

Маляров Сергей Александрович,
студент 2 курса магистратуры,
ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»

Научный руководитель:
Бочкарева Инесса Владимировна,
к.э.н., доцент кафедры экономики,
ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА XLPD НА ПОДЗЕМНОМ РУДНИКЕ (НА ПРИМЕРЕ ПАО «ППГХО»)

Аннотация. В статье выполнена оценка экономической эффективности внедрения роботизированного комплекса XLPD на Подземном руднике №8 ПАО «ППГХО» в сравнении с традиционной сплошной системой разработки. Рассчитаны показатели условно-годовой экономии (85 673 тыс. руб.), годовой экономической эффективности (80 167 тыс. руб.) и срока окупаемости (0,43 года). Выполнен анализ структуры себестоимости и факторов, обеспечивающих экономический эффект.

Ключевые слова: Роботизированный комплекс XLPD (погрузочно-доставочная машина бульдозерного типа с дистанционным управлением), подземная добыча, экономическая эффективность, себестоимость, срок окупаемости, условно-годовая экономия, ПАО «ППГХО».

Введение.

Современные тенденции развития горнодобывающей промышленности диктуют необходимость перехода к более безопасным и эффективным технологиям добычи полезных ископаемых. Особенно остро этот вопрос стоит для предприятий, эксплуатирующих подземные рудники со сложными горно-геологическими условиями. Одним из перспективных направлений является внедрение роботизированных комплексов, позволяющих вывести персонал из опасных зон и повысить селективность выемки. ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (ПАО «ППГХО») является одним из крупнейших уранодобывающих предприятий России. Подземный рудник №8 отрабатывает запасы в сложных горно-геологических условиях, что обуславливает высокий уровень разубоживания (до 50%) и значительные затраты на закладочные работы при традиционной сплошной системе разработки заходками.

Целью данной статьи является оценка экономической эффективности перехода на инновационную технологию – сплошную скважинную отбойку панельного типа с применением роботизированного комплекса XLPD.

При внедрении в производство современной роботизированной погрузочной машины бульдозерного типа XLPD предполагается пересмотреть технологию отбойки руды с мелкошпуровой на технологию сплошной скважинной отбойки, а также технологию управления кровлей, так как отгрузка горной массы предполагает дистанционную, без нахождения человека, непосредственно в выработанном пространстве.

Данная система позволяет снизить выемочную мощность, а в следствии прихват пустой породы в маломощных пластах, что увеличит качество руды. Так же позволит снизить затраты на погашение твердеющей закладкой. Все эти мероприятия позволят порядком снизить себестоимость добычи.



Нарезные работы предполагают использование стандартного бурового оборудования и ПДМ типа ПД-2Э. После нарезки панели размерами по простиранию 25 на 25 метров от отрезного орта производится по пласту бурение не менее 3 рядов строчек скважин на интервал 3-5 метров. После взрывных работ отбитая руда с помощью дизельной низкопрофильной роботизированной погрузочно-доставочной машина XLPD перегружается либо непосредственно в рудоспуск, либо в накопитель от куда с помощью ПД-2Э далее транспортируется. Использование машины позволяет сократить затраты на бурение, крепление и доставку рудной массы. Большим плюсом является дистанционное управление, оператор находится в безопасной зоне». На рисунке представлена технологическая схема добычи руды с применением погрузочной машины бульдозерного типа XLPD.

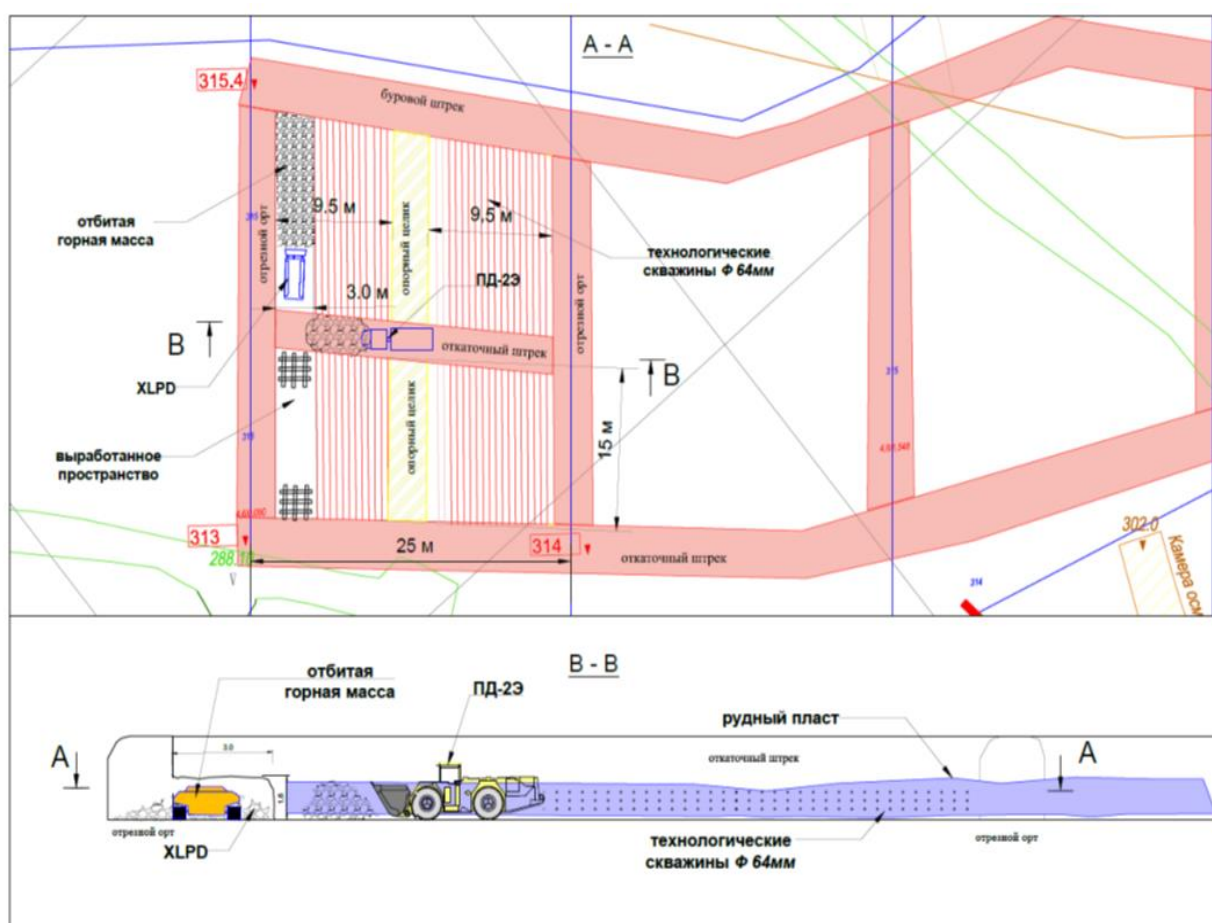


Рисунок 1. Технологическая схема «Сплошной скважинной отбойки панельного типа»

Назначением XLPD является выкапывание, транспортирование и погрузка руды. XLPD способен работать на любых типах земной поверхности. Его прочная конструкция, малые размеры, малый радиус поворота, низкий уровень шума и малый уровень выброса газов делают это оборудование наиболее подходящим для подземных работ.

Отдельный переносной пульт дистанционного управления XLPD, позволяет оператору находиться вне радиуса действия оборудования во время процесса управления МРК. XLPD сохраняет работоспособное состояние в диапазоне температур от -25°С до 40°С. Элементы конструкции тягача XLPD делают машину тяжелой и опасной; исходя из этого, необходимо постоянно соблюдать меры предосторожности во время эксплуатации, технического обслуживания и транспортирования.





Рисунок 2. XLPD с использованием ковшового инструмента

Построена финансовая модель с фактическими данными предприятия. На основе этих данных произведена корректировка статей затрат на инновационный проект «Сплошная скважинная отбойка панельного типа». Исходя из того, что прихват пустых пород снизится на 25% соответственно нужно будет в расчетах снизить количество добытой руды оставляя тоже самое количество металла. Уменьшаться объёмы закладочной смеси на 70%, объём крепёжного материала на 50%, расход ВВ на 40%. Увеличатся затраты на буровые работы на 60%, затраты на дизельное топливо (30 тонн). И произведен сравнительный анализ затрат по вариантам

Для оценки эффективности использовались показатели, традиционно применяемые в горнодобывающей промышленности: расчет условно-годовой экономии (Эу-г), годовой экономической эффективности (Эг) и срока окупаемости капитальных вложений (Ток). Исходные данные для расчета приведены в таблице

Таблица 1

Сравнительный анализ затрат по вариантам отработки

Показатель	Затраты на единицу, рублей		Изменение
	«Сплошная система разработки заходками»	«Сплошной скважинной отбойки панельного типа»	
1	2	3	4
Капиталовложения; тыс. руб.	11 830	49 167	+37 337
Затраты на материалы; тыс. руб.	53 324	5 505	- 47 819
Затраты на электроэнергию; тыс. руб.	59 685	57 788	-1897
Заработная плата с социальными отчислениями; тыс. руб.	214 179	231 450	+17 271
Амортизационные отчисления; тыс. руб.	90 877	107 710	+16 833



Затраты на ГПР; тыс. руб.	83 398	83 398	0
Затраты на закладочные работы; тыс. руб.	71 089	19 223	-51 866
Затраты на буровые работы; тыс. руб.	31 754	50 807	+19 053
1	2	3	4
НДПИ; тыс. руб.	44 406	44 406	0
Общепроизводственные расходы (рассчитываются в процентах от прямых затрат); тыс. руб.	290 713	258 645	-32 068
Полная себестоимость; руб.	6001	5459	-542
Программа добычи Ме; кг	158068	158068	0
Удельные капиталовложения	74,84	311,04	236,2
Условно-годовая экономия; тыс. руб.	85 673		
Годовая экономическая эффективность; тыс. руб.	80 167		
Срок окупаемости	0,43лет		

Как видно из таблицы 1, при внедрении инновационной технологии происходит перераспределение затрат. Наибольшее снижение наблюдается по статьям «Материалы» (снижение на 47 819 тыс. руб.) и «Закладочные работы» (снижение на 51 866 тыс. руб.), что связано с конструктивными особенностями системы разработки с применением XLPD. Одновременно возрастают затраты на буровые работы (+19 053 тыс. руб.) и амортизацию (+16 833 тыс. руб.) в связи с использованием более дорогостоящего оборудования. Условно-годовая экономия (Эу-г) рассчитывалась как произведение разницы в себестоимости единицы продукции на годовую программу добычи: $Эу-г = (6001 - 5459) \times 158\,068 = 542 \times 158\,068 = 85\,672\,856$ руб.

Полученный результат – 85 673 тыс. руб. – представляет собой годовую экономию текущих затрат при переходе с базового варианта на инновационный.

Годовая экономическая эффективность (Эг) учитывает налогообложение и может корректироваться на дополнительные доходы (например, от снижения разубоживания): $Эг = 80\,167$ тыс. руб.,

Срок окупаемости (Ток) определен как отношение дополнительных капитальных вложений (ΔK) к годовой экономической эффективности (Эг): $Ток = \Delta K / Эг = 37\,337 / 80\,167 = 0,466$ года $\approx 0,43$ года.

Фактическое значение срока окупаемости (0,43 года) свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности проекта. Срок окупаемости менее 6 месяцев (с учетом непрерывности горных работ) является исключительно высоким показателем.

Анализ факторов снижения себестоимости. Факторный анализ снижения себестоимости на 542 руб./кг.

Факторами снижения себестоимости являются: – Снижение затрат на закладочные работы (60,5% от общего снижения); – Снижение затрат на материалы (55,8%); – Снижение общепроизводственных расходов (37,4%).

Факторами увеличения себестоимости являются: – Рост затрат на буровые работы, Рост затрат на амортизацию и заработную плату, но оно перекрывается положительными факторами.

Выводы. Сравнительный анализ экономической эффективности внедрения роботизированного комплекса XLPD на Подземном руднике №8 ПАО «ППГХО» показал:

1. Условно-годовая экономия составляет 85 673 тыс. руб., годовая экономическая эффективность – 80 167 тыс. руб.



2. Срок окупаемости капитальных вложений – 0,43 года, что свидетельствует о высоком уровне инвестиционной привлекательности.

3. Снижение полной себестоимости 1 кг металла составляет 542 руб. (с 6 001 до 5 459 руб./кг).

4. Ключевыми факторами экономии являются снижение затрат на закладочные работы и материалы.

Таким образом, внедрение роботизированного комплекса XLPD является экономически эффективным мероприятием, способным обеспечить значительное снижение себестоимости добычи и быстрый возврат инвестиций. Вместе с тем, для принятия окончательного стратегического решения необходимо дополнительно учитывать нефинансовые эффекты, такие как повышение безопасности труда и улучшение качества недропользования.

Список литературы:

1. Цуглевич А.Н. Экономика горного производства: учебное пособие. – М.: Изд-во МГИ, 2019. – 320 с.

2. Атаманова Е.А. Инновационные технологии в горнодобывающей промышленности: экономические аспекты // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 5. – С. 45-52.

3. Козловский Е.А., Комаров М.А. Экономическая оценка инвестиционных проектов в горной промышленности. – М.: Недра, 2020. – 288 с.

4. ПАО «ППГХО». Годовой отчет за 2023 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prgho.ru> (дата обращения: 10.04.2025).

5. Каплан Р.С., Нортон Д.П. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию. – М.: Олимп-Бизнес, 2021. – 304 с.

