

Код МРНТИ 52.13.17

Ж.Д. Жалбыров<sup>1</sup>, \*Н.М.Замалиев<sup>1</sup>, Н.Г. Валиев<sup>2</sup>, А.Т. Жансейтов<sup>3</sup><sup>1</sup> Карагандинский технический университет имени Абылжаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан),<sup>2</sup> Уральский государственный горный университет (г. Екатеринбург, Россия),<sup>3</sup> Академия государственного управления при Президенте Республики Казахстан (г. Караганда, Казахстан)

## ПОДБОР ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ КАРЬЕРНЫХ РАЗРАБОТОК РУДЫ

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены перспективные варианты подбора технического оборудования для работы в сложных условиях карьерных разработок руды. Считается, что использование методов численного моделирования в сочетании с мониторингом для проведения исследований является оптимальным решением в области изучения практического применения технических средств в горнодобывающей промышленности. Было выявлено, что на сегодня горнодобывающая компания при изучении ландшафта местности должна заготовить выверенный план работ, в рамках которого будет указано и оборудование, и системы разработок, и конвейерные установки. Кроме того, использование такого оборудования, как экскаватор Cryderman и трубчатого конвейера Skyline Mine также имеет определенные перспективы. Выдвинуто предложение по оптимизации горнодобывающих работ за счет модернизации основных технологических средств, а также внедрения системы планирования и прогнозирования. Результаты исследований могут быть применены как горнодобывающими организациями, так и в рамках более глубоких исследований в данной области.

**Ключевые слова:** исследование, планирование, моделирование, разработки, оптимизация, оборудование, конвейер.

### Кенді карьерлік игерудің күрделі жағдайларында жұмыс істеу үшін техникалық жабдықтарды таңдау

**Андатпа.** Бұл мақалада кен өндірудің күрделі жағдайында жұмыс істеу үшін техникалық жабдықты таңдаудың перспективалық нұсқалары қарастырылған. Зерттеу жүргізу үшін мониторингпен бірге сандық модельдеу әдістерін қолдану тау-кен өнеркәсібінде техникалық құралдарды практикалық қолдануды зерттеу саласындағы онтайлы шешім болып саналады. Бүгінгі таңда тау-кен компаниялары жергілікті жердің ландшафтын зерттеу кезінде тексерілген жұмыс жоспарын дайындау керек екендігі анықталды, себебі, оның аясында жабдықтар, даму жүйелері мен конвейерлік қондырғылар көрсетіледі. Сонымен қатар, cryderman экскаваторы және Skyline Mine құбырлы құбыры сияқты жабдықты пайдалану да белгілі бір перспективаларға ие. Негізгі технологиялық құралдарды жаңғырту, сондай-ақ жоспарлау және болжау жүйесін енгізу есебінен тау-кен жұмыстарын онтайландыру жөнінде ұсыныстар берілді. Зерттеу нәтижелерін тау-кен ұйымдары да, осы саладағы тереңірек зерттеулер шеңберінде де қолдана алады.

**Түйінді сөздер:** зерттеу, жоспарлау, модельдеу, әзірлеу, оңтайландыру, жабдық, құбыр.

### Selection of technical equipment for work in difficult conditions of ore mining

**Annotation.** This article discusses promising options for the selection of technical equipment for working in difficult conditions of ore mining. It is believed that the use of numerical modeling methods in combination with monitoring for research is the optimal solution in the field of studying the practical application of technical means in the mining industry. It was revealed that today the mining company, when studying the landscape of the area, must prepare a verified work plan, within which the equipment, development systems and conveyor installations will be indicated. In addition, the use of equipment such as the Cryderman excavator and the Skyline Mine tubular conveyor also has certain prospects. A proposal has been put forward to optimize mining operations through the modernization of basic technological means, as well as the introduction of a planning and forecasting system. The results of the research can be applied both by mining organizations and as part of deeper research in this area.

**Keywords:** research, planning, modeling, development, optimization, equipment, conveyor.

### Введение

В рамках современных отношений горные работы и вся связанная с этим процессом документация являются определяющими в процессе подтверждения рентабельности и конкурентоспособности организации. Кроме того, рассматривая правовую сторону вопроса, необходимо отметить, что горные разработки регламентируются самыми различными организациями, в том числе и МЧС.

Актуальность изучения темы обусловлена не только общественным интересом, но и практической значимостью проводимых исследований в данной области; безопасность, а также техника постройки создают положительный имидж самим горнодобывающим организациям.

Научная значимость работы определена современными тенденциями, когда необходимо подстраиваться под новые технические нормы, а также соблюдать вопросы экологичности и практичности разработок и горных работ в целом.

Цель работы – рассмотреть перспективные варианты подбора технического оборудования для работы в сложных условиях карьерных разработок руды.

Задачи:

- описать методы анализа;
- рассмотреть вопросы планирования разработок;
- дать характеристику оптимальным вариантам использования оборудования в ходе разработок месторождений руды.

### Методы исследования

Считается, что использование методов численного моделирования в сочетании с мониторингом для проведения исследований является оптимальным решением в области изучения практического применения технических средств в горнодобывающей промышленности.

Большое количество ученых использовали методы численного моделирования в сочетании с мониторингом для проведения исследований устойчивости откосов карьеров и использовали обычные тахеометры (табл. 1)

### Результаты и обсуждение

Общая экономическая цель открытых горных работ состоит в том, чтобы извлечь наименьшее количество материала и получить наибольшую отдачу от инвестиций за счет переработки наиболее товарного минерального продукта. Чем выше класс месторождения полезных ископаемых, тем больше значение. Чтобы свести к минимуму капитальные вложения при доступе к наиболее ценному материалу в пределах месторождения полезных ископаемых, разрабатывается план горных работ, в котором точно описывается способ добычи и переработки рудного тела. Поскольку многие рудные месторождения не имеют однородной формы, плану горных работ предшествует обширное разведочное бурение для определения геологии и положения рудного тела. Размер месторождения полезных

Таблица 1

Возможности для исследований и развития технологий в области добычи полезных ископаемых [1]

Кесте 1

Пайдалы қазбаларды өндіру саласындағы технологияларды зерттеу және дамыту үшін мүмкіндіктер [1]

Table 1

Opportunities for research and development of technologies in the field of mining [1]

Направления исследования	Характеристика	Технологии и оборудование
Полевые работы на месте	Методы гидроразрыва и щебня, наклонно-направленное бурение	Новые технологии добычи для увеличения проницаемости для подземного выщелачивания, особенно цветных металлов, датчики для мониторинга подземных вод и оперативного контроля, томография между скважинами, гидрогеологическое моделирование, обсадная труба для глубин менее 270 метров
Бурение скважин	Распространение разрыва или резания горных пород на десятки метров за пределы ствола скважины	Датчики для анализа проб без их извлечения
Гидрометаллургические достижения	Разработка выщелачивателей и микробиологических агентов, подавление нежелательных элементов в растворе	Технологии с применением в других областях горнодобывающей промышленности и других предприятий, таких как восстановление окружающей среды на участках, загрязненных металлами, термодинамические и кинетические данные, добавки, которые осаждают или усиливают адсорбцию вызывающих озабоченность элементов при восстановлении качества подземных вод

ископаемых диктует размер и расположение шахты. Расположение открытых шахт определяется минералогическими и геологическими особенностями местности. Форма большинства карьеров близка к конусу, но всегда отражает форму разрабатываемого месторождения полезных ископаемых. Карьеры состоят из ряда концентрических уступов или уступов, которые разделены пополам подъездными путями к шахте и подъездными путями, спускающимися под углом от края карьера к дну по спирали или зигзагообразной ориентации.

Современные карьеры различаются по масштабу: от небольших частных предприятий, перерабатывающих несколько сотен тонн руды в день, до крупных промышленных комплексов, управляемых правительствами и многонациональными корпорациями, которые добывают более миллиона тонн материала в день. Крупнейшие операции могут занимать площадь в несколько квадратных километров [2].

Ровная рабочая поверхность обеспечивает основу для эффективной и безопасной работы на дне шахты. Работы по выравниванию вручную начинаются после первого осмотра для оценки результатов взрывных работ. Можно ожидать, что средняя производительность выравнивания составит около 1,5 м<sup>2</sup>/мин. Более высокие требования к ровности рабочей поверхности удлиняют процесс выравнивания.

Например, шероховатая рабочая поверхность препятствует плавному проходу грунта с помощью гусеничного погрузчика с овершотом, работающего с фронтальным ковшем. Из-за компактной конструкции и рывков при вы-

емке грунта погрузчикам с овершотом требуется ровное дно шахты. Кроме того, абсолютно необходима безопасная зона основания кувшина на дне ствола во время работы по выемке грунта. Тонущая бригада должна подготовить более низкую позицию для поступающего крупного корма. Этот рабочий этап необходимо учитывать в течение всей операции по проходке и подъему.

Иногда взорванная порода содержит компоненты крупной раздробленности, так называемые валуны. Эти негабаритные породы должны быть разбиты на фрагменты, пригодные для загрузки. В зависимости от размера ковша проходческого оборудования максимальный размер загружаемой породы варьируется. Используя Cryderman Shaft Mucker с обычно меньшим ковшом по сравнению с Cactus Grab, можно ожидать относительно большего количества валунов в навозе. Разрушение валунов производится механическим способом с помощью буров или взрывных работ. Взрывные работы занимают очень много времени, так как обычный цикл проходки ствола прерывается дополнительными взрывными работами и вентиляцией.

На ступени проходки установлен шахтный экскаватор Cryderman с ограниченной телескопической стрелой. Таким образом, Cryderman Shaft Mucker приводится в рабочее положение путем опускания ступени проходки. При безопасном расстоянии примерно 30 м между дном ствола и проходческим этапом для предотвращения повреждений при взрыве и скорости опускания проходческого этапа 1 м/мин установка Cryderman для проходки грунта занимает около 30 минут. Что касается длинных снарядов

и стволов большого диаметра, то длина телескопической стрелы Cuyderman недостаточна для загрузки полного снаряда без дополнительного опускания проходческого яруса.

Выемка грунта с помощью Cactus Grabs практически не зависит от положения проходческой ступени, поскольку вертикальное перемещение осуществляется тросовой лебедкой, установленной под проходческой платформой.

Для расчета максимальной производительности горно-шахтного оборудования можно использовать следующую формулу:

$$P_{La} = \frac{V_{Gr}}{t_{LaSp}} \times f_F \times f_D \times A \times V,$$

где  $P_{La}$  – производительность проходки ( $\text{м}^3/\text{мин}$ );

$V_{Gr}$  – объем ковша ( $\text{м}^3$ );

$T_{LaSp}$  – время цикла проходки (мин);

$f_F$  – коэффициент заполнения;

$f_D$  – коэффициент размера оборудования;

$A$  – использование мощности;

$V$  – доступность.

Когда средний размер фрагментов становится больше, время копания увеличивается из-за более высокого сопротивления копанию крупного материала. Сравнение времени копания между кактусовым грейфером и ковшовым погрузчиком показывает, что помимо среднего размера фрагментации, на время копания также влияет конфигурация ковша и движения копания. Заостренные раковины грейфера кактуса ударяются вертикально о взорванный материал и плавно внедряются в навоз, почти независимо от размера осколков. В отличие от этого грубый материал

сдерживает плавное заполнение передней лопаты овершота при движении вперед [3].

Применение трубчатого конвейера Skyline Mine было подвергнуто тщательному всестороннему анализу требования как к мощности, так и к натяжению ремня.

Сначала были рассчитаны сопротивления конвейера, а затем пересмотрены, пересчитаны и скорректированы. Двумя самыми большими факторами были сопротивление ремня вдавливанию натяжного ролика и сопротивление криволинейному пути. Вместе они составляли примерно 213 от общего сопротивления или потребности в лошадиных силах.

Уникальные особенности трубчатого конвейера Skyline:

- двадцать два горизонтальных изгиба устранили необходимость в прямолинейных конвейерах с промежуточными переходами и связанных с этим затратах на борьбу с пылью, электроснабжение и техническое обслуживание. Сорок пять вертикальных вогнутых и выпуклых изгибов включены в один трубчатый конвейер;
- приводы постоянного тока со скоростью передней и задней ленты оптимизировали загрузку материала и потребление энергии;
- ремонтная машина едет по верхней части конвейерной конструкции (рис.1);
- минимальные утечки делают конвейер наиболее подходящим для экологически чувствительных зон;
- однопролетный трубчатый конвейер на большие расстояния;
- устанавливается в труднопроходимой холмистой местности;



Рис. 1. Типовой участок конвейера [1].  
Сурет 1. Конвейердің типтік учаскесі [1].  
Figure 1. Typical conveyor section [1].



- опорная конструкция трубчатого конвейера значительно уже, чем у аналогичного обычного ленточного конвейера, и, следовательно, является более экономичной;

- трубчатый конвейер заменил автоперевозки со всеми их недостатками и сопутствующими затратами. Теперь этот конвейер представляет собой экологически приемлемое решение, которое следует за существующей дорогой в каньоне. Он был построен с особой осторожностью, чтобы избежать эрозии и повреждения растительности [4,5].

Направляющая наверху конвейера служит для ремонтной тележки, уборки снега зимой и осмотра раз в неделю. Всего на трубном конвейере установлено 1200 л.с.– 800 л.с. в хвосте и 400 л.с. в голове. Три 4-квadrантных привода постоянного тока Alien Bradley мощностью 400 л.с., рассчитанные на 2 минуты работы при 200% нагрузке, обеспечивают регулирование скорости и крутящего момента в соответствии с различными системными требованиями во время пуска, останова и нормальной работы.

Трубчатый конвейер на 92% состоит из ферм. Ферменная часть начинается в хвостовой части конвейера, имеет длину 3156 м и включает 172 фермы длиной 18 м, а также одну ферму длиной 10 м (рис.2). Они изготовлены из стальных труб квадратного сечения с шарнирами на каждом конце и опираются на Т-образные колена, расположенные на бетонных кессонах с расстоянием между центрами 18 м. Каждое Т-образное колено включает в себя боковую распорку, закрепленную на земле, с продольной распоркой, расположенной на необходимом расстоянии. Фермы закрыты панелями сайдинга и верхней плитой крыши. Перевернутый Т-образный стержень проходит по центру верхней части ферм в качестве направляющей для ремонтной тележки (рис. 2).



**Рис. 2. Установка последней фермы из 172 ферм [1].**

**Сурет 2. 172 фермадан тұратын соңғы ферманы орнату [1].**

**Figure 2. Installing the last farm of 172 farms [1].**

Были поставлены четыре галерейные фермы длиной 50 м плюс одна длиной 27 м. Каждая из них имеет ширину от 3 до 5 м и поддерживается на изгибах галереи. Трубчатые стальные отводы имеют две или четыре опоры в зависимости от рельефа местности. Под одной из таких галерей проходит государственная дорога (рис. 3).



**Рис. 3. Строительство концевой галереи через главную дорогу [1].**

**Сурет 3. Негізгі жол арқылы соңғы галерея салу [1].**

**Figure 3. Construction of an end gallery across the main road [1].**

Гравитационное натяжное устройство расположено на возвратной стороне примерно в 20 м от главного шкива. Этот узел комплектуется двумя гибочными шкивами и натяжным шкивом с кареткой, а также коробом противовеса со стальными стержнями и штамповкой. Устройство перемещается внутри двух вертикальных стальных стоек, прикрепленных к нижней стороне фермы галереи. ГТУ оснащена съемной электрической цепной лебедкой грузоподъемностью 15 метрических тонн, которая используется для подъема противовеса [6].

Уголь из шахтного силоса емкостью 8000 т загружается на ленточный конвейер семью вибропитателями с производительностью от 0 до 1400 т/ч. Уголь подается через дробилку, после чего возможен один из трех вариантов:

- а) направление в систему разгрузки грузовиков;
- б) отвод на трубчатый конвейер;
- в) разделение между системой разгрузки грузовиков и трубчатым конвейером.

Уголь, отведенный на трубчатый конвейер, транспортируется на расстояние 2,1 км вниз по склону к шкиву разгрузочной головки, где он снова направляется либо на внешнее складское хранилище, либо на другой ленточный конвейер, который заполняет две 15000-тонных рельсовых выгрузки.

Система управления состоит из пяти независимых процессоров ПЛК Alien Bradley и одного настольного компьютера, которые связаны друг с другом посредством связи Data Highway Plus. Эти ПЛО отдельно контролируют подачу угля, дробление, разгрузку автотранспорта, трубчатый конвейер и железнодорожное хозяйство. Это позволяет при необходимости выполнять независимые операции по разгрузке грузовых автомобилей, трубчатого конвейера или железнодорожных разгрузочных площадок [7].

Операторские станции обычно не обслуживаются. Три станции интерфейса оператора Alien Bradley расположены в стратегически важных точках. Предоставляются

два цветных терминала Paneiview 1200 с клавиатурой и настольный компьютер с программным обеспечением ControlView. За исключением возможности остановки ленты, только одна станция оператора может управлять системой в данный момент времени. Операторы могут контролировать скорость подачи угля из силоса для хранения в шахте и направлять уголь на разгрузку грузовиков, железнодорожных разгрузок или и на то, и на другое. После запуска системы используется ультразвуковая система контроля уровня для контроля скорости трубчатого конвейера и поддержания постоянного заполнения ленты.

Когда трубчатый конвейер прямой и без каких-либо вертикальных или горизонтальных изгибов, три нижних направляющих ролика со стороны, несущей груз, поддерживают ленту и груз материала, а три верхних направляющих ролика удерживают ленту в форме трубы. Если конвейер имеет как вертикальные, так и горизонтальные изогнутые участки, тогда другие ролики, окружающие ленту, могут быть роликами, поддерживающими нагрузку, в то время как оставшиеся ролики поддерживают форму трубы. Нижняя сторона или сторона обратной ленты трубчатого конвейера имеют форму трубы, сохраняя только ролики (рис. 4).



**Рис. 4. Типичное поперечное сечение фермы с изображением направляющих роликов, полностью закрытых от налипания снега и льда [1].**  
**Сурет 4. Қар мен мұздың жабысуынан толығымен жабылған бағыттаушы роликтер бейнеленген әдеттегі ферма көлденең кимасы [1].**  
**Figure 4. A typical cross-section of the truss with the image of guide rollers completely closed from the sticking of snow and ice [1].**

Длина перехода между хвостовым шкивом и формой трубы и от формы трубы к разгрузочному шкиву зависит от диаметра трубчатого конвейера и натяжения ремня.

Ферма конвейера с консольной галереей закреплена на земле на приемной башне, расположенной примерно в 229 м от головного конца. Длина галереи сдвинется по горизонтали в общей сложности на 15 см из-за разницы зимних и летних температур (от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ ). Разделы галереи расширяются от точки привязки [8].

Все желоба имеют уклон не менее 18 м, а углы долины составляют 18 м или более. Загрузочный лоток в хвостовой части стыкуется между существующим разгрузочным лотком дробилки и новым трубчатым конвейером. В боковой панели агрегата установлены два датчика желоба-заглушки. Один датчик указывает на запас материала для системы управления скоростью конвейера, а второй датчик указывает на засорение для аварийных действий. Плинтусы включают в себя вертикальный ножевой затвор (устройство ручного выравнивания) для использования с ультразвуковым датчиком уровня, который измеряет высоту материала на ленте и замедляет или ускоряет ленту по мере необходимости для постоянного заполнения приблизительно 70% площади трубы [9].

Материал транспортируется внутри свернутой ленты в форме трубы. Загрузка трубчатого конвейера точно такая же, как и у обычного ленточного конвейера, который осуществляется через загрузочный желоб и бортики рядом с хвостовым шкивом. Сразу после зоны загрузки лента скручивается в трубу с уплотнением, образованным в верхней части за счет перекрытия краев ленты. Транспортируемый материал находится внутри ленты в форме трубы, что сводит к минимуму просыпание угля [10, 11].

Выравнивание натяжного ролика и правильная нагрузка на ленту играют ключевую роль в стабильности и движении трубчатого конвейера. В конструкции обычного конвейера стальная опора натяжного ролика, горизонтальное и вертикальное выравнивание имеют решающее значение для правильной подготовки ленты и успешной работы. Лента трубчатого конвейера направляется натяжными роликами, окружающими ленту со всех сторон, поэтому конвейер может преодолевать кривые и несоосность осевой линии. Во время ввода в эксплуатацию трубчатого конвейера совмещение натяжного ролика с лентой регулируется таким образом, чтобы перекрытие ленты находилось как можно ближе к верхней части транспортной стороны. Однако то, что на самом деле больше всего способствует стабильности ленты и удерживает перекрытие в верхнем или близком к нему положении – это вес транспортируемого материала. Центр тяжести в нижнем 75% поперечном сечении поддерживает правильное динамическое положение конвейерной ленты. На возвратной или пустой стороне перехлест ленты расположен в нижней части формы трубы. Дополнительный вес перекрытия поддерживает правильное динамическое положение на обратном пути [12, 13].

Следовательно, подобрав правильную аппаратуру также можно сэкономить средства и оптимизировать процесс добычи и разработки месторождений руды.

#### **Заключение**

Подводя итог, можно сделать следующие выводы:

- горнодобывающая компания при изучении ландшафта местности должна заготовить выверенный план работ, в рамках которого будут указаны и оборудование, и системы разработок, и конвейерные установки, которые, в свою



очередь, должны соответствовать всем нормам техники безопасности и быть экономически выгодными для самой организации;

- в рамках разработанного плана необходимо учитывать такие факторы, как особенности ландшафта, энергозатраты, затраты на оплату труда, модернизацию оборудования, а также особенности климатических условий;

- можно выдвинуть ряд предложений по использованию оборудования, в частности: использование экскаватора Cryderman при горных разработках на сложных участках, для оптимизации планирования применения программного обеспечения Midas/GTS, а для оптимизации затрат на логистику руд – использование трубчатого конвейера Skyline Mine.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сухопутный трубчатый конвейер с 22 горизонтальными и 45 вертикальными изгибами, соединяющими угольную шахту с рельсовой загрузкой // <https://www.pipeconveyor.com/Case%20Studies/Skyline%20Mine/overland.htm> (дата обращения: 09.12.2022) (на русском языке)
2. Дотсон К.Б. Методы открытой разработки // <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xi-36283/mining-and-quarrying/item/599-surface-mining-methods> (дата обращения: 09.12.2022) (на русском языке)
3. Аусгабе А. Оптимизация горных и подъемных работ при обычной проходке ствола // <https://mining-report.de/english/optimizing-of-mucking-and-hoisting-operation-in-conventional-shaft-sinking/> (дата обращения: 09.12.2022) (на русском языке)
4. Базалюк О., Рысбеков К., Нурпеисова М. Комплексный мониторинг состояния массива горных пород при крупномасштабной разработке недр // [https://www.researchgate.net/publication/360189569\\_Integrated\\_Monitoring\\_for\\_the\\_Rock\\_Mass\\_State\\_During\\_Large-Scale\\_Subsoil\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/360189569_Integrated_Monitoring_for_the_Rock_Mass_State_During_Large-Scale_Subsoil_Development) (дата обращения: 08.12.2022) (на русском языке)
5. Бегалинов А., Хомяков В., Сердалиев Е., Искаков Е. Формулировка методов снижения оползневых явлений и обрушения откосов карьеров при открытых горных работах // [https://www.researchgate.net/publication/341201652\\_Formulation\\_of\\_methods\\_reducing\\_landslide\\_phenomena\\_and\\_the\\_collapse\\_of\\_career\\_slopes\\_during\\_open-pit\\_mining](https://www.researchgate.net/publication/341201652_Formulation_of_methods_reducing_landslide_phenomena_and_the_collapse_of_career_slopes_during_open-pit_mining) (дата обращения: 08.12.2022) (на русском языке)
6. Иванова М.С., Коновал С.В., Абець С.Ф. Совершенствование расчета устойчивости зданий, расположенных вблизи откосов, для структурно-неустойчивых грунтов // <https://cyberleninka.ru/article/n/improvement-the-calculation-of-the-stable-of-building-located-near-the-slopes-for-structural-unstable-soils> (дата обращения: 08.12.2022) (на русском языке)
7. Мелихов М. В. Концепция возведения временных противокаменпадных сооружений на карьерах // Проблемы недропользования. – 2018. – №2 (17). – С. 130-140 (на русском языке)
8. Регулирование устойчивости откосов карьеров в России // <https://www.srk.com/en/publications/regulation-of-open-pit-slope-stability-in-russia> (дата обращения: 08.12.2022) (на русском языке)
9. Томилина Н.Г., Бурмистров К.А., Гавришев С.Е. Увеличение объема работ конвейерного транспорта на горнодобывающих предприятиях // [https://www.researchgate.net/publication/305790181\\_Increasing\\_the\\_Work\\_Scope\\_of\\_Conveyor\\_Transport\\_at\\_Mining\\_Companies](https://www.researchgate.net/publication/305790181_Increasing_the_Work_Scope_of_Conveyor_Transport_at_Mining_Companies) (дата обращения: 09.12.2022) (на русском языке)
10. Хамрин Х. Методы открытой разработки // <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xi-36283/mining-and-quarrying/item/597-techniques-in-underground-mining> (дата обращения: 09.12.2022) (на русском языке)
11. Чжоу В., Го Т., Ли Ч. Оптимизация закономерностей изменения землесбережения и снижения потерь и устойчивости откосов в карьере // <https://www.hindawi.com/journals/geofluids/2021/6620235/> (дата обращения: 08.12.2022) (на английском языке)
12. Юань Л., Ли С., Ма С. Устойчивость откосов шахты на основе технологии Fusion InSAR-мониторинга и численного моделирования // <https://www.hindawi.com/journals/sp/2022/8643586/> (дата обращения: 08.12.2022) (на английском языке)

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Көмір шахтасын рельсті тиеумен байланыстыратын 22 көлденең және 45 тік иілісі бар жерүсті құбырлы конвейер // <https://www.pipeconveyor.com/Case%20Studies/Skyline%20Mine/overland.htm> (өтініш берген күні: 09.12.2022) (орыс тілінде)
2. Дотсон К.Б. Ашық даму әдістері // <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xi-36283/mining-and-quarrying/item/599-surface-mining-methods> (өтініш берген күні: 09.12.2022) (орыс тілінде)
3. Аусгабе А. Кәдімгі қазу кезінде тау-кен және көтеру жұмыстарын оңтайландыру // <https://mining-report.de/english/optimizing-of-mucking-and-hoisting-operation-in-conventional-shaft-sinking/> (өтініш берген күні: 09.12.2022) (орыс тілінде)

4. Базалюк О., Рысбеков К., Нұрпейісова М. Жер қойнауын ауқымды игеру кезіндегі тау жыныстары массивінің жай-күйінің кешенді мониторингі // [https://www.researchgate.net/publication/360189569\\_Integrated\\_Monitoring\\_for\\_the\\_Rock\\_Mass\\_State\\_During\\_Large-Scale\\_Subsoil\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/360189569_Integrated_Monitoring_for_the_Rock_Mass_State_During_Large-Scale_Subsoil_Development) (өтініш берген күні: 08.12.2022) (орыс тілінде)
5. Бегалинов А., Хомяков В., Сердалиев Е., Ысқақов Е. Ашық тау-кен жұмыстары кезінде көшкін құбылыстарын азайту және карьер беткейлерін құлату әдістерін тұжырымдау // [https://www.researchgate.net/publication/341201652\\_Formulation\\_of\\_methods\\_reducing\\_landslide\\_phenomena\\_and\\_the\\_collapse\\_of\\_career\\_slopes\\_during\\_open-pit\\_mining](https://www.researchgate.net/publication/341201652_Formulation_of_methods_reducing_landslide_phenomena_and_the_collapse_of_career_slopes_during_open-pit_mining) (өтініш берген күні: 08.12.2022) (орыс тілінде)
6. Иванова М.С., Коновал С.В., Абед С.Ф. Құрылымдық тұрақсыз топырақтар үшін беткейлерге жақын орналасқан ғимараттардың тұрақтылығын есептеуді жетілдіру // <https://cyberleninka.ru/article/n/improvement-the-calculation-of-the-stable-of-building-located-near-the-slopes-for-structural-unstable-soils> (өтініш берген күні: 08.12.2022) (орыс тілінде)
7. Мелихов М.В. Карьерлерде тасқа қарсы уақытша құрылыстар салу тұжырымдамасы // Жер қойнауын пайдалану мәселелері. – 2018. – №2 (17). – Б. 130-140 (орыс тілінде)
8. Ресейдегі Карьер беткейлерінің тұрақтылығын реттеу // <https://www.srk.com/en/publications/regulation-of-open-pit-slope-stability-in-russia> (өтініш берген күні: 08.12.2022) (орыс тілінде)
9. Томилина Н.Г., Бурмистров К.А., Гавришев С.Е. Тау-кен өндірушілеріндегі конвейерлік көлік жұмыстарының көлемін ұлғайту предприятиях // [https://www.researchgate.net/publication/305790181\\_Increasing\\_the\\_Work\\_Scope\\_of\\_conveyor\\_transport\\_at\\_mining\\_companies](https://www.researchgate.net/publication/305790181_Increasing_the_Work_Scope_of_conveyor_transport_at_mining_companies) (өтініш берген күні: 09.12.2022) (орыс тілінде)
10. Хамрин Х. Ашық даму әдістері // <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xi-36283/mining-and-quarrying/item/597-techniques-in-underground-mining> (өтініш берген күні: 09.12.2022) (орыс тілінде)
11. Чжоу В., Гуо Т., Ли Ч. Жерді үнемдеудің өзгеру заңдылықтарын оңтайландыру және карьердегі беткейлердің жоғалуы мен тұрақтылығын азайту // <https://www.hindawi.com/journals/geofluids/2021/6620235> (өтініш берген күні: 08.12.2022) (ағылшын тілінде)
12. Юань Л., Ли С., Ма С. Fusion InSAR-мониторинг және сандық модельдеу технологиясы негізінде шахта беткейлерінің тұрақтылығы // <https://www.hindawi.com/journals/sp/2022/8643586> (өтініш берген күні: 08.12.2022) (ағылшын тілінде)

## REFERENCES

1. An overland tubular conveyor with 22 horizontal and 45 vertical bends connecting a coal mine with a rail загрузкой//<https://www.pipeconveyor.com/Case%20Studies/Skyline%20Mine/overland.htm> (accessed: 09.12.2022) (in Russian)
2. Dotson K.B. Methods of open development // <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xi-36283/mining-and-quarrying/item/599-surface-mining-methods> (date of application: 09.12.2022) (in Russian)
3. Ausgabe A. Optimization of mining and lifting operations with conventional shaft sinking//<https://mining-report.de/english/optimizing-of-mucking-and-hoisting-operation-in-conventional-shaft-sinking> (date of reference: 09.12.2022) (in Russian)
4. Bazalyuk O., Rysbekov K., Nurpeisova M. Comprehensive monitoring of the state of the rock mass during large-scale mining // [https://www.researchgate.net/publication/360189569\\_Integrated\\_Monitoring\\_for\\_the\\_Rock\\_Mass\\_State\\_During\\_Large-Scale\\_Subsoil\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/360189569_Integrated_Monitoring_for_the_Rock_Mass_State_During_Large-Scale_Subsoil_Development) (date of application: 08.12.2022) (in Russian)
5. Begalinov A., Khomyakov V., Serdaliev E., Iskakov E. Formulation of methods for reducing landslide phenomena and the collapse of the slopes of quarries during open-pit mining // [https://www.researchgate.net/publication/341201652\\_Formulation\\_of\\_methods\\_reducing\\_landslide\\_phenomena\\_and\\_the\\_collapse\\_of\\_career\\_slopes\\_during\\_open-pit\\_mining](https://www.researchgate.net/publication/341201652_Formulation_of_methods_reducing_landslide_phenomena_and_the_collapse_of_career_slopes_during_open-pit_mining) (date of application: 08.12.2022) (in Russian)
6. Ivanova M.S., Konoval S.V., Abed S.F. Improving the stability calculation of buildings located near slopes for structurally unstable soils // <https://cyberleninka.ru/article/n/improvement-the-calculation-of-the-stable-of-building-located-near-the-slopes-for-structural-unstable-soils> (date of reference: 08.12.2022) (in Russian)
7. Melikhov M. V. The concept of erecting temporary rockfall structures at quarries // Problems of subsoil use. – 2018. – No.2 (17). – PP.130-140 (in Russian)
8. Regulation of stability of slopes of quarries in Russia // <https://www.srk.com/en/publications/regulation-of-open-pit-slope-stability-in-russia> (date of reference: 08.12.2022) (in Russian)

9. Tomilina N.G., Burmistrov K.A., Gavishev S.E. Increase in the volume of conveyor transport operations at mining // [https://www.researchgate.net/publication/305790181\\_Increasing\\_the\\_Work\\_Scope\\_of\\_Conveyor\\_Transport\\_at\\_Mining\\_Companies](https://www.researchgate.net/publication/305790181_Increasing_the_Work_Scope_of_Conveyor_Transport_at_Mining_Companies) (date of application: 09.12.2022) (in Russian)
10. Hamrin H. Methods of open development // <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xi-36283/mining-and-quarrying/item/597-techniques-in-underground-mining> (date of address: 09.12.2022) (in Russian)
11. Zhou V., Guo T., Li Ch. Optimization of patterns of land conservation changes and reduction of losses and stability of slopes in the quarry // <https://www.hindawi.com/journals/geofluids/2021/6620235> (accessed: 08.12.2022) (in English)
12. Yuan L., Li S., Ma S. Stability of mine slopes based on Fusion InSAR-monitoring and numerical modeling technology // <https://www.hindawi.com/journals/sp/2022/8643586> (accessed: 08.12.2022) (in English)

**Сведения об авторах:**

**Жалбыров Ж.Д.**, докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан), [zhanibek\\_zhalbyrov@mail.ru](mailto:zhanibek_zhalbyrov@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-7652-6242>

**Замалиев Н.М.**, доктор PhD, и.о. доцента кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан), [nailzamaliev@mail.ru](mailto:nailzamaliev@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-0628-2654>

**Валиев Н.Г.**, заведующий кафедрой горного дела, д-р техн. наук, профессор Уральского государственного горного университета (г. Екатеринбург, Россия), [Niyaz.Valiyev@m.ursmu.ru](mailto:Niyaz.Valiyev@m.ursmu.ru); <https://orcid.org/0000-0002-5556-2217>

**Жансейтов А.Т.**, магистр наук, Академия государственного управления при Президенте Республики Казахстан (г. Караганда, Казахстан), [a.zhanseitov@apa.kz](mailto:a.zhanseitov@apa.kz); <https://orcid.org/0000-0001-9495-0530>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Жалбыров Ж.Д.**, докторант «Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру» кафедрасы, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Замалиев Н.М.**, PhD, «Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру» кафедрасының доцентінің м.а., Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Валиев Н.Г.**, тау-кен кафедрасының меңгерушісі, техника ғылымдарының докторы, профессор, Орал мемлекеттік тау-кен университеті (Екатеринбург қ., Ресей)

**Жансейтов А.Т.**, ғылым магистрі, Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару академиясы (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Information about authors:**

**Zhalbyrov Zh.D.**, department of «Development of mineral deposits», Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov (Karaganda, Kazakhstan)

**Zamaliyev N.M.**, PhD, acting associate professor of the department of «Development of mineral deposits», Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov (Karaganda, Kazakhstan)

**Valiev N.G.**, head of the mining department, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ural State Mining University (Yekaterinburg, Russia)

**Zhanseitov A.T.**, master of science, Academy of Public Administration under the President of Republic of Kazakhstan (Karaganda, Kazakhstan)