

УДК 622.271.3.06:621.86/.87-932

DOI: 10.25635/2313-1586.2018.04.013

Берснев Виктор Анатольевич
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
лаборатория транспортных систем карьеров
и геотехники,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58

Bersnev Viktor A.
Candidate of Technical Sciences,
Senior Research Worker,
laboratory of the open pit
transport systems and geotechnology,
Institute of Mining UB RAS,
620075, Ekaterinburg,
Mamina-Sibiryaka str., 58

Кармаев Геннадий Дмитриевич
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
лаборатория транспортных систем карьеров
и геотехники,
Институт горного дела УрО РАН

Karmayev Gennady D.
Candidate of Technical Sciences,
Senior Research Worker,
laboratory of the open pit
transport systems and geotechnology
Institute of Mining UB RAS

Семенкин Александр Владимирович
младший научный сотрудник,
лаборатория транспортных систем карьеров
и геотехники,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: semenkin92@mail.ru

Semenkin Alexander V.
Junior Research Worker,
laboratory of the open pit
transport systems and geotechnology,
Institute of Mining UB RAS
e-mail: semenkin92@mail.ru

Сумина Ирина Геннадиевна
инженер,
лаборатория транспортных систем карьеров
и геотехники,
Институт горного дела УрО РАН

Sumina Irina G.
Engineer,
laboratory of the open pit
transport systems and geotechnology,
Institute of Mining UB RAS

**СХЕМЫ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗЛИЧНОМ
ЗАЛЕГАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
(ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМЫХ И ПРЕДЛАГАЕМЫХ
СХЕМ ЦПТ)***

**SCHEMES OF CYCLIC-FLOW TECHNOLOGY
BY VARIOUS BEDDING
OF MINERAL DEPOSITS
(REVIEWING OF EXISTING AND PROPOSED
SCHEMES OF CFT)**

Аннотация:

Рассмотрены схемы формирования дробильно-конвейерных комплексов на бортах глубоких карьеров с ленточными и крутонаклонными конвейерами, со стационарными дробильно-перегрузочными пунктами и с передвижными дробильно-перегрузочными установками, которые разрабатывают глубокозалегающие месторождения полезных ископаемых с большой площадью в плане; крутопадающие глубокозалегающие месторождения с малыми размерами в плане; наклонные, глубокозалегающие, с небольшой шириной и вытянутые в плане месторождения, а также скальные месторождения полезных ископаемых с большими пространственными размерами. Выделены основные факторы, влияющие на выбор схемы циклично-поточной технологии: размеры залежи полезного ископаемого и глубина ее залегания, толщина слоя покрывающих вскрышных пород, расстояние транспортирования горной массы до пунктов приема на поверхности, состояние горных работ на момент ввода циклично-поточной технологии (ЦПТ).

Abstract:

This article considers schemes of formation of crushing and conveyor complexes on boards of deep pits with belt and high-angle conveyors, with stationary crushing and transshipment points and with mobile crushing and transshipment systems, developing following: deep-laying mineral deposits with a big area in the plan; steeply-dipping deep-laying fields with small sizes in the plan; inclined deep-laying fields with a small width and extended in the plan; and also rocky fields with large space sizes. It marks out the main factors which influence the choice of the scheme of cyclic and line technology: the sizes of a mineral deposit and depth of its bedding, thickness of the covering layer overburden breeds, distance of transportation of mountain weight to collection points on the surface, condition of mining operations at the time of cyclic-flow technology (CFT) implementation.

Ключевые слова: схема циклично-поточной технологии, карьер, борт карьера, дробильно-конвейерный комплекс, дробильно-перегрузочный пункт, передвижная дробильно-перегрузочная установка, автосамосвалы.

Key words: scheme of cyclic-flow technology, pit, pit wall, crushing and conveyor complex, crushing and reloading point, mobile crushing and reloading installation, dump trucks.

* Статья выполнена в рамках государственного задания 007-00293-18-00. Тема № 0405-2018-0001

Введение

Анализ разработки глубоких месторождений России и стран СНГ по циклично-поточной технологии (ЦПТ) с автомобильно-конвейерным транспортом [1 – 6] позволил сделать вывод о неоднозначном подходе к выбору ее схемы. В первую очередь это относится к выбору схемы вскрытия глубоких горизонтов карьеров. В Советском Союзе на большинстве глубоких железорудных карьеров Украины ленточные конвейерные подъемники были размещены в подземных выработках – наклонных стволах и квершлагах. Такое размещение подъемников требует очень больших затрат на проведение подземных выработок и выработок для их проветривания. После распада Советского Союза в странах СНГ на вновь разрабатываемых по ЦПТ карьерах глубинного типа применяется только открытое размещение подъемников. Анализ разработки глубоких карьеров позволил выделить основные факторы, влияющие на выбор схемы ЦПТ при открытом размещении конвейерных подъемников. К ним относятся размеры залежи полезного ископаемого и глубина залегания, толщина слоя покрывающих вскрышных пород, расстояние транспортирования горной массы до пунктов приема на поверхности, состояние горных работ на момент ввода ЦПТ. В основу этого выбора должна быть заложена разработка проектных объемов полезного ископаемого с минимальными затратами на его транспортирование, с выемкой минимальных текущих и общих объемов вскрышных пород при формировании вскрывающих выработок и перегрузочных площадок и максимальной возможностью использования их внутрикарьерного складирования. Схема должна обеспечивать эффективное использование автомобильно-конвейерного транспорта до конца разработки месторождения.

Целью исследования является обоснование рациональных схем разработки глубоких карьеров по ЦПТ в зависимости от условий залегания месторождений полезных ископаемых.

Изложение рассматриваемых вопросов

Исследованиями и практикой разработки месторождений скальных полезных ископаемых с большими параметрами и глубиной залегания, расположенных в непосредственной близости от дробильно-обоганительной фабрики, установлено, что эффективно они могут быть разработаны по циклично-поточной технологии за счет раннего ввода в эксплуатацию дробильно-конвейерных комплексов. С этой целью дробильно-конвейерный комплекс с ленточным конвейерным подъемником и передвижными дробильно-перегрузочными установками на момент начала разработки по ЦПТ устанавливаются на временно нерабочем борту карьера, поставленном на долговременную консервацию. Когда на одном из бортов карьера образуется конечный контур, на нем устанавливают дробильно-конвейерный комплекс с крутонаклонным конвейером, угол наклона которого совпадает с углом откоса борта карьера и стационарным дробильно-перегрузочным пунктом (ДПП) [7]. Дробильно-конвейерный комплекс с ленточным конвейером демонтируют, а целик пород под ним разрабатывают.

Крутонаклонный конвейер необходимо установить так, чтобы площадка под его хвостовую часть, имеющую большую длину, была максимально совмещена с предохранительной бермой карьера. На карьерах с вытянутой формой в плане это может быть обеспечено за счет размещения конвейера в торце карьера (рис. 1).

На карьерах, разрабатывающих глубокозалегające месторождения полезных ископаемых с большой площадью в плане, по мере понижения горных работ существует возможность удлинения крутонаклонного конвейерного подъемника крутонаклонным конвейером. На рис. 2 представлена схема доработки месторождения вытянутой формы с большими размерами в плане с использованием крутонаклонного конвейерного подъемника [8]. Верхний конвейер расположен на конечном борту в торцевой части карьера. Площадка под его хвостовую часть и для установки стационарного дробильно-

перегрузочного пункта (ДПП) совмещена с предохранительной бермой карьера. Площадка для разгрузки автосамосвалов в ДПП сопрягается с разворотной площадкой капитального автомобильного съезда. Этот конвейер удлинен крутонаклонным конвейером, крутонаклонная часть которого размещается на конечном борту карьера, а хвостовая часть и передвижные дробильно-перегрузочные установки — на временном целике пород. Разгрузочная площадка автосамосвалов размещается на насыпи вскрышных пород, расположенной на этом же временном целике.

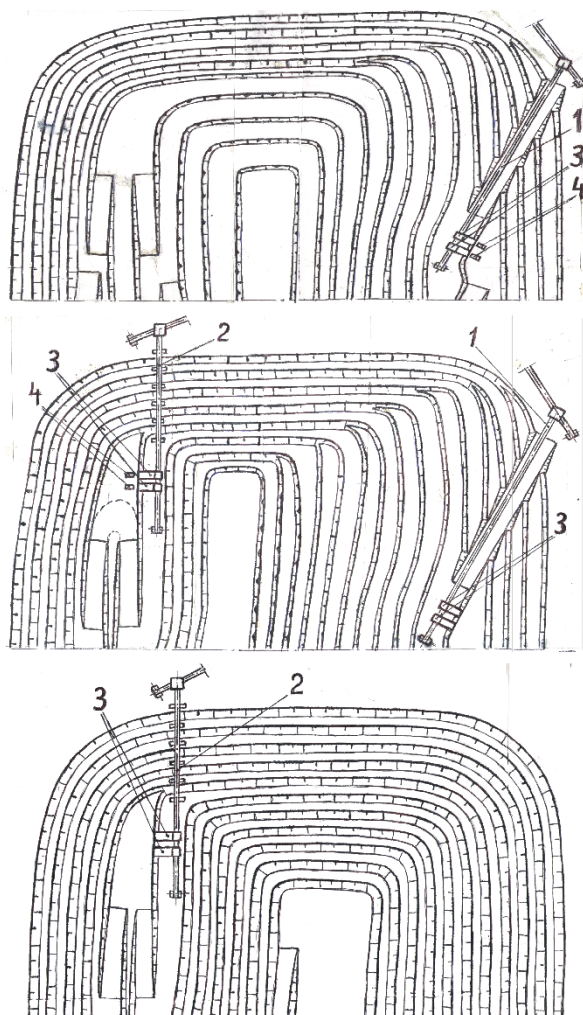


Рис. 1 – Схема перехода от разработки глубоких горизонтов карьера по ЦПТ с ленточным конвейерным подъемником к его разработке по ЦПТ с крутонаклонным конвейерным подъемником:
1 – ленточный конвейерный подъемник;
2 – крутонаклонный конвейерный подъемник;
3 – ДПП; 4 – автосамосвалы

Полезное ископаемое из другого торца карьера автосамосвалами транспортируют на этот ДПП, а вскрышные породы – на поверхность. После того как в противоположном торце карьера образуется горизонт конечного дна карьера достаточной площади, на нем устраивают внутренний отвал вскрышных пород. ДПП на временном целике пород и нижний подъемный конвейер демонтируют. Целик пород разрабатывают с транспортированием автосамосвалами вскрышных пород на внутренний отвал, а полезного ископаемого – на ДПП на конечном борту карьера. После разгрузки автосамосвалов на отвале они во время обратного рейса заезжают в забои на нижних уступах временного целика пород, где их загружают полезным

ископаемым, которое они транспортируют на ДПП на конечном борту карьера с выдачей его на поверхность верхним конвейерным ставом. После разгрузки на ДПП во время обратного рейса автосамосвалы заезжают в забои на верхних уступах временного целика пород, где их загружают вскрышными породами, которые они транспортируют на внутрикарьерный отвал.

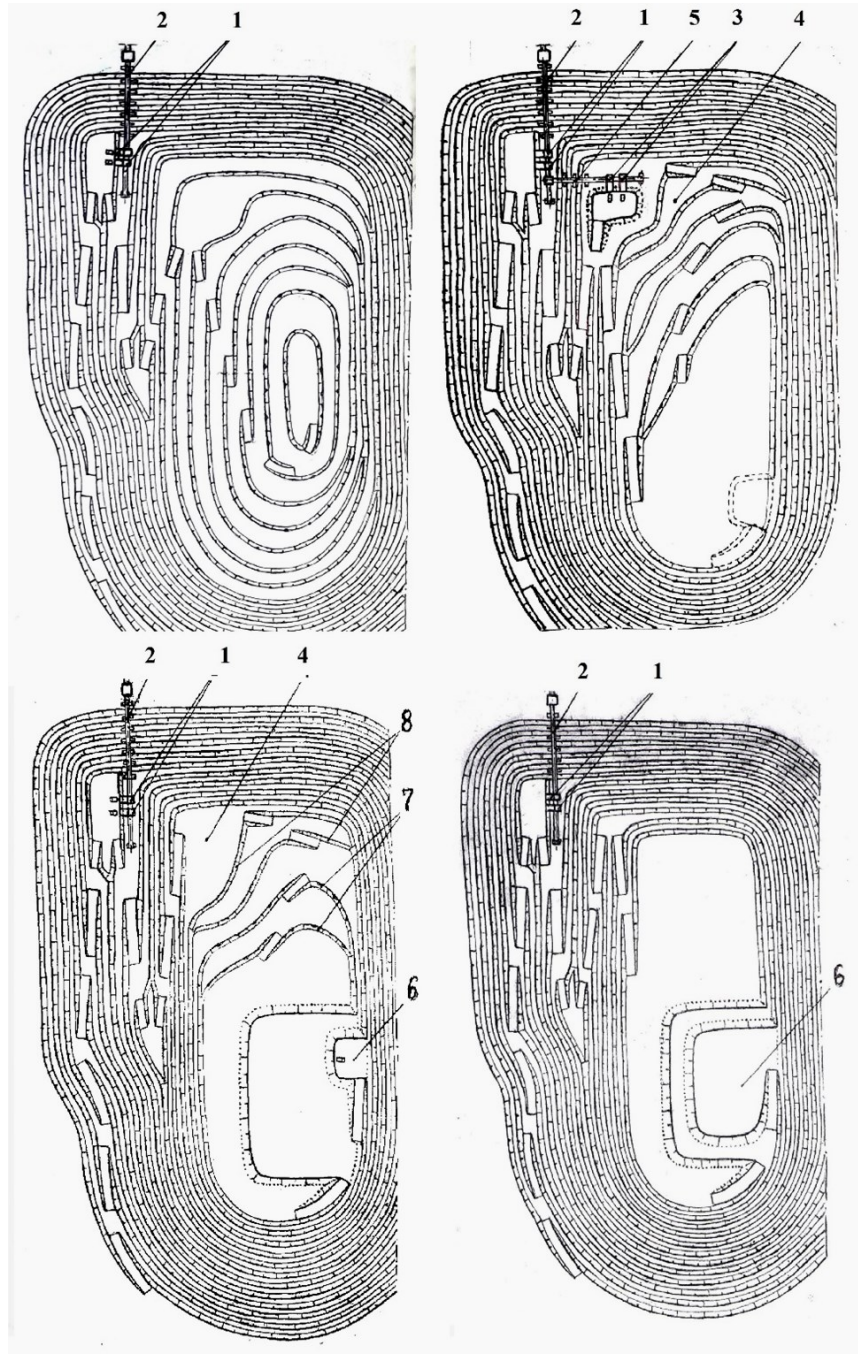


Рис. 2 – Схема разработки глубоких горизонтов карьера по циклично-поточной технологии с крутонаклонным конвейерным подъемником и внутрикарьерным складированием вскрышных пород:

- 1, 3 – ДПП;
- 2, 5 – крутонаклонные конвейеры;
- 4 – временный целик пород под ДПП;
- 6 – внутрикарьерный отвал вскрышных пород;
- 7 – уступы с полезным ископаемым;
- 8 – вскрышные уступы

Применение рассмотренной схемы позволит снизить затраты на разработку глубокозалегающих, вытянутых с большой площадью в плане месторождений полезных ископаемых с использованием автомобильно-конвейерного транспорта и внутрикарьерного складирования вскрышных пород. Это достигается за счет уменьшения длины холостого пробега автосамосвалов при разработке временного целика пород под нижним дробильно-перегрузочным пунктом.

В карьерах, разрабатывающих крутопадающие глубокозалегающие залежи полезного ископаемого с малыми размерами в плане, дробильно-конвейерный комплекс с ленточными конвейерами эффективно может быть использован только при его размещении на конечном борту в верхней части карьера. Для разработки глубинной части карьера на конечном борту должен быть сформирован дробильно-конвейерный комплекс с крутонаклонным конвейером. При необходимости выдачи из этой части карьера скальных и вскрышных пород могут быть использованы два крутонаклонных конвейерных подъемника, транспортирующих руду и вскрышные породы на поверхность на противоположные стороны от карьера. Для рационального формирования карьерного пространства хвостовые части подъемников, дробильно-перегрузочные пункты и капитальный автомобильный съезд должны быть размещены на одном борту карьера. Их необходимо разместить таким образом, чтобы хвостовые части конвейеров были параллельны нижней бровке верхнего уступа и верхней бровке нижнего уступа. Капитальный съезд должен использоваться в качестве заезда автосамосвалов из рабочей зоны карьера на разгрузочные площадки обоих дробильно-перегрузочных пунктов (рис. 3) [9]. При таком расположении дробильно-конвейерных комплексов в сравнении с расположением их на разных участках борта исключается устройство на конечном борту карьера дополнительных автомобильных съездов с выемкой под них больших объемов вскрышных пород.

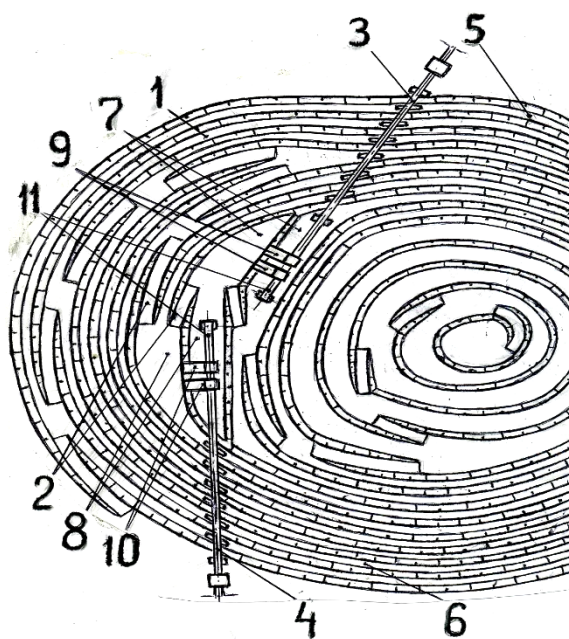


Рис. 3 – Карьер, глубокие горизонты которого разрабатываются с использованием дробильно-конвейерных комплексов ЦПТ с крутонаклонными конвейерными подъемниками:

- 1 – борт карьера с капитальным автомобильным съездом;
- 2, 3, 4 – крутонаклонные конвейерные подъемники;
- 5, 6 – противоположные борта карьера;
- 7, 8 – площадки дробильно-перегрузочных пунктов;
- 9, 10 – дробильно-перегрузочные пункты;
- 11 – хвостовые части крутонаклонных конвейерных подъемников

Крутонаклонный конвейерный подъем по сравнению с обычными ленточными конвейерами имеет ряд преимуществ: крутонаклонный конвейерный подъемник устанавливаются практически без проведения дополнительных горно-подготовительных работ на узком участке борта, что не сдерживает развитие горных работ по всему борту карьера и не требует проходки специальных траншей. Совместная параллельная работа двух лент в крутонаклонном конвейере повышает их результирующую прочность и тяговую способность приводов, что увеличивает высоту подъема горной массы одним ставом конвейера без перегрузки [10, 11].

При открытой разработке наклонных, глубокозалегающих, с небольшой шириной и вытянутых в плане месторождений рациональным является использование дробильно-конвейерных комплексов с ленточными конвейерными подъемниками, размещаемыми на конечном борту карьера со стороны лежачего бока залежи полезного ископаемого. Галереи со ставами ленточных конвейерных подъемников размещают в выработках, основания которых являются наклонными предохранительными бермами карьера, которые по трассе подъемника заменяют участки горизонтальных предохранительных берм карьера. Строительно-транспортные коммуникации, включающие площадки для установки монтажного крана и дороги для движения тракторной тележки, которая служит для подвоза к месту монтажа конвейерного оборудования и строительных конструкций, размещаются в таких же наклонных выработках, являющихся наклонными предохранительными бермами, заменяющими участки горизонтальных предохранительных берм карьера. Выработки одна от другой отделены откосом уступа. При таком размещении выработок не требуется разнос под них конечного борта карьера. Верхний стационарный ДПП размещают на площадке между выработками под конвейерные ставы (рис. 4). Площадка для разгрузки автосамосвалов размещается на уступ выше и граничит с разворотной площадкой капитального автомобильного съезда. ДПП на нижних горизонтах оборудуют передвижной дробильно-перегрузочной установкой и размещают на временном целике пород. После отработки глубинной части карьера этот ДПП демонтируют, а целик разрабатывают. При этом полезное ископаемое автосамосвалами транспортируют на ДПП на конечном борту карьера, а вскрышные породы – на поверхность. При больших размерах горизонта проектной глубины карьера руду из целика пород автосамосвалами транспортируют на дробильно-перегрузочный пункт, а вскрышные породы укладывают на горизонте проектной глубины карьера.

Для скальных месторождений полезных ископаемых с большими пространственными размерами и большим сроком эксплуатации, расположенных на небольшой глубине от поверхности, предложен способ разработки по циклично-поточной технологии с оптимальным шагом переноса дробильно-перегрузочного пункта по глубине карьера (рис. 5) [12]. При использовании такого способа разработки полезное ископаемое транспортируют из экскаваторных забоев на дробильно-перегрузочный пункт с конусной дробилкой. Заезд на ДПП осуществляется непосредственно с капитального съезда. Загрузка конусной дробилки производится с металлического моста, к которому крепятся бункеры, оснащенные пластинчатыми питателями. Дробленая горная масса подъемным конвейером в траншее выдается на поверхность и далее конвейерной линией – на дробильно-обогадательную фабрику. По мере понижения конечного борта дробильно-конвейерный комплекс на величину оптимального шага переноса дробильно-перегрузочного пункта по глубине переносят и устанавливают на новом месте вдоль капитального съезда с выдачей дробленой горной массы на поверхность другим подъемным конвейером, размещенным в новой траншее. Этот конвейер с максимальной длиной става по условию прочности конвейерной ленты, расположенный в верхней зоне карьера, удлиняют следующим конвейером, на который горная масса поступает с дробильно-перегрузочного пункта, расположенного на временном целике пород. После выдачи на поверхность всего объема полезного ископаемого дробильно-конвейерный комплекс демонтируют, а целик пород под ним с оставшимся объемом полезного ископаемого разрабатывают с выдачей горной массы на поверхность автомобильным транспортом.

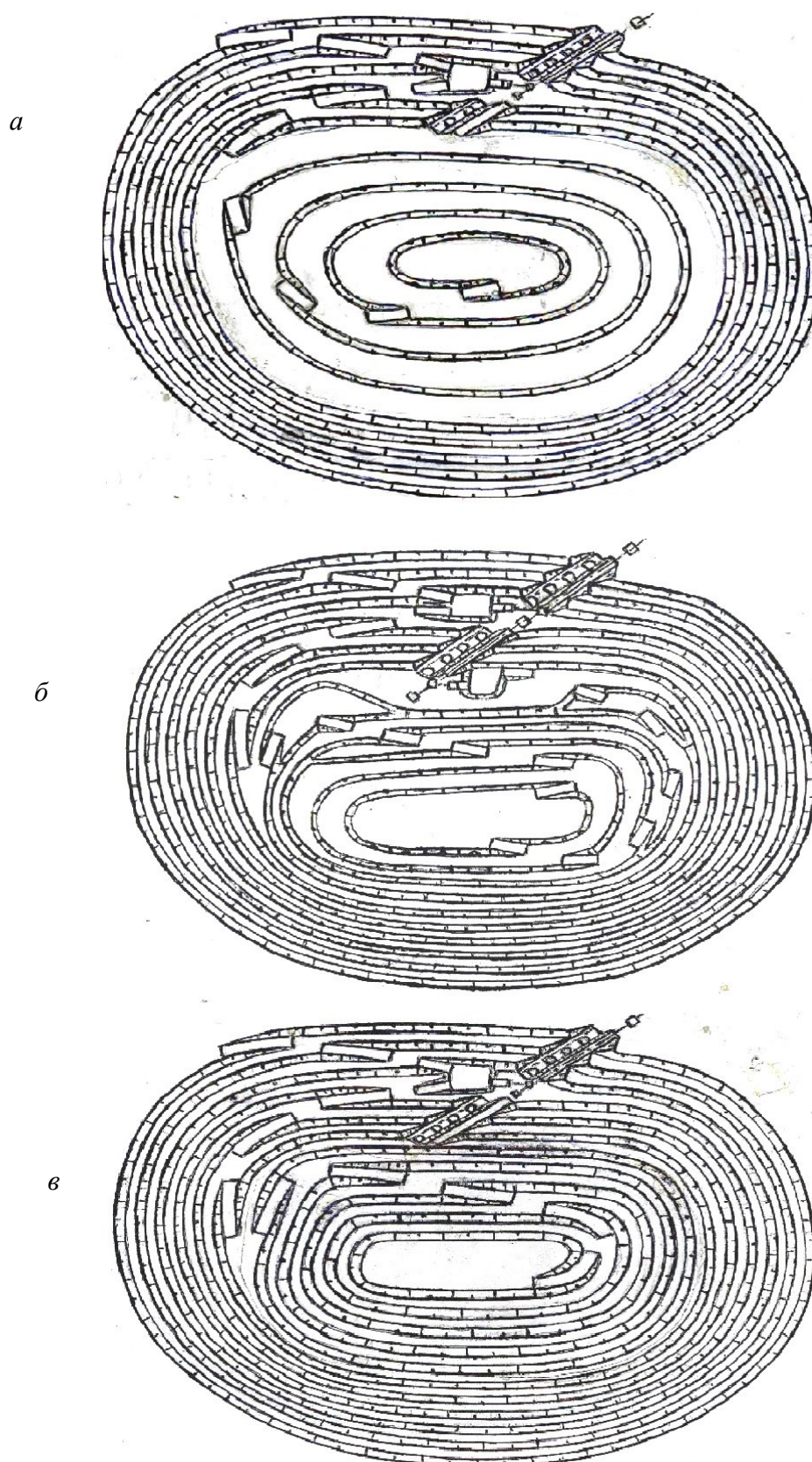


Рис. 4 – Разработка нижней части карьера с транспортированием полезного ископаемого:
а – на ДПП на конечном борту карьера, *б* – на ДПП на временном целике пород,
в – с транспортированием полезного ископаемого из этого целика при доработке карьера на ДПП на конечном борту карьера

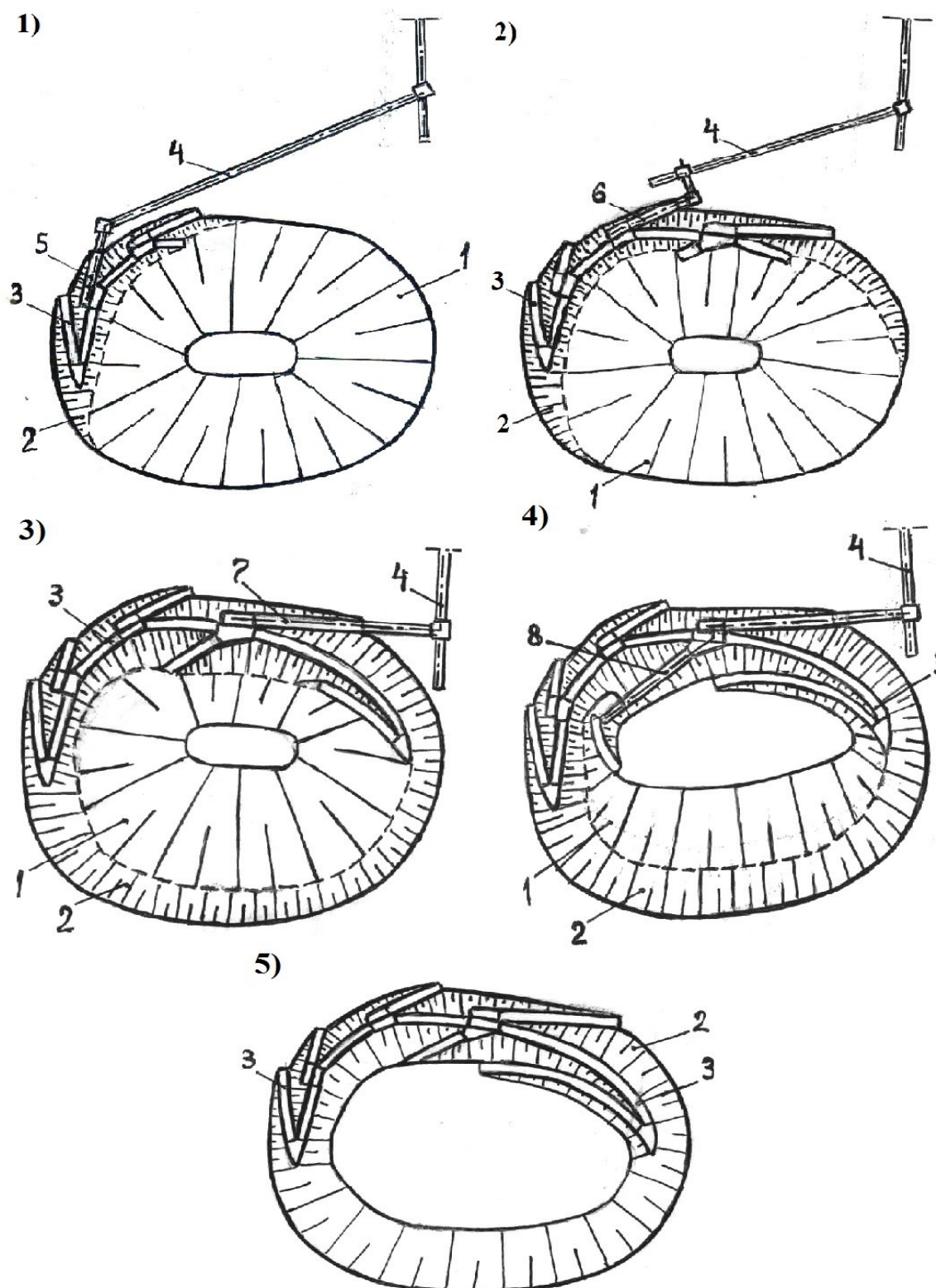


Рис. 5 – Формирование дробильно-конвейерных комплексов на бортах карьеров, разрабатывающих месторождения с большими пространственными размерами:

- 1 – рабочая зона карьера;
- 2 – конечный контур карьера;
- 3 – капитальный автомобильный съезд;
- 4 – конвейерная линия от карьера до ДОФ;
- 5, 6, 7, 8 – подъемные конвейеры от дробильно-перегрузочных пунктов, расположенных на разной глубине

Заключение

С учетом факторов, влияющих на выбор схемы циклично-поточной технологии, обоснованы схемы формирования дробильно-конвейерных комплексов на бортах карьеров для эффективной разработки глубокозалегающих месторождений полезных ископаемых с различными условиями их залегания. Предложены новые схемы, описывающие выполненные авторами на уровне изобретений способы разработки карьеров по циклично-поточной технологии и устройство карьера, разрабатываемое с ее применением. Они могут быть использованы в проектах карьеров, разрабатываемых месторождения с различными горнотехническими условиями их залегания.

Литература

1. Комплексная механизация процессов циклично-поточной технологии на карьерах / Б.А. Симкин, А.А. Дихтяр, А.П. Зиборов, Н.Н. Чаплыгин, В.П. Каменщук, В.И. Шубодеров. – М.: Недра, 1985. – 195 с.
2. Симкин Б.А. Перспективы развития циклично-поточной технологии / Б.А. Симкин, М.И. Буянов, В.И. Папичев // Вопросы технического перевооружения карьеров при комплексном освоении недр. – М.: ИПКОН АН СССР, 1986. – С. 6 – 12.
3. Поляков Н.С. Циклично-поточная технология и поточная технология горных работ для глубоких карьеров Кривбасса / Н.С. Поляков, Б.Н. Тартаковский, М.Ф. Друкованный. – Киев: Наукова думка, 1972. – 200 с.
4. Циклично-поточная технология добычи руды на карьерах Кривбасса / Б.Н. Тартаковский, В.С. Вишняков, И.И. Гаврилюк, М.С. Четверик, Н.М. Панчошный, Е.И. Кикова. – Киев: Техніка, 1978. – 175 с.
5. Кармаев Г.Д. Выбор горно-транспортного оборудования циклично-поточной технологии карьеров / Г.Д. Кармаев, А.В. Глебов. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. – 296 с.
6. Селянин В.Г. Интенсификация горных работ в глубоких карьерах / В.Г. Селянин. – М.: Недра, 1977. – 193 с.
7. Санакулов К.С. Технично-экономическая эффективность применения крутонаклонного конвейера на карьере „Мурунтау“ / К.С. Санакулов, Ф.Я. Умаров, П.А. Шеметов // Горный журнал. – 2013. – №8(1). – С. 17–19.
8. Пат. 2645051 Российская Федерация, МПК E21C 41/26. Способ открытой разработки месторождений полезных ископаемых / В.Л. Яковлев, В.А. Берсенёв, Г.Д. Кармаев, А.В. Семёнкин. – № 2016129631, заявл. 19.07.2016, опубл. 15.02.2018, Бюл. № 5.
9. Пат. 2632612 Российская Федерация, МПК E21C 41/26. Карьер / А.В. Глебов, В.А. Берсенёв, Г.Д. Кармаев, А.В. Семёнкин. – № 2016112247, заявл. 31.03.2016, опубл. 06.10.2017, Бюл. 28.
10. Мальгин О.Н. Проектирование, конструктивные и технологические особенности комплекса ЦПТ-РУДА с крутонаклонным конвейерным подъемником / О.Н. Мальгин, В.И. Шелепов, Е.Д. Ларионов // Горный журнал. – 2013. – №8(1). – С. 49 – 53.
11. Алдабаев Г.К. Циклично-поточная технология ЦПТ на базе крутонаклонного конвейера / Г.К. Алдабаев, В.И. Шелепов // 2012 / АО" Констар", 1995 – 2012 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ao-constar.com/cpt-ruda.php>.
12. Пат. 2579086 Российская Федерация, МПК E21C 41/26. Способ открытой разработки месторождений полезных ископаемых / В.Л. Яковлев, В.А. Берсенёв, Г.Д. Кармаев, Ю.А. Бахтурин, И.Г. Сумина. – № 2015103240 / 03, заявл. 02.02.2015, опубл. 27.03.2016, Бюл. № 9.