

ЖЕР АСТЫНДАГЫ ЖУМУШТАРДЫ ӨТҮҮҮҮЧҮН БУРГУЛАП-ЖАРДЫРУУ ЖАНА ЖАРДЫРБАС ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫН МАЙНАПТУУЛУГУН САЛЫШТЫРМАЛУУ ТАЛДОО

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРОВЗРЫВНОЙ И БЕЗВЗРЫВНОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОХОДКИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF DRILLING AND BLASTING AND EXPLOSION-FREE TECHNOLOGIES FOR DRIVING UNDERGROUND WORKINGS

Б. С. Султаналиев, Э. Н. Абсаматов

B. S. Sultanaliyev, E. N. Absamatov

Макалада тешикен тоону уруп талкоолочу машиналар менен өтүүдө жардырбас технологияларды колдонуусунун экономикалык максатка ылайыктуулугу негизделет. Мында бургулап-жардыруу жана жардырбас өтүү технологияларынын чыгымдары салыштырма бааланган, ошондой эле колдонуучу жабдуулардын комплектин жана сарпталуучу материалдарды сатып алуу чыгымдары. Бургулап-жардыруу жана жардырбас технологиялар менен жер астындагы, катуу тектерди, проф. М.М. Протодьяконовдун 10-12 бекемдүүлүк коэффициентиндеги бирдиктеги, туюк казындыларды өтүүдөгү негизги операцияларынын нарк баасынын эсеби келтирилген. Жүргүзүлгөн салыштырма талдоо жардырбас техниканы жана технологияны колдонууда баа наркы, өтүү циклын кыскартуу, өтүү иштерин жогорлатуу боюнча далай потенциалдык мүмкүнчүлүктөрүн көрсөтөт.

Обосновывается экономическая целесообразность применения безвзрывной технологии проходки тоннелей отбойно-оборочными агрегатами. Для этого оценивалось соотношение затрат при буровзрывной и безвзрывной технологии проходки, а также затраты на приобретение используемого комплекта оборудования и расходующихся материалов. Представлен расчет себестоимости основных операций проходческого цикла при буровзрывной и безвзрывной технологии проходки подземных выработок сплошным забоем по крепким породам коэффициентом крепости 10-12 единиц по шкале проф. М.М. Протодьяконова. Проведенный сравнительный анализ указывает на

значительные потенциальные возможности безвзрывной техники и технологии по себестоимости, сокращению продолжительности проходческого цикла, следовательно, увеличению темпов проходческих работ.

This article describes the economic feasibility of the use of drilling-and-blasting and non-explosive tunnel boring technology with fender-flare units was estimated by the ratio of the cost of purchasing the used sets of equipment and consumables. A methodology has been developed for calculating the cost of the main operations of the tunneling cycle for drilling-and-blasting and non-explosive technologies for driving underground workings with a continuous face on hard rocks. Calculations were carried out for the main operations of drilling and blasting and non-blasting equipment and technologies for the development of hard rocks with a strength coefficient of 10-12 on the scale of prof. MM. Protodyakonov when driving underground workings with a continuous face. The conducted comparative analysis indicates the significant potential of non-explosive equipment and technology in terms of cost price, reduction in the duration of the tunneling cycle, and, consequently, an increase in the pace of tunneling operations.

Түйүн сөздөр: *тешкен тоо; баа наркы; бургулап-жардыруу технологиясы; жардырбас технологиясы; альтернативдик жабдуулар жана технология; бургулоо; уруп талкоолочу машина; гидробалка; чөмүч; жүктөөчү экскаватор; жебе; манипулятор.*

Ключевые слова: *тоннель; себестоимость; буровзрывная технология; альтернативная техника и технология; бурение; отбойно-оборочная машина; безвзрывная технология; гидромолот; ковши; экскаватор-погрузчик; стрела; манипулятор.*

Keywords: *tunnel; self-sufficiency; tunnel construction, alternative equipment and technology, jack-loading machine, non-explosive technology, hydraulic hammer, bucket, backhoe loader, boom, manipulator.*

Одним из наиболее распространенных способов разрушения горных пород при открытой и подземной разработке полезных ископаемых и при проходке штолен и штреков до сих пор остается буровзрывной способ. Несмотря на отработанность и эффективность этого способа разрушения крепких пород, он имеет ряд недостатков, которые связаны с большими материальными, техногенными и экологическими издержками, что обуславливает поиск альтернативных вариантов проходки. Одним из таких вариантов является безвзрывная технология, когда отбойка породы от массива осуществляется путем нанесения по массиву ударных импульсов с

высокой энергией единичного удара. В качестве генераторов таких ударных импульсов используются гидравлические молоты.

Еще в середине 80-х годов такая технология была успешно апробирована под руководством д.т.н. Е.Б. Бексалова при строительстве туннелей Камбаратинской ГЭС № 2 [1]. Однако, в силу объективных причин новый способ не успел найти в республике достаточного распространения. Но, начиная с 90-х годов, в мире постепенно начинают проявлять все больший интерес и понимание к проходке забоев гидравлическими отбойными молотами. Ведущие мировые фирмы-производители такие как “Krupp” (Германия), “Montabert” (Франция), ИТС (Швейцария), “Rammer” (Финдляндия) и ряд других, уже активно начали разрабатывать для проходческих работ гидравлические молоты на базе экскаваторов и комбайнов, ориентированных на эту технологию [2,3,4,10].

Безвзрывную технологию проходки выработок в массиве горных пород различной крепости с помощью отбойно-оборочных агрегатов стали применять на практике. Отбойно-оборочные агрегаты успешно использовались при проходке туннеля на новой сицилийской автострате № 20, соединяющей г. Мессину и столицу Сицилии г. Палермо, а также при проходке линий метрополитена в Катанья [2]. На участке автодороги № 20 необходимо было пройти два параллельных туннеля стандартным сечением 96 м^2 в проходке и протяженностью 1400 м каждый. Породы в забое туннелей представляли слоистый массив кварцевого песчаника и черно-серого сланца. Первоначально проект был разработан для проходки буровзрывным способом сплошным забоем. Так как туннель площадью сечением 96 м^2 сооружался двумя встречными участками забоя, то строительная фирма проходку второго участка решила производить двумя отбойно-оборочными агрегатами, оснащенными гидромолотами фирмы «Крупп». Отбойно-оборочный агрегат использовался круглосуточно в три смены пять дней в неделю, обеспечивая проходку 3,5-4,0 м туннеля в сутки (рисунок 1). Производительность отбойно-оборочного агрегата составляла $16 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $128 \text{ м}^3/\text{смену}$ [2].



Рисунок 1 – Отбойно-оборочный агрегат на проходке туннеля на Сицилийской автостраде

Экономическая целесообразность безвзрывной проходки туннеля отбойно-оборочными агрегатами оценивалась по соотношению затрат на приобретение используемых комплектов оборудования и расходуемых материалов. Стоимость двух буровых установок [5], каждая из которых имеет три манипулятора с бурильными машинами, составляла 531 тысячу долларов США, тогда как отбойно-оборочный агрегат с гидромолотом НМ 950 стоит только 187 тысяч долларов США [2]. Это значило, что можно купить два отбойно-оборочных агрегата, на каждый навесить гидромолот и это составило бы всего 70 % расходов на буровые установки по данным работы [8]. При буровзрывном способе проходки за цикл отделяется от забоя около 400 м^3 горной породы. Удельный расход ВВ – 2 кг/м^3 , цена взрывчатого вещества – $3,25 \text{ \$/кг}$. Следовательно, расходы только на взрывчатку для одной отбойки составит $\$2600$. Каждый из 80 шпуров требует детонатор, стоимость которого $\$1,37$, т.е. общая сумма затрат на детонаторы $\$110$. Доставка взрывчатого вещества к месту работы обходилась фирме примерно $\$94$. Поэтому

стоимость одного цикла взрыва или подвигание забоя за цикл на 3,0-4,0 м включала следующие расходы:

- расход взрывчатого вещества 80 кг	– 2600 \$
- расход детонатора (80 детонаторов)	– 110 \$
- расход на доставку	– 94 \$
Итого	– 2804 \$

Таким образом, удельные затраты только на взрывчатого вещества при взрывной отбойке составляют 7,3 \$/м³.

При использовании на безвзрывной проходке отбойно-оборочных машин строительная фирма не несет этих ежедневных расходов. Разрушение массива отбойно-оборочной машиной не требует затрат сопоставимых с высокой стоимостью взрывных работ.

Еще один пример применения такой технологии - это использование отбойно-погрузочной машины типа ГТС-120 фирмы «Schauff-Terex», апробация которой произведена на шахте ДНК Донского ГОКа (Республика Казахстан) с участием сотрудников Института машиноведения и автоматики НАН КР (рисунок 2) [11].

Проходка подготовительной выработки на шахте ДНК Донского ГОКа осуществляется по слабоустойчивым, порой трещиноватым породам с коэффициентом крепости 8 – 11 единиц по шкале М.М. Протоджяконова.

Для рассматриваемой выработки сечением до 13 м² принята однопутная схема обработки, без разминочных ниш. Проходческие работы осуществляются буровзрывным способом. В забое сечением до 13 м² с помощью двух-трех телескопических перфораторов обуривается до 33 шпуров с глубиной до 1,1 м. Каждый буровой цикл в среднем занимает около 6 часов. При этом подвижка забоя за цикл составляет 1 м. Всего в течение суток при 3-х сменной работе осуществляется один цикл буровзрывных работ. При этом средние установившиеся темпы проходки составляют около 30 п.м. в месяц, что совершенно недостаточно для своевременного вскрытия подходов к новым перспективным рудным телам.



Рисунок 2 – Отбойно-погрузочная машина на проходке выработки на шахте Донского ГОКа

Безвзрывная технология уже на стадии своей апробации, согласно хронометражным данным, обеспечила средние темпы проходки почти в 2 раза превышающие темпы, достигнутые при буровзрывной технологии. При этих условиях можно было бы достичь устойчивой средней производительности машины 13 – 14 м³ в смену, что обеспечило бы темпы проходок 90 п.м./месяц [11].

При реализации этой технологии и техники основная роль отводится экономической целесообразности с точки зрения стоимости разработки и производительности работ по дроблению породы на транспортабельные куски. Поэтому разработка новых и совершенствование существующих технологий проходки с использованием новых горнопроходческих машин остается важной задачей.

Эффект от возможного внедрения предлагаемого способа можно наглядно продемонстрировать, сравнив себестоимость и

темпы проходки традиционной буровзрывной и безвзрывной технологий. Для такого сравнительного анализа зададимся исходными данными и примем что:

- разрабатываемая порода будет соответствовать 9...10 группам прочности по СНиП [9], что соответствует 12...15 единицам по шкале проф. М.М. Протодьяконова;

- сечение забоя примем 25 м^2 , как наиболее используемое при подземной разработке горнорудных предприятий, а также в гидротехническом туннелестроении;

- заходка для обоих способов одинаковая, равная 3,2 м, что соответствует буровзрывному способу, когда производится забуивание на 3,5 м с последующей отбойкой на 3,2 м;

- крепление забоя железобетонными анкерами глубиной 3 м в кровлю и борта выработки.

При расчете себестоимости проходческих работ цены на машины, полученные от потенциальных фирм-производителей, учтены через машино-часы в \$/час. Эксплуатационные затраты согласно техническим характеристикам агрегатов и сложившихся цен на рынке эксплуатационных материалов. Затраты труда, материалы, буровой инструмент были приняты в соответствии с ЕНиР-36, сборником элементных сметных норм № 29 (СНиП 4-5) и соответствующими рыночными ценами. Потребность в пиках для гидравлического молота принята, исходя из стойкости этого инструмента, регламентируемой фирмой-производителем “Krupp”. Все затраты для удобства оценки и сравнения производятся в американских долларах.

Организация бесперебойной согласно технике безопасности, работы по проходке горных выработок обязательно предполагает производство операций, связанных с подводом в забой технической воды, сжатого воздуха, электроэнергии, вентиляции, обеспечением бесперебойного водоотлива. Согласно сложившейся практике и анализа затрат АО Кыргызгидроспецстрой за время работы на строительстве туннелей при возведении Нарынского каскада ГЭС, а также из анализа мирового опыта по материалам “World tunnelling” и

“Mining” за 2010-2012 годы, доля этих затрат лежит в пределах от 23 % до 33 % от себестоимости проходческих работ.

Рассмотрим два варианта проходки подземной выработки.

Вариант 1. Расчет себестоимости для традиционного буровзрывного способа проходки (рисунок 3), который включает операции бурение, взрывание, приведение забоя в безопасное состояние, откатка и установка железобетонных анкеров.

1. Бурение (таблица 1):

Согласно ЕНиР-36, эта операция состоит из таких технологических переходов как разметка забоя согласно паспорту буровзрывных работ, обустройство забоя, обслуживание буровой техники, продувка шпуров, отвод техники в безопасную зону. В качестве буровой машины рассмотрен гидравлический буровой агрегат финской фирмы “Tamrock”, смонтированный на шасси трактора ТТ-4 и получивший обозначение СМГ-207. Скорость бурения по породам 9...10 групп прочности для СМГ-207 составляет в среднем 1,5 м/мин [10].

Таблица 1 – Стоимость работ и оборудования при бурении

Наименование элементов затрат	Ед. изм.	Норматив [6]	Стоимость единицы, \$	Общая стоимость, \$
Затраты труда рабочих	чел.-ч	9,72	3,00	29,16
Расходы на буровую установку СМГ-207	маш.-ч	4,86	5,16	25,08
Расходы на: коронки	шт.	3,85	40,00	154,00
буровые штанги	шт./ш.м.	0,0052	60,00	72,07
Итого				280,31

2. Взрывание забоя (таблица 2):

Эта операция включает следующие виды работ: подготовка взрывчатых зарядов и их доставка до забоя, установка зарядов в шпур и их закладка шпуровой забойкой (песчанно-глиняной смесью), монтаж проводов и детонационного шнура, взрывание забоя, проверка и обезвреживание неразорвавшихся зарядов.

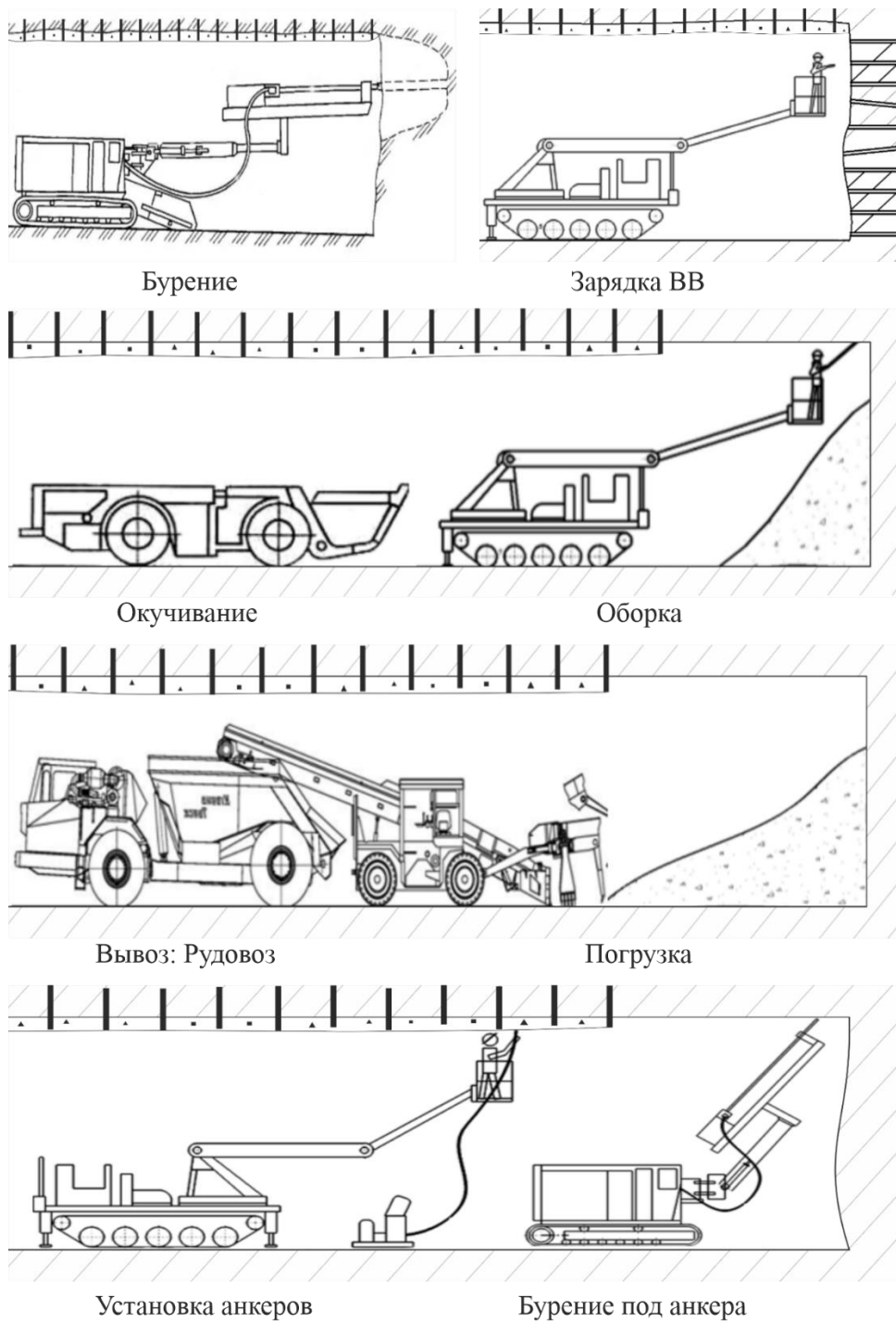


Рисунок 3 – Схема операций при буровзрывной технологии проходки

Таблица 2 – Стоимость работ и оборудования при взрывании забоя

Наименование элементов затрат	Ед. изм.	Норматив [6]	Стоимость единицы, \$	Общая стоимость, \$
Затраты труда рабочих	чел.-ч	6,67	2,00	13,34
взрывник 2 чел.	чел.-ч	5,00	3,00	15,00
помощник 2 чел.	чел.-ч	5,00	2,00	10,00
Расходы на гидроподъемник МШТС-2ТП	маш.-ч	3,00	3,16	9,48
Расходы на: взрывчатое вещество	кг	143,50	2,00	287,00
электрический детонатор	шт.	55,00	1,00	55,00
детонирующий шнур	м	100,00	1,00	100,00
рейка деревянная	м ³	0,01	46,00	0,47
провод	м	37,00	0,10	3,70
Итого				493,99

3. Приведение забоя в безопасное состояние (таблица 3):

В эту операцию включено затраты на: проветривание, орошение, окучивание и оборку кровли призабойной выработки после взрыва.

Таблица 3 – Стоимость работ и оборудования на приведение забоя в безопасное состояние

Наименование элементов затрат	Ед. изм.	Норматив [6]	Стоимость единицы, \$	Общая стоимость, \$
Затраты труда рабочих	чел.-ч	0,74	3,00	2,22
Затраты на погрузчик ПД-6А	маш.-ч	0,37	3,16	1,17
Затраты на гидроподъемник МШТС-2ТП	маш.-ч	0,37	3,16	1,17
Итого				4,56

4. Откатка (таблица 4):

В этом элементе цикла предусмотрена откатка с применением погрузочной машины непрерывного действия ПНБ-3Д, что повышает производительность погрузки породы особенно в стесненных условиях. Вывоз породы осуществляется подземными рудовозами МоАЗ-7529 грузоподъемностью 20 т. Плечо вывоза до отвала принято 3 км.

Таблица 4 – Стоимость работ и оборудования при откатке

Наименование элементов затрат	Ед. изм.	Норматив [6]	Стоимость единицы, \$	Общая стоимость, \$
<i>Погрузка породы</i>				
Затраты труда рабочих	чел.-ч	2,50	3,00	7,50
Затраты на погрузчик ПНБ-3Д	маш.-ч	2,50	5,70	14,25
<i>Транспортировка породы (до 3 км)</i>				
Затраты труда рабочих	чел.-ч	5,00	2,00	10,00
Затраты на рудовоз (2 автомобиля)	маш.-ч	5,00	3,47	17,35
Итого				49,10

5. Обустройство временной крепи (таблица 5).

Для бурения шпуров под анкера в выработках такого сечения требуется специальный анкеровщик с укороченной балкой податчика бурового механизма. Однако для упрощения в этой таблице рассмотрен случай применения такой же буровой машины, что и для обуривания забоя. Такое применение техники нередко встречается на практике при производстве проходческих работ.

Таблица 5 – Стоимость работ и оборудования на обустройство временной крепи

Наименование элементов затрат	Ед. изм.	Норматив [6]	Стоимость единицы, \$	Общая стоимость, \$
Затраты труда рабочих	чел.-ч	2,48	3	7,44
Затраты на буровую установку СМГ-207	маш.-ч	1,24	5,16	6,40
Расходные материалы				
коронки	шт.	1,98	40	79,20
штанги	шт.	0,62	60	37,13
Итого				130,17

6. Установка железобетонных анкеров (таблица 6)

Для принятого сечения выработки с высотой кровли около 5 м необходим специальный подъемник. Широкое применение на подземных работах получили гидравлические подъемники типа

МШТС-2ТП. Однако, следует отметить, что это довольно громоздкая машина и неудобна для применения в выработках средних сечений.

Таблица 6 – Стоимость работ и оборудования на установку железобетонных анкеров

Наименование элементов затрат	Ед. изм.	Норматив [6]	Стоимость единицы, \$	Общая стоимость, \$
Затраты труда рабочих	чел.-ч	8,92	2,33	20,78
Затраты на гидроподъемник МШТС-2ТП	маш.-ч	2,97	3,16	9,39
Затраты на нагнетатель БМ-86	маш.-ч	2,97	1,00	2,97
Расходы на: анкера	кг	181,62	0,50	90,81
бетон	м ³	0,13	50,00	6,50
Итого				130,45

Все технологические операции, представленные в таблицах 1, 2, 3, 4, 5 и 6, изложены в последовательности цикла проходческих работ и характерны как для туннелестроительных работ так и для добычных.

Для экономической оценки затрат удобно оперировать удельными показателями на 1 куб.м или на 1 т породы. Такие данные наглядны при сравнении различных технологических способов и нашли широкое применение в мировой практике. В сводной таблице 7 показаны удельные затраты отдельно на каждую выше приведенную операцию с выделением удельных затрат на материалы и заработную плату, а также пооперационные затраты времени и применяемое оборудование.

По данным таблицы 7 можно построить циклограммы работ [7] на проходку, из которых видно, что время цикла составило $T_{\text{ц}} = 14.76$ ч. Зная, что $T_{\text{ц}} = 14.76$ ч, а глубина заходки 3.2 м, можно подсчитать месячную скорость проходки $V = 3.2 \text{ м} \times \text{количество раб. часов в сутки} \times \text{количество раб. дней в месяц} / 14.76 \text{ ч.}$, которая может достигнуть $V = 156 \text{ м/мес.}$

Таблица 7 – Сводные данные по удельным и временным затратам при буровзрывной технологии

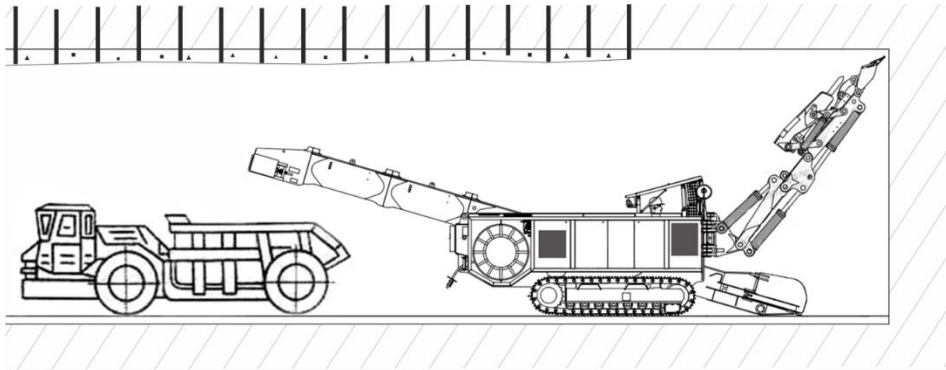
Виды работ и операций	Т цикла, час	Затраты, \$/м ³	Затраты, \$/т	Материалы, \$/м ³	Оборудование
Бурение	4,86	7,55	2,65	5,36	Буровой агрегат СМГ 207
Взрывание забоя	2,45	11,87	4,17	10,57	Гидроподъемник МШТС-2ТП
Приведение забоя в безопасное состояние	0,74	0,13	0,05	0	Гидроподъемник МШТС-2ТП, погрузочно-доставочная машина ПД-6А
Откатка породы	2,50	1,81	0,64	0	Погрузмашина ПНБ-3Д, Рудовоз 20 т, МОАЗ-6401
Бурение под анкера	1,24	3,32	1,16	2,76	Буровой агрегат СМГ 207
Установка ж/б анкеров	2,97	3,34	1,17	2,31	Гидроподъемник МШТС-2ТП, Бетононасос БМ-86
ИТОГО на цикл	14,76	28,02	9,83	21	

Вариант 2. Расчет себестоимости для безвзрывного способа проходки с применением гидравлического молота для разрушения забоя (рисунок 4).

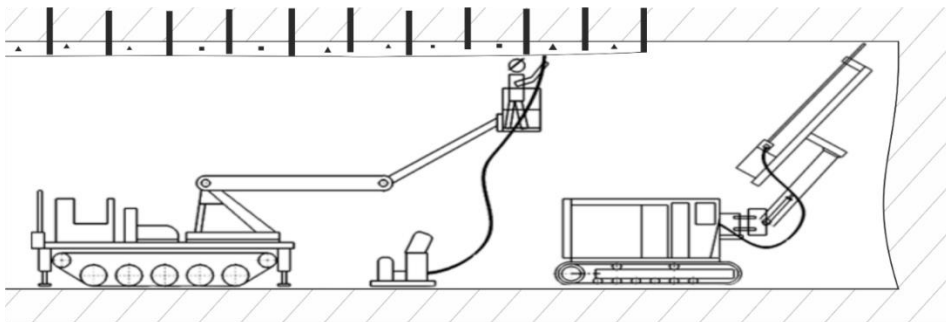
1. Разработка породы и откатка (таблица 8).

При выполнении этой операции в качестве технологической машины был рассмотрен отбойно-погрузочный агрегат фирмы ИТС (Швейцария), как наиболее характерный пример машины подобного вида. Этот агрегат является универсальной машиной, так как способен совмещать в своей работе сразу три операции: отбойку, погрузку и оборку забоя [4]. Главным рабочим органом этой машины является гидравлический молот фирмы «Крупп» (Германия) [4] специально предназначенный для работы по породам с твердостью до 10...12 единиц по шкале проф. М.М. Протоджяконова. Для вывоза породы рассмотрены рудовозы тина МоАЗ-7529 [7]. В этом варианте проходческого цикла отсутствует операция по приведению забоя в

безопасное состояние так как нет необходимости в специальной оборке кровли в виду отсутствия проведения взрывных работ.



Отбойка, выемка и погрузка



Установка анкеров

Бурение под анкера

Рисунок 4 – Безвзрывная технология проходки

Таблица 8 – Разработка породы и откатка

Наименование элементов затрат	Ед. изм.	Норматив [6]	Стоимость единицы, \$	Общая стоимость, \$
Затраты труда рабочих	чел.-ч	5,50	3,00	16,50
Затраты на агрегат ИТС-320	маш.-ч	5,50	14,87	81,79
Расходы на инструмент	шт.	0,02	1390,00	29,19
Затраты труда (рудовоз)	чел.-ч	5,00	2,00	10,00
Затраты на рудовоз г/п 20 т	маш.-ч	5,00	3,47	17,35
Итого				154,83

2. Обустройство временной крепи (таблица 5).

2.1 Бурение под анкера

2.2 Установка железобетонных анкеров (таблица 6)

Удельные значения финансовых затрат и времени для варианта 2 сведены в таблицу 9.

Общее время цикла составило $T_{\text{ц}} = 9.71$ ч., а скорость месячной проходки может достигнуть $V = 235$ м/месяц с учетом того, что отбойно-погрузочный агрегат как бы циклично совершает заходку на 3.2 м, равную глубине заходки для буровзрывного варианта.

Таблица 9 – Сводные данные по удельным и временным затратам для безвзрывного способа проходки

Виды работ и операций	Твр. 1-го цикла, час	Затраты на 1 м ³ , \$/м ³	Затраты на 1 т, \$/т	Материалы, \$/ м ³	Оборудование
Разработка и откатка	5,50	8,43	2,96	0,69	Отбойно-погрузочный агрегат типа ИТС-320, Рудовоз МОАЗ-6401
Бурение под анкерование	1,24	3,32	1,16	2,76	Буровой агрегат СМГ 207
Установка ж/б анкерov	2,97	3,34	1,17	2,31	Гидроподъемник МШТС-2ТП, бетононасос БМ-6
Итого на 1 цикл	9,71	15,09	5,29	5,76	

Таким образом, при сравнении рассмотренных вариантов можно сделать следующие выводы:

-затраты времени на разработку и откатку породы за один цикл отбойно-погрузочным агрегатом составил 5,50 ч., что в 1,91 раз меньше чем соответствующие затраты на разработку и откатку буровзрывным способом.

-удельные затраты на 1м³ отбитой породы безвзрывной технологии разработки составил 8,43 м³, что в 2,53 раз меньше затрат, чем при буровзрывном способе.

При этом следует отметить, что при безвзрывной разработке значительно уменьшается выброс пыли и отсутствуют продукты

горения взрывчатого вещества, что благоприятно сказывается на условия труда горнопроходчиков. Кроме этого, при такой технологии отсутствует негативное воздействие на устойчивость забоя, которое возможно при взрыве.

Приведенные расчеты, хотя и являются укрупненными, но, на наш взгляд, позволяют представить соотношение возможностей двух способов отбойки породы и являются еще одним подтверждением целесообразности внедрения безвзрывной технологии с применением гидравлических отбойных молотов для проходки подземных горизонтальных и наклонных выработок.

Литература:

1. Бексалов Е.Б. Мобильные гидрофицированные буровые и отбойно-оборочные агрегаты для проходки гидротехнических туннелей. Обоснование и создание конструкций, промышленная апробация и внедрение.: Автореф. дисс. доктора технических наук.-Фрунзе.1989-52с.
2. Макаров А.Б., Романов А.Н. Безвзрывная проходка горных выработок гидромолотами КРИПР // Подземное пространство мира. 1996. № 12. – С. 51-53.
3. https://articles/gidromolot/11828_obzor_produktovoy_lineyki_montabert_opisanie_i_harakteristiki. Дата обращения 20.03.2021г.
4. <https://itcsa.com/index.php/fr/gamme-de-machines/itc-320-grande-machine>. Дата обращения 15.03.2021г.
5. <https://www.rocktechnology.sandvik/en/campaigns/sandvik-battery-powered-drill-rigs-make-the-change/>. Дата обращения 18.03.2021г.
6. <https://www.smetdlysmet.ru/gesn/%D0%93%D0%AD%D0%A1%D0%9D-29.pdf>. Дата обращения 20.02.2021г
7. Султаналиев Б.С., Абсаматов Э.Н. Анализ циклограмм проходки подземных выработок по крепким трещиноватым породам при буровзрывной и безвзрывной техникой и технологией// Сб. науч. тр. ИМАШ. вып.2.Бишкек: Илим, 2020.С 106-114

8. Исследование эффективности применения и перспективы развития горнопроходческого оборудования в подземном строительстве. – М.: ТИМР, 1990. – 244 с.
9. СНиП 3.02.03-84 «Подземные горные выработки»
10. Бексалов Е.Б., Алымбаев Р.Т., Абсаматов Э.Н. Буровая установка СМГ-207М с гидроимпульсным механизмом “Импульс-9М”. Тез.докл. Всесоюзн. научно - практического совещания «Теоретические и технологические аспекты создания и применения силовых импульсных систем»- Караганда 1990 год.
11. Бексалов Е.Б., Абсаматов Э.Н., Бексалов И.Е., Гарипов Ф.Р., Безвзрывная технология проходки по крепким породам и её технико-экономические показатели. Том III Машиноведение. Труды конференции с участием иностранных ученых. «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды» Сибирское отделение Российской академии наук Институт горного дела. г.Новосибирск, 2010.-С.30-35.