

УДК 614.8:622.276.55:622.235

## ОПТИМИЗАЦИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА РАБОТНИКОВ ПРИ ПРОХОДКЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Т.В. Грункой, канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной безопасности и охраны окружающей среды ФГБОУ ВО Ухтинский государственный технический университет

При проходке новых полевых штреков в нефштешахтах Ярегского месторождения Республики Коми используются два способа механизированный, за счёт применения проходческого комбайна, и буровзрывной. В нефтяных шахтах эксплуатируются комбайны КП-21. Несмотря на существенные достоинства комбайнового способа проходки выработок, основной технологической схемой проведения горных выработок на НШПП остается буровзрывной способ. Среднее значение нагрузки на забой буровзрывным способом на нефтешахтах НШПП «Яреганефть» составляет 0,8 м/сут., в то время как скорость проходки комбайновым способом составляет – 44 м/мес.

Выбор оптимальных технологических схем при проходке выработок должен осуществляться в соответствии с конкретными горногеологическими и горнотехническими условиями проведения выработок при наименьших затратах, оптимальной скорости проходки и высоком уровне производительности труда проходчиков. Существующая технологическая схема проходки горных выработок буровзрывным способом приведена на рисунке 1.

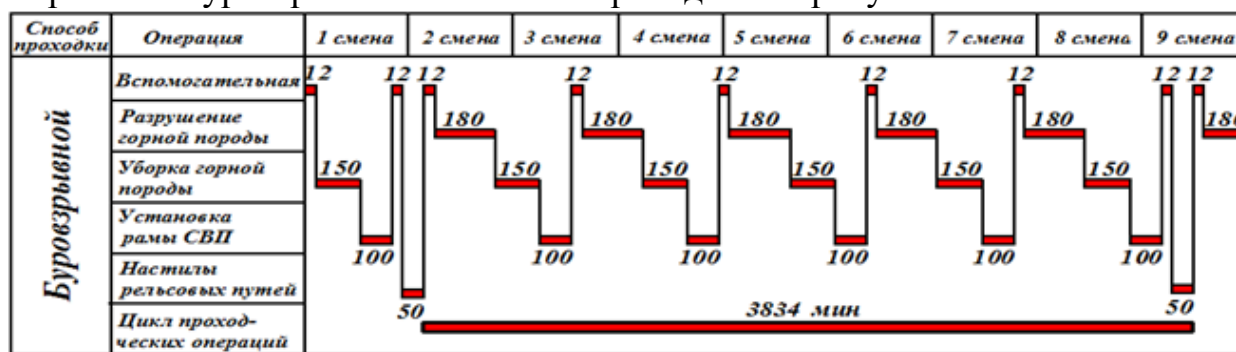


Рисунок 1 - Технологическая схема проходки горных выработок буровзрывным способом

Недостатки проходки горных выработок буровзрывным способом:

- невысокая скорость проходки относительно правил проектирования, вызванная особенностями Ярегского месторождения и характеристиками применяемого оборудования в совокупности с пропускной способностью внутришахтного транспорта;
- малая механизация труда рабочих по сравнению с комбайновым способом;

– профессиональные заболевания, вызванные необходимостью выполнения определенных работ при буровзрывной технологии проходки горных выработок

Буровзрывной способ проходки горных выработок подразумевает выемку горной породы взрыванием и уборка ее породопогрузочной машиной.

Все работы по проходке интервала горной выработки буровзрывным способом чаще всего выполняются в рамках одной рабочей смены, и называется циклом горнопроходческих работ. При этом достигается оптимальное распределение занятости звеньев рабочих при делении на сменные бригады.

Цикл буровзрывного способа проходки включает в себя: бурение шпуров; зарядание и взрывание; погрузку породы; наращивание рельсовых путей; крепление горной выработки; устройство водоотливной канавки; настилка трапов, наращивание вентиляционных труб и прочие сопутствующие работы.

Интервал горной выработки, который проходится за один горнопроходческий цикл, называется «заходка».

От длины заходки зависит скорость проходческих работ. Короткая заходка снижает производительность работ, но ее длина ограничена шириной выработки. Кроме того, она ограничена и длительностью рабочей смены. Чтобы обеспечить эффективность работ, необходимо учесть все вышеобозначенные ограничения и условия.

Однако, в конечном счете производительность труда будет зависеть от того насколько полно в течение смены будут задействованы все члены проходческой бригады. Этого можно достичь, такой организацией труда, когда отдельные так называемые «непроизводительные» операции проходческого цикла будут выполняться между сменами или циклами в пределах смены. К таким операциям можно отнести зарядку и взрывание, вентиляцию, в некоторых случаях крепление горной выработки.

При этом возможно совмещение операций цикла, а также и совмещение разных видов работ отдельными членами бригады при неполной их занятости. В практике горных работ наиболее распространены схемы организации, в которых предусмотрено выполнение одного цикла в смену.

Длина заходки, при которой продолжительность горнопроходческого цикла равна или кратна продолжительности смены называется рациональной длиной заходки. Такая длина заходки обеспечивает максимальную производительность труда.

Качественное производство буровзрывных работ (БВР) во многом определяет эффективность и экономичность строительства горных выработок. Правильное определение и рациональный выбор элементов буровзрывного комплекса должны обеспечить следующее:

– разрушение породы в объеме проектного сечения без «недоборов» и «переборов» на максимально возможную глубину шпуров;

– равномерное дробление породы до определенной фракции, при которой достижима максимальная производительность погрузки разрушенной массы;

– минимальный разброс взорванной породы по выработке, уменьшающий трудоемкие работы по подгребанию породы; – кучное расположение взорванной породы у забоя; максимальную механизацию всех работ.

Основными показателями и характеристиками технологических процессов, выполняемых при буровзрывном способе проходки, являются:

– скорость бурения. Бурение шпуров выполняется с применением пневматических перфораторов ПП54ВБ (ПП63В) или буропогрузочных машин МПНБ. Скорость бурения зависит от местоположения шпура в выработке, параметров горных выработок и свойств пород, в которых проходится выработка;

– время заряжания и взрывания шпуров. Взрывание происходит с помощью электродетонаторов и аммонита ПЖВ-20. Взрывные работы производятся согласно режиму ведения взрывных работ и паспортам буровзрывных работ. Согласно паспортам БВР средняя уходка забоя за цикл 1,2 м;

– время уборки горной массы. Для уборки породы в забоях выработок, используется породопогрузочная машина ППН-1С, а откатка породы осуществляется в вагонетках ВГ-1,3 электровозами типа А5,5 и АМ8Д;

– время установки постоянной и временной крепи (крепление выработок осуществляется рамной металлической податливой крепью, монолитной бетонной и железобетонной крепью, также в настоящем отчете рассматривается возможность применения комбинированной крепи, состоящей из анкерной крепи и набрызг-бетона);

– объем горной породы при проходке. Данный показатель полностью зависит от размеров поперечного сечения проводимых выработок, а также от величины перебора;

– надежность применяемого оборудования, безопасность проведения работ, подбор подходящих и наиболее безопасных взрывчатых веществ (ВВ), технико-экономическое обоснование и др.

Длина шпуров предусматривается 1,2 метра. При увеличении длины шпуров для данного месторождения опытным путем было выявлено значительное увеличение выхода негабарита, и, как следствие, увеличение времени уборки породы и ручного труда.

При ведении работ по бурению шпуров и строительству канавки применяются пневматические инструменты ударных типов, вызывающие профессиональные заболевания рабочих действием физических факторов. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) лишь уменьшает степень влияния вредных факторов на здоровье рабочего, полностью не исключая негативных последствий. В качестве снижения риска профессиональных заболеваний и ускорения процесса бурения шпуров предусматриваются погрузочные машины с парными нагребными лапами с установкой для бурения (МПНБ). Установки МПНБ, оснащенные двумя манипуляторами с электродвигателями,

ускоряют процесс бурения относительно традиционного метода с перфораторами

Скорость бурения шпуров относится к основным показателям технологических процессов, выполняемых при буровзрывном способе проходки горных выработок. Скорость бурения шпуров зависит не только от геологических факторов (физико-механические свойства пород, наличие нарушений и пр.), а во многом и от типа применяемого бурильного оборудования и его характеристик.

Достоинства и недостатки замены перфораторов с лучшими характеристиками представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки замены перфораторов с лучшими характеристиками

Замена перфораторов с лучшими характеристиками			
Существующие		Предлагаемые	
Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки
Перфораторы российских производителей	Вызывает быстрое утомление проходчика и снижает производительность работ	Энергия удара выше на 19,7 %, частота ударов выше на 33 %, а масса и габаритные размеры перфораторов на 14 % и 21 % меньше соответственно	Иностранного производителя. Оборудование, попадающее под санкции
	Длительное соприкосновение с вибрирующими узлами перфоратора может привести к профессиональному заболеванию	Повышение эффективности и производительности работ	

В таблице 2 представлены основные параметры типоразмеров применяемых на нефтешахтах перфораторов.

Принцип работы перфоратора заключается в совершении поршнемударником под действием сжатого воздуха возвратно-поступательных движений и нанесения последовательных ударов по торцу бурового инструмента.

Таблица 2 – Основные параметры и типоразмеры применяемых на шахтах перфораторов

Параметр	Значение

	ПП54ВБ	ПП63В
Энергия удара Дж, не менее	54	63
Частота ударов, уд/мин, не менее	2300	1850
Крутящий момент на буровом инструменте, Н·м, не менее	29,43	27,5
Расход воздуха, л/мин	3200	3500
Рабочее давление, МПа	0,5	
Внутренний диаметр воздушного рукава, мм	25	
Внутренний диаметр водяного рукава, мм	12,5	
Размер хвостовика рабочего инструмента (DxL), мм	25×108	
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	860×240×270	860×232×270
Масса перфоратора, кг	31,5	32

Для уменьшения количества выпускаемых типоразмеров пневматических перфораторов был разработан ГОСТ 31563-2012 [9] на переносные перфораторы, где в качестве главного параметра переносных перфораторов, влияющего на скорость процесса бурения, принята энергия удара поршня перфоратора и, согласно которому, предусмотрен выпуск перфораторов с энергией удара 36; 54 и 63 Дж.

Линейка отечественных перфораторов имеет типовое исполнение и не имеет прочих аналогов среди российских производителей. Список заводов, занимающихся производством шахтных пневматических перфораторов:

– ЗАО «Родниковский машиностроительный завод» (Ивановская обл., г. Родники);

– ООО «Челябинский компрессорный завод» (Челябинская область, Красноармейский район, 14-й километр автодороги ЧелябинскНовосибирск);

– ООО «Горные-Электромашинны» (адрес производства – Тульская область, поселок Подлипковский (Бывшая Шахта № 4), район Киреевский).

В качестве замены перфораторов отечественного производства рассматривается возможность применения в шахтах перфораторов от иностранного производителя Atlas Copco (Швеция). По мере улучшения геополитической ситуации в мире поставка импортных перфораторов и их комплектующих вновь наладится, цены стабилизируются.

Подбор импортного перфоратора осуществлялся по сопоставимым параметрам с отечественными аналогами. В качестве основных характеристик при сравнении пневматических перфораторов приняты энергия удара, частота ударов и масса перфоратора.

Сравнительные характеристики рассматриваемых перфораторов приведены в таблице 3.

Таким образом, предлагаемые мероприятия по замене применяемых перфораторов импортными с меньшей (на 14 %) массой и габаритными размерами

позволят облегчить тяжелый ручной труд бурильщиков. При этом скорость бурения повысится вслед за величиной энергией удара и частоты ударов, максимальная глубина шпуров останется неизменной – 5 м.

При бурении переносными перфораторами используются пневматические поддержки или другие установочно-подающие устройства, облегчающие ручной труд бурильщиков.

Таблица 3 – Характеристики применимого на шахтах и предлагаемого перфораторов

Параметр	Значение		
	Модель перфоратора		
	ПП63В	Y28 (Atlas Copco)	BBC 94W (Atlas Copco)
Энергия удара Дж, не менее	63	70	Регулируется
Частота ударов, уд/мин, не менее	1850	2220	3300
Расход воздуха, л/мин	3500	4860	5820
Рабочее давление, МПа	0,5		
Диаметр бурения, мм	46	45	41
Глубина бурения, м	5		
Размер хвостовика рабочего инструмента (DxL), мм	25×108	22×108	22×108
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	860×232×270	661×247×195	-
Масса перфоратора, кг	32	28	28

Данное решение направлено на модернизацию процесса проходки горных выработок буровзрывным способом с применением ручных перфораторов при минимальных вложениях.

Однако, приложение значительной мускульной силы при установке и бурении переносными перфораторами вызывает быстрое утомление бурильщика и снижает производительность работ, а длительное соприкосновение с вибрирующими узлами перфоратора может привести к профессиональному заболеванию – вибрационной болезни. Поэтому прогрессивным направлением следует считать постепенный отказ от применения перфораторов и широкое внедрение различных податчиков, установленных на манипуляторах бурильных установок.

Выводы:

В качестве замены перфораторов отечественного производства для проведения горнопроходческих работ буровзрывным способом была рассмотрена возможность применения в шахтах перфораторов от иностранного производителя Atlas Copco (Швеция). Подбор перфоратора осуществлялся по сопостави-

мым параметрам с отечественными аналогами. В качестве основных характеристик при сравнении пневматических перфораторов были приняты энергия удара, частота ударов и масса перфоратора.

Предлагаемые мероприятия по замене применяемых перфораторов импортными с меньшей (на 14 %) массой и габаритными размерами позволят облегчить тяжелый ручной труд бурильщиков. При этом скорость бурения повысится вслед за величиной энергией удара и частоты ударов, максимальная глубина шпуров останется неизменной – 5 м. В ином случае предлагается использование существующих машин МПНБ.

По мере улучшения геополитической ситуации в мире поставка перфораторов иностранного производства и их комплектующих вновь наладится, цены стабилизируются.

### **Список литературы:**

1. Фомин, А.И. Комплексная оценка профессиональных рисков работников подземной группы при добыче нефти термошахтным способом / А.И. Фомин, Т.В. Грунковой // Безопасность труда в промышленности. - 2019. - № 3 - С. 81-86.

2. Фомин, А.И. Сравнительный анализ профессиональной заболеваемости на предприятиях добывающих отраслей промышленности Кемеровской области-Кузбасса и Республики Коми / А.И. Фомин, Т.В. Грунковой // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. - 2021. - № 1. - С. 51-56.

3. Фомин А.И. Особенности формирования профессиональных заболеваний работников при разработке месторождений тяжелой нефти подземным способом / А.И. Фомин, Т.В. Грунковой // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. - 2019. - № 1 - С. 35-41.

4. Грунковой, Т.В. Гигиеническая оценка риска развития профзаболеваний у работников, занятых термошахтной добычей нефти / Т.В. Грунковой, А.Г. Бердник, М.М. Бердник // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. - 2018. - Т. 18. - № 1. - С. 85-100.