

УДК 622.236.3

СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СПЛОШНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

М.Ю. Кадеров, А.И. Косолапов

Аннотация

Способ циклично-поточной технологии заключается в комбинировании транспорта, где доставка вскрыши производится автосамосвалами на площадку для перегрузки её экскаватором в приемный бункер конвейерного транспорта с последующей транспортировкой к местам складирования, на месторождении с пологим или горизонтальным залеганием полезного ископаемого.

Ключевые слова

Технология, комбинированный транспорт, перегрузочный пункт, перегрузочный экскаватор, перегрузочная площадка, накопительная площадка, перегрузочный бункер, рабочая зона.

Сведения об авторах

Косолапов Александр Иннокентьевич

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Институт горного дела, геологии и геотехнологий, кафедра «Открытые горные работы»,
Заведующий кафедрой, доктор техн. наук, профессор,
660025 г. Красноярск, пр. имени газеты Красноярский рабочий, д. 95, каб.
262,

Тел. 8-902-991-0654,

E-mail: kosolapov1953@mail.ru

Кадеров Михаил Юрьевич

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Институт горного дела, геологии и геотехнологий, кафедра «Открытые горные работы»,
Доцент кафедры, канд. техн. наук,
660025 г. Красноярск, пр. имени газеты Красноярский рабочий, д. 95, каб.
303,

Тел. 8-913-533-8879

E-mail: kaderov@list.ru

СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СПЛОШНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

М.Ю. Кадеров, А.И. Косолапов

Последовательное использование двух или нескольких видов транспорта с промежуточной перегрузкой горных пород направлено на создание условий наиболее эффективной эксплуатации каждого из них [5].

Поэтому комбинирование колесного транспорта с конвейерным, находит отражение в различных способах организации циклично-поточной технологии разработки месторождения.

Так, например, схему организации циклично-поточной технологии карьера с автомобильно-конвейерным транспортом и дробильно-перегрузочными пунктами, представленную на рис. 1, целесообразно применять на глубоких карьерах при углубочной системе разработки, позволяя обеспечивать большие грузопотоки.

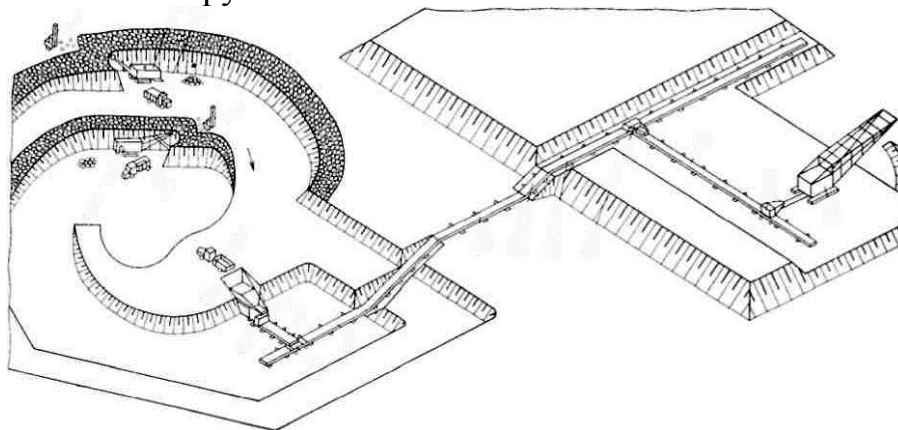


Рис. 1. Схема карьера с автомобильно-конвейерным транспортом и дробильно-перегрузочным пунктом для руды и породы [1]

На дробильно-перегрузочный пункт горная масса доставляется от забоев автосамосвалами и после дробления поступает на систему конвейеров. Порода транспортируется магистральными и отвальными конвейерами на обогатительную фабрику и на отвалообразователь.

Следующая рассмотренная схема (рис. 2), предложена акад. Н.В. Мельниковым, как наиболее простой технологический комплекс «экскаватор-карьер» [2].

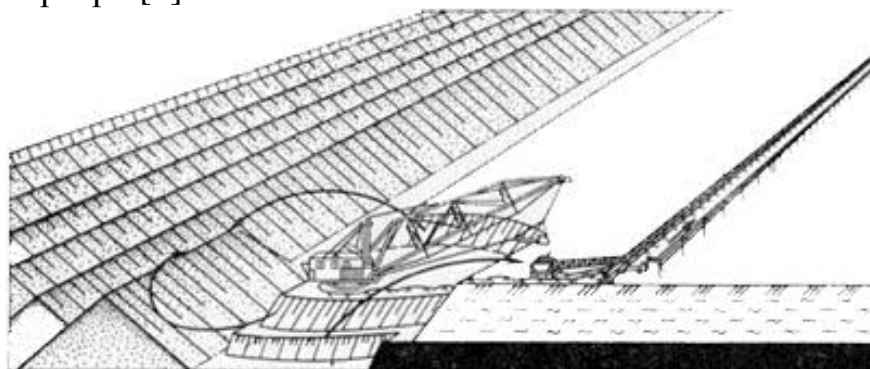


Рис. 2. Схема технологического комплекса «экскаватор-карьер»

Вскрышные и добычные работы в этом случае выполняются поочередно одним драглайном, установленным на поверхности или на промежуточном горизонте. Полезное ископаемое отгружается через самоходный бункер-перегрузочный пункт, вместимость которого должна быть в 8-10 раз больше емкости ковша драглайна [2]. А пустые породы экскавируются в отвал в выработанное пространство.

Также рассмотрели возможность создания в карьере перегрузочного пункта на примере разработки месторождений полезных ископаемых с экскаваторно-бункерным перегрузочным пунктом (рис. 3).

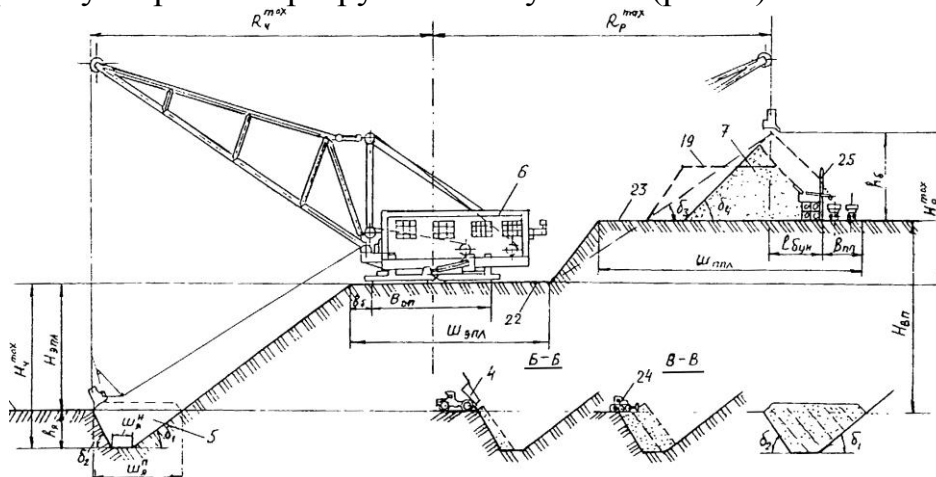


Рис. 3. Экскаваторно-бункерный перегрузочный пункт

Отработка верхней группы уступов карьера предусматривается с погрузкой вскрыши в средства железнодорожного транспорта для транспортирования в отвал. Порода нижних вскрышных уступов доставляется на перегрузочный пункт автосамосвалами, с последующей её перегрузкой в средства железнодорожного транспорта и вывозом в отвал [3].

На основании выше представленных схем был разработан способ для отработки месторождения с пологим или горизонтальным залеганием полезного ископаемого с вытянутой формой разреза в плане, позволяющий вынести транспортные линии из рабочей зоны карьера либо разреза.

Способ применения циклично-поточной технологии при сплошной системе разработки (рис. 4), заключается в комбинировании транспорта, где экскавацию вскрыши производят выемочно-погрузочными машинами типа мехлопата с погрузкой в автосамосвалы и транспортировкой на площадку для перегрузки её драглайном в приемный бункер конвейера с последующей транспортировкой породы к местам складирования [4].

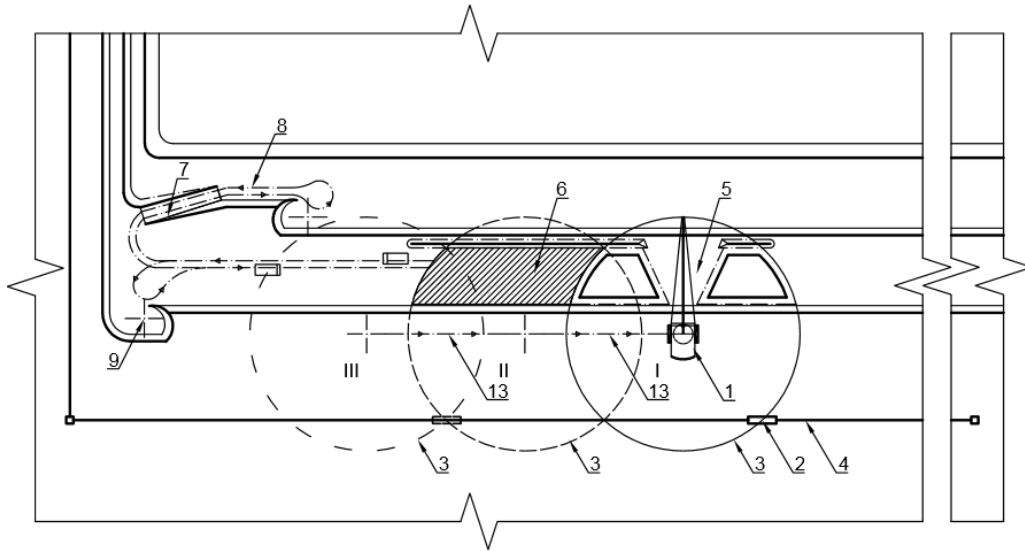


Рис. 4. Схема работы оборудования на уступах [4]:

1 - перегрузочный экскаватор-драглайн, 2 - загрузочный бункер; 3 - зона действия экскаватора-драглайна; 4 - конвейерный транспорт; 5 - площадка для работы экскаватора-драглайна; 6 - разгрузочная площадка для автотранспорта; 7 - транспортный съезд; 8 - ось хода автосамосвалов; 9 - выемочно-погрузочная машина; 13 - ось хода экскаватора-драглайна; I, II, III - место стояния экскаватора-драглайна на поверхности

Перегрузочно-накопительная площадка состоит из двух площадок: площадки для работы экскаватора-драглайна 5 и разгрузочной площадки для автотранспорта 6. По мере перегрузки породы с площадки 5 и заполнения породой площадки 6, экскаватор-драглайн 1 и при необходимости загрузочный бункер 2 перемещаются на новое место стояния (II, III). Разгрузочная площадка, перегрузочный экскаватор и бункер перемещаются за выемочно-погрузочной машиной 9 вдоль фронта горных работ. Автотранспорт перемещается к разгрузочной площадке 6 по рабочей площадке и по стационарным или временным съездам 7.

Драглайн может располагаться на дневной поверхности, на рабочей площадке борта, в торцах разреза.

При расположении перегрузочного драглайна на дневной поверхности, конвейерная линия размещается за пределами рабочей зоны, что позволяет сократить количество её передвижек.

Количество драглайнов можно определить по представленному выражению (1), которое, главным образом, зависит от производительности разреза по вскрыше.

$$n_{пэ} = \frac{Q_{впэ} \cdot n_{впэ} \cdot k_p}{Q_{пэ}} \text{ или } n_{пэ} = \frac{V_v \cdot k_p}{Q_{пэ}}, \text{ ед,} \quad (1)$$

где: $n_{пэ}$ – количество экскаваторов-драглайнов, ед;

$Q_{впэ}$ – производительность выемочно-погрузочной машины, м³/год;

V_v – производительность карьера по вскрыше, м³/год;

$n_{впэ}$ – количество выемочно-погрузочной машины, ед;

k_p – коэффициент разрыхления вскрышной породы;

$Q_{пэ}$ – производительность экскаватора-драглайна, м³/год,

По мере подвигания выемочно-погрузочных машин вдоль фронта горных работ экскаватор-драглайн перемещается за ними со скоростью меньшей или равной скорости подвигания выемочно-погрузочных машин:

- в случае условия неравенства скорости $v_{пэ} < v_{впэ}$

при работе в торце карьера происходит сближение забоев выемочно-погрузочных машин с перегрузочно-накопительной площадкой, экскаватор-драглайн и загрузочный бункер перемещают в обратную сторону вдоль фронта на расстояние $L_{ох}$ измеряемое от торца разреза;

$$L_{ох} = \frac{v_{впэ}}{v_{пэ}} \cdot l_{пп} + l_6 + l_{min} + 2 \cdot R_p^{впэ} \cdot n_{впэ} + R_p^{пэ}, \text{ м}, \quad (2)$$

где: $L_{ох}$ – расстояние от торца карьера до экскаватора-драглайна при обратном перемещении вдоль фронта, м;

$v_{впэ}, v_{пэ}$ – скорость подвигания выемочно-погрузочной машины и экскаватора-драглайна вдоль фронта горных работ, м/с;

$l_{пп}$ – длина перегрузочно-накопительной площадки, м;

l_6 – безопасное расстояние между выемочно-погрузочными машинами расположенных на смежных горизонтах, м;

l_{min} – минимально возможная длина перегрузочно-накопительной площадки, м;

$n_{впэ}$ – количество выемочно-погрузочной машины, ед;

$R_p^{впэ}$ – радиус действия выемочно-погрузочной машины, м;

$R_p^{пэ}$ – радиус действия экскаватора-драглайна, м,

- в случае условия равенства скоростей $v_{пэ} = v_{впэ}$

экскаватор-драглайн и загрузочный бункер подходят к торцу на расстояние $L_{ост}$ и продолжают работу по перегрузке, пока к нему не приблизится выемочно-погрузочная машина.

$$L_{ост} = l_{пп} + l_6 + l_{min} + 2 \cdot R_p^{впэ} \cdot n_{впэ} + R_p^{пэ}, \text{ м}, \quad (3)$$

где: $L_{ост}$ – расстояние остановки экскаватора-драглайна, измеряемое от торца карьера при обратном движении выемочно-погрузочной машины, м;

$l_{пп}$ – длина перегрузочно-накопительной площадки, м;

l_6 – безопасное расстояние между выемочно-погрузочными машинами, расположенными на смежных горизонтах, м;

l_{min} – минимально возможная длина перегрузочно-накопительной площадки, м;

$R_p^{впэ}$ – радиус действия выемочно-погрузочной машины, м;

$n_{впэ}$ – количество выемочно-погрузочной машины, ед;

$R_p^{пэ}$ – радиус действия экскаватора-драглайна, м,

Расчеты, связанные с определением расстояний отхода или остановки, необходимы для создания перегрузочной площадки в торце разреза определённой длины $l_{пп}$ и установки экскаватора-драглайна в положение Ia (рис. 5) для перегрузки вскрыши на конвейер.

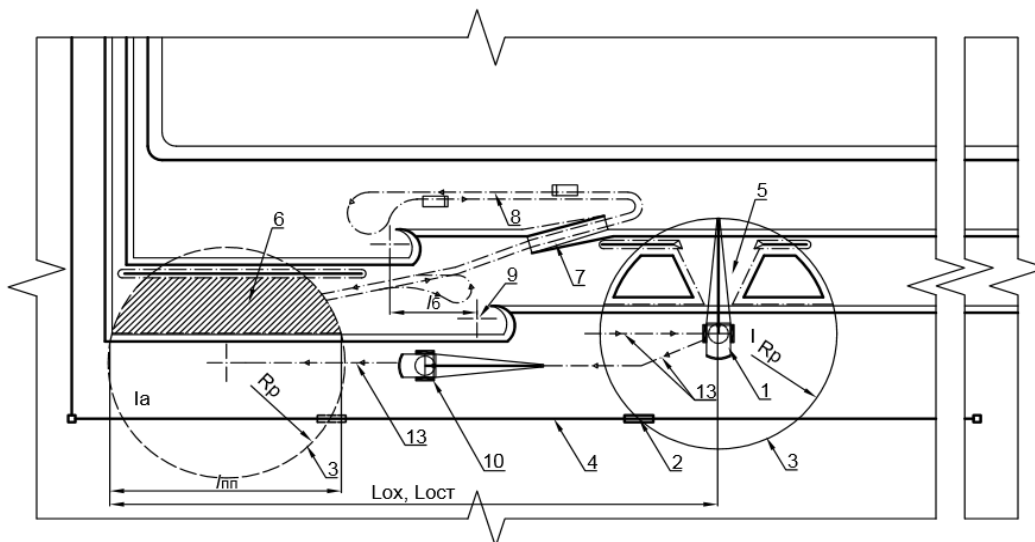


Рисунок 5. Схема работы перегрузочного экскаватора в новой заходке с минимальной длиной площадки, образуемой при отходе выемочно-погрузочной машины от торца карьера [4]:

1 - перегрузочный экскаватор-драглайн, 2 - загрузочный бункер; 3 - зона действия экскаватора-драглайна; 4 - конвейерный или железнодорожный транспорт; 5 - площадка для работы экскаватора-драглайна; 6 - разгрузочная площадка для автотранспорта; 7 - транспортный съезд; 8 - ось хода автосамосвалов; 9 - выемочно-погрузочная машина; 10 - перегрузочный экскаватор-драглайн в перегоне; 13 - ось хода экскаватора-драглайна; I, Ia, II, III - место стояния экскаватора-драглайна на поверхности

Определение длины перегрузочной площадки различно, так при подготовке площадки в торце она будет сперва разгрузочной, а потом площадкой для работы экскаватора драглайна, тогда как при работе по фронту она будет состоять из двух площадок – разгрузочной и перегрузочной.

- при этом, длину перегрузочно-накопительной площадки определяют из условия:

$$l_{пп} = 2 \cdot \left(\sqrt{R_p^2 - b_{п}^2} - R_p - \sqrt{(\text{Ш}_{рч} + b_{п})^2 - R_p^2} \right), \text{ м}, \quad (4)$$

где: $l_{пп}$ – длина перегрузочно-накопительной площадки (рис. 4), м;

R_p – радиус действия экскаватора-драглайна, м;

$b_{п}$ – ширина бермы безопасности (ширина призмы возможного обрушения);

$\text{Ш}_{рч}$ – ширина зоны перегрузочно-накопительной площадки для разгрузки автотранспорта, м,

- а длину перегрузочно-накопительной площадки при перестановке экскаватора-драглайна в торец определяют из условия:

$$l_{пп} = 2 \cdot \sqrt{R_p^2 - b_{п}^2}, \text{ м}, \quad (5)$$

где: $l_{пп}$ – длина перегрузочно-накопительной площадки в торце карьера (рис. 5), м;

R_p – радиус действия экскаватора-драглайна, м;

$b_{п}$ – ширина бермы безопасности (ширина призмы возможного обрушения),

Оперируя параметрами площадки и рабочими параметрами экскаватора драглайна, нетрудно вычислить площадь перегрузочно-накопительной площадки $S_{пп}$ и её объём $V_{пп}$

$$S_{пп} = \frac{l_{пп} + 2 \cdot \sqrt{(\text{Ш}_{рч} + b_{п})^2 - R_{р}^2}}{2} \cdot \text{Ш}_{рч}, \text{ м}^2; \quad (6)$$

$$V_{пп} = S_{пп} \cdot h_{сл} \cdot k_{но}, \text{ м}^3, \quad (7)$$

где $S_{пп}$ – площадь перегрузочно-накопительной площадки, м^2 ;

$l_{пп}$ – длина перегрузочно-накопительной площадки, м;

$R_{р}$ – радиус действия экскаватора-драглайна, м;

$b_{п}$ – ширина бермы безопасности (ширина призмы возможного обрушения);

$\text{Ш}_{рч}$ – ширина зоны перегрузочно-накопительной площадки для разгрузки автотранспорта, м;

$h_{сл}$ – мощность слоя, м;

$k_{но}$ – коэффициент непостоянности мощности слоя при разгрузки автосамосвалов, 0,5-0,9.

При обработке месторождений с пологим залеганием полезного ископаемого по мере удаления фронта горных работ от выходов и увеличения мощности вмещающих пород можно применять предложенный способ с разделением на две рабочие зоны, выделяя уступы верхней и нижней группы.

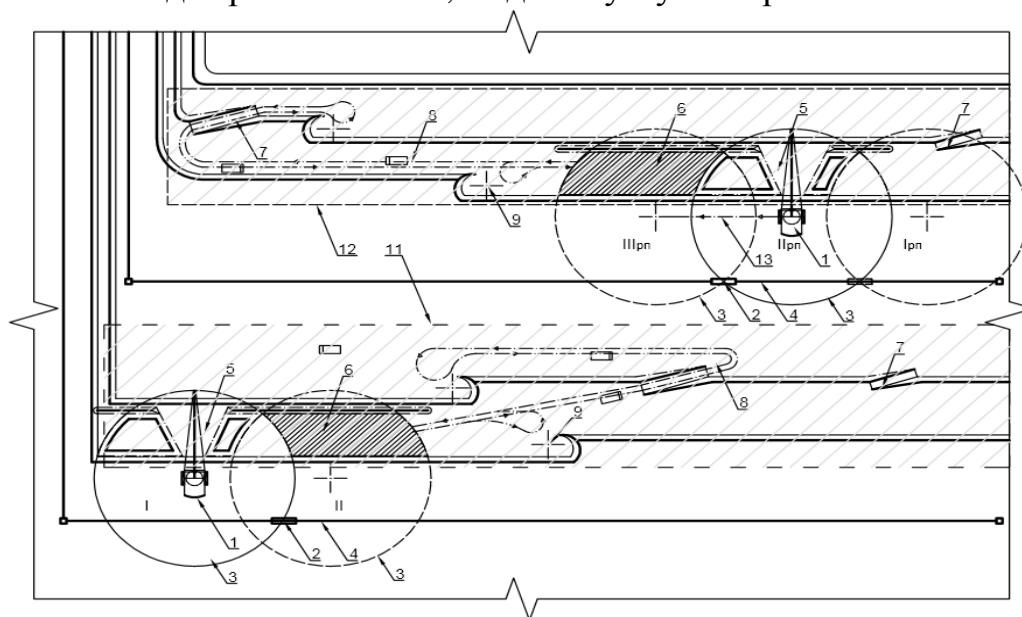


Рис. 5. Схема разработки месторождения несколькими рабочими зонами [4]:

1 - перегрузочный экскаватор-драглайн, 2 - загрузочный бункер; 3 - зона действия экскаватора-драглайна; 4 - конвейерный или железнодорожный транспорт; 5 - площадка для работы экскаватора-драглайна; 6 - разгрузочная площадка для автотранспорта; 7 - транспортный съезд; 8 - ось хода автосамосвалов; 9 - выемочно-погрузочная машина; 10 - перегрузочный экскаватор-драглайн в перегоне; 11,12 - рабочие зоны верхней и нижней групп уступов; 13 - ось хода экскаватора-драглайна; I, Ia, II, III - место стояния экскаватора-драглайна на поверхности

Представленный способ имеет ряд достоинств и недостатков.

К достоинствам можно отнести:

- размещение конвейерного транспорта за пределами рабочей зоны верхней группы уступов карьера;
- разделение процессов разгрузки автосамосвалов и погрузки горной массы в загрузочный бункер конвейерного транспорта;
- сокращение капитальных затрат на приобретение забойных конвейерных линий для каждой выемочно-погрузочной машины.

К недостаткам – невозможность установки дополнительного перегрузочного экскаватора-драглайна при увеличении производительности разреза.

После доставки пустой породы на перегрузочно-накопительную площадку вскрыша грузится экскаватором-драглайном через передвижной бункер на конвейер. Порода перемещается на внутренний или внешний отвал до отвалообразователя, который производит её укладку.

Список литературы

1. Спиваковский А.О., Потапов М.Г. Транспортные машины и комплексы открытых горных разработок. Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1983. – 383 с.
2. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть 2. – М.: Недра, 1985. – 548 с.
3. Способ открытой разработки с применением комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта. Патент Р.Ф. №2204720, кл. E21C41/26, E21C47/00, 2001.
4. Способ открытой разработки месторождений с применением комбинированного транспорта. Патент Р.Ф. №2559262, кл. E21C41/26, E21C47/00, 2014.
5. Трубецкой К.Н., Потапов М.Г., Виницкий К.Е., Мельников Н.Н. и др. Справочник. Открытые горные работы. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.