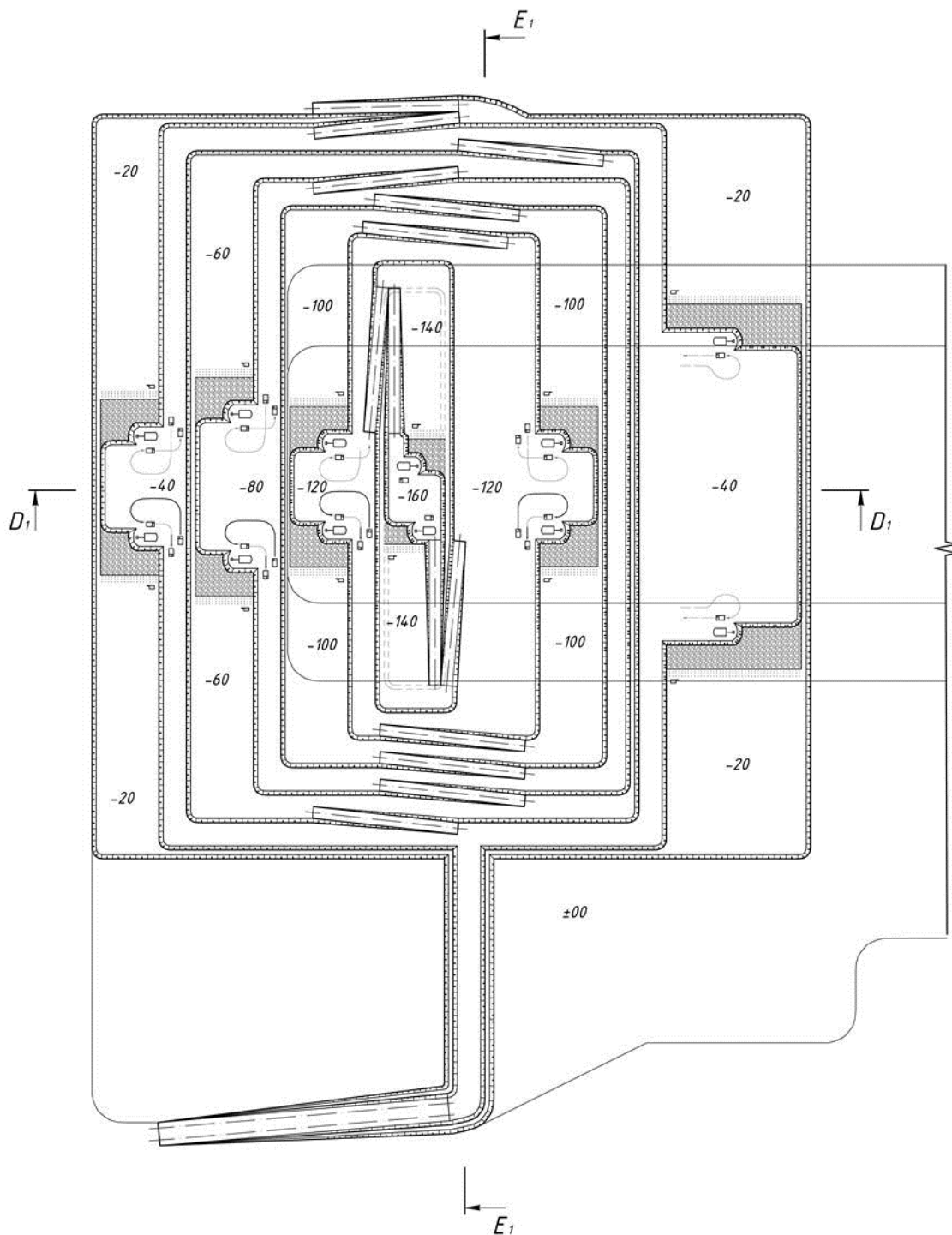


Рисунок 1 – Ведение горных работ на карьере первой очереди при формировании разрезных траншей в крест простирания залежи полезного ископаемого (положение при одновременной отработке только нижних подступов)

Как показывают результаты горно-геометрического анализа, при формировании разрезных траншей в крест простирания залежи полезного ископаемого на глубине ведения горных работ 320 м наблюдается пиковый скачок требуемой производительности карьера по вскрыше. Поэтому часть годового объема вскрыши из 50,66 млн. м³ следует перераспределить на этап отработки на глубине 280 м, предшествующий этапу на глубине 320 м. В связи с этим на этапах глубиной 160 и 200 м скорректированная производительность получилась меньше, чем на этапах глубиной 80 и 120 м.

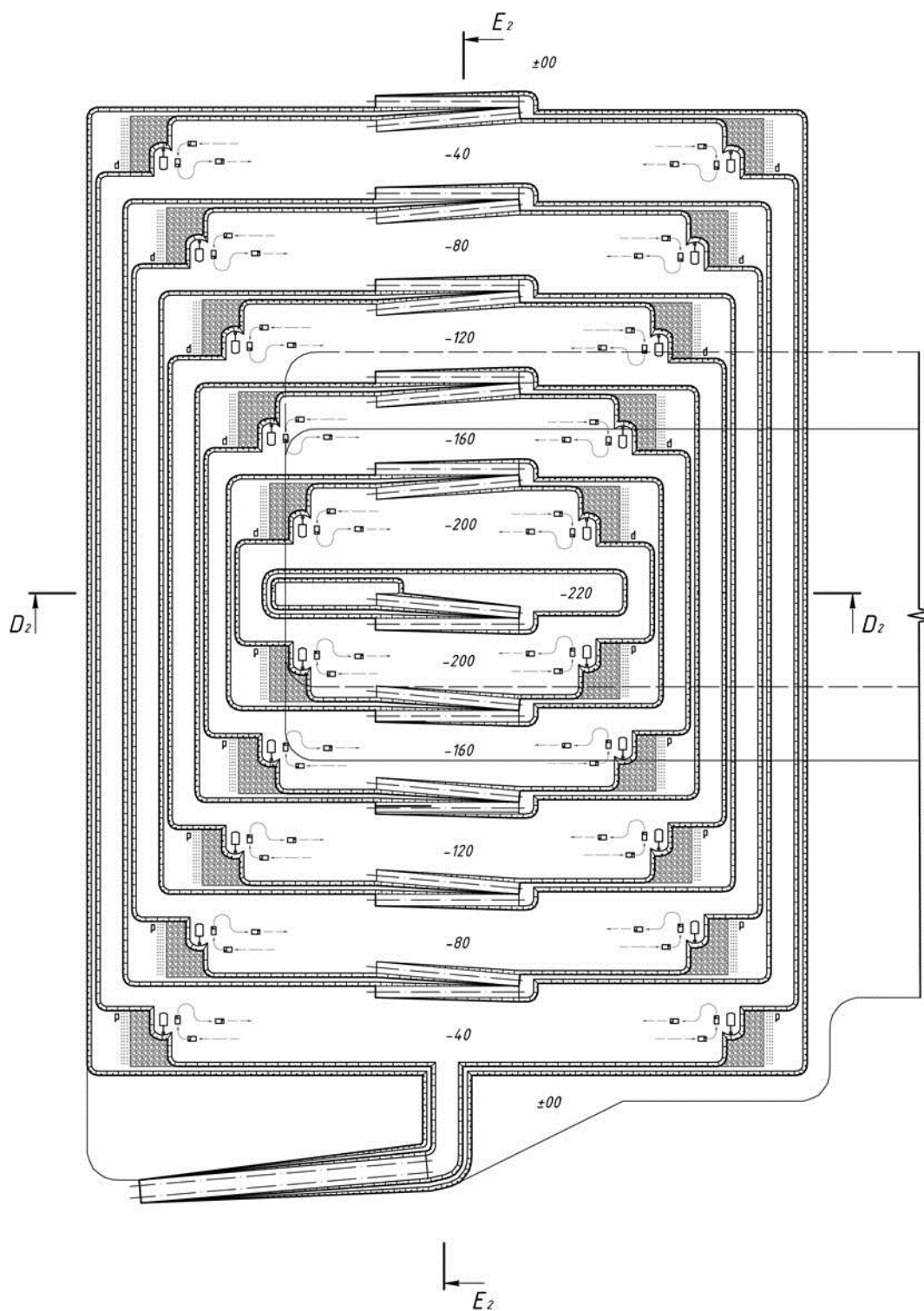
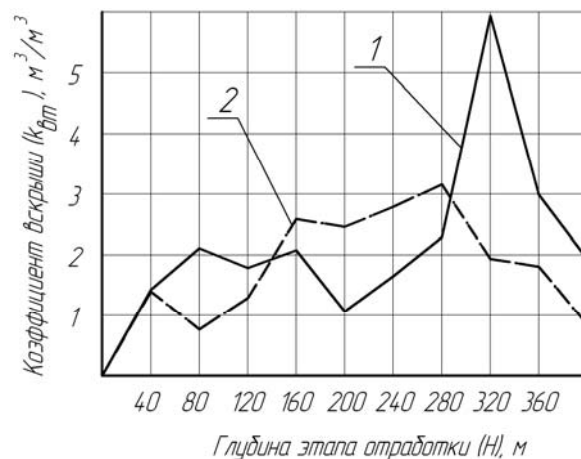


Рисунок 2 – Ведение горных работ на карьере первой очереди при формировании разрезных траншей по простиранию залежи полезного ископаемого (положение при одновременной отработке только нижних подступов)

Окончательное сравнение исследуемых технологий ведения горных работ наглядно демонстрирует график изменения текущих коэффициентов вскрыши в зависимости от изменения глубины на карьере первой очереди (рис. 3).

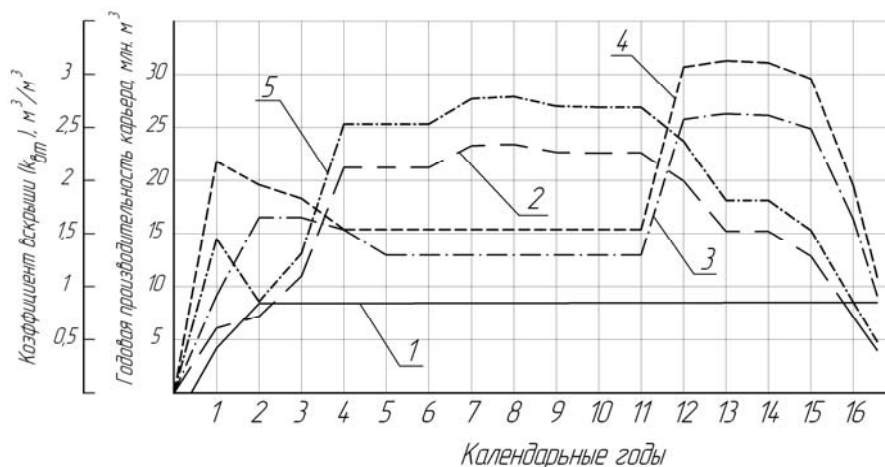


1, 2 – при формировании разрезных траншей в крест и по простиранию залежи полезного ископаемого

Рисунок 3 – График изменения текущих коэффициентов вскрыши от глубины ведения горных работ на карьере первой очереди

Анализ графика на рис. 3 показывает, что значения текущего коэффициент вскрыши при формировании разрезных траншей по простиранию залежи полезного ископаемого изменяются наилучшим образом (кривая 2). Коэффициент вскрыши после сдачи карьера в эксплуатацию на глубине 40 м до глубины 280 м изменяется от наименьшего значения ($0,75 \text{ м}^3/\text{м}^3$) до наибольшего значения ($3,16 \text{ м}^3/\text{м}^3$). Достигается это за счет снижения объемов вскрышных работ в первоначальный период эксплуатации карьера первой очереди и более равномерного изменения запасов руды на каждом этапе отработки.

Графическая интерпретация календарных графиков режима горных работ на карьере первой очереди исследуемых вариантов приведена на рис. 4.



1 – производительность по руде; 2, 3 – производительность по вскрыше соответственно с формированием разрезных траншей в крест и по простиранию залежи полезного ископаемого; 4,5 – коэффициент вскрыши соответственно с формированием разрезных траншей в крест и по простиранию залежи полезного ископаемого

Рисунок 4 – Сопоставление вариантов на календарном графике ведения горных работ на карьере первой очереди

Анализ календарных графиков режима горных работ исследуемых вариантов показывает, что объемы вскрышных работ при формировании разрезных траншей по простиранию зале-

жи полезного ископаемого (вариант 2) в течение первых 3 лет на карьере первой очереди меньше на 17,9 млн. м³. Однако далее, в течение 8 лет, объем вскрышных работ по сравнению с формированием разрезных траншей в крест простирания залежи полезного ископаемого (вариант 1) увеличится на объем 72,17 млн. м³. Следовательно, по варианту 2 потребуются, за вычетом положительной тенденции за первые 3 года, дополнительно выполнить вскрышных работ больше в объеме 54,27 млн. м³.

Положительной тенденцией варианта 1 является то, что с 5 по 11 год в течение 7 лет производительность по вскрыше будет оставаться постоянной. Значительный скачок годовой производительности карьера по вскрыше при формировании разрезных траншей в крест простирания залежи полезного ископаемого намечается только на 12 год, что потребует ввести в эксплуатацию дополнительно 3 экскаватора ЭКГ-20 и соответствующее этому количеству большегрузных автосамосвалов и буровых станков.

Оценивая в целом применение двухподступной технологии ведения горных работ с изменяющимися уровнями рабочих площадок при отработке уступов поперечными панелями мощными экскаваторно-автомобильными комплексами, в результате исследований установлено:

1. При разработке вытянутых крутопадающих месторождений достигается сокращение срока достижения конечной глубины на карьере первой очереди, после чего можно переходить к складированию вскрышных пород в ограниченном выработанном пространстве и переходе к ведению горных работ на карьере второй очереди. К примеру, при горизонтальной мощности залежи полезного ископаемого с конечной глубиной карьера 400 м срок перехода к внутреннему отвалообразованию сокращается до 16-17 лет.

2. Эффективное распределение объемов вскрышных работ на карьере первой очереди зависит от ориентации разрезных траншей относительно залежи полезного ископаемого. Наилучший календарный график режима горных работ достигается при формировании разрезных траншей по простиранию залежи полезного ископаемого, хотя в первые три года наименьший коэффициент вскрыши обеспечивается при их расположении в крест простирания залежи полезного ископаемого.

3. Следует отметить, что при формировании разрезных траншей в крест простирания залежи полезного ископаемого в их торцах между подступами всех уступов оставляют транспортные площадки шириной, достаточной для обеспечения двухстороннего движения автосамосвалов и размещения на откосах подступов съездов. При нарезке новых уступов выездные траншеи размещают на бортах разрезных траншей. Хотя при формировании разрезных траншей по простиранию залежи полезного ископаемого длина фронта работ уступов позволит оставлять между подступами только предохранительные бермы, поскольку обеспечит изменение направления трассы пути с одного съезда на другой на обоих рабочих бортах карьера первой очереди.

4. Формирование разрезных траншей по простиранию залежи полезного ископаемого приводит к переносу выемки основного объема вскрышных пород на более поздний период времени. Для исследуемых условий с применением экскаваторов ЭКГ-20 увеличение требуемой производительности по вскрыше в 2 раза оттягивается к 12 году с начала ведения горных работ на карьере первой очереди.

Список литературы

1. Саканцев Г.Г. Способ открытой разработки крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием. – Патент РФ № 2246620 от 30.12.2002г. по заявке 2002135737/03.
2. Ракишев Б.Р., Молдабаев С.К. Способ открытой разработки наклонных и крутых месторождений полезных ископаемых. – Инновационный патент на изобретение РК № 26485 по заявке № 2012/0049.1 от 11.01.2012г. Оpubл. 14.12.2012, бюл. № 12.