

Код МРНТИ 52.13.17

*Д. Крамсаков¹, И. Столповских¹, С. Кузьмин², С. Мелентьев²¹НАО Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),²НАО Рудненский индустриальный институт (г. Рудный, Казахстан)

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОНТЕЙНЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ГОРНЫХ ПОРОД В КАРЬЕРАХ

Аннотация. В настоящее время при использовании на карьерах комбинированных видов транспорта процесс промежуточной перегрузки горной массы является неотъемлемой частью технологии производства. На перегрузочных складах рудных карьеров в настоящее время перегружается до 50-60% добываемой горной массы. В этой связи развитие методов исследования, обоснования и расчета параметров контейнерной технологии перегрузки горной массы на карьерах, обеспечивающей экономическую и производственную эффективность предприятия, является актуальной научной и практической задачей, имеющей отраслевое значение. В статье предлагаются новые возможности повышения эффективности эксплуатации перегрузочных пунктов горной массы в карьерах путем обоснования методики проектирования пунктов перегрузки руды, условий и параметров контейнерной технологии с использованием карьерной подъемной машины на базе драглайна ЭШ-13/50.

Ключевые слова: карьер, перегрузочный узел, комбинированный транспорт, контейнерная технология, шагающий экскаватор, подъемная машина, технико-экономический расчет, экономический эффект.

Карьерлерде тау жыныстарын шамадан тыс жүктеу кезінде контейнерлік технологияны қолдану негіздемесі

Андатпа. Қазіргі уақытта карьерлерде көліктің аралас түрлерін пайдалану кезінде тау-кен массасын аралық қайта тиеу процесі өндіріс технологиясының құрамдас бөлігі болып табылады. Кен карьерлерінің ауыстырып тиеу қоймаларында қазылған тау-кен массасының 50-60%-ы қазіргі уақытта қайта тиеледі. Осыған байланысты карьерлерде тау-кен массасын қайта тиеу, кәсіпорын қызметінің экономикалық және өндірістік тиімділігін қамтамасыз ету үшін контейнерлік технология параметрлерін зерттеу, негіздеу және есептеу әдістерін жасау өндірістік маңызы бар өзекті ғылыми-тәжірибелік міндет болып табылады. Мақалада кенді тасымалдау пункттерін жобалау әдістемесін, ЭЖ-13/50 драглайн негізіндегі карьерлік жүк көтергіш машинасы пайдалану отырып, контейнерлік технологияның шарттары мен параметрлерін жобалау әдістемесін негіздеу арқылы карьерлердегі тау жыныстарын тасымалдау пункттерін пайдалану тиімділігін арттырудың жана мүмкіндіктері ұсынылған.

Түйінді сөздер: карьер, қайта тиеу торабы, аралас көлік, контейнерлік технология, жаяу экскаватор, көтеру машинасы, техникалық-экономикалық есептеу, экономикалық әсер.

Justification of the use of container technology in the transshipment of rocks in quarries

Abstract. At present, when using combined types of transport in quarries, the process of intermediate reloading of rock mass is an integral part of the production technology. At the reloading warehouses of ore quarries, up to 50-60% of the mined rock mass is currently reloaded. In this regard, the development of methods for research, justification and calculation of parameters of container technology for handling rock mass in quarries, ensuring the economic and production efficiency of the enterprise, is a pressing scientific and practical task of industry significance. The article proposes new possibilities for increasing the efficiency of operation of rock mass transfer points in quarries by substantiating the design methodology for ore transfer points, conditions and parameters of container technology using a quarry hoist based on the WE-13/50 dragline.

Key words: quarry, transshipment hub, combined transport, container technology, walking excavator, lifting machine, technical and economic calculation, economic effect.

Введение

Увеличение глубины отработки месторождений полезных ископаемых открытым способом и расстояния транспортирования горной массы автомобильным транспортом приводит к росту общих затрат. Карьерный транспорт является основным источником воздействия на окружающую среду за счет высоких выбросов отработанных газов в атмосферу, пыления поверхности автодорог, перевозимой горной массы. В таких условиях оптимизация транспортной составляющей является приоритетной задачей.

Перегрузочный пункт горной массы в карьерах является связующим звеном, соединяя различные виды транспорта в единую технологическую систему. От правильного выбора конструкции, места расположения в карьерном пространстве и шага переноса перегрузочного пункта зависят производительность, бесперебойность и ритмичность работы погрузочно-транспортного комплекса в целом. В таких условиях актуальной является задача уменьшения ширины площадок, занимаемых внутрикарьерными перегрузочными пунктами.

В настоящее время отсутствуют технологические схемы и обоснованные методики расчета параметров перегрузочных складов, позволяющие эффективно применять на них современные интеллектуальные контейнерные технологии с использованием карьерной подъемной машины на базе драглайна ЭШ-13/50, получивших широкое рас-

пространение на предприятиях.

Идея работы заключается в снижении затрат энергии на подъем и перегрузку горной массы на внутрикарьерных подъемно-перегрузочных пунктах и повышения эффективности их эксплуатации.

Целью работы являются обоснование параметров и разработка методики проектирования пунктов перегрузки руды при контейнерной технологии с использованием в качестве складского оборудования карьерной подъемной машины на базе драглайна ЭШ-13/50.

Проведенный анализ литературы [1-3] позволяет констатировать, что в настоящее время различают несколько типов эстакадных пунктов перегрузки [4] (рис. 1): вся горная масса полностью перегружается из автосамосвалов непосредственно в думпкары; разгрузка производится в специальный полустационарный или стационарный бункер, из которого горная масса самотеком либо с помощью вибропитателей перемещается в железнодорожные думпкары.

Эстакадные пункты перегрузки имеют серьезные недостатки: сложность загрузки автосамосвалами думпкаров на полную грузоподъемность последних; трудоемкость переноса эстакад на нижние горизонты; запыленность при одновременной разгрузке большого объема горной массы.

На карьерах наибольшее применение нашли экскаваторная перегрузка горной массы, при этом оборудование

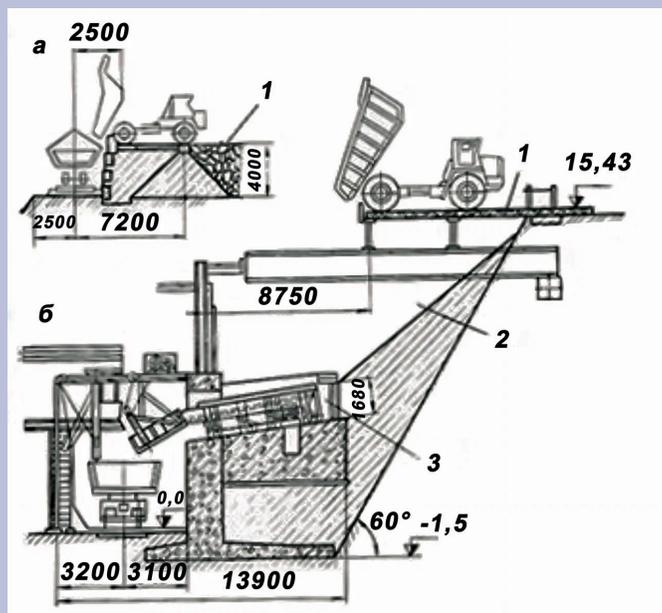


Рис. 1. Эстакадные схемы перегрузки горной массы:

1 – эстакада, 2 – борт карьера, 3 – вибропитатель;
 а – непосредственная перегрузка в думпкары,
 б – перегрузка через вибропитатель.

Сурет 1. Тау массасын қайта тиеуге арналған эстакадалардың схемалары: 1 – эстакада, 2 – шұңқыр жағы, 3 – дірілдеткіш фидер; а – самосвалдарға тікелей тиеу, б – діріл фидер арқылы шамадан тыс жүктеу.

Figure 1. Trestle schemes for handling rock mass:

1 – overpass, 2 – quarry side, 3 – vibratory feeder; а – direct transfer to dump cars, б – transfer through vibratory feeder.

перегрузочного пункта состоит из одного или нескольких экскаваторов [5, 6].

Заглубленные склады устраиваются в специально выполненной выемке (приямке), в которую разгружаются автосамосвалы, и выполняют, как правило, одну определенную функцию [6, 7]. Склады бортового типа представляют собой призму отсыпаемого под откос уступа материала и подразделяются на фронтальные и торцовые. Главными их недостатками являются консервация объемов руды под складом из-за его большой длины и низкая производительность экскаватора на складе, что приводит к созданию в карьере нескольких складов [8]. Трудности с размещением перегрузочных складов в рабочей зоне карьеров возрастают с увеличением глубины карьеров, что вынуждает искать новые технические решения.

Материалы и методы

Одним из вариантов снижения объемов экскавации на складах и одновременного сокращения площадей под перегрузочные пункты может быть использование на перегрузке горной массы в железнодорожные вагоны карьерных подъемных машин с контейнерами для горной массы. Подъем горной массы с помощью драглайнов в качестве подъемных машин предлагался и ранее [9]. Однако, среди существующих базовых моделей драглайнов нет малогабаритных, но с большой концевой нагрузкой на подъемном канате. Малогабаритность не-

обходима в стесненных условиях глубоких горизонтов карьера, а концевая нагрузка на подъемном канате свыше 100 тонн может обеспечить работу с контейнерами грузоподъемностью, соразмерной с грузоподъемностью железнодорожных вагонов и увеличить производительность перегрузочных пунктов по сравнению с известными экскаваторными в 2-2,5 раза [10]. Подъемная машина будет располагаться на промежуточном уступе, согласно рис. 2.

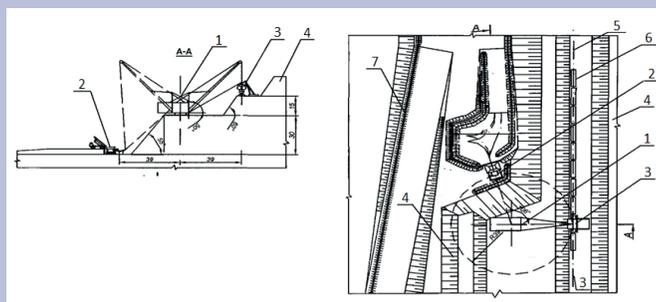


Рис. 2. Схема внутрикарьерного подъемно-перегрузочного пункта с карьерной подъемной машиной на базе драглайна ЭШ-13/50: 1 – подъемная машина, 2 – площадка приема груженых контейнеров, 3 – устройство разгрузки контейнеров в железнодорожные вагоны, 4 – карьерные уступы, 5 – железнодорожные пути, 6 – состав железнодорожных думпкаров, 7 – внутрикарьерная дорога.

Сурет 2. Карьердің ішіндегі көтеру-қайта тиеу пунктінің сызбасы ЭШ-13/50 драглайнға негізделген карьерді көтеру машинасымен: 1 – көтергіш машина, 2 – тиелген контейнерлерді қабылдауға арналған платформа, 3 – контейнерлерді теміржол вагондарына түсіруге арналған құрылғы, 4 – карьердің жиектері, 5 – темір жолдар, 6 – темір жол вагондарының құрамы, 7 – карьерішілік жол.

Figure 2. The scheme of the intra-barrier lifting and reloading point with a quarry lifting machine based on the ASH-13/50 dragline: 1 – lifting machine, 2 – platform for receiving loaded containers, 3 – device for unloading containers into railway cars, 4 – quarry benches, 5 – railway tracks, 6 – train of railway dump cars, 7 – quarry internal road.

Радиус разгрузки драглайна R_p может быть определен по формуле:

$$R_p = L_c \cos(\gamma) + d, \text{ м}, \quad (1)$$

где L_c – длина стрелы драглайна, м;

γ – угол наклона стрелы драглайна, град.;

d – расстояние от оси вращения драглайна до пяты его стрелы, м.

$$R_p = 50 \cos 30^\circ + 5 = 48,3 \text{ м}.$$

Высота предотвала $H_{пред.}$ может быть определена по формуле:

$$H_{\text{пер}} = (R_p - B - C) \operatorname{tg}(\beta), \text{ м}, \quad (2)$$

где B – расстояние от оси контейнера до нижней бровки предотвала, м;

C – безопасное расстояние от оси вращения драглайна до верхней бровки предотвала, м;

β – угол откоса отвала, град.

$$H_{\text{пер}} = (48,3 - 6 - 1) \operatorname{tg} 40^\circ = 34,65, \text{ м}. \quad (3)$$

Принимаем высоту предотвала 30 метров и железнодо- рожный тупик будет располагаться на высоте 15 метров выше уровня установки подъемной машины. Это позволит сократить плечо откатки самосвалов, так как один перегрузочный склад с контейнерами обеспечивает подъем горной породы на 45 метров.

По схеме, приведенной на рис. 3, горную массу достав- ляют от забоев автосамосвалами любой грузоподъемно- сти и выгружают в бункер пластинчатого или ленточного питателя, из которого заполняют контейнеры по мере их подачи карьерной подъемной машиной.

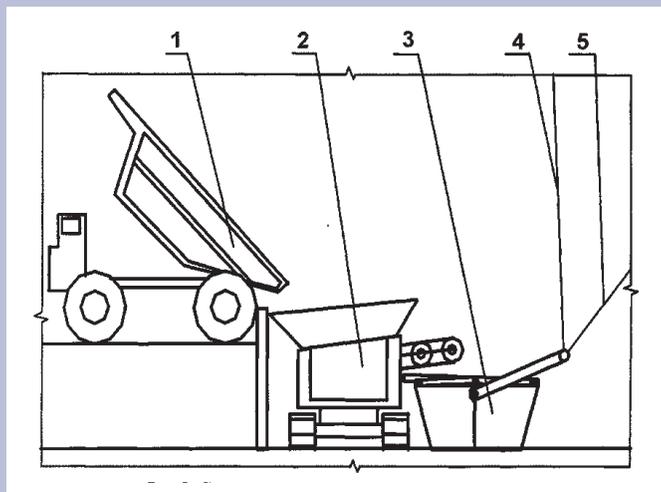


Рис. 3. Схема заполнения контейнера горной массой:

1 – автосамосвал, 2 – питатель с бункером,
3 – контейнер, 4 – подъемный канат драглайна,
5 – тяговый канат драглайна.

Сурет 3. Контейнерді тау-кен массасымен толтыру схемасы: 1 – автосамосвал, 2 – бункермен қоректендіргіш, 3 – контейнер, 4 – драглайн көтергіш арқан, 5 – драглайн тартқыш арқан.

Figure 3. Scheme of filling the container with rock mass:

1 – dump truck, 2 – feeder with hopper,
3 – container, 4 – dragline lifting rope,
5 – dragline traction rope.

Недостатком такой схемы является пониженная ско- рость заполнения контейнера. При этом надо правильно выбрать питатель, например, питатель типа 1-24-150, имеющий ширину полотна 2400 мм, мощность привода 37,5 кВт и собственную массу 108 т при высоте рабоче- го слоя 0,8 м с насыпной плотностью материала 1,5 т/м³ обеспечивает производительность 2000 м³/ч или 0,83 т/с [10]. При такой производительности на заполнение кон-

тейнера грузоподъемностью 35 тонн потребуется 42 се- кунды, что значительно удлинит рабочий цикл карьерной подъемной машины и снизит ее производительность. Для обеспечения времени загрузки контейнера в пределах 25 с. необходимо подобрать питатель с подачей не менее 1,4 т/с или 3360 м³/ч.

Разгрузка контейнера в думпкары будет производиться автоматически. На рис. 4 приводится схема разгрузки с применением прицельной плиты.

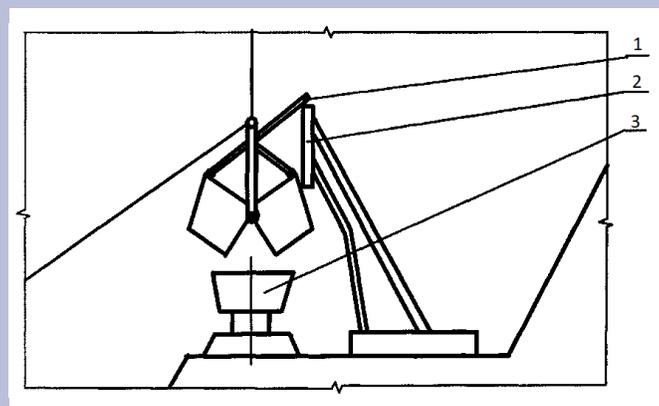


Рис. 4. Схема выгрузки горной массы из контейнера с донной разгрузкой: 1 – рычаг привода в действие механизма донной разгрузки контейнера, 2 – прицельная плита, 3 – думпкар.

Сурет 4. Тау-кен массасын контейнерден түсіру схемасы төменгі разрядпен: 1 – контейнерді түбінен түсіру механизмін іске қосу тетігі, 2 – қору тақтасы, 3 – думпкар.

Figure 4. Scheme of unloading rock mass from a container: 1 – lever for actuating the bottom unloading mechanism of the container, 2 – sighting plate, 3 – dumpcar.

Обсуждение

Комплексная сравнительная оценка предлагаемой схе- мы перегрузочного пункта и существующего внутрика- рьерного склада штабельного типа выполнена по следу- ющим показателям: стоимость комплекта оборудования (таблица 1); годовые эксплуатационные затраты (табли- ца 2); сводные экономические показатели по вариантам (таблица 3).

Стоимости комплектов оборудования предлагаемо- го и традиционного вариантов примерно равны. Расчет капитальных затрат по вариантам приведен в табли- це 1.

Эксплуатационные годовые затраты по вариантам при- ведены в таблице 2.

Внутрикарьерный перегрузочный склад с ЭКГ-10 по традиционной схеме занимает площадь около 11,5 тыс. м². В предлагаемой технологической схеме (в соответствии с рис. 1) общая площадь для перегрузочного пункта соста- вит около 5,8 тыс. м², что в два раза меньше площади тра- диционного штабельного склада.

В таком случае ежегодные затраты, Z , тыс. долл., на поддержание каждого элемента рабочей зоны карьера определяются через нормативный коэффициент эффек- тивности капитальных вложений по формуле:

Таблица 1

Стоимость комплекта оборудования для подъема 9,5 млн. т/год горной массы на 45 м по борту карьера и перегрузки в железнодорожный транспорт

Кесте 1

Кен массасын жылына 9,5 млн. т көтеруге арналған жабдықтар жиынтығының құны карьердің бортында 45 м және темір жол көлігіне қайта тиеу

Table 1

The cost of a set of equipment for lifting 9.5 million tons/year of rock mass by 45 m on board the quarry and transshipment to railway transport

Наименование	Количество	Стоимость, млн. долл.	
		Вариант 1 (базовый)	Вариант (предлагаемый)
Автосамосвал, г/п 91т (CAT-777D)	2,0	1,6	-
Экскаватор (ЭКГ-10)	1,15	2,3	-
Бульдозер Т-25	1	0,3	-
Питатель (3,5-4,0 тыс. м ³ /час)	1	-	0,8
Драглайн (ЭШ-13/50)	1	-	3,5
Контейнер, прицельная плита	1 комплект	-	0,05
Всего		4,20	4,35

Таблица 2

Годовые эксплуатационные затраты по технологическим вариантам при производительности комплекса 9,5 млн т/год

Кесте 2

Кешеннің өнімділігі жылына 9,5 млн т технологиялық нұсқалар бойынша жылдық пайдалану шығындары

Table 2

Annual operating costs for technological options with a complex capacity of 9.5 million tons/year

Виды работ	Удельная стоимость, долл./т-м	Затраты, млн. долл./год	
		Вариант 1 (базовый)	Вариант 2 (предлагаемый)
Подъем автотранспортом на 45 м (0,9 км)	0,1	0,855	-
Погрузка экскаватором	0,035	0,333	-
Перемещение бульдозером	0,017	0,162	-
Погрузка питателем	0,175	-	0,166
Подъем и погрузка драглайном	0,053	-	0,504
Всего		1,350	0,670

Таблица 3

Сводные экономические показатели по вариантам технологических схем перегрузочного пункта в карьере

Кесте 3

Карьердегі қайта тиеу пунктiнiң технологиялық схемаларының нұсқалары бойынша жиынтық экономикалық көрсеткіштер

Table 3

Summary economic indicators for variants of technological schemes of the transshipment point in the quarry

Виды затрат	Годовые затраты по вариантам, млн. долл.		Отклонение (вар. 1 – вар. 2), млн. долл.
	Вариант 1 (базовый)	Вариант 2 (предлагаемый)	
Эксплуатационные	1,350	0,670	0,68
Ущерб от поддержания площадей под перегрузочный пункт	0,662	0,389	0,273
Всего	2,012	1,059	0,953

$$Z = Y_{зкр} \cdot C_{зкр} \cdot K_n \cdot 10^3, \quad (4)$$

где $Y_{зкр}$ – объем горно-капитальных работ, м³;

$C_{зкр}$ – себестоимость вскрышных работ, 1,5 долл./м³;

K_n – коэффициент нормативной эффективности капитальных вложений, $K_n = 0,15$.

Сводные экономические показатели по вариантам технологических схем перегрузочного пункта в карьере приведены в таблице 3.

При сравнении технологических схем необходимо учитывать фактор повышения экологической безопасности. Он может быть оценен по уровню вредных выбросов в атмосферу карьера и численности персонала, подвергающегося воздействию вредных факторов в карьере. Снижение грузовой работы автотранспорта в карьере на 8,55 млн. т-км/год при использовании одной карьерной подъемной машины на подъемно-перегрузочном пункте приведет к сокращению расхода дизельного топлива на 855 тонн в год и, соответственно, к снижению загазованности атмосферы карьера, что следует из известного среднего удельного расхода при автоперевозках около 100 г/т-км.

Численность основного рабочего персонала по вариантам определится из состава и количества оборудования (таблица 1). Для традиционного варианта это составит 5 человек в смену (2 – на автосамосвалах, 1 – на бульдозере, 2 – на экскаваторе). Для предлагаемого варианта подъемно-перегрузочного пункта – 3 человека в смену (1 – на питателе, 2 – на подъемной машине-драглайне). Снижение численности на 40%. При дистанционном управлении питателем с пульта карьерной подъемной машины численность для предлагаемого варианта составит 2 человека в смену.

Снижение затрат энергии на подъем и перегрузку горной массы при использовании предложенной схемы можно оценить из сравнения общей мощности оборудования

по вариантам. Суммарная мощность двух автосамосвалов, одного экскаватора ЭКГ-10 и бульдозера равна 2700 кВт (2·800 + 800 + 300). Мощность сетевого двигателя драглайна ЭШ-10/70А – 1250 кВт, питателя – около 80 кВт. Сравнение установленных мощностей по вариантам говорит о том, что затраты энергии снизятся в два раза при внедрении предлагаемого подъемно-перегрузочного пункта.

Заключение

Положительный эффект от применения подъемно-перегрузочного пункта с карьерной подъемной машиной при контейнерной технологии транспортирования горной массы в карьерах в сравнении с существующими системами состоит в следующем: снижении годовых эксплуатационных затрат; сокращении ежегодного ущерба от поддержания дополнительных площадей в карьере; повышении эффективности транспортных систем в карьере; улучшении экологической обстановки в карьере вследствие сокращения объема выхлопных газов от техники, работающей на дизельном топливе. Замена только одного внутрикарьерного экскаваторного штабельного перегрузочного склада на подъемно-перегрузочный пункт с карьерной подъемной машиной позволяет вдвое снизить годовые эксплуатационные затраты энергии установленных мощностей по вариантам, а расчетная сумма экономии ежегодных затрат при этом составит около 0,95 млн. долл. США. Снижается загазованность атмосферы карьера, численность рабочего персонала и энергоемкость производства, что полностью отвечает мировым требованиям, предъявляемым к современным горным технологиям.

Благодарность

Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант №АР 19675410).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Галкин В.И., Шешко Е.Е. Инженерная логистика погрузочно-разгрузочных транспортных и складских работ на горных предприятиях: М.: МГГУ, 2009, С. 156 (на русском языке)
2. Саканцев Г.Г. Совершенствование систем добычи полезных ископаемых на больших глубинах на основе оптимизации доступа и параметров открытых горных работ. / Г.Г. Саканцев, М.Г. Саканцев, В.И. Ческидов, В.К. Норри. // Журнал горной науки. 2014. Т. 50. С. 714-718 (на английском языке)
3. Немова Н.А. Разработка технологических решений для отработки прилегающих породных массивов и запасов карьера с учетом геомеханической оценкой месторождения. / Н.А. Немова, Д. Таханов, Б. Хуссан, А. Жумабекова. // Научный вестник национального горного университета. 2020. Т. 2. С. 17-23 (на английском языке)
4. Гончаров С.А. Перемещение и складирование горной массы: учебник – 2-е изд., стер. М.: Издательство МГТУ, 2000, С. 285 (на русском языке)
5. Васильев М.В. Комбинированный транспорт на карьерах: М.: Недра, 1975, С. 360 (на русском языке)
6. Молдабаев С., Султанбекова З., Адамчук А., Сарыбаев Н. Метод оптимизации размещения циклических и непрерывных технологических комплексов при завершении разработки глубокозалегающих открытых рудников. // 19-я Международная междисциплинарная научная геоконференция SGEM, 2019. – С. 407-414 (на английском языке)
7. Дриженко А., Молдабаев С., Шустов А., Адамчук А., Сарыбаев Н. Технология открытой разработки пологонаклонных месторождений пологонаклонными подземными выработками. // Международная многопрофильная научная геоконференция «Геодезия, геология и экология горного дела», 2017. – С. 599-606 (на английском языке)

8. Ступник М., Колосов В., Пысменный С., Константин К. Селективная разработка месторождений руд со сложной структурой с использованием комплексных систем. // *Сеть конференций E3S, 2019 (на английском языке)*
9. Сладковский А. Контейнерная технология транспортировки горных масс в карьерах. / А. Сладковский, С. Кузьмин, А. Утегенова, И. Столповских, Д. Крамсаков. // *Научный вестник национального горного университета. 2024. Т. 2. С. 38-44 (на английском языке)*
10. Хуссан Б. Обоснование и разработка инновационной контейнерной технологии подъема горной массы из глубоких карьеров. / Б. Хуссан, А. Абдиев, М. Битимбаев, С. Кузьмин, С. Исагулов, А. Матаев. // *Разработка месторождений полезных ископаемых. 2022. №16 (4). С. 87-95 (на английском языке)*
11. Трубецкая К.Н. Справочник ОГР: Москва. Горное бюро, 1994, С. 567 (на русском языке)
12. Берсенов В.А. Схемы циклично-поточной технологии при различном залегании месторождений полезных ископаемых (обзор применяемых и предлагаемых схем ЦПТ). / В.А. Берсенов, Г.Д. Кармаев, А.В. Семенкин, И.Г. Сумина. // *Проблемы недропользования. 2018. Т. 4. С. 13-21 (на русском языке)*

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Галкин В.И., Шешко Е.Е. Тау-кен кәсіпорындарындағы тиеу-түсіру көліктік және қойма жұмыстарының инженерлік логистикасы: М.: МГМУ, 2009, Б. 156 (орыс тілінде)
2. Саканцев Г.Г. Ашық тау-кен өндіру параметрлері мен қолжетімділікті оңтайландыру негізінде үлкен тереңдіктегі тау-кен жүйелерін жетілдіру. / Г.Г. Саканцев, М.Г. Саканцев, В.И. Ческидов, В.К. Норри. // *Тау-кен ғылымының журналы. 2014. Т. 50. Б. 714-718 (ағылшын тілінде)*
3. Немова Н.А. Кен орнын геомеханикалық бағалауды ескере отырып, іргелес тау жыныстары массалары мен карьер қорларын игерудің технологиялық шешімдерін әзірлеу. / Н.А. Немова, Д. Таханов, Б. Хуссан, А. Жұмабекова. // *Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы. 2020. Т. 2. Б. 17-23 (ағылшын тілінде)*
4. Гончаров С.А. Тау массасын жылжыту және сақтау: оқулық – 2-ші басылым, өшіріңіз. М.: ММТУ баспасы, 2000, Б. 285 (орыс тілінде)
5. Васильев М.В. Карьерлердегі аралас көлік: М.: Жер қойнауы, 1975, Б. 360 (орыс тілінде)
6. Молдабаев С., Сұлтанбекова З., Адамчук А., Сарыбаев Н. Терең карьерлерді игеру аяқталғаннан кейін циклдік және үздіксіз технологиялық кешендерді орналастыруды оңтайландыру әдісі. // *SGEM 19-шы халықаралық пәнаралық ғылыми геоконференция, 2019. – Б. 407-414 (ағылшын тілінде)*
7. Дридженко А., Молдабаев С., Шустов А., Адамчук А., Сарыбаев Н. Жұмсақ көлбеу жерасты қазбаларын пайдалана отырып, аз көлбеу кен орындарын ашық әдіспен өндіру технологиясы. // *«Геодезия, геология және тау-кен өндіру экологиясы» халықаралық көпсалалы ғылыми геоконференция, 2017. – Б. 599-606 (ағылшын тілінде)*
8. Ступник М., Колосов В., Пысменный С., Константин К. Күрделі жүйелерді пайдалана отырып, күрделі құрылымды кен орындарын іріктеп игеру. // *E3S Conference Network, 2019 (ағылшын тілінде)*
9. Сладковский А. Карьерлерде тау-кен массаларын тасымалдаудың контейнерлік технологиясы. / А. Сладковский, С. Кузьмин, А. Өтегенова, И. Столповских, Д. Крамсаков. // *Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы. 2024. Т. 2. Б. 38-44 (ағылшын тілінде)*
10. Хуссан Б. Терең карьерлерден тау-кен массасын көтерудің инновациялық контейнерлік технологиясын негіздеу және әзірлеу. / Б. Хуссан, А. Абдиев, М. Битимбаев, С. Кузьмин, С. Исагулов, А. Матаев. // *Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру. 2022. №16 (4). Б. 87-95 (ағылшын тілінде)*
11. Трубецкая К.Н. ОГР анықтамалығы: Мәскеу. Тау-кен бюросы, 1994, Б. 567 (орыс тілінде)
12. Берсенов В.А. Пайдалы қазбалар кен орындарының әр түрлі пайда болуындағы циклдік-ағындық технологияның схемалары (қолданылатын және ұсынылатын СРТ схемаларына шолу). / В.А. Берсенов, Г.Д. Кармаев, А.В. Семенкин, И.Г. Сумина. // *Жер қойнауын пайдалану мәселелері. 2018. Т. 4. Б. 13-21 (орыс тілінде)*

REFERENCES

1. Galkin V.I., Sheshko E.E. Inzhenernaya logistika pogruchno-razgruzochnykh transportnykh i skladskiykh rabot na gornyykh predpriyatiyakh: M.: MGGU, 2009, S. 156 [Galkin V.I., Sheshko E.E. Engineering logistics of loading and unloading transport and warehouse operations at mining enterprises: Moscow: MGSU, 2009, P. 156] (in Russian)
2. Sakantsev G.G. Improvement of deep-level mining systems based on optimization of accessing and open pit mine parameters. / Sakantsev G.G., Sakantsev M.G., Cheskidov V.I., Norri V.K. // *Journal of Mining Science. 2014. V. 50. P. 714-718 (in English)*

3. *Nemova N.A. Technological solutions development for mining adjacent rock mass and pit reserves taking into account geomechanical assessment of the deposit. / Nemova N.A., Tahanov D., Hussan B., Zhumabekova A. // Scientific Bulletin of the National Mining University. 2020. V. 2. P. 17-23 (in English)*
4. *Goncharov S.A. Peremeshchenie i skladirovanie gornoj massy: uchebnik – 2-e izd., ster. M.: Izdatel'stvo MGTU, 2000, S. 285 [Goncharov S.A. Movement and storage of rock mass: Textbook – 2nd ed., ster. M.: Publishing House of MSTU, 2000, P. 285] (in Russian)*
5. *Vasil'ev M.V. Kombinirovanniy transport na kar'erakh: M.: Nedra, 1975, S. 360 [Vasiliev M.V. Combined transport at quarries: M.: Nedra, 1975, P. 360] (in Russian)*
6. *Moldabayev S., Sultanbekova Z., Adamchuk A., Sarybayev N. Method of optimizing cyclic and continuous technology complexes location during finalization of mining deep ore open pit mines. // SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference, 2019. – P. 407-414 (in English)*
7. *Dryzhenko A., Moldabayev S., Shustov A., Adamchuk A., Sarybayev N. Open pit mining technology of steeply dipping mineral occurrences by steeply inclined sublayers. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, 2017. – P. 599-606 (in English)*
8. *Stupnik M., Kolosov V., Pysmennyi S., Kostiantyn K. Selective mining of complex structured ore deposits by open stop systems. // E3S Web of Conferences, 2019 (in English)*
9. *Sladkowski A. Container technology for transporting rock masses in quarries. / Sladkowski A., Kuzmin S., Utegenova A., Stolpovskikh I., Kramzakov D. // Scientific Bulletin of the National Mining University. 2024. V. 2. P. 38-44 (in English)*
10. *Khussan B. Substantiation and development of innovative container technology for rock mass lifting from deep open pits. / Khussan B., Abdiev A., Bitimbayev M., Kuzmin S., Issagulov S., Matayev A. // Mining of Mineral Deposits. 2022. №16 (4). P. 87-95 (in English)*
11. *Trubetskaya K.N. Spravochnik OGR: Moskva. Gornoe byuro, 1994, S. 567 [Trubetskaya K.N. OGR Reference Book: Moscow. Mining Bureau, 1994, P. 567] (in Russian)*
12. *Bersenev V.A. Skhemy tsiklichno-potochnoi tekhnologii pri razlichnom zaleganii mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh (obzor primenyaemykh i predlagaemykh skhem TsPT). / V.A. Bersenev, G.D. Karmaev, A.V. Semenkin, I.G. Sumina. // Problemy nedropol'zovaniya. 2018. T. 4. S. 13-21 [Bersenev V.A. Schemes of cyclic flow technology for different occurrence of mineral deposits (review of applied and proposed CPT schemes). / Bersenev V.A., Karmaev G.D., Semenkin A.V., Sumina I.G. // Problems of subsurface use. 2018. V. 4. P. 13-21] (in Russian)*

Сведения об авторах:

Крамсаков Д.Е., магистр, докторант кафедры «Технологические машины и оборудование» института Энергетики и машиностроения Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), kramsakov.d@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4504-3392>

Столповских И.Н., профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» института Энергетики и машиностроения Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), stolpovskikh_i@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2893-5070>

Кузьмин С.Л., к.т.н, доцент Высшей школы «Металлургия и горное дело» Рудненского индустриального университета (г. Рудный, Казахстан), decan_2008@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1934-9408>

Мелентьев С.Ю., магистр, преподаватель Высшей школы «Металлургия и горное дело» Рудненского индустриального университета (г. Рудный, Казахстан), melentev.98@inbox.ru; <https://orcid.org/0009-0000-3221-0131>

Авторлар туралы мәліметтер:

Крамсаков Д.Е., магистр, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық ғылыми-зерттеу техникалық университеті Metallургия және өнеркәсіптік инженерия институтының «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасының докторанты (Алматы қ., Қазақстан)

Столповских И.Н., Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық ғылыми-зерттеу техникалық университеті Энергетика және машина жасау институты «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Кузьмин С.Л., т.ғ.к, Рудный индустриалды университетінің «Металлургия және тау-кен ісі» Жоғары мектебінің доценті (Рудный қ., Қазақстан)

Мелентьев С.Ю., магистр, Рудный индустриалды университетінің «Металлургия және тау-кен ісі» Жоғары мектебінің мұғалімі (Рудный қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Kramsakov D. Ye., Master, doctoral student of the department «Technological Machines and Equipment» of the Institute of Energy and Mechanical Engineering, Kazakh National Research Technical University K.I. Satbayev (Almaty, Kazakhstan)

Stolpovskikh I.N., Professor of the Department «Technological Machines and Equipment», Institute of Energy and Mechanical Engineering, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev (Almaty, Kazakhstan)

Kuzmin S.L., c.t.s, associate professor, Higher school of Metallurgy and mining, Rudny Industrial University (Rudny, Kazakhstan)

Melentyev C. Yu., Master, teacher at the Higher school of Metallurgy and mining, Rudny Industrial University (Rudny, Kazakhstan)