

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ, АВТОМАТИКИ И ГЕОМЕХАНИКИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ
ЖАЛАЛ-АБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Б.ОСМОНОВА

На правах рукописи
УДК: 551.2:502.4(575.2)(043)

КАРАБАЕВА БУБУКАН КАМАРДИНОВНА

**ОБОСНОВАНИЕ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЖЕРУЙ**

Специальность: 25.00.22 – геотехнология (подземная, открытая)

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель
д.т.н., профессор ТАЖИБАЕВ
КУШБАКАЛИ ТАЖИБАЕВИЧ

Бишкек –2025

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава I. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	9
1.1 Общие сведения о циклично-поточных технологиях	9
1.2 Краткий анализ применения циклично-поточной технологии при открытой разработке месторождений	29
1.3. Вывод по главе 1:	33
Глава 2. ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЖЕРУЙ	34
2.1. Административное и географическое положение месторождения	34
2.2. Общие сведения	35
2.3. Горнотехнические условия эксплуатации	36
2.3.1. Общая характеристика пород, слагающих месторождение	36
2.3.2. Физико-механические свойства горных пород месторождения Джеруй.....	37
2.3.3. Характеристика тектонической нарушенности пород и руд	39
2.3.4. Устойчивость бортов карьера и параметры карьера	40
2.3.5. Устойчивость отвалов.....	43
2.4. Отработка месторождения Джеруй открытым способом по проекту	44
2.4.1. Схема вскрытия и горнокапитальные работы.....	44
2.4.2. Цикличная технология открытых горных работ	47
2.5. Запасы руды и золота по учету Госгеолагентства Кыргызской Республики.....	52
2.6. Организация труда	55

2.7. Выводы к главе 2.....	55
ГЛАВА 3. ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЖЕРУЙ».....	57
3.1. Перспективы применения циклично-поточной технологий при разработке рудных месторождений Кыргызстана	57
3.2. Выбор и обоснование комплекса оборудования для циклично- поточной технологии технологии при открытой разработке месторождения «Джеруй»	63
3.3. Техничко-экономические показатели циклично-поточные технологии в сравнении с цикличной технологией для перемещения горных пород месторождения «Джеруй».....	75
3.4. Рекомендации по применению рациональной схемы циклично- поточной технологии при разработке золоторудного месторождения «Джеруй»	83
3.5. Выводы к главе 3.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	90

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертации. При открытой разработке полезных ископаемых все более широкое распространение находит применение циклично-поточная технология (ЦПТ), позволяющая существенно сократить дальность транспортирования горной массы за счет применения ленточных конвейеров с углами наклона до 16-18°, снизить себестоимость транспортирования горной массы на 30-40%, поднять производительность труда в 1,4-2 раза и улучшить экологическую обстановку на руднике сравнительно с традиционной циклической технологией.

Суть циклично-поточной технологии заключается в применении для транспортирования разрабатываемых горных пород поточных и эффективных магистральных конвейеров, позволяющих существенно увеличить производительность рудника и безопасность ведения горных работ при транспортировке большого объема вскрышных горных пород на отвалы, а также при транспортировании руды на рудные склады или непосредственно на обогатительные фабрики в условиях сложного горного рельефа, так как месторождения Кыргызстана в основном расположены в высокогорных местностях.

В связи с этим работа посвященная обоснованию целесообразности применения циклично-поточной технологии при открытой разработке золоторудного месторождения Джеруй представляет актуальную научно-практическую задачу.

Связь темы диссертации с крупными научными программами, основными научно-исследовательскими работами.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института геомеханики и освоения недр НАН Кыргызской Республики по проекту: «Научное обоснование рационального и безопасного освоения рудных и угольных месторождений Кыргызской Республики», раздел «Разработка инновационных методов рационального

освоения высокогорных месторождений Кыргызской Республики с учетом рисков горнодобывающей отрасли» (№ гос. регистрации: 0007852, 2021-2023 г.),

Цель диссертационной работы - разработка и обоснование эффективной технологической схемы транспортировки вскрышных горных пород при открытой разработке с применением поточного конвейерного транспорта.

Для достижения цели предусмотрены решения следующих задач:

1. Проведение анализа мирового опыта по применению циклично-поточных технологий при открытой разработке на рудниках ближнего и дальнего зарубежья.
2. Исследование геологических особенностей и горно-технических условий открытой разработки золоторудного месторождения Джеруй;
3. Проведение технико-экономических расчетов по обоснованию целесообразности применения циклично-поточной технологии для перемещения вскрышных горных пород месторождения Джеруй
4. Разработка эффективной технологической схемы транспортировки вскрышных горных пород при открытой разработке с применением поточного конвейерного транспорта.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

1. Обоснован выбор комплекса оборудования для внедрения циклично-поточной технологии с учетом свойств горных пород и горно-технических факторов для условий месторождения Джеруй
2. Проведены технико-экономические расчеты по обоснованию целесообразности применения циклично-поточной технологии для перемещения вскрышных горных пород месторождения Джеруй
3. Разработана эффективная технологическая схема транспортировки вскрышных горных пород при открытой разработке золоторудного месторождения Джеруй с применением поточного конвейерного транспорта.

Практическая значимость полученных результатов состоит в следующем:

Результаты исследований данной работы рекомендованы и приняты к использованию для решения следующих задач горного производства:

- составлении технико-экономических расчетов, технико-экономических обоснований и проектирования открытых горных работ с целью эффективной разработки золоторудного месторождения Джеруй
- обоснования проектных и инженерных решений по повышению производительности рудника при применении поточного конвейерного транспорта

Реализация результатов исследований позволит получить положительный эффект при ведении вскрышных работ, заключающийся в:

- кратном сокращении парка автосамосвалов;
- замене дорогостоящего дизельного топлива более дешевой электрической энергией;
- существенном снижении экологической нагрузки при ведении горных работ;
- повышении производительности рудника Джеруй при применении поточного транспорта;
- значительном сокращении эксплуатационных затрат при разработке месторождения Джеруй.

Экономическая значимость полученных результатов состоит в использовании результатов исследований по целесообразности применения циклично-поточных технологий для проектирования открытых горных работ при разработке золоторудных месторождений республики, позволяющих обеспечить высокую производительность рудников и повысить безопасность ведения горных работ.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Технологические параметры комплекса оборудования для поточной технологии горных масс с учетом свойств горных пород и горно-технических факторов для условий месторождения Джеруй
2. Техничко-экономическое сравнение показателей цикличной и циклично-поточной технологии, связанных с процессом транспортировки вскрышных горных пород месторождения Джеруй, для обоснования целесообразности применения циклично-поточной технологии
3. Рациональная технологическая схема транспортировки вскрышных горных пород при открытой разработке золоторудного месторождения Джеруй с применением поточного конвейерного транспорта.

Личный вклад соискателя состоит в: анализе мирового опыта по применению циклично-поточных технологий при открытой разработке на рудниках ближнего и дальнего зарубежья, исследовании геологических особенностей и горно-технических условий открытой разработки золоторудного месторождения Джеруй, обосновании выбора комплекса оборудования для внедрения циклично-поточной технологии с учетом свойств горных пород и горно-технических факторов, проведении технико-экономических расчетов по обоснованию целесообразности применения циклично-поточной технологии для перемещения вскрышных горных пород, разработке эффективной технологической схемы транспортировки вскрышных горных пород при открытой разработке с применением поточного конвейерного транспорта.

Апробации результатов диссертации. Основные положения диссертационной работы докладывались на: заседаниях Ученого Совета Института геомеханики и освоения недр НАН Кыргызской Республики (г. Бишкек, 2021-2023 гг.) и следующих конференциях: Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы геомеханики, геотехнологии и геоэкологии» посвящённая 90-летию академика НАН КР И.Т. Айтматова и 60-летию Института геомеханики и освоения недр (г. Бишкек, 25

мая 2021 года); Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, инновации и технологии: оценки, проблемы, пути решения», посвящённая 80-летию заслуженного работника НАН КР, профессора Ж. Усубалиева и 30-летию Инженерной Академии КР (г. Бишкек, 28-29 апреля 2022 года); Международная научно-практическая конференция «Инновации в горнодобывающей промышленности», посвящённая памяти академика Инженерной академии КР, д.т.н., профессора Ш.А. Мамбетова (г. Бишкек, 21-22 апреля 2023 года).

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.

Результаты исследований, отражающие основное содержание диссертационной работы, опубликованы в 6 печатных работах, в научных журналах, вошедших в Перечень рецензируемых научных изданий, утверждаемым президиумом ВАК Кыргызской Республики, соответствуют теме диссертации.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, изложенных на 94 страницах, содержит 7 рисунков, 25 таблиц, и список литературы из 42 наименований.

Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю, д.т.н., Заслуженному деятелю науки и техники КР, профессору Тажибаеву К.Т. за внимание, советы и консультации, практическую помощь при выполнении диссертационной работы.

Глава I. Анализ перспектив применения циклично-поточной технологий при открытой разработке золоторудных месторождений

1.1 Общие сведения о циклично-поточных технологиях с конвейерным транспортом

Согласно определениям из Горной энциклопедии [1] и Геологической энциклопедии Циклично-поточная технология добычи (ЦПТ) - это форма организации производства, при которой в едином технологическом потоке горного предприятия одни процессы выполняются в циклическом, другие в непрерывном режимах. ЦПТ, как правило, подразумевает применение поточного (непрерывно действующего) конвейерного транспорта для перемещения горных пород в технологическом потоке в сочетании с циклическими буровзрывными работами и циклично действующими одноковшовыми экскаваторами или погрузчиками в забое, осуществляющими выемку и погрузку взорванной горной массы на конвейер или в бункер дробилки или грохота. Схема на рис.1.1 четко отражает суть высказанного определения ЦПТ.

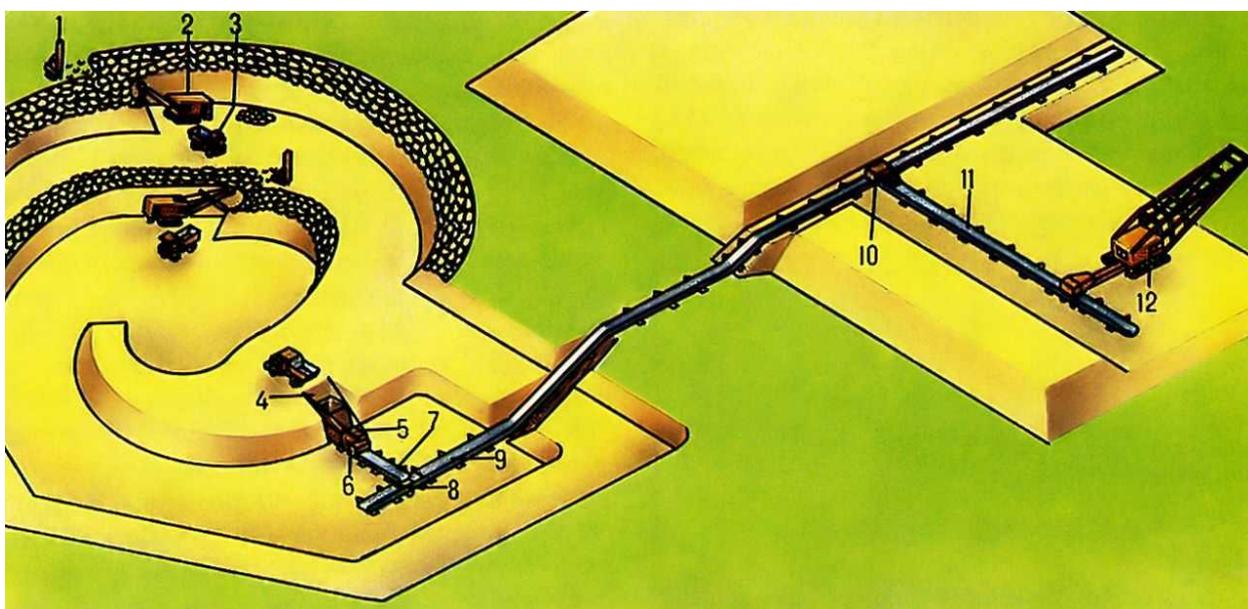


Рис.1.1 - Схема циклично-поточной технологии разработки на карьерах:

1-буровой станок; 2-экскаватор; 3-автосамосвал; 4-приёмный бункер; 5-виброгрохот-питатель; 6-дробилка; 7-забойный ленточный конвейер; 8-конвейерный виброгрохот;

9-магистральный конвейер; 10-сбрасывающая тележка; 11-отвальный конвейер;
12-отвалообразователь.

ЦПТ широко применяется при открытой разработке, также может быть использована и при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, в том числе на угольных месторождениях.

При открытой разработке могут быть 2 варианта:

- 1) использование полустационарных дробилок на борту карьера с периодическим переносом их по мере продвижения горных работ (рис.1.1);
- 2) применение передвижных дробилок или грохотов, перемещаемых вместе с экскаваторами по фронту работ. В первом случае, как видно из схемы, к полустационарным дробилкам горную массу доставляют автосамосвалы, а при малой производительности потока и небольшом расстоянии используют также автопогрузчики.

Система ЦПТ с буровзрывной подготовкой крепких пород, широко используется на рудных карьерах чёрной и цветной металлургии. Здесь горная порода погружается одноковшовыми экскаваторами в автосамосвалы и доставляется внутри карьера на полустационарную дробилку, а далее по борту карьера на обогатительную фабрику конвейерным транспортом. Для отвалообразования применяют консольные отвалообразователи.

ЦПТ на карьерах позволяет снизить затраты на 25-30% и повышать производительность труда в 2-3 раза по сравнению с Циклической технологией.

При использовании ЦПТ в подземной разработке месторождений руду перемещают конвейерным транспортом. При этом возможны варианты: отбитую руду погружают через вибропитатели на конвейер или её доставляют колёсным транспортом (самоходным оборудованием) до подземных дробилок, а далее конвейерным транспортом на поверхность шахты.

По данным имеющихся публикаций начало применения ЦПТ относится к концу 1930-х гг. [2-6], в частности, на железорудных карьерах Сен-Поль (в 1936 г.) и Спрус (в 1937 г.) США впервые начали использовать ЦПТ с автомобильно-

конвейерным транспортом [6]. Указанная технология в горной практике зарубежных стран более шире начала внедряться после 1940-х гг., например, в Германии, фирма Krupp в 1956г. при добыче известняка внедрила циклично-поточную технологию [3], устанавливая дробилку непосредственно в карьере и используя автотранспорт (цикличный транспорт) для перегрузки известняка на конвейер (поточный транспорт).

М.В. Васильевым были выделены 2 этапа или периода (1945-60 гг. и 1961-70 гг.) [7] в развитии ЦПТ с автомобильно-конвейерным транспортом (АКТ) на зарубежных карьерах, затем В.Л. Яковлев и Г.Д. Кармаев дополнили еще последующими 2-мя этапами (1971-2000 гг. и после 2000 г.) [4-6]. Основные характеристики этих этапов развития ЦПТ обобщены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Тенденции развития ЦПТ на карьерах

Период год	Объем перевоз ок. млн.т. (вид п.и.)	Расстояние Транспортирования, км.		Оборудование
		Сборочн ым транспор том	Конвейерным транспортом	
1945- 1960	4-5 (медная и железна я руды)	0,3-1 (иногда до3)	03-3 (максималь ное12)	Экскаваторы с вместимостью ковша 3-4 м ³ ; Автосамосвалы грузоподъемностью 20-34т. (редко40-45т.; щековые дробилки с приемным отверстием 1000х1200, 1200х1500. 1524х2183мм.: ленточные конвейеры с шириной ленты 760 и 914 мм. со скоростью

				движения до 3м/сек.
1961-1970	До 20-25 (медная и Железная руды)	0,4 – 2 (иногда до3)	(максимальное15,4)	Экскаваторы с вместимостью ковша 11-19-23м ³ ; Автосамосвалы грузоподъемностью 65-85т.(иногда110-120т.); Конусные дробилки с шириной приемного отверстия 1372-1524мм.; ленточные конвейеры с шириной ленты 814-1524мм. (преимущественно 1200-1372-1524мм.) со скоростью движения 2-4м/сек.
1971-2000	До 22-36 (медная и Железная руды, скальные вскрышные породы)	1,2-2,5	1,5-3	Экскаваторы с вместимостью ковша 8-9-23м ³ ; Автосамосвалы грузоподъемностью 75-110т., 120-138т. конусные дробилки с шириной приемного отверстия 1370-1524мм. (до 2769мм.); щековые дробилки с приемным отверстием 1000х1200, 1500х2100мм.; передвижные дробильно-перегрузочные установки; ленточные конвейеры с шириной ленты 1600-2000 мм. со скоростью движения до

				3м/сек.; крутонаклонные ленточные конвейеры с лентой шириной 2000мм.
После 2000	<p>ЦПТ получила широкое распространение. Введены в эксплуатацию комплексы ЦПТ; для перемещения скальных вскрышных пород: с передвижным ДПУ; крутонаклонным двухконтурным конвейером, поднимающим руду из карьера под углом 37° на высоту 270 м.</p> <p>Основные направления развития ЦПТ сохраняются.</p>			

Характерным для ЦПТ являлось комбинированное применение автосамосвалов с конвейерным транспортом (АКТ) для перемещения руды. Как видно из табл.1.1, *в первом периоде* ЦПТ АКТ начали применять на карьерах с годовой производительностью 4 – 5 млн. т. Использовались сравнительно не большие экскаваторы с емкостью ковша 3–4 м³, автосамосвалы с грузоподъемностью 20 – 34 т, реже 40 – 45 т, ленточные конвейеры с шириной 760 и 914 мм со скоростью транспортировки до 3 м/с. Технологические параметры эксплуатируемого оборудования ЦПТ составляют: расстояние транспортировки горной массы автомобилями до перегрузочного пункта 0,3 – 1,0 км (иногда до 3 км), протяженность конвейерных линий 0,3 – 3,0 км (иногда до 12 км). Перегрузочные пункты оснащены щековыми дробилками с приемными отверстиями 1000×1200, 1200×1500, 1524×2183 мм.

На втором этапе развития ЦПТ АКТ (1961-70гг.) производительность карьеров увеличивалась и составляла уже 20 - 25 млн. т руды в год, поэтому применялось более мощное оборудование, отвечающее условиям карьеров: экскаваторы с емкостью ковшей 11, 19 и 23 м³ и погрузчики 4 - 5 м³; автосамосвалы с грузоподъемностью 65 – 85 т, в отдельных случаях 110 – 120 т, для некоторых предприятий планировалось использовать крупнейшие автосамосвалы с грузоподъемностью 200 т. Автотранспорт перевозил горную массу до перегрузочного пункта на расстояние 0,4 – 2,0 км, реже до 3,0 км. Конвейеры имели ленты с шириной 914 – 1524 мм (преимущественно 1200, 1372 и 1524 мм)

и скорость движения 2 – 4 м/с. Протяженность конвейерных линий составляла 0,4 – 3,8 км (иногда 10,5 – 15,4 км). Перегрузочные пункты имели конусные дробилки с приемными отверстиями шириной 1372, 1524 мм и более. Несмотря на увеличение глубины разработки карьера, в данном периоде стремились к сокращению плеча (расстояния) доставки горной массы сборочным автотранспортом путем рационального размещения перегрузочных пунктов и более глубоким вводом конвейерных линий в карьер.

Третий этап развития ЦПТ (1971-2000гг.) отличается тем, что годовая производительность еще выше - 22-36 млн. т руды, т.е. она начала внедряться на довольно крупных карьерах. Соответственно, расстояние транспортирования конвейером увеличилось до 3 км, применяются очень крупные автосамосвалы (грузоподъемность 120-138 т) и экскаваторы (емкость ковша до 23 м³), конусные дробилки (ширина приемного окна до 2769 мм), почти такие же щековые дробилки и очень производительные ленточные конвейеры (ширина ленты до 2000 мм, скорость до 5 м/с). Особенностью ЦПТ третьего этапа в том, что появились передвижные дробильно-перегрузочные установки (ДПУ) и крутонаклонные конвейеры, что позволили применение поточной технологии в очень глубоких или углубленных по рельефу карьерах.

Четвертый этап развития ЦПТ АКТ (после 2000г.) относится к современному периоду (в наши дни), где она получила очень широкое применение, где мощный комплекс оборудования позволяет поднимать руду под углом наклона 37° на высоту до 270 м, что открывает возможность применения поточной технологии практически на любых месторождениях.

Благодаря преимуществам поточная технология с автомобильно-конвейерным транспортом нашла широкое применение на карьерах ряда зарубежных стран (см. табл.1.2) [6], таких как США, Чили, Канада, Мексика, Австралия, Перу, Либерия и др. Среди них в США ЦПТ АКТ получила значительное развитие, она применялась при разработке карьеров нагорного, глубинного и смешанного типов. Вначале карьер строился под автотранспорт, затем осуществлялся переход на комбинированную технологию под АКТ,

целесообразной глубиной перехода составляла 60 – 150 м в зависимости от особенностей залегания ископаемого и размеров строительства карьера, характеристик горной массы. Период строительства карьеров и переход на ЦПТ АКТ занимал 1-2, иногда 3-4 года (табл.1.2).

Бурное развитие ЦПТ АКТ на зарубежных карьерах, особенно после 1970-х гг., было обусловлено применением модернизированного комплекса оборудования с вышеуказанными параметрами, которое обеспечивало транспортировку большого объема горной массы на сравнительно большие расстояния, сокращение при этом расстояния транспортировки автосамосвалами благодаря созданию передвижных дробильно-перегрузочных пунктов (ДПП), которые имели возможность быстрого перемещения в пределах карьерного пространства, а также появлением мощных крутонаклонных конвейеров с углом подъема (перемещения) груза 40-60° и более.

Внедрение ЦПТ АКТ в СССР было начато в 1970-х гг. [4] вначале на небольших флюсовых (известняк), затем на больших рудных карьерах. Например, на известняковых карьерах [6]: Псилерахский карьер Балаклавского рудоуправления (1962г., г.Балаклава, Крым, Украина), Ахангаранский карьер (1961г., карьер завода «Ахангаранцемент», г.Ахангаран, Ташкент. обл., (Узбекистан), карьер «Дальний» Комсомольского рудоуправления (1965-68гг., г.Комсомольское Донецк. обл., Украина) и Пятовский карьер (1964 г. пос. Пятовский, Калужская область, Россия). Далее поточную технологию с АКТ внедряли на Алтын-Топканском руднике Алмалыкского свинцово-цинкового комбината (г. Алмалык, Таджикистан), на опытном участке Гайского медно-рудного карьера (сейчас Гайский ГОК, г. Гай Оренбургской обл., Россия) и в последующем на карьерах ряда горно-обогачительных комбинатов (ГОК).

Таблица 1.2 – Карьеры зарубежных стран ЦПТ с применением автомобильно-конвейерного транспорта.

Карьер	Вид полезного ископаемого	Годовая производительность карьера, тыс.т.	Период строительства карьера с автомобильно-конвейерным транспортом	Продолжительность перехода карьера на АКТ
Багдад (США)	Медная руда	2000	1946-1950гг.	-
Пима (США)	Медная руда	5400	-	1967-1968гг.
Тайрон (США)	-	12000	V1967-IX1969	-
Чукикамата (Чили)	-	26000	-	1970-1972гг.
Экзотика (Чили)	-	8000	III1969- XIII1970	-
Сиеррита (США)	-	22000	VIII1968-II1970	-
Твин Бьютс (США)	-	25000	VIII1965- IX1969	-
Кармен (Чили)	Железная руда	1000	1957-1960гг.	-

Нида Маунтин (Канада)	Железная руда	2000	1955-1957гг.	-
Маркона (Перу)	-	6500	-	I Очередь 1959- 1961гг. II Очередь IX 1966- VII 1967г.
Хамерсли (Западная Австралия)	-	23000	IV 1965- XIII 1966	-
Нимба (Либерия)	-	7500	I 1961-V 1963	-
Вейлбек (Западная Австралия)	-	24000	I 1969-IX 1970	-
Борон (США)	-	Бораты	1957-1960гг.	-

В начале ЦПТ не получила широкого применения [4], т.к. в проектах разработки глубоких карьеров железорудных месторождений единственным видом на первых этапах был железнодорожный транспорт. В 1970-е гг. этот вид транспорта немного отстал в своем развитии от темпов понижения горных работ, а высота подъема горной массы автосамосвалами достигала уже 150-200 м, что значительно превышала оптимального значения (60-80 м) принятой оптимальной схемы комбинированного транспорта. Поэтому в последующих проектах применения ЦПТ предусматривался переходный процесс развития транспортной системы карьера, а именно на АКТ.

На карьерах советских горных предприятий ЦПТ с автомобильно-конвейерным транспортом также начала широко применяться благодаря ее

возможностей значительного снижения материальных, энергетических и финансовых ресурсов, особенно при разработке глубоких карьеров. Для этого в 1972-73 гг. вначале проводились испытания и внедрения ЦПТ АКТ на опытно-промышленных участках карьеров, где проверялись работоспособность и надежность технологической схемы, надежность оборудования при разработке крепких скальных пород и при перегрузке горной массы, при эксплуатации на карьерах без укрытий и др. факторы воздействия.

Производительность карьеров по полезному ископаемому, где начали внедрять ЦПТ АКТ, составляла 0,62 - 4,0 млн т. [6]. Для погрузки горной массы в забоях использовали экскаваторов ЭКГ-4, ЭКГ-4,6 с емкостью ковша 4,0 - 4,6 м³, доставку до перегрузочного пункта осуществляли автосамосвалами КрАЗ-222, КрАЗ-256, МАЗ-525, БелАЗ-540 грузоподъемностью 10 – 27 т при дальности транспортировки 0,4 – 0,8 км, максимально до 10 км (Алтын-Топканский рудник). Перегрузочные пункты оборудовались щековыми дробилками с приемным отверстием 1200×1500, 1400×1800, 1500×2100 мм и роторными дробилками С-688. Дальность транспортировки конвейерными линиями составлял 805 - 6200 м, отдельные конвейеры имели длину от 35 до 1700 м, ширина лент составлял 1000 – 1400 мм, скорость их движения 1,25 – 1,9 м/с. В отличие от других карьеров, на Алтын-Топканском руднике были установлены канатно-ленточные конвейеры длиной 3048 и 3868 м, которые имели ширину ленты 900 мм со скоростью движения 2,3 м/с. Такой же канатно-ленточный конвейер длиной 1200 м был установлен на карьере «Дальний».

В 1973-1987гг. в крупных железорудных карьерах СССР (СНГ) были внедрены мощные системы в комплексах ЦПТ с автомобильно-конвейерным транспортом, основные характеристики их приведены в табл. 1.3 [6].

Таблица 1.3 - Комплексы ЦПТ с АКТ на железорудных карьерах СССР*

Предприятие	Выемочно-погрузочное оборудование	Оборудование сборочного транспортного порта	Дробильно-конвейерный комплекс						
			Год ввода в эксплуатацию	Проектная производительность млн.т/г	Транспортируемый материал	Тип дробилки в ДПП	Протяженность конвейерной линии, м/число ставов в линии	Высота подъема горной массы, м/максимальный угол наклона конвейеров, град.	Ширина Ленты Конвейеров, мм/скорость движения ленты, м/с.
Оленогрский ГОК (ствол)	ЭКГ-8И ЭКГ-4,6	БелАЗ - 549	1981	14,1	Руда	ЩДП 1500-2100	1013/3(1)	155/16	1600 1,6-2,34
						(2шт)			
Стойленский ГОК	ЭКГ-8И	БелАЗ - 549	1983	20,0	руда	ККД-1500/180 (2шт.)	1370/2	200/15	2000/2,34

			1983	7,0	Порода	ЩДП-1500/	1370/2	200/15	2000/2,34
Ковдорский ГОК	ЭКГ- 8И ЭКГ- 4,6	БелАЗ- 549	1987	16,0	Руда	2100 (3шт)	825/1	140/15	<u>1600/2,5</u> 1,6-2,34
Комплекс Ингулецкого ГОКа (ствол): Восточный Западный	ЭКГ- 8И ЭКГ-5 ЭКГ- 4,6 То же	БелАЗ- 549 БелАЗ- 75191	1973	18,0	Руда	ККД1500/180	1704/3 (1)	180/16	<u>1600/2,5</u> 2,5-3,15
			1983	18,0	Руда	ККД1500/180	1827/3 (1)	180/16	<u>1600/2,5</u> 2,5-3,15
Северный ГОК	ЭКГ- 8И	БелАЗ - 549	1978	18,0	Руда	ККД1500/180	2420/3 (1)	163/15	2000/2,34
Анновская карьер	ЭКГ- 8И	HD-1200	1979	18,0	Порода	КВКД-1200/200 (ККД-1500/180	2220/3(1)	185/15	2000/2,34

(траншея)	ЭКГ- 4,6								
Центральный ГОК	ЭКГ- 8И ЭКГ- 4,6	HD-1200	1984	16,0	Руда и порода	ККД1500/180	1828/5(3)	257/15	<u>1600-2000</u> <u>2,1-3,15</u>
Ново- Кривожский ГОК Карьер №3 (ствол)	ЭКГ- 8И ЭКГ-5 ЭКГ- 4,6	БелАЗ- 549	1984	22,0	Руда	ККД1500/180	1200/4(1)	199/15	2000/2,0- 2,5
Полтавский ГОК (траншея)	ЭКГ- 8И ЭКГ- 4,6	БелАЗ- 549 HD-1200	1984	16,0	Руда	ККД1500/180	635/2 (1)	152/15	<u>1600-2000</u> <u>2,0-2,34</u>

* данные на момент ввода ЦПТ в эксплуатацию, в скобках - число конвейерных ставов на поверхности.

Как видно из приведенных сведений, наиболее крупным по годовой проектной производительности по горной массе были карьеры Стойленского и Ново-Криворожского ГОК ов – 27,0 млн. т (включая породу) и 22,0 млн. т. Карьеры имеют гористый рельеф, поэтому приходилось поднимать горную породу ленточными конвейерами под углом 15-16° на высоту до 152-257 м.

Вскрытие глубоких горизонтов осуществлялось проходкой крутых траншей и наклонных стволов со штольнями, с размещением конвейерного транспорта в этих выработках. Например, крутые траншеи были выполнены на стационарном нерабочем борту Анновского карьера Северного ГОКа, на карьере Ковдорского ГОКа или на временно законсервированном участке рабочего борта карьера Стойленского ГОКа. Наклонные стволы сооружали за пределами контура карьера и организовали их связь с дробильно-перегрузочными пунктами, куда автосамосвалами транспортировалась горная масса, при помощи конвейеров, размещаемых в штольнях. Это дало возможность продления наклонных стволов по мере увеличения глубины разработки и проходку новых штолен в рабочую зону карьеров. Несмотря на недостатки (большой срок строительства транспортной системы (до 5-7 лет) и затраты на дробильно-

Таблица 1.4 - Продолжительность перехода карьеров на АКТ

Предприятие	Транспорт		Годы перехода
	до реконструкции	после реконструкции	
Стойленский ГОК	Автомобильный и железнодорожный	Автомобильный-дробильно-перегрузочный пункт-конвейерный	1979-1982
Оленегорский ГОК	Железнодорожный и автомобильный,	Автомобильный-дробильно-перегрузочный пункт-	1978-1981

	автомобильно- железнодорожный	конвейерный	
Ковдорский ГОК	Автомобильный	Автомобильный- дробильно- перегрузочный пункт- конвейерный	1981- 1986
Ингулецкий ГОК	Автомобильный	Автомобильный- дробильно- перегрузочный пункт- конвейерный	1965- 1979
Северный ГОК, Анновский карьер	Автомобильно- железнодорожный	Автомобильный- дробильно- перегрузочный пункт- конвейерный	1974- 1978
Ново- Криворожский ГОК (опытно- промышленный участок)	Автомобильно- железнодорожный	Автомобильный- грохотильно- перегрузочный пункт- конвейерный	1969- 1972

конвейерный комплекс (ДКК, в 1,5-1,8 раз больше при вскрытии глубоких горизонтов) описанный способ вскрытия позволяет вести разработку на карьерах, где отсутствуют постоянные нерабочие борта, а уступы насыщены транспортными и другими коммуникациями.

Переход карьеров на АКТ непростой процесс и требует выполнения целого комплекса работ. Например, при внедрении на вышеназванных карьерах *были выполнены следующие работы* [14]: подготовка горизонта для устройства внутрикарьерного перегрузочного пункта; строительство автодороги к перегрузочной площадке; сооружение внутри-карьерного перегрузочного пункта, монтаж оборудования конвейеров, дробильно-перегрузочных пунктов

(ДПП) и перегрузочного пункта на передаточного питателя для осуществления перегрузки горной массы с конвейерной линии на склад, на другие транспортные средства.

Циклично-поточная технология применяется при разработке рудных и нерудных, в т.ч. угольных месторождений, мягких, скальных и полускальных пород. В современной практике наиболее широко применяются схемы ЦПТ, оснащенные с самоходными дробильными агрегатами (СДА) и передвижными дробильно-перегрузочными комплексами (ПДПК), имеющие модульное конструктивное исполнение, а на первых этапах развития ЦПТ имели стационарные и полустационарные дробильно-перегрузочные пункты (ДПП) [2, 9].

Особенности устройства, внедрения и эксплуатации различных видов циклично-поточных технологий с конвейерным транспортом, результаты научных исследований по данной технологии приведены в ряде (около 20) кандидатских, докторских и магистерских диссертационных работах [2, 5 и др.], в монографиях и учебной литературе [6-8, 10-12 и др.], а также в многочисленных научных статьях [3,4, 6, 9, 20-21 и др.].

По данным источника [31], преимущества конвейерного транспорта перед автосамосвалами выражаются в следующем [2, 9]. Автосамосвал расходует 60% дизтоплива на свое перемещение и только 40% топлива идет на доставку полезного груза, а в ленточном конвейере такое же соотношение по расходу электроэнергии составляет 20% к 80% в пользу транспортируемого груза. Для подъема 100 т груза на высоту 10 м автосамосвал затрачивает 2 л топлива, например, при цене 0,9 долл. США за 1 литр, а конвейер – 3кВт·ч электроэнергии по цене 0,225 долл. за 1 кВт ч. (цены сейчас более дорогие). Из данного сопоставления получается, что конвейер в 4 раза эффективнее автотранспорта. На горизонтальных участках автосамосвал на 1 км доставки 100 т полезного груза может израсходовать 8 л топлива, а конвейер – 12 кВт·ч энергии, что подтверждает приведенное соотношение.

Автотранспорт, в общем случае, требует меньше капиталовложений, чем конвейерный транспорт, но значительно высокие расходы на эксплуатацию, поэтому затраты почти уравниваются в течение 3-4 года. При разработке на глубоких карьерах (200 м и более), капиталовложения на обе виды транспорта будут примерно равны, следовательно, ЦПТ имеет явные преимущества. Последние требуют дробления перед погрузкой их на конвейер для транспортировки. К настоящему времени существуют различные схемы ЦПТ, которые различаются наличием или отсутствием комбинированного транспорта и типом перегрузочного пункта. Одна из классификаций схем ЦПТ [16] приведена в табл.1.5, которая составлена на основе обобщения основных известных видов ЦПТ, применяемых на современных карьерах.

В зависимости от условий применения схемы ЦПТ можно разделить на 2 группы – с промежуточным циклическим транспортом или без него, каждая из этих групп схем различаются на 3 вида ЦПТ: с валовой погрузкой горной массы на конвейер (схемы с индексом 1А и 2А); с отделением крепких включений из горной массы перед погрузкой на конвейер (схемы с индексом 1Б и 2Б); с дроблением породы перед погрузкой ее на конвейер (схемы с индексом 1В и 2В).

Таблица 1.5 – Классификация схем ЦПТ на карьерах

Группа схем	Индекс схем	Схема	Оборудование				Условия применения
			выемка и погрузка	забойный циклический транспорт	перегрузочный пункт	непрерывный транспорт	
1.Схемы с промежуточным циклическим	А-1	с валовой погрузкой на конвейер	одноковшовый экскаватор	автотранспорт	Перегрузочный	конвейер	Мягкие и хорошо взорванные полускальные горные породы без наличия в них валунов и других
			одноковшовый погрузчик	одноковшовый погрузчик	Перегрузочный	конвейер	

транс порт			скрепер	скрепер	перегрузоч ный	конвейер	скальных включений
	1-Б	с отделе нием крепки х включе ний перед погруз кой на конвей ер	одноков шовый экскава тор	авторан спорт	грохотиль ный	конвейер	Мягкие горные породы с наличием в них валунов и других скальных включений в небольшом объеме
	1-В	С дробле нием пород перед погруз кой на конвей ер	Одно ковшо вый экс кава тор	Автомо бильный или желез нодорож ный транс порт	Дробильны й или грохо тильно- дробиль ный	Кон вейер	Скальные и полускальны е горные породы после их разруше ния взрывным способом
2. Схе мы без про межу точно го цик лич ного транс порта	2-А	С валово й погруз кой пород на конвей ер	одноков шовый экскава тор	нет	перегрузоч ный	конвейер	Мягкие и хорошо взорванные полускальны е горные породы без наличия в них валунов и других скальных включений
	2-Б	С отделе нием крепки х включе ний перед погруз кой на	Одно ков шо вый экска ватор	нет	Грохо тиль ный	Кон вейер	Мягкие горные породы при наличии в них в неболь шом объеме валунов и других скальных включений

		конвейер					
	2-В	Дроблением пород перед погрузкой на конвейер	Одноковшовый экскаватор	нет	Дробильный или дробильно-грохотильный	Конвейер	Скальные и полускальные горные породы после их разрушения взрывным способом

Схемы ЦПТ класса 1А или 2А могут быть использованы при разработке мягких и хорошо взорванных полускальных горных пород, в которых отсутствуют валуны или другие скальные включения. ЦПТ индекса 1Б и 2Б используются для разработки мягких горных пород при наличии в них небольшого количества валунов или других скальных включений. Циклично-по-точные технологии вида 1В и 2В можно применять для разработки скальных и полускальных горных пород при добыче взрывным способом. ЦПТ различаются по комплексу оборудования грузопотока, почти во всех ее видах для выемки и погрузки горной массы применяются одноковшовый экскаватор или погрузчик, реже скрепер, для непрерывной транспортировки горной массы конвейеры. В качестве призабойного циклического транспорта в ЦПТ 1-й группы применяются автотранспорт (автосамосвалы) или железнодорожный транспорт, реже одноковшовый погрузчик или скрепер (для мягких пород), схемы ЦПТ 2-й группы, как следует из ее названия, не имеют призабойного циклического транспорта.

Во всех видах ЦПТ имеются перегрузочные пункты, они могут быть только перегрузочными, также дробильными, грохотильными или дробильно-грохотильными, которые оснащаются соответствующими видами оборудования (погрузчик, грохот, дробилка).

Дробильные перегрузочные пункты состоят из дробилки, приемного бункера и питателя, которые подают горную массу на дробление, конвейера, на который загружаются раздробленные породы для перегрузки. Этот вид перегрузочного пункта применяют для обработки и погрузки поступающей горной массы с

крупными фракциями с размером более 0,4-0,5 м в количестве свыше 50%. Мелкие фракции прямо попадают в дробилку, они практически не дробятся, снижают динамические усилия в дробилках.

Автосамосвалы подвозят из карьера и выгружают горную массу в приемный бункер, откуда она попадает на дробилку. В процессе дробление подрешетный продукт поступает в металлический бункер, затем с помощью вибропитателя загружается на выкатывающийся конвейер. Надрешетный продукт идет на дробление и поступает в щековую дробилку типа ЩДП 15x21,

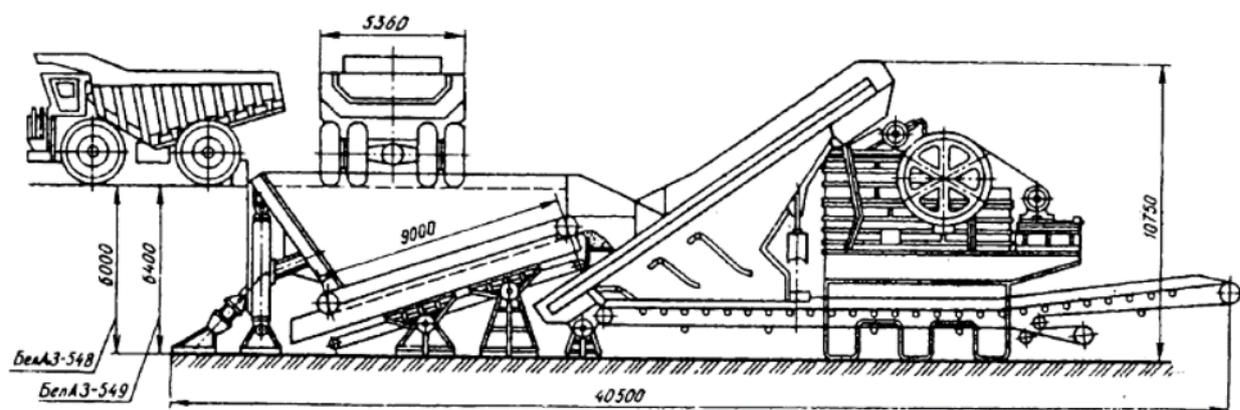


Рис. 1.2 - Передвижной перегрузочный пункт (ПДПК) блочной компоновки

который выполнен в блочной компоновке оборудования. Передвижные ПП перемещаются по мере подвигания добычных работ на карьере. Данный перегрузочный пункт состоит из 3 блоков. Первый блок включает 2 оборудования - приемный бункер и пластинчатый питатель. Стенки бункера футерованы съемными листами высокопрочной марганцовистой стали, хорошо защищают от износа и ударов частиц рудной массы, днищем бункера является пластинчатый питатель для подачи руды. Второй блок состоит из грохота-питателя, третий – из щековой дробилки на цельносварной раме, закрепляемой на рабочей площадке анкерами. Пропускная способность такого перегрузочного пункта может быть 1000-2000 т/ч. Первый блок можно использовать также как самостоятельный перегрузочный пункт в ЦПТ по схеме 1-А, когда разрабатываются мягкие или хорошо взорванные полускальные

породы, где отсутствуют валуны и другие скальные включения. Другой вариант применения может быть как дробильный перегрузочный пункт, исключая из состава второго блока - грохота питателя.

Описанная классификация схем ЦПТ включает основные ее элементы и оборудования, в целом охватывает все известные виды ЦПТ.

1.2 Краткий анализ применения циклично-поточной технологии при открытой разработке месторождений

Эффективность разработки месторождений определяется правильным выбором технологии и оборудования при производстве горных работ на карьерах. Как показывает анализ публикаций ведущие страны мира для открытой разработки месторождений в качестве приоритетного направления выбрали циклично-поточную технологию, эффективность которой уже доказана множеством научных исследований и проектов, опытом эксплуатации систем ЦПТ на карьерах бывших республик СССР и зарубежных стран.

В настоящее время ЦПТ применяют при разработке рудных и угольных месторождений в России (Оленогорский, Ковдорский и др. ГОКи), на Украине (Полтавский, Южный, Ингулецкий, Центральный, Новокриворожский, Северный ГОКи), в Казахстане и Узбекистане.

На табл.-1.6 приведены сведения по отдельным горным предприятиям Канады, США, Австралии, Чили и других зарубежных стран [10].

Таблица 1.6 – Сведения о ЦПТ на горных предприятиях зарубежных стран

			Основное технологическое оборудование						
Предприя- тие, страна	Вид горной массы (полезных ископаемых)	Проектная произво- дительность млн.т/г.	Дробилки (тип, коли- чество)	Высота Подъ- ема, м.	Длина Кон- вейера, м.	Ширина ленты, мм.	Ско- рость движе- ния ленты, м/сек.	Угол нак- лона, градус	Число Кон- вейер- ных ставов
Twine Buttes, США	Руда Cu Порода	95 45	1370x203 0	270	770+595	1525	Н.д.	14	2
Sierrita, США	Руда Cu+Mo Порода	29 н.д	1525x226 01525x22 60	150	8300	1830	Н.д.	12	выше2 выше2
Bagdad, США	Руда Cu+Mo	12	1525x276 9	300	2000	1830	Н.д.	Н.д.	Н.д.
Valley Copper,	Руда Cu+Mo	50	1525x276 0	Н.д	2000	1830	Н.д.	13	выше2

Канада									
Butler Taconite, США	Руда Fe	83	1370x188 0	Н.д	859	1830	Н.д.	Н.д.	Н.д.
Chino, США	Руда Cu	125		Н.д	1039	1370	2,97	Н.д.	Н.д.
Chuquicamata, Чили	Руда Cu+Mo	35	1370	Н.д	1039	1370	2,97	Н.д.	Н.д.
Quartz Hill, США	Руда Mo	21	1525	Н.д	6400	1370	2,97	Н.д.	Н.д.
Thompson Kreek США	Руда Mo	8	1525	370	2200	1370	2,97	Н.д.	Н.д.
Qwesta, США	Руда Mo	12	Н.д	180	2100+72 0	1370	2,97	10	Н.д.
Palabora, ЮАР	Руда Cu	29,15	шек2100x 2400	выше20 0	2100+72 0	1370	2,97	Н.д.	Н.д.

Fort Nox, США	Руда Au	15	1525(б.у.)	805	2100+72 0	1370	2,97	Н.д.	Н.д.
Alumbreira, Аргентина	Руда Cu+ Au	29	1525x279 5	805	2100+72 0	1370	2,97	Н.д.	Н.д.
Los Pelambres, Чили	Руда Cu+Mo	29	1370	1600	12700	1830	6	Н.д.	Н.д.
Escondida, Чили	Руда Cu	123	1525 (2шт)	1600	1400	1830	6	Н.д.	Н.д.

1.3. Вывод по главе 1:

1. В результате анализа литературных источников, выполненных по обоснованию целесообразности применения циклично-поточной технологии (далее ЦПТ) на рудных месторождениях было выявлено то, что данная технология в настоящее время широко и эффективно применяется на крупных карьерах черной и цветной металлургии в странах СНГ и зарубежье. Опыт проектирования и эксплуатации комплексов ЦПТ свидетельствует о том, что внедрение ЦПТ на карьерах в условиях постоянно возрастающей расстояний открытых горных работ позволяет сократить затраты на транспортирование горной массы с больших расстояний, а также приводят к значительному повышению производственной мощности предприятий. Для большого числа месторождений система ЦПТ на основе конвейерной технологии – экономически более приемлема, чем транспортная, которая основана на применении карьерных автосамосвалов. Так как, ЦПТ может оказаться единственной эффективной технологией особенно при увеличении глубины открытых горных работ, для транспортирование горной массы на земной поверхности.
2. Изучены существо и особенности, основные компоненты и виды применяемого оборудования в комплексе ЦПТ, и их устройство обеспечивающих успешное функционирование. Изучен опыт внедрения ЦПТ на отдельных рудных месторождениях, в частности, на золоторудное месторождения Мурунтау Узбекистана, который имеет определенные сходства по горнотехническим условиям, переход и внедрение ЦПТ на разрезе осуществлено с помощью иностранных инвесторов. Как показывает анализ, основным фактором, влияющим на эффективность применения ЦПТ на современном этапе становится создание и внедрение новых видов горного оборудования. Наиболее перспективным является также, применение, в качестве мобильного внутрикарьерного перегрузочного пункта (ПП), экскаватора непрерывного действия. Также, хорошие перспективы имеет применение ЦПТ с гравитационным транспортированием горной массы в рабочей зоне карьера.

Глава 2. ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЖЕРУЙ

2.1. Административное и географическое положение месторождения

По административному делению Кыргызской Республики территория месторождения «Джеруй» относится к Таласскому району Таласской области и располагается в юго-восточной части Таласской долины на высоте от 2800 до 3800м над уровнем моря. Расстояние от областного центра г. Талас 70 км, от столицы Кыргызской Республики г. Бишкек 460км и от г. Тараз Республики Казахстан 167км.

Рельеф сложный, горный, сильно пересеченный. Преобладают крутые склоны до 35-45°, с выходами скал, а по днищам горных ущелий – неширокие, до 30-60м, всхолмленные каменистые террасы или небольшие плато со сравнительно небольшими уклонами различных экспозиций.

Золоторудное месторождение Джеруй, открытое в 1968 году. Утвержденные запасы составляют (по акту ГКЗ на 01.10.97) 11854 тыс. тонн руды, при содержании золота 6,3 г/т, запасы золота 74684 кг и забалансовые запасы 889 тыс. тонн руды, 21109 кг золота. Об освоении данного месторождения Правительством Союза было принято решение в 1987 году. Данное месторождение является одним из глубоко изученных золоторудных месторождений. По данным геологов в целях разведки пройдено 30 км горных выработок, пробурены скважины длиной более 50 км. Затраты составили в пределах 150-200 млн. долларов США. Как видно из вышесказанного данное месторождение освоился в течении более 35 лет. Для этого были объективные и субъективные причины. Специалисты горного производства считают, что горнотехнические условия данного месторождения не сложные: руда считается технологической, отсутствуют вредные примеси, горные породы устойчивые. В связи с длительностью срока освоения разработка месторождения является одной из резонансных проблем в горном деле и в свое время находился под наблюдением всего народа страны [23].

В октябре месяце 2014 года был объявлен конкурс (второй раз) на право пользования недрами с целью разработки месторождения золота Джеруй и геологического изучения Джеруйской площади. По результатам конкурса в мае 2015 года ОсОО «Альянс-Алтын» выдана лицензия №4230 АЕ от 18 августа 2015 г. сроком до 28.08.2035 г.

Со дня приобретения лицензии на разработку ОсОО «Альянс-Алтын» в 2023 году на первом квартале получил первую выпуск готовую продукцию (слитки в Доре) четырех тонн аффинированного золота. А также, предусматривают ряд мероприятий по улучшению условий труда рабочих, улучшаются взаимоотношения инвестора с местными жителями и местной властью.

2.2. Общие сведения

Месторождение Джеруй находится в приосевой части северного склона Таласского хребта, располагаясь на левом борту одноименного сая на абсолютных высотах 3100-3700 метров.

Площадь месторождения на 60-70% сложена кварцевыми диоритами краевой фракции Чичкано-Колбинского батолита, среди которых заключены небольшие блоки и ксенолитоподобные обособления интенсивно дислоцированных и метаморфизованных отложений ортатауской свиты, представленных кварцево-роговообманковыми и кварцево-пироксено-полевошпатовыми парагнейсами, мигматитами, кварцево-сланцевыми сланцами и доломитовыми мраморами. Диориты и образования ортатауской свиты прорваны дайками и жилами аплитов, кварцевых порфиров, спессартитов, базальтовых порфиритов, пересекаются жилами и прожилками золотоносного кварца и многочисленными зонами дробления и гидротермального изменения пород, содержащими сульфидную минерализацию.

Площадь месторождения на юге непосредственно примыкает к зоне Ичкелетау-Сусамырского разлома, где описанные выше породы тектонически

контактируют с туфами андезитовых порфиритов сусамырской свиты и красноцветными алевролитами ирибулакской свиты, выполняющими шовный грабен этого регионального нарушения. Дайковых образований в туфах и алевролитах шовной зоны не встречено, но признаки золотого оруденения в кварцевых прожилках и зонах окварцевания отмечаются.

Основные разрывы на месторождении и рудном поле по всем признакам оперяют зону Ичкелетау-Сусамырского разлома и имеют в большинстве случаев северо-западное (300-320°) простирание. Амплитуды смещения, как правило, не превосходят нескольких десятков метров.

Джеруй относится к числу месторождений золото-кварцевой формации. Золото приурочено к малосульфидным жилам, прожилкам и зонам метасоматического окварцевания. Кварц однородный, мелко- и тонкозернистый до халцедоновидного; цвет его светло-серый и серый. Основная масса кварцевых прожилков и жил имеет северо-западное и субмеридиональное простирание при юго-западном и западном падении под углами 50-70°.

2.3. Горнотехнические условия эксплуатации

2.3.1. Общая характеристика пород, слагающих месторождение

Месторождение Джеруй представлено следующими разновидностями горных пород в зависимости от их устойчивости:

1. Крепкие устойчивые слабо трещиноватые интрузивные породы, не затронутые метасоматозом.
2. Гнейсы, роговики, метаморфизованные карбонатные породы, обычно крепкие и средней крепости. Они имеют различную прочность, которая зависит от первичного состава и от степени ороговикования.
3. Метасоматически преобразованные породы рудной зоны. Они менее устойчивы, чем неизмененные породы, главным образом, по причине интенсивной трещиноватости.
4. Неустойчивые породы зон дробления как вдоль отдельных разломов, (т.н. зона «Главного рудоконтролирующего разлома») так и в участках их

сочленения или сближения. Наименее устойчивы породы зон расланцевания с глинками трения.

5. Рыхлые грунты морен, делювия, пролювия, осыпей.

Из моренных отложений наиболее распространены грунты щебенисто-глыбовые с пылевато-суглинистым заполнителем. Делювиальные и пролювиальные отложения щебенистые с глыбами, заполнитель суглинистый. Широко развиты щебенистые и глыбовые незакрепленные отложения осыпей, а также отвалов штолен и дорог.

Выше отметки 3000 м развита островная вечная мерзлота.

2.3.2. Физико-механические свойства горных пород месторождения Джеруй

В таблице 2.1. проводится прочность пород в образцах по данным Госгеолагентства КР [23].

Таблица 2.1-Прочность пород (по данным 1980, 1984 гг.)

№№ п/п	Породы	Прочность на одноосное сжатие, МПа		Среднее значение
		Минималь ная	Максималь ная	
1	Кварцевый диорит	130	230,6	190,0
2	Кварцевый диорит окварцованный	163,4	219,6	175,9
3	Кварцевый диорит выветрелый	57,7	62,5	60,0
4	Кварц	212,8	246,5	220,0
5	Гнейс терригенного начала	118,9	201,5	135,0
6	Гнейс карбонатного начала	133,6	244,2	185,0
7	Гнейс карбонатного начала выветрелый	69,5	69,5	69,5
8	Кварцевые порфиры	236,6	236,6	236,6

При работах «Голден Ассошиэйтс» (Приложение 6) выделены следующие группы пород по качеству:

- Центральная кварцевая зона – от очень низких до низких свойств пород;
- Переходная штокверковая зона – от очень низких до средних свойств пород;
- Кварцевая жильная зона – от средних до хороших свойств пород;
- Диориты висячего бока – от хороших до очень хороших свойств пород;
- Диориты висячего бока – хорошие свойств пород (удаленных от поверхности).

Как видно из приведенных характеристик, центральная кварцевая зона, несмотря на высокую прочность образцов, отнесена к породам низкой и очень низкой устойчивости. Это объясняется ее интенсивной трещиноватостью. Этим же объясняются более низкие оценки прочностных свойств других метасоматически измененных пород, собственно рядовых руд («переходная» штокверковая зона), и кварцево-жильного обрамления.

Породы и руды в основном относятся к высоким категориям по шкале Протодьяконова 17-19. Однако в пределах рудной зоны они из-за трещиноватости неустойчивые, но хорошо бурятся и поддаются отрыву при буровзрывных работах.

Согласно межведомственной классификации, породы в пределах зоны минерализации относятся к 1 категории (мелкотрещиноватые) – центральная кварцевая зона и ко 2 категории (сильно трещиноватые). Вмещающие рудную зону породы относятся к среднетрещиноватым.

Значения «индекса устойчивости пород» (RQD) для вмещающих пород колеблются от 11% до 74%, редко поднимаясь до 86%, а в зонах тектонических нарушений составляют всего 0-10%. Доминирующие значения находятся в интервале 22-54%. По рудной зоне RQD составляет 25-55%. Стабильно высокие значения характерны для даек фельзитов – 83-86%:

Объемная масса пород и руд по определениям в целиках и во многих сотнях образцов определяется равной 2,64 т/м³.

Коэффициент разрыхления по данным изучения 18 целиков колеблется от 1,53 до 1,81, в среднем составляет 1,64.

Влажность в среднем равна 0,05%. Породы практически беспористые: водопоглощение в среднем составляет 0,30%.

2.3.3. Характеристика тектонической нарушенности пород и руд

Особенностью тектонической структуры месторождения, как уже отмечалось, является его близость к зоне регионального Ичкелетау-Сусамырского разлома северо-западного направления. Непосредственно на южной границе месторождения располагается Широтный разлом, являющийся северной ветвью Ичкелетау-Сусамырского разлома. Зона этого молодого разлома имеет падение к северу под углами 40-80°. На горизонте 3080 м зона этого разлома вскрывается штольней №11. На месторождении откартирован пучок расходящихся с юго-востока на северо-запад разломов, названных геологами-разведчиками (1,2) Главным рудоконтролирующим разломом. Падение, как собственно шва разлома в юго-восточной части месторождения, так и его ветвей, расходящихся к северо-западу, северо-восточное под углами 50-85°, вплоть до вертикального. Простираение отдельных разломов колеблется от 290 до 320°.

В зонах разломов данной серии породы передроблены, местами перетерты до глины. Мощность таких зон - первые метры до 5 м.

Главный рудоконтролирующий разлом – долгоживущая структура, возникшая до рудоотложения и обновленная в альпийское время.

В современной структуре эти разломы картируются как самые молодые, ограничивающие разломы других направлений.

В центральной части Северо-Западного участка рассматриваемые разломы образуют от 5 до 10 основных ветвей с расстояниями между ветвями 30-80 м. Каждая ветвь – это не один линейный разлом, а, как правило, серия параллельных нарушений шириной до 20-30 м.

Разломы субмеридионального простирания с падением к западу и юго-западу являются второй по распространенности системой тектонических нарушений. Часть из них также долгоживущие: сформировались в дорудный этап, контролируют размещение даек кварцевых порфиров и большей части рудных жил и прожилков. Обновленные структуры имеют крутое западное и юго-западное падению. Нередко они проходят по контактам дайковых тел.

Протяженность разломов данной серии меньше, чем северо-западных. Небольшие размеры они имеют и по падению: в большинстве случаев они не прослеживаются на нескольких горизонтах.

Третья распространенная на месторождении система разломов имеет субширотное простирание. Иногда эти разломы представляют собой структуры, оперяющие разломы первой, северо-западной группы.

Смещения по разломам различного направления обычно не более первых метров. В этом отношении их наличие не усложнит систему отработки рудных тел.

Осложняют они отработку в другом своем качестве: понижается устойчивость горных пород. И если для карьера это не очень большая проблема, т.к. разломов с пологим падением в сторону углубления карьера нет, то для подземной разработки фиксация разломов с разработкой проектов крепления чрезвычайно важна.

В этом плане работа «Голден Ассошиэйтс» «Геомеханическое обоснование параметров камер, закладки и крепления горных выработок» (приложение 5) является основополагающим исследованием, с использованием которого строились, начиная с 1994 года, все проекты подземной разработки. Не является исключением и настоящее ТЭО [23].

2.3.4. Устойчивость бортов карьера и параметры карьера

Фирма «Клон-Криппен» по заданию «МК Голд» (Приложение 4) разработала рекомендации по бортам карьера, которые приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2-Предварительные рекомендации по проекту бортов карьера

Площадка проекта	Макс. общий угол борта	Рекомендуемая высота уступов	Примечания
Северо-западный борт	50-60°	Сдвоенные уступы при расстояниях от 20 до 30 м между бермами	Не вызывают значительной озабоченности по своей кинематике. Благоприятное воздействие со стороны стягивающегося радиуса. Хороший дренаж
Северный борт	40-50°	Одинарные уступы при расстоянии между бермами в 10-15м. Приемлемость сдвоенных уступов может быть доказана для этих бортов в процессе разработки карьера	Если сдвиги окажутся близкорасположенными и непрерывными, то возможны проблемы, связанные с вывалами. Может потребоваться выполаживание бортов до диапазона углов в 40°, иначе же возможно применять и более крутые углы
Северо-восточный борт	45-50°	Одинарные уступы при расстоянии в 10-15 м между бермами	Комбинации набора стыков разломов могут образовывать клинья в сторону карьера
Юго-восточный борт	40-50°	Одинарные уступы при расстоянии в 10-15 м между бермами	Комбинации наборов стыков разломов могут образовывать клинья. Могут возникать

			некоторые плоскостные нарушения
Юго-западный борт	45-50°	Одинарные уступы при расстоянии в 10-15 м между бермами	Стабильность контролируется кинематически возможными плоскостными нарушениями на стыках разломов

Для целей ТЭО рекомендуется, чтобы применялся угол борта, лежащий посередине диапазона углов для каждого из участков в проекте.

По принятым в СНГ классификациям, как уже отмечалось, породы рудной зоны относятся к сильно трещиноватым 2 категории и мелкотрещиноватым (кварцевое ядро). Коэффициент структурного ослабления для пород 1 категории составляет: $\lambda=0,01-0,05$. Коэффициент запаса устойчивости следует принимать не менее 1,4-1,3. Для пород 2 категории коэффициент структурного ослабления $\lambda=0,05-0,1$ и коэффициент запаса устойчивости не менее 1,3-1,2 (приложение 6 ИФиМГП, 2006).

ИФиМГП НАН КР расчет устойчивости проводился по секторам, выделенным условно в пределах будущего борта карьера в 6 секторах (см.рис. 2.1 и табл.2.3).

Таблица 2.3. Рекомендуемые параметры бортов карьера Джеруй

Азимут, град.	256-338			338-35	35-97	97-158	158-206	206-256
Сектор	1			2	3	4	5	6
Высота борта, м	400	450	500	110	100	70	160	160
Генеральный угол откоса борта, град	44°	44°	44°	48°	45°	46°	43°	45°
Коэффициент устойчивости	1,32	1,26	1,19	1,36	1,39	1,42	1,37	1,37

Коэффициент устойчивости с учетом сейсмичности (9 баллов)	1,17	1,09	0,97	1,17	1,21	1,20	1,18	1,18
---	------	------	------	------	------	------	------	------

Как видно из сравнения таблиц, рекомендации ИФиМГП значительно более осторожнее, особенно в высоких бортах торцов карьера. Учтена сейсмичность района, чего не делалось «Клон-Криппен».

Если ориентироваться на влияние разрывных нарушений на устойчивость борта, то можно отметить следующее:

- основные разломы с зонами расланцевания и дробления, по которым могут происходить вывалы из борта (именно вывалы, а не крупные обрушения) перпендикулярны бортам;
- разломы крутопадающие, формирование клиньев с пологими ребрами, наклоненными в сторону карьера, как правило, маловероятно, но в восточном борту в принципе возможно: сочленение разломов северо-западного простирания, юго-западного падения и меридионального с падением к западу.

2.3.5. Устойчивость отвалов

Намечается разместить пустую породу в трех отвалах: один из них на северном склоне хребта в ледниковых цирках и два – к западу от карьера (южнее участка Ашутор-2) на крутых склонах западной и юго-западной экспозиции.

Строение оснований отвалов следующее: северный – мощные моренные отложения сравнительно пологих котловин с крутыми бортами.

При этом самая крутая часть южного борта отвала, расположенного непосредственно к северу от карьера, попадает в контур последнего. В пределах отвалов углы бортов цирка составляют 30-35°.

Основание западных отвалов представлено сланцами, гнейсоидами и известняками, перекрытыми рыхлыми элювиально-делювиальными отложениями мощностью в первые метры. Угол склона до 30°.

Материал морен представлен глыбовым и валунным материалом с суглинистым заполнителем. Между глыбами и валунами морены существуют пустоты, морена.

2.4. Отработка месторождения Джеруй открытым способом по проекту

2.4.1. Схема вскрытия и горнокапитальные работы

Для разработки месторождения «Джеруй» выбран вариант открытого способа отработки до горизонта 3400 м с вводом подземного рудника на третьем году с начала освоения месторождения. Данные варианты карьера и подземного рудника рассматриваются, как базовые по принятой концепции.

Карьер будет пройден на водоразделе и приводораздельных крутых склонах хребта субширотного направления. Особенно крут и обрывист северный склон. Южный склон несколько менее крутой и скалистый.

Абсолютные отметки крайних точек карьера по хребту - 3604 м восточный край, 3868 м западный край. Хребет повышается с востока на запад под средним углом 17°.

Подходы к карьере реально возможны только со стороны южного склона. Первой рабочей зоной отрабатывается восточная часть участка в контуре выхода рудной зоны на поверхность с невысоким коэффициентом вскрыши. Подход к карьере осуществляется с восточной стороны, для чего с Плато строилась подъездная дорога протяженностью 860 м и уже в контуре карьера дорога серпантинами поднимается на 2/3 карьера. К верхним, западным уступам первой рабочей зоны параллельно строилась дорога от первой серпантинной дороги, ведущей на участок Ашутор. Верхние уступы, породные, проходятся с использованием этой дороги. К самым верхним уступам карьера в это время также строится дорога - реконструируется старая дорога на участок Ашутор и от неё строится участок новой дороги на верхнюю отметку второй

рабочей зоны 3840 м, которая будет также использована для доступа к самым верхним уступам третьей рабочей зоны.

Объемы работ по проходке внутреннего съезда включаются в объемы вскрышных работ карьера. Дно карьера в границах первой рабочей зоны расположено на отметке 3568 м. На рабочем борту карьера первой рабочей зоны расположен транспортный съезд для соединения со второй рабочей зоной.

Второй рабочей зоной производится расширение карьера. Вскрытие производится с юго-западной стороны путем поэтапного, по мере понижения горных работ строительства еще двух подъездных дорог от второй и третьей серпантин – дороги на Ашутор. В связи с большими объемами вскрышных работ отработка второй рабочей зоны на отметке 3860 м должна быть начата одновременно с работами в первой рабочей зоне. Дно карьера в границах второй рабочей зоны расположено на отметке 3480 м. По рабочему борту второй рабочей зоны расположен съезд, соединяющий рабочую зону 2 с рабочей зоной 3.

Геологоразведочные работы на участке Западный следует завершить как можно скорее до начала отработки третьей рабочей зоны карьера. Это тем более необходимо, что по результатам этих работ, возможно, потребуются корректировка конечного контура карьера для отработки рудных тел Западного участка.

В границах третьей рабочей зоны производится отработка карьера до конечного контура с постановкой бортов в предельное положение. В соответствии с принятым концептуальным планом, начало работ в третьей рабочей зоне намечено на третий год с начала отработки карьера. Это дает возможность уточнить горнотехнические условия и параметры откосов бортов карьера в предельном положении.

Дно карьера в границах третьей рабочей зоны расположено на отметке 3400 м. При этом границы третьей рабочей зоны совпадают с границами карьера в предельном положении.

Все внешние карьерные автодороги используются для откатки породы в отвалы. Принимая во внимание, что работы по вскрытию месторождения и производству вскрышных работ будут производиться на разных уровнях в трех рабочих зонах, часть дорог строится с однополосным движением, часть дорог с двухполосным.

К горнокапитальным работам относятся строительства всех подъездных дорог, а также работы по удалению пород внешней вскрыши в карьере в границах первой рабочей зоны и второй рабочей зоны до начала коммерческого производства золота.

Таблица 2.4. Объемы по внешним карьерным дорогам на период вскрытия карьера

Наименование	Кол-во полос движения	Длина, м	Объем, м ³	Примечание
Реконструкция старых дорог:				
Участок 1	2	1 183	45 565	Проходка без БВР
Участок 2	2	755	27 687	
Участок 3	2	513	37 700	
Участок 4	2	367	22 695	
Участок 5	2	761	64 637	
Участок 6	2	511	36 297	
Участок 7	1	769	24 072	
Участок 8	1	695	30 602	
<i>Итого:</i>			<i>289 255</i>	
Строительство новых дорог:				

Участок М1	2	858	208 283	Проходка с БВР
Участок М2 - М7	1	1 315	160 772	
Участок 11	1	707	66 633	
Участок 12	1	188	20 547	
Участок 2	2	713	157 188	
Участок 3	2	787	172 336	
Участок 4	2	887	177 901	
Участок 5	2	885	157 253	
Участок 6	2	822	168 345	
<i>Итого:</i>			<i>1 289</i> <i>258</i>	

Отработка первых верхних уступов (полутраншей) производится путем отбойки и перемещения горной породы бульдозером на северный скалистый склон хребта или вниз по склону на южный борт до тех пор, пока не будут сформированы минимальный фронт работ и площадки для погрузки горной массы экскаватором и откатки породы автосамосвалами во внешние отвалы. Эта порода на северном склоне будет располагаться в отрицательных формах рельефа и частично смещаться ниже конечного контура карьера. Порода с южного борта будет в последующем вывезена при отработке более низких уступов по западной подъездной автодороге и размещена в Западном отвале.

2.4.2. Цикличная технология открытых горных работ

Система разработки на месторождении – транспортная. Вскрытие верхних горизонтов производится путем проведения внешних полутраншей на косогорах. При этом возможны тракторные заезды на уступы. Порода с уступов перемещается бульдозером на северный обрывистый склон.

При достижении достаточных размеров рабочей площадки проходится наклонный съезд (капитальная траншея) на нижележащий уступ. Из капитальной траншеи проходится разрезная траншея по косоугру поперек рудной зоне.

Отработка рудной зоны в границах всех рабочих зон производится селективно. Горная масса отбивается в зажиме на всю высоту уступа 8 м, а отгружается слоями по 4 м с использованием экскаватора обратная лопата с емкостью ковша 4,5 м³. Одновременно с рудой отгружается и порода внутренней вскрыши, забалансовая и бедная руда. Рудная зона, как правило, отрабатывается из заездов, параллельных разрезной траншее. Порода и руда грузятся в самосвалы и перевозятся в отвал или на соответствующий сорту руды склад.

Отработка вскрышных уступов производится с использованием экскаваторов прямая лопата с емкостью ковша 7 м³. Отработка ведется сразу на всю высоту уступа высотой 8 м. При расположении в рабочей зоне одного экскаватора заходки располагаются вдоль косоугра. При достаточной ширине рабочей зоны и расположении в ней двух и более экскаваторов, заходки располагаются поперек косоугра. В таблице 2.5 приведены параметры принятой технологии.

Таблица 2.5

Основные элементы и параметры принятой технологии открытой разработки

Наименование	Параметры				
	длина, м	высота, м	ширина, м	угол наклона, град	уклон, %
1	2	3	4	5	6
Уступ					
- в предельном положении		24,00		70,00	
- рабочий		8,00		70,00	

Берма безопасности			10,9-15		0,03%
Призма обрушения		24,00	3,1		
Предохранительный вал		1,00	3,2		
Внешняя полутраншея					
- <i>однополосное движение</i>			13,5		≤10%
- <i>двухполосное движение</i>			19,5		≤10%
1	2	3	4	5	6
Траншея	75-85	8,0	20-25		
Высота вынимаемого слоя (в целике)		4,0			
Нормальная экскаваторная заходка:					
в пределах рудной зоны	50-150		10-17		
на вскрышных уступах	50-250		17		
Ширина рабочей площадки					
в пределах рудной зоны			от 13,5		
на вскрышных уступах			от 20		
Наклонный съезд			12		10%
Транспортная берма					
- <i>одностороннее движение</i>			13,5		≤10%
- <i>двухстороннее движение</i>			19,5		≤10%

На карьере применяется отбойка на буфер (на неубранную взорванную горную массу) одновременно руды и породы в границах рудной зоны. При производстве вскрышных работ за пределами рудной зоны отбойка будет производиться на две или три обнаженные плоскости (на подобранный забой).

В процессе бурения скважин в пределах рудной зоны отбирается шламовые пробы, благодаря которым по ходу работ уточняется местоположение рудных тел, сортов руды и породных прослоев. Особенно это важно для рудных тел жильного обрамления штокверка, невыдержанных по мощности, простиранию, падению и содержанию.

Этот тип руд по сложности геологического строения существенно иной, чем Главное рудное тело: если последнее относится преимущественно ко второй группе (для глубоких горизонтов – к третьей), то жильный тип является переходным от третьей к четвертой группе, так как здесь распределение оруденения крайне неравномерное.

Отбойка на буфер, без разделения горной массы на сорта руды и породу в таких условиях наиболее эффективна (пример – месторождение Кумтор). Отбойка на буфер не приводит к серьезной деформации массива и позволяет после взрыва по результатам эксплоразведки и визуальных уточнений разметить массив на породу и разные сорта руды с последующей их отдельной выемкой.

Для основного бурения принимается станок Titan 600, диаметр взрывных скважин 171 мм.

В качестве взрывчатых материалов применяется гранулит АС-8 по вмещающим породам и игданит – по трещиноватой руде.

Для инициирования скважинных зарядов используются неэлектрические системы взрывания EXEL и T&D, производимые фирмой Orica.

Первичный импульс до капсуля-детонатора EXEL-475 проходит по шнуру-волноводу Lead Line, который инициируют с помощью машинки Дайно Старт. Расстояния между скважинами в ряду и между рядами скважин принимаются равными 5 м. После проведения опытных взрывов сетка скважин должна быть уточнена для каждого условия и типа взрывчатых веществ (ВВ).

Длина скважин при проектной высоте уступа 8 м принимается 9-9,5 м, из которых 1-1,5 м – перебур.

Для бурения скважин на склонах и для контурного взрывания, при постановке уступов в предельное положение применяется станок SOOSAN SD-1300 E, которым можно бурить скважины во всех направлениях при диаметре 115 мм.

Удельный расход ВВ составит:

- гранулит – 0,7 кг/м³;
- игданит – 0,75 кг/м³.

Все оборудование на карьере принято с дизельным приводом, что при высокогорье, крутых склонах и стесненных условиях работ предпочтительнее, чем оборудование с электроприводом. Буровые станки и экскаваторы по тем же причинам выбраны на гусеничном ходу.

Буровые станки выбраны с диаметром долота 171 мм (основной) и 115 мм (вспомогательный). Для выполнения запроектированных работ достаточно 3 высокопроизводительных станка западного производства.

Выемочно-погрузочное оборудование рекомендуется приобрести также западного производства. В связи с необходимостью селективной выемки намечается использовать 3 экскаватора прямая лопата, с емкостью ковша 7м³ и один экскаватор обратная лопата с емкостью ковша 4,5 м³.

Для работ по строительству карьерных дорог, а также выемки вскрышных работ на верхних уступах намечается использование четырех тяжелых (мощностью (400-600л.с.) бульдозеров западного производства.

Доставочное оборудование. Намечается использовать в период максимальной производительности 22 автосамосвала западного производства грузоподъемностью 60 т.

В качестве вспомогательного мобильного оборудования предлагается использовать в основном оборудование производства стран СНГ.

Из-за крутосклонного рельефа формирование отвалов вблизи карьера затруднено.

ТЭО предусматривается складирование пустых пород на трех отвалах:

- 1 – Северный отвал;
- 2 – Западный отвал;

- 3 – Юго-западный отвал.

Емкость отвалов определяется исходя из объема вынутой пустой породы с учетом коэффициента разрыхления, равного 1,64 и коэффициента усадки – 1,25. Всего из карьера будет вынуто и размещено в отвалах 80,5 млн.т пустой породы. С учетом названных коэффициентов объем отвалов составит 40 млн.м³ вскрышных пород.

В соответствии с рекомендациями ИФиМГП НАН КР угол откоса отвалов принимается равным 38⁰, максимальная высота, с учетом формирования отвалов на морене – 60 м. При большей высоте отвал будет формироваться ярусами с оставлением предохранительной бермы шириной от 7,5 до 30 м.

Размещение складов руды на площадке карьера на сегодня является одной из главных проблем открытых горных работ. Площадок, приближенных к основной транспортной трассе - автодорога с карьера на промплощадку 3500м и затем канатная дорога с Плато на обогатительную фабрику – практически нет.

В настоящем ТЭО в первые три года предусматривается транспортировать с карьера на фабрику руду высокого и среднего содержания и бедную руду.

В последующем, после начала подземной добычи с карьера на фабрику, будет транспортироваться только руда высокого и среднего содержания, а бедная и сверхбедная руда будет отправляться на рудные склады в долину Чолок-Тор [23].

2.5. Запасы руды и золота по учету Госгеолагентства Кыргызской Республики

Как уже отмечалось в разделе 1.3.2, в настоящее время на республиканском учете стоят запасы, утвержденные ГКЗ КР 06.04.2004 г. (см. Протокол №90, приложение 2).

Эти запасы показаны в таблице 2.6.

Таблица 2.6-Сводная таблица запасов месторождения (по протоколу ГКЗ КР №90 от 06.04.2004)

Категория запасов	Руда, тыс.т	Содержание золота, г/т	Золото, кг	Наименование участков
<i>Всего по месторождению:</i>				
C ₁	10872453	6,91	75141	
C ₂	632272	9,13	5774	
з/б	5285163	3,06	16161	
<i>в том числе: для открытой отработки</i>				
C ₁	6265965	4,40	27606	Северо-Западный, Юго-Восточный
C ₂	43282	11,48	497	Южный штокверк участок Восточный фланг
з/б	3266273	1,79	5858	
<i>для подземной отработки</i>				
C ₁	4606488	10,32	47535	Северо-Западный до отм.3040м
C ₂	588990	8,96	5277	Северо-Западный: жилы обрамл., инт.2920-3400 и Апофиза
з/б	2018890	5,10	10303	

Сводная таблица запасов по Северо-Западному участку

Способ разработки	Запасы руды, т	Содержание золота, г/т	Запасы золота, кг	Категория запасов
А. Балансовые руды (Au>1,6г/т для открытой и >3,5г/т для подземной отработки)				
Открытый	6165681	4,39	27055	C ₁
Подземный				

Главное рудное тело до отм.3040м	4606488	10,32	47535	C ₁
Перспективные жилы обрамления до отм.3040м	425009	8,36	3551	C ₂
Запасы в блоке 2920-3040м	120548	11,34	1367	C ₂
Итого:	5152045	10,18	52453	C ₁ +C ₂
Всего:	11337726	7,03	79508	C ₁ +C ₂
Б. Забалансовые руды (Au>1,0-1,6г/т при открытых работах и разрозненные жилы и линзы тел жильного обрамления Главного рудного тела при подземной отработке)				
Открытый	3266273	1,79	5858	з/б
Подземный (жилы обрамления)	643650	6,94	4472	з/б
Всего:	3909923	2,64	10330	з/б

При рассмотрении в ГКЗ ТЭО «Норокс Майнинг Компани» к категории C₁ для открытой отработки отнесены все подсчитанные до горизонта 3500 м запасы. Для подземной отработки к категории C₁ отнесены все запасы Главного рудного тела между горизонтами 3500 м и 3040 м, а к категории C₂ – перспективные запасы жил обрамления и запасы в интервале 2920-3040м.

Кроме того, Балансом учитываются небольшие запасы для открытой разработки по участкам Юго-Восточный и Южный штокверк участка Восточный фланг и для подземной разработки по рудной зоне Апофиз [23]. (табл.2.7).

Таблица 2.7-Сводная таблица запасов по флангам месторождения

Способ разработки	Запасы руды, т	Содержание золота, г/т	Запасы золота, кг	Категория запасов
----------------------	-------------------	---------------------------	----------------------	----------------------

А. Балансовые руды				
<i>Участок Юго-Восточный</i>				
Открытый	100284	5,49	551	C ₁
<i>Южный штокверк участка Восточный фланг</i>				
Открытый	43282	11,48	497	C ₂
<i>Рудная зона Апофиза</i>				
Подземный	43433	8,27	359	C ₂
Всего:	186999	7,52	1407	C ₁ +C ₂

2.6. Организация труда

Горные работы в карьере производятся в 2 смены по 12 часов при вахтовой системе. Во время каждой смены устанавливается перерыв на обед. Продолжительность вахты – 14 дней. Горные бригады работают по неделе в ночную смену и по неделе – в дневную с возможностью отдыха продолжительностью 24 часа во время перехода с дневной смены на ночную. Взрывные работы производятся во время обеденного перерыва. В соответствии с климатическими условиями принимается 335 рабочих дней в году.

Горные работы возглавляются администрацией карьера, в состав которого входят начальник карьера, главный инженер, его заместитель, горные мастера, маркшейдера, геологи и др. (см.табл.10.23 в гл.10 настоящего ТЭО). Карьер входит в структуру рудника.

2.7. Выводы к главе 2

1. Изучены геологические особенности и горнотехнические условия открытой разработки золоторудного месторождения Джеруй, проведен анализ физико-механических свойств горных пород для выбора

комплекса оборудования и соответствующей рациональной технологии открытой отработки месторождения.

2. Рассмотрена принятая проектом система разработки и технология для открытой отработки месторождения в зависимости от горнотехнических условий месторождения с целью дальнейшего технико-экономического сравнения с предлагаемой циклично-поточной технологией.

ГЛАВА 3. ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЖЕРУЙ»

3.1. Перспективы применения циклично-поточной технологий при разработке рудных месторождений Кыргызстана

В настоящее время в нашей республике открытым способом разрабатываются крупные золоторудные месторождения, такие как Кумтор, Бозумчак, Джеруй и др. Все эти месторождения разрабатываются с помощью устаревших циклических технологий, при которых большой объем вскрышных пород перемещается с помощью автосамосвалов. Как известно при развитии горных работ наблюдается устойчивая тенденция к увеличению мощности и глубины карьеров, при этом затраты на транспорт составляют огромную долю в себестоимости 1 тонны руды.

Использование автосамосвалов при циклической технологии приводит к загазованности карьеров и нарушению экологической обстановки, также в условиях высокогорья и низких температур приходится часто ремонтировать технику, что отрицательно сказывается на производительности горных работ. Применением системы ЦПТ объективно можно понизить более чем на 50% уровень выбросов в атмосферу. Этот фактор, совместно с текущей ценой на дизельное топливо и сохраняющемся до сих пор дефицитом шин для карьерных самосвалов, способствует более широкому применению ЦПТ при внутрикарьерном дроблении с конвейерным транспортом горной массы в качестве предпочтительного варианта по сравнению с вариантами с применением автосамосвалов, как на проектируемых, так и на действующих рудниках.

Альтернативой применению автомобильного транспорта на горных предприятиях республики в перспективе является использование циклично-поточной технологии, включающей эффективный конвейерный транспорт.

Горное бюро США провело сравнение затрат на транспортирование при автомобильном транспорте и автомобильно-конвейерном при открытой разработке медных руд: себестоимость оказалось в последнем случае на 40% ниже. Кроме того, конвейерный транспорт существенно улучшает экологическую ситуацию на карьере [24].

Для открытой разработки рудных месторождений республики мы предлагаем использовать конвейерную систему, состоящую из двух конвейерных линий, одна из которых предназначена для транспортирования руды на обогатительную фабрику непосредственно из забоя, другая для транспортирования вскрышных пород на отвалы, при этом до погрузки на конвейер руда и вскрышные горные породы предварительно измельчаются до необходимых размеров на передвижных и стационарных дробильно-сортировочных комплексах.

Как известно при развитии горных работ наблюдается устойчивая тенденция к увеличению мощности и глубины карьеров, при этом затраты на транспорт составляют огромную долю в себестоимости 1 тонны руды, так как стоимость ГСМ значительно повысилась в последние годы. Использование автосамосвалов при циклической технологии приводит к загазованности карьеров и нарушению экологической обстановки, также в условиях высокогорья и низких температур приходится часто ремонтировать технику, что отрицательно сказывается на производительности горных работ. Поэтому в качестве альтернативы применению автомобильного транспорта на руднике Джеруй необходимо внедрять циклично-поточные технологии, включающие эффективный конвейерный транспорт для перемещения горных пород в технологическом потоке в сочетании с циклическими буровзрывными работами и циклично действующими одноковшовыми экскаваторами.

Преимущественное распространение на карьерах получили ленточные конвейеры, обладающие высокой производительностью и простотой эксплуатации. конвейеры подразделяют на забойные и отвальные (передвижные), передаточные и сборочные (полустационарные), и

магистральные (стационарные). Они состоят из легко собираемых элементов: ленты, приводных и натяжных станций, линейных и переходных секций, оснащенных роlikоопорами, загрузочного устройства.

Лента выполняет роль грузонесущего и тягового органа. Резинотканевые ленты состоят из 3–10 тканевых прокладок, связанных между собой тонкими резиновыми прослойками (сквиджами). Прокладки изготавливают из капроновых, амидных, лавсановых или комбинированных (синтетика и хлопок) тканей с прочностью на разрыв 1–4 кН/см. Сверху и снизу тканевая основа защищена резиновыми обкладками. Верхняя рабочая обкладка имеет толщину 4,5–6 мм, нерабочая нижняя – 2 мм. В резинотросовых лентах вместо прокладок или совместно с ними используют стальные тросы диаметром 4,2–13 мм.

Чаще всего в конвейерах применяют трехроlikовые опоры с углом установки боковых роликoв до 30–35°. Для самоцентрирования ленты боковые роликoв отклонены вперед по ходу ленты на 2–3°. Шаг роlikоопор 1,0–1,5 м. Опорой холостой ветви ленты служат удлиненные одиночные или спаренные роликoв, устанавливаемые с шагом 3–6 м. Поверхность роликoв покрыта резиновой оболочкой или состоит из демпфирующих наборных колец. Для повышения производительности конвейеров применяют многороlikовые опоры или опоры с гибкой подвеской.

Приводные и натяжные станции забойных и отвальных конвейеров выполняют передвижными на рельсовом или гусеничном ходу. Привод – однобарабанный с несколькими отклоняющимися барабанами, у мощных конвейеров – двухбарабанный. Приводные барабаны футерованы деревом или резиной. Механизм привода включает один – два редуктора, один или несколько электродвигателей. Натяжение лент осуществляется грузовым или винтовым устройствами.

У конвейеров малой производительности погрузочные бункеры выполняют в виде воронки с углом наклона стенок 45–60°, с лотком и питателями разных конструкций, перемещаемыми по роlikоопорам с

помощью канатной лебедки. Конвейеры средней и большой производительности оборудуют самоходными бункерами на рельсовом ходу.

Технологические параметры конвейерных линий: ширина ленты, скорость ее движения, допустимые углы подъема и спуска, длина става. Ширина ленты зависит от производительности конвейера, кусковатости транспортируемого материала, и на карьерных конвейерах составляет 1000–2500 мм. Для уменьшения ее износа максимальный размер перемещаемых кусков не должен превышать 300–450 мм [24,25].

При применении ЦПТ необходимо тщательно рассчитать производительность всей цепочки оборудования: экскаватор, дробильный узел, перегрузочное устройство, конвейерный транспорт, отвалообразователь.

При добычных работах выемка руды ведется с помощью буровзрывных работ, отбитая от массива рудная масса с помощью конвейеров-перегрузателей доставляется на перегрузочные пункты и далее карьерными конвейерами транспортируется на обогатительную фабрику.

Отработка вскрышного массива также ведется с использованием буровзрывных работ. Выемка вскрышных пород осуществляется экскаватором типа «прямая лопата» с погрузкой в бункер передвигной дробилки, затем дробленая масса мобильными забойными конвейерами подается на сборочный конвейер, с которого перегружается на магистральный конвейер [25]. Магистральными конвейерами вскрыша транспортируется на отвалы.

Производительность конвейерной линии для транспортирования руды и вскрыши зависит от проектируемой мощности рудника и может быть увеличена путем выбора соответствующих технических характеристик оборудования (табл.3.1).

Таблица 3.1. Технические характеристики ленточных конвейеров

Ширина ленты, мм	Скорость движения	Производительность, м ³ /час	Момент крутящий, н/м	Мощность привода, кВт
------------------	-------------------	---	----------------------	-----------------------

	ленты, м/сек			
400	0,5-2,0	45-160	360-5200	до 45
500	0,63-2,0	63-200	360-6800	до 45
650	0,8-3,15	128-504	360-10000	до 45
800	0,8-3,5	195-980	1200-34000	до 165
1000	1,0-3,5	400-1200	1200-53000	до 480
1200	1,0-3,5	580-2300	1050-53000	до 750
1400	1,0-3,15	630-2450	1550-53000	до 750

Например, конвейерная система производительностью 25 млн. тонн в год, состоящая из двух конвейерных линий может заменить 82 автосамосвала грузоподъемностью 136 тонн. Капитальные затраты на закупку автосамосвалов при цене каждого 1 млн. доллар США составят 82 млн. долларов США каждые 7 лет.

В состав конвейерной системы, кроме конвейеров, также входят мобильные дробилки, отвалообразователя и вспомогательное оборудование (передвижник конвейерных ставов, подборщики просыпей, вулканизационная передвижная мастерская) [25].

Капитальные затраты на приобретение конвейерной системы при транспортировании вскрыши на расстояние 3-4 км составят:

Капитальные затраты на приобретение рекомендуемого комплекса ЦПТ составляют:

- экскаватор ЭКГ-5А (2 шт.) – 432 000 долл. (стоимость 1 экскаватора – 216 тыс. долл.);
- автосамосвал Cat 773Е (3 шт.) – 2 млн. 250 тыс. долл. (стоимость 1 автосамосвала – 750 тыс. долл.);
- щековая дробилка СМД-118а (2 шт.) – 128 000 долларов (стоимость 1 дробилки – 64 000 долл.);

- конвейер — 11 млн. долл. на расстояние 3,2 км (при ориентировочной стоимости 1 п. м. – 3500 долларов);
- отвалообразователь – 2 млн. долларов.

Всего капитальные затраты на приобретение комплекса оборудования ЦПТ составит около 16 млн. долларов США.

Затраты на эксплуатацию, обслуживание и ремонт необходимых 82 автосамосвалов на транспортировку вскрыши составят 54 млн. долларов США в год. Для обслуживания, эксплуатации и ремонта 82 автосамосвалов потребуется 720 человек.

Численность обслуживающего и ремонтного персонала конвейерной линии с учетом вспомогательного оборудования устанавливается 4 человек на 1 км конвейерной линии в смену. Если принять на примере рудника Джеруй общую протяженность конвейерных линий 3,5 км, то численность персонала для обслуживания и ремонта конвейерных линий составит всего 16 человек в смену.

В предлагаемой технологии предусматривается 2 передвижных дробилки с обслуживающим персоналом 1 человека на дробилку или 2 человека в смену и отвалообразователь с экипажем 3 человека в смену.

Всего на конвейерном комплексе должно быть задействовано 32 человека в смену. Таким образом, численность эксплуатационного и ремонтного персонала составит на весь конвейерный комплекс 142 человека. По сравнению с автомобильным транспортом значительное сокращение численности работников.

Затраты на монтаж оборудования принимаем за 20 % от стоимости или 3,2 млн. долларов.

Стоимость конвейерной системы составляет около 16 млн. долларов.

Затраты на эксплуатацию конвейерной системы по приблизительным расчетам составят;

1. Общие амортизационные отчисления – 1,6 млн.\$/г.

2. Содержание оборудование при норме 0,5% на 1000 часов работы – 1,4 млн. долларов в год.
3. Электроэнергия рассчитана по установленной мощности оборудования - 8,3 млн. долларов.
4. ФОТ при средней заработной плате составляет 1,7 млн. долларов в год.
5. Отчисления на соцстрах примерно 0,7 млн. долларов.

Всего затраты на эксплуатацию с учетом общецеховых расходов составят 12,2 млн. долларов в год, что на порядок ниже по сравнению с затратами при использовании только автотранспорта.

Таким образом, применение циклично-поточной технологии с конвейерным транспортом на рудниках Кыргызстана приведет к существенному экономическому эффекту и повышению производственной мощности горного предприятия. При внедрении циклично-поточных технологий помимо экономической составляющей будет значительно улучшена экологическая обстановка на рудниках за счет резкого снижения вредных выбросов при отказе от автомобильного транспорта и также повысится безопасность при транспортировании горной массы в условиях горной местности.

3.2. Выбор и обоснование комплекса оборудования для циклично-поточной технологии при открытой разработке месторождения «Джеруй»

Горнотранспортное и дробильное оборудование оказывает большое влияние на технологическую схему при ведении горных работ. При выборе грузоподъемности автотранспорта необходимо исходить из производственной мощности предприятия, пропускной способности приемных устройств и расстояния транспортирования. Автомобильный транспорт применяется на рудных карьерах при разработке небольших по запасам месторождений, производительностью по горной массе до 25-30 млн.т/г. до глубины 200-250 м и при расстояниях транспортирования до 2-5

км. К основным недостаткам карьерного автотранспорта относятся: сложность организации и частоту ремонта автомашин, большой штат водителей и ремонтных рабочих, значительный износ шин и высокую стоимость автопокрышек, большой расход ГСМ, трудные условия эксплуатации в зимних условиях и загрязнение окружающей среды[26].

В настоящее время на руднике Джеруй применяется традиционная цикличная технология добычи с использованием экскаваторов, автотранспорта и бульдозеров. Транспортирование вскрышных пород с забоя на Северный отвал Джеруйского месторождения производится с применением автосамосвалов.

Для предлагаемой циклично-поточной технологии рекомендуется использовать Cat 773E с двигателем Cat C27 ACERT, отличающимся низким потреблением топлива и высокими экологическими характеристиками, с грузоподъемностью 55 т, рассчитанной для заданной производительности рудника 5 млн. м³ вскрыши в год (рис.3.1).



рис.3.1. Самосвал Cat 773E является обновленным вариантом самосвала 773F.

Технические характеристики автосамосвала Cat 773E с двигателем Cat C27 ACERT [26]. представим в таблице 3.2.

Табл.3.2. Технические характеристики автосамосвала Cat 773E

Модель двигателя	Cat 3412E
Мощность	530 кВт
Количество цилиндров	12
Диаметр цилиндра	137 мм
Рабочий объем	27 л/100 км
Расчетная полная масса машины	99300 кг
Масса шасси	30200 кг
Масса кузова	9210 кг
Полезная нагрузка	55,5 т
Скорость	62,2 км/ч
Топливный бак	700л
Система охлаждения	122 л.
Габаритная длина	9120 мм
Время подъема	9,5 секунды
Время опускания	12,5 секунды
Максимальная глубина внутренней части кузова	1805 мм
Стандартные шины	24.00-35 (E4)

Отработка вскрышных уступов в месторождения Джеруй производится с использованием экскаваторов прямая лопата с емкостью ковша 3 м³. Отработка ведется сразу на всю высоту уступа высотой 8 м. При расположении в рабочей зоне одного экскаватора заходки располагаются вдоль косогора. При

достаточной ширине рабочей зоны и расположении в ней двух и более экскаваторов, заходки располагаются поперек косогора.

Для обеспечения годовой производительности 5 млн. м³ вскрышной породы для предлагаемой циклично-поточной технологии выбираем модель экскаватора ЭКГ-5А с объемом ковша 5,2 м³ с электрическим двигателем. Экскаватор ЭКГ-5А — это специальная машина на гусеничном ходу с поворотной платформой, предназначенная для выполнения работ в карьерах а также, успешно используются в горнодобывающей и обрабатывающей промышленности (рис.3.2.).



Рис.3.2. Экскаватор ЭКГ-5А

Составными частями ковша являются передняя и задняя стенки, днище, рукоять и блок. Для изготовления ковша применяется высокопрочная сталь. Его корпус соединен с днищем и коромыслом при помощи пальцев. Стальная рукоятка через соединение переходит на стрелу, на которой установлены напорная система, блоки и лебедка. Стрела основана на поворотной платформе. Именно в нем расположены динамический механизм, электрическая система, детали кузова и рамы. Далее рассмотрим технические характеристики экскаватора ЭКГ-5А (табл.3.3) [26].

Таблица 3.3 - Техническая характеристика ЭКГ-5А

Радиус черпания	14,5 м
Радиус черпания на уровне стояния	9,04 м
Высота черпания	10,03 м
Радиус выгрузки	12,62 м
Среднее удельное давление на грунт при передвижении	205/162/127 кПа
Расчетная продолжительность цикла	23 сек.
Эксплуатационная масса	196 000 кг
Вместимость ковша	5,2 м ³
Мощность	250 кВт

Породы и руды Джеруйского месторождения в основном относятся к высоким категориям крепости 17-19 по шкале М. Протодяконова. Однако в пределах рудной зоны они из-за трещиноватости неустойчивые, но хорошо бурятся и поддаются отрыву при буровзрывных работах. Согласно межведомственной классификации, породы в пределах зоны минерализации относятся к 1 категории (мелко трещиноватые) – центральная кварцевая зона и ко 2 категории (сильно трещиноватые) [27].

Площадь месторождения на 60-70% сложена кварцевыми диоритами краевой фракции Чичкано-Колбинского батолита, среди которых заключены небольшие блоки и ксенолитоподобные обособления интенсивно дислоцированных и метаморфизованных отложений ортоауской свиты, представленных кварцево-роговообманковыми и кварцево-пироксено-полевошпатовыми парагнейсами, мигматитами, кварцево-сланцевыми сланцами и доломитовыми мраморами [27].

Прочностные свойства горных пород месторождения Джеруй представлены в таблице 3.4 [27].

Таблица 3.4 -Результаты определения предела прочности на одноосное сжатие горных пород месторождения Джеруй

№№ п/п	Породы	Предел прочности на одноосное сжатие, МПа		Среднее Значение, МПа
		Минимальная	Максимальная	
1	Кварцевый диорит	130	230,6	190,0
2	Кварцевый диорит окварцованный	163,4	219,6	175,9
3	Кварцевый диорит выветрелый	57,7	62,5	60,0
4	Кварц	212,8	246,5	220,0
5	Гнейс терригенного начала	118,9	201,5	135,0
6	Гнейс карбонатного начала	133,6	244,2	185,0
7	Гнейс карбонатного начала выветрелый	69,5	69,5	69,5
8	Кварцевые порфиры	236,6	236,6	236,6

Как видно из приведенных в таблице 3.4. прочностных характеристик, горные породы имеют достаточно высокую прочность, в основном они имеют в среднем коэффициент крепости по шкале Протодяконова 17-19, лишь выветрелые горные породы из-за нарушения структуры имеют низкую прочность [27].

Дробильный комплекс является важным элементом при применении циклично-поточной технологии, который осуществляет дробление горной массы до состояния пригодного для транспортировки ленточными конвейерами. В условиях карьеров Кыргызстана, наиболее перспективной технологической схемой является схема с дроблением пород и руд на

полустационарных установках на месте горных работ, где сборочный транспорт – автомобильный, а магистральный – конвейерный.

Для дробления горных пород месторождения Джеруй больше всего подходят щековые дробилки, которые имеют меньшую массу и габариты по сравнению с конусными. На дробильно-сортировочном узле горная порода измельчается, как правило, за несколько стадий с применением различных дробилок, которые выбирают с учетом физико-механических свойств горных пород. Целесообразность применения карьерных дробильных агрегатов зависит от схем конструктивного исполнения, определяемых в зависимости от принятых принципов дробления. Исходя из прочностных свойств горных пород месторождения Джеруй и производственной мощности рудника нами рекомендуется для дробления вскрышных пород применять щековую дробилку СМД-118а, которая считается самой надежной и эффективной среди агрегатов такого типа, общий вид дробилки представлен на рисунке 3.3.



Рис. 3.3. Щековая дробилка СМД 118а.

Щековую дробилку СМД 118а необходимо устанавливать на специально сооруженный из железобетона фундамент на сборочном участке карьера. Он должен быть прочным при вибрации машины в рабочем состоянии, чтобы не возникли трещины. Перед закладкой фундамента нужно учитывать мощность узлов, частоту вращения и особенности грунта. Вначале следует осуществить

пробный пуск дробилки на холостом ходу, т.е. обкатать установку в течение 60 минут. Затем уже дробилка СМД 118а будет работать в режиме, установленном производственным циклом. Дробленая вскрышная горная порода будет поступать на магистральный ленточный конвейер и транспортироваться в отвалы.

Весомым плюсом дробилки СМД 118а является возможность задавать размер конечного материала, а также ее приспособленность для раздробления горных пород с высокой прочностью на сжатие до 300 МПа. Дробилка СМД-118а – универсальная дробильная техника, предназначенная для измельчения твердых материалов путем сжатия кусков породы между двумя щеками, она ориентирована на дробление таких скальных горных пород, как мрамор, гранит, доломит, базальт и других пород с высокой степенью абразивности.

Принцип работы СМД-118а состоит в сжатии горной породы рабочими поверхностями, вследствие чего порода от сдвига и воздействия больших напряжений разрушается. Одна щека прикрепляется к шатуну, обеспечивающему перемещение верхнего края поверхности таким образом, что движения получаются качающимися. Вторая щека остается неподвижной. Когда подвижная и неподвижная плиты сближаются, происходит дробление, а когда отдаляются, порода падает вниз. При этом одна плита находится по отношению к другой под углом так, чтобы обеспечивать широкую зону дробления в верхней части дробилки и узкую в нижней части. Процесс дробления осуществляется непрерывно при затягивании кусков пород в сужающееся пространство между параллельно расположенными валами, вращающимися навстречу друг на другу [28].

Основные технические характеристики рекомендуемой щековой дробилки СМД 118а приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Основные технические характеристики щековой дробилки СМД

118а

Основные параметры	Нормативные значения
стандартный типоразмер	ЩДП 12х15
Размер куска наибольший между щеками	1000 мм
Разгрузочная щель	от 115 до 195 мм
Производительность	от 230 до 390 м ³ /ч
Мощность электродвигателя	160 киловатт
Общая масса	145,2 тонны
Частота вращения вала	140 об/мин

Для обеспечения годовой производительности рудника Джеруй по вскрыше 5200000 м³ необходимо установить на карьере 3 стационарные дробилки СМД-118а со средней производительностью одной дробилки равной 310 м³/ч. Общая производительность 3 дробилок составит 930 м³/ч. Годовая производительность 3 дробилок СМД-118а составит 5,3 миллиона кубических метров. При этом стоимость одной дробилки по рыночной цене составит 273 тыс. долларов США, общие капитальные затраты на приобретение 3 дробилок составляет 818 тыс. долларов США.

Эксплуатационные затраты процесса дробления горной массы включают в себя: заработную плату операторов, электроэнергию, амортизационные отчисления, расходы на приобретение запасных частей и ремонт оборудования [28].

На руднике Джеруй по проекту предусмотрен вахтовый метод работы в две смены. Для работы 3 дробилок СМД-118а рекомендуется штат из 12 операторов дробильных установок. Расходы на электроэнергию в расчетах приняты в размере 3 цента за киловатт/час, остальные эксплуатационные расходы приняты в зависимости от общей стоимости оборудования.

Ниже в таблице 3.6 приводятся укрупненные технико-экономические показатели стадии дробления вскрышных горных пород с помощью рекомендуемых дробилок СМД-118а.

Таблица 3. 6 - Техничко-экономические показатели стадии дроблению вскрышных горных пород месторождения Джеруй

№	показатели	Ед.изм.	полученные значения
1.	Годовая производительность по вскрыше	млн.м ³ .	5,2
2.	Капитальные затраты на приобретение оборудования	тыс.долл.	818
3.	Эксплуатационные затраты на обслуживание и ремонт оборудования	тыс.долл.	89,1
4.	Капитальные затраты с учетом срока окупаемости (3 года)	тыс.долл.	3,7
5.	Приведенные затраты	тыс.долл.	92,8
6.	Себестоимость дробления 1 тонны вскрыши	долл.	71,6

В последующем дробленная горная масса мобильными забойными конвейерами подается на сборочный конвейер, с которого перегружается на магистральный конвейер. Магистральным конвейером вскрыша непосредственно транспортируется на отвалы (рис.3.4).



Рис.3.4. Магистральный конвейер для транспортировки вскрышных горных пород.

Для транспортирования вскрышных пород месторождения Джеруй на отвалы при обеспечении годовой производительности по вскрыше 5 млн. м³ рекомендуется использовать магистральный ленточный конвейер со следующими техническими характеристиками (табл.3.7):

Таблица 3.7

Ширина ленты, мм	Скорость движения ленты, м/сек	Производительность, м ³ /час	Мощность привода, кВт
1200	2,3	1400	До 750

Для безопасного формирования отвалов и увеличения производительности горных работ следует использовать консольный отвалообразователь на гусеничном ходу, так как при использовании автосамосвалов и бульдозеров возникает опасность аварийных ситуаций. (рис.3.5).



Рис. 3.5. Консольный отвалообразователь для формирования отвалов

Для формирования отвалов вскрышных пород на руднике Джеруй для обеспечения годовой производительности по вскрыше 5,2 млн. м³ при использовании циклично-поточной технологии рекомендуется использовать консольный отвалообразователь на гусеничном ходу со следующими техническими характеристиками (табл.3.8) [29].

Таблица 3.8

Наименование	Значение
Производительность, м ³ /час	1400
Длина стрелы, м	90
Диапазон наклона стрелы, градусов	7,5
Максимальная высота укладки, м	30
Ширина конвейерной ленты, мм	1200
Ходовая система	гусеничная

Рекомендуемые комплекс оборудования по проведению вскрышных горных работ при применения циклично-поточной технологии на руднике Джеруй позволит повысить эффективность и безопасность ведения горных работ в условиях сложного гористого рельефа в районе месторождения в частности при транспортировке вскрышных горных пород и отвалообразовании. Внедрении поточного конвейерного оборудования -

магистрального ленточного конвейера в перспективе можно использовать не только при транспортировке вскрышных горных пород, но и при транспортировке руды по сложной пересеченной горной местности на рудные склады предприятия.

3.3. Техничко-экономические показатели циклично-поточные технологии в сравнении с цикличной технологией для перемещения горных пород месторождения «Джеруй»

В настоящее время месторождение Джеруй обрабатывается открытым способом с помощью традиционной цикличной технологии, при этом вскрышные работы ведутся с использованием автотранспорта. Проектный контур карьера месторождения Джеруй включает в себя 35,3 млн. м³ вскрышных горных пород. Согласно существующему проекту, годовая производственная мощность карьера по вскрыше составляет 3,2 млн. м³. Срок службы рудника по проекту для заданной годовой производительности по вскрыше составляет 11 лет, общий срок эксплуатации проектируемого карьера составляет 14 лет [23]. Транспортирование вскрышных пород с забоя на Северный отвал Джеруйского месторождения производится с применением автосамосвалов Cat 773E с грузоподъемностью 55 т на расстояние 3,5 км по пересеченной горной местности.

При применении цикличной технологии грузооборот 1 автосамосвала (грузоподъемностью 55 т.) составляет около 8064 тыс. т/км согласно укрупненным расчетам с учетом чистого времени машинной работы при объеме грузоперевозок 3,2 млн. м³ вскрышной породы в год. Для транспортирования 3,2 млн. м³ вскрышной породы согласно проекту разработки месторождения Джеруй необходимо задействовать примерно 12 автосамосвалов грузоподъемностью 55 т.

Капитальные затраты на приобретение оборудования для цикличной технологии составляют:

- погрузчик (фронтальный) SL50W – 99 тыс. долл. (3 фронтальных погрузчика при цене каждого 33 тыс. долл.);

- экскаватор ЭКГ–5А – 432 тыс. долл. (2 экскаватора при цене каждого 216 тыс. долл.);
- бульдозер SD32W – 200 тыс. долл. (4 бульдозера при цене каждого 50 тыс. долл.);
- автосамосвал Cat 773E грузопод. 55 т. – 9 млн. долл. (12 автосамосвалов при цене каждого 750 тыс. долл.)

При определении капитальных затрат стоимость оборудования принимается по прейскуранту или по данным заводов–изготовителей.

Капитальные затраты на приобретение оборудования для цикличной технологии составляют порядка 10 млн. долларов США.

Эксплуатационные годовые затраты на ремонт 12 автосамосвалов, 4 бульдозеров, 3 погрузчиков и 2 экскаваторов на основе горно-технических условий разработки Джеруйского месторождения составляют около 4 млн. долларов, затраты на приобретение ГСМ – 5 млн. долларов, затраты на электроэнергию – 1,75 млн. долларов, затраты на заработную плату рабочего персонала в количестве 200 человек – 1,1 млн. долларов, амортизационные отчисления – 2,7 млн. долларов, затраты на запасные части оборудования – 0,85 млн. долларов.

Таким образом общие эксплуатационные затраты при применении цикличной технологии, в частности для транспортировки вскрышных пород рудника Джеруй составляют около 15 млн. долларов США в год.

Вскрышные горные работы, которые ведутся с помощью цикличной технологии, требуют больших затрат на приобретение ГСМ, при этом стоимость ГСМ в последние годы повысилась два раза. Также работа автотранспорта в условиях высокогорья, низких температур и автомобильных дорог III категории приводит к тому, что происходит сильный износ шин, часто приходится ремонтировать технику, что значительно повышает эксплуатационные затраты. Использование автосамосвалов при цикличной технологии негативно воздействует на экологическую обстановку и приводит к загазованности рудника.

Для решения проблем с повышением производительности рудника, уменьшением эксплуатационных затрат, сокращением срока службы рудника и улучшением экологической обстановки при отработке месторождения Джеруй следует внедрять более эффективные и рациональные технологии добычи, например, циклично-поточные технологии (ЦПТ). Для обоснования целесообразности применения циклично-поточной технологии на руднике Джеруй необходимо в первую очередь произвести укрупненные технико-экономические расчеты основных производственных показателей вышеуказанной технологии по сравнению с циклической технологией [30].

При применении ЦПТ необходимо использовать комплекс оборудования, состоящий из двух звеньев: циклического звена – экскаваторно-автомобильного комплекса; поточного звена – дробильно-конвейерного комплекса. Сущность первого звена состоит в применении экскаваторов и автомобильного транспорта циклического действия, сущность второго звена состоит в применении конвейерного комплекса поточного действия [31].

Рекомендуемый комплекс ЦПТ, который сможет обеспечить производительность рудника Джеруй по вскрыше объемом 5,2 млн. м³ состоит из экскаваторов, автосамосвалов, дробилок, питателей и магистрального конвейера. Процесс экскавации вскрышных горных пород может быть проведен двумя экскаваторами марки ЭКГ-5а с электрическим двигателем и вместимостью ковша 5 м³, доставка вскрышных горных пород от забоя до дробильного комплекса осуществляется автомобильным транспортом – тремя автосамосвалами марки Cat 773E с грузоподъемностью 55 тонн. Небольшое расстояние транспортировки от места работы экскаватора до дробильной установки позволяет существенно уменьшить количество карьерных автосамосвалов, расходы на ГСМ и их обслуживание. Для дробления скальных вскрышных горных пород рекомендуется использовать дробильно-перегрузочный пункт, состоящий из 3 стационарных щековых дробилок СМД-118а со средней производительностью одной дробилки равной 310 м³/ч, при

этом общая производительность 3 дробилок составит 930 м³/ч. После процесса дробления транспортировка горной массы осуществляется с помощью трех питателей на магистральный ленточный конвейер. Для поточной транспортировки вскрышных горных пород на отвалы с годовым объемом 5 млн. м³ предусматривается использование магистрального ленточного конвейера с шириной ленты 1200 мм, скоростью движения ленты 2,3 м/с и производительностью 1400 м³/час. Вышеуказанный магистральный конвейер для обеспечения годовой производительности рудника по вскрыше объемом 5 млн. м³ может вполне заменить 12 автосамосвалов грузоподъемностью 55 т. Для отвалообразования вместо бульдозеров при внедрении ЦПТ рекомендуется гусеничный отвалообразователь с производительностью 1400 м³/час [29].

Капитальные затраты на приобретение конвейеров определяются в зависимости от их массы и стоимости 1 тонны установки рамы без стоимости ленты. Затраты на запасные части, заготовительно-складские работы составляют 3,7% от стоимости конвейера. Затраты на конвейерную ленту определяются в зависимости от ее типа, ширины, длины, и стоимости 1 п.м. Как было указано выше в комплекс оборудования ЦПТ кроме конвейера общей протяженностью 3,2 км входят 3 стационарные дробилки при массе одной дробилки – 19 тонн, 4 экскаватора ЭКГ–5А, 3 автосамосвала Cat 773Е, 1 отвалообразователь.

Капитальные затраты на приобретение рекомендуемого комплекса ЦПТ составляют:

- экскаватор ЭКГ–5А (4 шт.) – 864 000 долл. (стоимость 1 экскаватора – 216 тыс. долл.);
- автосамосвал Cat 773Е (3 шт.) – 2 млн. 250 тыс. долл. (стоимость 1 автосамосвала – 750 тыс. долл.);
- щековая дробилка СМД-118а (3 шт.) – 192 000 долларов (стоимость 1 дробилки – 64 000 долл.);
- конвейер — 13 млн. долл. на расстояние 3,2 км (при ориентировочной стоимости 1 п. м. – 4000 долларов);

- отвалообразователь – 2 млн. долларов.

Всего капитальные затраты на приобретение комплекса оборудования ЦПТ составит около 18 млн. долларов США.

К постоянным годовым эксплуатационным затратам конвейера относятся амортизационная отчисления, плата за установленную мощность и погашение износа кабеля и конвейерной ленты. Норма амортизационных отчислений принята в процентах от полной стоимости ленточного конвейера и ширины его ленты (табл.3.9).

Таблица 3.9- Норма амортизационных отчислений принятая в процентах от полной стоимости ленточного конвейера и ширины его ленты

Ленточные конвейеры	Норма амортизации %	На полное восстановление, %	На капитальный ремонт, %
Передаточные ленты с шириной 1200 мм	3,9	4,4	2,5
Магистральные ленты с шириной 1200 мм	11,5	6	4,5

Срок службы ленты для передаточных и магистральных конвейеров составляет 3-5 лет соответственно для прорезиненной и синтетической ленты, а для ленты армированной стальными тросиками для магистральных конвейеров – 4-8 лет. При перемещении скальных (крепких) горных пород износ ленты увеличивается на 25%. Затраты на текущий ремонт ленты принимаются в размере 10% от ее стоимости. Эксплуатационные затраты на календарный час работы оборудования включают затраты на заработную плату (с начислениями) обслуживающего персонала конвейера и на погашение износа малоценных предметов и спецодежды [31].

Конвейерный транспорт значительно менее трудоемок в обслуживании. Для обеспечения работы и обслуживания конвейерного транспорта нужен всего один оператор и один сотрудник, периодически контролирующей состояние узлов конвейеров, численность рабочего персонала устанавливается из расчета один оператор в смену (тарифная ставка 1800 сом) на 1 километр конвейерной линии. И это же количество рабочего персонала может работать для обслуживания дробильных установок. Управление конвейерами осуществляется с дистанционного пульта. Поэтому необходимо учитывать затраты на содержание машиниста пульта управления. При дистанционном управлении принимается один машинист в смену на пульт, а при автоматизированном управлении также один машинист.

Ремонт конвейера состоит в замене роликов и ленты, при чем делается это довольно редко. Затраты на запасные части приняты в размере 0,5% от стоимости конвейера (без учета стоимости ленты) на 1000 ч. работы. Затраты на смазочные работы приняты из расчета 2,1 часов на 1000 кВт.ч израсходованной электроэнергии.

Переменные эксплуатационные затраты на машино-час включает заработную плату (с начислениями) ремонтных рабочих, погашение износа малоценных предметов и спецодежды для них, затраты на запасные части, смазочные материалы и электроэнергию. Для скальных горных пород и районов с более низкой температурой от минус 20 и до минус 30 градусов, соответствующих условиям рудника Джеруй, затраты на капитальный ремонт увеличиваются на 10% от стоимости конвейера.

Численность обслуживающего и ремонтного персонала конвейерной линии с учетом вспомогательного оборудования устанавливается: 1 человек на 1 км конвейерной линии в смену. Общая протяженность конвейерной линии составляет 3,2 км. Численность персонала для обслуживания и ремонта конвейерных линии в общем составит 5 человек в смену.

В рекомендуемой для внедрения циклично-поточной технологии предусматривается комплекс из 3 стационарных дробилок с обслуживающим

персоналом 1 человек на одну дробилку или 3 человека в смену, один отвалообразователь с экипажем 1 человека в смену. Общая численность эксплуатационного и ремонтного персонала на весь комплекс ЦПТ составит 20 человек в смену. По сравнению с цикличной технологией сокращение численности рабочего персонала составит 30 человек в смену.

Эксплуатационные затраты на ремонт оборудования комплекса ЦПТ – 0,4 млн. долларов, затраты на приобретение ГСМ – 0,6 млн. долларов, затраты на электроэнергию – 0,4 млн. долларов, затраты на заработную плату рабочего персонала в количестве 80 человек – 0,5 млн. долларов, амортизационные отчисления – 1,9 млн. долларов, затраты на запасные части оборудования – 0,2 млн. долларов.

Таким образом общие эксплуатационные затраты при применении циклично-поточной технологии на руднике Джеруй для осуществления процесса транспортировки вскрышных горных пород составят порядка 4 млн. долларов США в год.

Основные технико-экономические показатели цикличной и циклично-поточной технологии, связанные с процессом транспортировки вскрышных горных пород месторождения Джеруй представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 -Основные технико-экономические показатели для сравнения цикличной и циклично-поточной технологии, связанные с процессом транспортировки вскрышных горных пород месторождения Джеруй

№	Показатели	Ед. изм.	ЦТ	ЦПТ
1.	Годовая производительность по вскрыше	млн.м ³ .	3,209	5,231
2.	Капитальные затраты на приобретение оборудования	млн. долл. США	10	17
3.	Эксплуатационные затраты	млн. долл. США	15	4,3

4.	Капитальные затраты с учетом срока окупаемости	млн. долл. США/год	3,7	1,7
5.	Приведенные затраты	млн. долл.США	18,7	6,0
7.	Общее количество оборудования и техники, численность персонала	шт/чел	25/200	12/80
8.	Срок службы рудника	лет	11	7

При применении цикличной технологии для транспортировки вскрышных горных работ объемом 35 млн. м³ понадобится 11 лет, так как принятое проектом оборудование рассчитано на годовую производительность по вскрыше – 5,2 млн. м³. При внедрении и применении циклично-поточной технологии на руднике Джеруй для транспортировки вскрышных горных пород объемом 35 млн. м³ понадобится всего 7 лет при условии использования рекомендованного комплекса оборудования с годовой производительностью по вскрыше – 5,2 млн. м³.

Видно то, что при внедрении циклично-поточной технологии с ростом годового объема вскрышных работ, соответственно повышается и производственная мощность рудника, а также сокращается общий срок эксплуатации. Укрупнённые расчеты также показали то, что эксплуатационные затраты при применении ЦПТ уменьшаются в 3,4 раза по сравнению с цикличной технологией. Технико-экономические показатели рекомендуемой циклично-поточной технологии показали несомненную целесообразность и перспективность внедрение этой технологии на руднике Джеруй.

Таким образом, применение циклично-поточной технологии с конвейерным транспортом при ведении вскрышных горных работ на руднике

Джеруй приведет к существенному экономическому эффекту и повышению производственной мощности горного предприятия. При внедрении циклично-поточных технологий помимо экономической составляющей будет значительно улучшена экологическая обстановка на руднике за счет резкого снижения вредных выбросов при отказе от автомобильного транспорта и также повысится безопасность при транспортировании и отвалообразовании горной массы в условиях горной местности [32].

3.4. Рекомендации по применению рациональной схемы циклично-поточной технологии при разработке золоторудного месторождения «Джеруй»

На золоторудном месторождении Джеруй для перемещения большого объема вскрышных горных пород и руды изначально планировалось использовать циклично-поточные технологии, включающие эффективный конвейерный транспорт в качестве альтернативы применению автомобильного транспорта. Но в настоящее время на руднике все горные работы ведутся с использованием автотранспорта.

Для обеспечения эффективного и безопасного ведения вскрышных горных работ при открытой разработке месторождения Джеруй экономически целесообразно использовать циклично-поточную технологию (ЦПТ) с применением циклического и поточного оборудования, в частности конвейерного транспорта, предназначенного для транспортирования вскрышных пород на отвалы. Для того чтобы обеспечить производительность рудника Джеруй по вскрыше объемом 5,2 млн. м³ в год в предыдущих разделах детально проведено обоснование необходимого комплекса оборудования и рациональной технологической схемы ЦПТ, состоящие из циклично действующих экскаваторов и автосамосвалов, а также оборудования поточного действия: дробилок, питателей, магистрального конвейера и консольного отвалообразователя. Также согласована производительность вся цепочка технологической схемы. Рекомендуется следующая последовательность

ведения вскрышных горных пород при использовании циклично-поточной технологии.

На первом этапе для рыхления вскрышных пород, состоящих преимущественно из крепких скальных горных пород необходимо проведение буровзрывных работ. Для бурения вскрышных работ рекомендуется использование буровых станков СБР-200-32, обеспечивающие суточную производительность по вскрыше объемом 868 м³/сут.

На втором этапе осуществляется экскавация взорванной вскрышной горной массы с помощью экскаваторов ЭКГ-5А с объемом ковша 5 м³ из забоя с последующей погрузкой вскрыши в автосамосвалы.

На третьем этапе горных работ отбитые взрывом вскрышные горные породы с помощью автосамосвалов Cat 773Е с грузоподъемностью 55 т. доставляются на дробильный перегрузочный пункт, который рекомендуется располагать на расстоянии 0,5 км от забоя.

В последующем **четвертом этапе** горная масса, доставленная самосвалами, засыпается в бункер стационарной дробилки для измельчения вскрышных пород до необходимой фракции, для дробления вскрышных горных пород месторождения Джеруй рекомендуются применять щековые дробилки, СМД-118а с общей производительностью 930 м³/ч [3].

После процесса дробления на **пятом этапе** измельченная горная масса пластинчатыми питателем ПП 1-18 перегружается на магистральный конвейер. Пластинчатый питатель ПП 1-18 оборудован лентой шириной 1200 мм, а его максимальная производительность может достигать 1700 м³/час.

Шестой этап включает в себя транспортировку дробленых вскрышных горных пород с помощью магистрального конвейера с шириной ленты 1200 мм и производительностью 1400 м³/час до отвалов на расстояние 3-5 км от границ карьера.

На **последнем этапе** технологической схемы ЦПТ для безопасного формирования отвалов и обеспечения годовой производительности по вскрыше

5 млн. м³ рекомендуется использовать консольный отвалообразователь на гусеничном ходу [4].

Основные производственные этапы и применяемое оборудование рекомендуемой технологической схемы ЦПТ для проведения вскрышных горных работ на руднике Джеруй приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 - Основные производственные этапы и оборудование рекомендуемой технологической схемы ЦПТ

№ этапа	Наименование горных работ	Наименование оборудования
1	Буровзрывные работы	Буровые станки СБР-200
2	Эксплуатация и погрузка	Забойные экскаваторы ЭКГ-5А
3	Доставка до дробильно-перегрузочного пункта	Автосамосвалы Cat 773Е
4.	Дробление вскрышных горных пород	Щековые дробилки СМД-118а
5.	Перегрузка дробленной вскрышной горной массы на магистральный конвейер	Пластинчатый питатель ПП 1-18
6.	Транспортировка дробленной вскрышной горной массы на отвалы	Магистральный ленточный конвейер
7.	Отвалообразование	Консольный отвалообразователь

Основные технико-экономические показатели рекомендуемой технологической схемы циклично-поточной технологии по проведению вскрышных горных работ на руднике Джеруй представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 - Основные технико-экономические показатели рекомендуемой технологической схемы ЦПТ

№	Показатели	Ед. изм.	
1.	Годовая производительность по вскрыше	млн.м ³ .	5,231
2.	Капитальные затраты на приобретение оборудования	млн. долл. США	19
3.	Эксплуатационные затраты по вскрыше	млн. долл. США	4,5
4.	Капитальные затраты с учетом срока окупаемости	млн. долл. США/год	1,9
5.	Приведенные затраты по вскрыше	млн. долл.США	6,4
7.	Общее количество оборудования и техники, численность персонала	шт/чел	15/92
8.	Себестоимость на 1 тонну вскрыши	долл. США	0,85
9.	Срок службы рудника	лет	7

Научные исследования по обоснованию рациональной технологической схемы при проведении вскрышных горных работ на руднике Джеруй наглядно показали то, что переход от цикличной технологии на более эффективную циклично-поточную технологию приведет к росту производственной мощности предприятия, сокращению эксплуатационных затрат и улучшению экологической обстановки на территории месторождения.

3.5. Выводы к главе 3

1. Обоснован выбор комплекса оборудования для внедрения циклично-поточной технологии с учетом свойств горных пород и горно-технических факторов для условий открытой разработки месторождения Джеруй на основе технико-экономических расчетов.
2. Проведены технико-экономические расчеты по обоснованию целесообразности применения циклично-поточной технологии для перемещения вскрышных горных пород месторождения Джеруй, а также проведено технико-экономическое сравнение цикличной и циклично-поточной технологии.
3. Разработана технологическая схема с комплексом оборудования, включающая применение поточного конвейерного транспорта с консольным отвалообразователем. Применение рекомендованной технологической схемы позволяет обеспечить безопасность ведения вскрышных горных работ и складирования пустых пород в отвалы, сократить эксплуатационные расходы, существенно повысить производительность рудника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе дано решение актуальной задачи - обоснование целесообразности применения циклично-поточной технологии при открытой разработке золоторудного месторождения Джеруй для транспортировки вскрышных горных пород.. Основные научные и практические результаты исследований заключаются в следующем:

1. Проведен анализ мирового опыта по применению циклично-поточной технологии при открытой разработке рудных месторождений с учетом горно-технических факторов и технико-экономических показателей.
2. Изучены геологические особенности и горнотехнические условия открытой разработки золоторудного месторождения Джеруй, проведен анализ физико-механических свойств горных пород для выбора комплекса оборудования и соответствующей рациональной технологии открытой отработки месторождения.
3. Рассмотрена принятая проектом система разработки и технология для открытой отработки месторождения в зависимости от горнотехнических условий месторождения с целью дальнейшего технико-экономического сравнения с предлагаемой циклично-поточной технологией.
4. Обоснован выбор комплекса оборудования для внедрения циклично-поточной технологии с учетом свойств горных пород и горно-технических факторов для условий открытой разработки месторождения Джеруй на основе технических параметров.
5. Проведены технико-экономические расчеты по обоснованию целесообразности применения циклично-поточной технологии для перемещения вскрышных горных пород месторождения Джеруй, а также проведено технико-экономическое сравнение циклической и циклично-поточной технологии.
6. Разработана технологическая схема с комплексом оборудования, включающая применение поточного конвейерного транспорта с

консольным отвал образвателем. Применение рекомендованной технологической схемы позволяет обеспечить безопасность ведения вскрышных горных работ и складирования пустых пород в отвалы, сократить эксплуатационные расходы, существенно повысить производительность рудника.

7. Разработанная технологическая схема циклично-поточной технологии рекомендована и принята к использованию для проектирования открытых горных работ с целью эффективной разработки золоторудного месторождения Джеруй, обоснования проектных и инженерных решений по повышению производительности рудника при применении поточного конвейерного транспорта (акт внедрения от 04.04.2025.г).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анистрапов Ю.И. Циклично-поточная технология // Горная энциклопедия. -URL:https://gufo.me/dict/mining_encyclopedia/Циклично-поточная_технология?ysclid=16tkth9ffo485956799 (дата обр.: 14.08.2022).
2. Решетняк С.П. Обоснование и разработка схем циклично-поточной технологии с внутрикарьерными передвижными дробильно-перегрузочными комплексами: Авт. дисс...д.т.н.; Спец.: 05.15.03 - Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. – СПб.: ГИ КНЦ РАН, 1998. - 44 с.
3. Решетняк С.П. Современные тенденции в проектировании циклично-поточной технологии на карьерах // ГИАБ. 2015. №56. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-v-proektirovanii-siklichnopotochnou-tehnologii-na-karierah> (дата обращения: 16.08.2022).
4. Яковлев В.Л. и др. Об эффективности применения циклично-поточной технологии горных работ на карьерах//ФТПРПИ. - №1, 2016. – С.100-109.
5. Багдатов Т.Е. Исследование перспектив эффективного применения комплексов циклично-поточной технологии на угольном разрезе «Восточный»: Магист. дисс.; спец. 7М07203 - Горная инженерия; Н. рук.: д.т.н., проф. С.К.Молдабаев. – Алматы: КазНИТУ, 2021. – 56 с.
6. Кармаев Г.Д., Глебов А.В. Выбор горно-транспортного оборудования циклично-поточной технологии карьеров. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. - 296 с.
7. Васильев М.В. Комбинированный транспорт на карьерах. – М.: Недра, 1975. – 308 с.
8. Анистрапов Ю.И. Циклично-поточная технология // Горная энциклопедия. -URL:https://gufo.me/dict/mining_encyclopedia/Циклично-поточная_технология?ysclid=16tkth9ffo485956799 (дата обр.: 14.08.2022).
9. Решетняк С.П. Обоснование и разработка схем циклично-поточной технологии с внутрикарьерными передвижными дробильно-перегрузочными комплексами: Авт. дисс...д.т.н.; Спец.: 05.15.03 - Открытая

- разработка месторождений полезных ископаемых. – СПб.: ГИ КНЦ РАН, 1998. - 44 с.
10. Решетняк С.П. Современные тенденции в проектировании циклично-поточной технологии на карьерах // ГИАБ. 2015. №56. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-v-proektirovanii-siklichnopotочноy-tehnologii-na-karierah> (дата обращения: 16.08.2022).
 11. Яковлев В.Л. и др. Об эффективности применения циклично-поточной технологии горных работ на карьерах//ФТПРПИ. - №1, 2016. – С.100-109.
 12. Багдатов Т.Е. Исследование перспектив эффективного применения комплексов циклично-поточной технологии на угольном разрезе «Восточный»: Магист. дисс.; спец. 7М07203 - Горная инженерия; Н. рук.: д.т.н., проф. С.К.Молдабаев. – Алматы: КазНИТУ, 2021. – 56 с.
 13. Кармаев Г.Д., Глебов А.В. Выбор горно-транспортного оборудования циклично-поточной технологии карьеров. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. - 296 с.
 14. Томаков П.И., Манкевич В.В. Открытая разработка угольных и рудных месторождений: Учебное пособие. - 2-е изд. - М.: МГГУ, 2000. - 611 с.
 15. Бабец Е.К. и др. Оценка эксплуатационного состояния технологического оборудования дробильно-перегрузочных пунктов комплексов циклично-поточной технологии карьеров Кривбасса// Форум гірників - 2016: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 5 - 8 жовтня 2016 р. - Дніпро, 2016. - Т. 2. – С. 111-115. - URL:<http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/149842>.
 16. Ракишев Б.Р. Циклично-поточные технологии на карьерах Казахстана // Вестник КазНТУ. - 2012, №1. - С.14–20. - <https://articlekz.com/article/22020>
 17. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. – М.: Недра, 1983. – 296 с.
 18. Шапарь А.Г. и др. Перегрузочные пункты при автомобильно-конвейерном транспорте на рудных карьерах / Инст. проблем природопользования и экологии НАН Украины. – Днепропетровск: Полиграфист, 2001. – 140 с.

19. Санакулов К.С., Шеметов П.А. Снижение затрат в глубоких карьерах на основе применения крутонаклонного конвейерного подъема в составе ЦПТ // Горный вестник Узбекистана. – 2015. - №1. – С.3-7.
20. Берсенев В.А. и др. Схемы циклично-поточной технологии при различном залегании месторождений полезных ископаемых (обзор применяемых и предлагаемых схем ЦПТ) // Проблемы недропользования: Сетевое периодическое научное издание - № 4, 2018. – С.13-21.
21. ТЭО целесообразности отработки месторождения Джеруй [Текст]: ЗАО ГПК «Азиярудпроект». – Б., 2007. – 79 с.
22. Дюкарев В.П., Радьков В.А. и др. И.А. Проблемы и перспективы применения конвейерного транспорта при добыче Алмазов в районе Крайнего Севера / Горно-аналитический бюллетень № 5. - М.: Горная книга, 1997, С.173-181 с.
23. Васильев М.В. и др. Циклично-поточная технология на карьерах чёрной металлургии СССР. // Обзорная информация / Ин-т «Черметинформация». - М., 1984. - 67с.
24. Кармаев, Г. Д. Выбор горно-транспортного оборудования циклично-поточной технологии карьеров [Текст] / Г. Д. Кармаев и др. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. – 296 с.
25. Теория и практика открытых разработок: монография / Н.В. Мельников, Э.И. Реентович, Б.А. Симкин и [и др.]. – Москва: Недра, 1979. – 636 с.
26. Дробилка СМД-118а [Элект. ресурс].– 2023.–режим доступа: <https://crusher.ru>.
27. Котяшев А.А. и др. Развитие циклично-поточной технологии на открытых горных разработках за рубежом. // Обзорная информация / Ин-т «Черметинформация». -М., 1989. -57с.
28. Мальгин О.Н. и др. Совершенствование циклично-поточной технологии горных работ в глубоких карьерах. - «Фан». Ташкент, 2002. -145 с.

- 29.Щековая дробилка СМД-118а [Элект. ресурс]. – 2023. – режим доступа:
<https://eurasia-group.ru/catalog/oborudovanie/gornorudnoe-oborudovanie/shchekovaya-drobilka/shchyekovaya-drobilka-smd-118a>
- 30.Тажобаев, К.Т. Рекомендации по применению циклично-поточной технологии при разработке золоторудного месторождения Джеруй / К.Т. Тажибаев, Б.К. Карабаева, Д.К. Тажибаев // научно-технический журнал «Машиноведение». –2022. – №1 (15). – С. 28-35
- 31.Васильев, М.В. Циклично-поточная технология на рудных карьерах [Текст] / М.В. Васильев, А.Н. Шилин. – С.: Полиграфист, 1970. – 131 с.
- 32.Штокман, И.Г. Расчет и конструирование горных транспортных машин и комплексов [Текст]: учебник для ВУЗов / И.Г. Штокман, П.М. Кондрахин, В.Н. Маценко и др.; под общ. ред. И.Г. Штокмана. – М.: Недра, 1975. - 463с
- 33.Стратегия устойчивого развития промышленности Кыргызской Республики на 2019-2023 годы [Текст]. Приложение 1 к пост. Прав. КР от 27 сентября 2019 года № 502) / Минюст КР, Централиз. банк данных правовой инф. – URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/157190> (дата обр.: 12.08.2022)
34. Национальная энергетическая программа Кыргызской Республики на 2008-2010 годы и Стратегия развития топливно-энергетического комплекса до 2025 года [Текст]. Одобрена пост. Правительства КР от 13 февраля 2008 года №47 / Минюст КР, Централиз. банк данных правовой инф. – URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/58883?cloru-ru> (дата обр.: 12.08.2022).
- 35.Среднесрочная и долгосрочная стратегия развития горнодобывающей промышленности Кыргызской Республики [Текст] / Министерство экономики КР. Проект. Подготовлен консорциумом экспертов. – Бишкек, 2014. – 225 с. – URL: [https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Medium-term and long-term Strategy for the Development of Mining Industry in the Republic of Kyrgyzstan.pdf](https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Medium-term%20and%20long-term%20Strategy%20for%20the%20Development%20of%20Mining%20Industry%20in%20the%20Republic%20of%20Kyrgyzstan.pdf) (дата обр.: 12.08.2022).
36. Анистрапов, Ю. И. Циклично-поточная технология [Текст] / Ю. И. Анистрапов /Горная энциклопедия.

- https://gufo.me/dict/mining_encyclopedia/Циклично-поточная_техно-логія?ysclid=16tkth9ffo485956799 (дата обр.: 14.08.2022).
37. Васильев, М. В. Комбинированный транспорт на карьерах [Текст] / М. В. Васильев. – М.: Недра, 1975. – 308 с.
38. Бабец, Е. К. Оценка эксплуатационного состояния технологического оборудования дробильно перегрузочных пунктов комплексов циклично-поточной технологии карьеров Кривбасса [Текст] / Е. К. Бабец и др. // Форум гірників – 2016: матеріали МНПК, 5 - 8 жовтня 2016 р. – Дніпро, 2016. –
39. Супрун, В. И. Проблемы и перспективы использования циклично-поточной технологии для отработки крупных угольных и рудных месторождений [Текст] / В. И. Супрун и др. // ГИАБ. – 2014, № S1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prob-lemy-i-perspektivy-ispolzovaniya-tsiklichno-potochnoy-tehnologii-dlya-otra-bot-ki-krupnyh-ugolnyh-i-rudnyh-mestorozhdeniy> (дата обр.: 26.08.2022).
40. Санакулов, К. С. Снижение затрат в глубоких карьерах на основе применения крутонаклонного конвейерного подъема в составе ЦПТ [Текст] / К. С. Санакулов, П. А. Шеметов // Горный Вестник Узбекистана. – 2012. - №2 (49). – С. 3-7.
41. Циклично поточная технология на рудных карьерах: Сборник трудов ИГД МЧМ СССР / отв. ред. М.В. Васильев, А.Н. Шилин - Свердловск: Полиграфист, 1970. – 131 с.
42. Теория и практика открытых разработок: монография / Н.В. Мельников, Э.И. Реентович, Б.А. Симкин и [и др.]. – Москва: Недра, 1979. – 636 с.