

Литература

1. Л.И. Дворкин, Н.В. Лушникова, Р.Ф. Рунова и др. Метакаолин в строительных растворах и бетонах / – Киев: Изд-во КНУБіА, 2007. – 215 с.
2. Т.В. Кузнецова. Алюминатные и сульфо-алюминатные цементы / М.: Стройиздат, 1986. – 208 с.
3. Лукутцова Н.П., Пыкин А.А. Теоретические и технологические аспекты получения микро- и нанодисперсных добавок на основе шунгитосодержащих пород для бетона: Монография. – Брянск: Изд-во БГИТА, 2013. – 231 с.
4. Методика разведки Туганского цирконо-ильменитового месторождения / Томский политехнический университет. – Томск, 2006.
5. ГОСТ 26798.1-96 «ЦЕМЕНТЫ ТАМПОНАЖНЫЕ Методы испытаний», — Введ. 1996.
6. ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии», — Введ. 1981.
7. В.В. Голубков, З.В. Стафеева. Применение каолина месторождения «Журавлиный лог»/ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева. – Москва, Россия

**АКТУАЛЬНОСТЬ И АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САМОХОДНОГО ПНЕВМОУДАРНОГО
БУРОВОГО СТАНКА ДЛЯ УГМК РУДГОРМАШ**

Д.С. Танаков

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При разработке месторождений полезных ископаемых широко используются взрывные скважины, бурение которых осуществляется в основном буровыми станками с погружными пневмоударниками. Использование энергии удара позволяет передавать забою скважины значительные по величине силовые нагрузки, приводящие к деструкции горной породы [1].

Исторически разработка способа бурения с погружными пневмоударниками началась еще в 1939 году. А с 1949 года на подземных рудниках в СССР уже начинается испытание станков, работающих по принципу пневмоударного бурения [2].

Пневмоударное бурение считается наиболее эффективным способом бурения скважин диаметром 150–190 мм в крепких породах и, поэтому, уже с шестидесятых годов XX столетия погружные оно стало активно применяться в зарубежной и ответственной практике [3].

Ударный способ обладает наименьшей энергоемкостью разрушения пород средней и высокой крепости, позволяет снизить энергозатраты при производстве работ, дает возможность применения более легких станков, отличающихся высокой производительностью, надежностью, а также простотой обслуживания. Конструкция погружного пневмоударника обеспечивает наилучшую передачу энергии удара на забой, позволяет увеличить скорость бурения и глубину скважины. Сжатый воздух используется как энергоноситель и очистной агент, что делает технологию бурения более рациональной. Важно отметить, что скорость бурения не зависит от глубины скважины. Эти обстоятельства, а также простота и относительная дешевизна погружных пневмоударников, делает привлекательным применение таких машин, как в подземных условиях, так и на открытых горных работах, позволяет успешно конкурировать с другими видами бурового оборудования. [4-6].

Несмотря на достаточно высокую экономичность, ударно-вращательный способ бурения не лишен недостатков. В первую очередь это касается буровых коронок. Около половины рабочего времени на полный цикл буровых работ теряется на остановки из-за поломки любого элемента коронки или узла его крепления [7].

Кроме того, на сегодняшний день отечественная промышленность существенно отстает в пневмоударном бурении от зарубежного уровня. Главная причина – невозможность обеспечить высокое давление сжатого воздуха. Выпуск станков для бурения пород повышенной прочности погружными пневмоударниками диаметром 160–190 мм не налажен из-за неудачной компоновки моделей станков: несамходное шасси, автономно расположенный компрессор, оснащение маломощными погружными пневмоударниками и лезвийными долотами с низкой стойкостью. Из-за чего их производительность в 1,5–2 раза ниже, чем у аналогичных зарубежных станков [6, 8].

Как следствие, все большее распространение в России получают зарубежные буровые станки, работающие на высоком давлении сжатого воздуха. Фирма Atlas Copco поставляет станки ROC L6, ROC L7, ROC L8, ROC L9, Mustang A-32 в комплекте с погружными пневмоударниками COP 34, COP 54, COP 64 и системой ODEX. Использование энергоносителей высокого давления позволяет получить требуемые энергетические параметры и, как следствие, повышение производительности. Стоит отметить высокую стоимость импортных пневмоударников, имеющую тенденцию к дальнейшему увеличению. Обобщение конструкций устройств современных пневмоударников выявило тенденцию их развития на ближайшие годы, которая заключается в создании универсальных машин, способных при незначительных изменениях конструкции осуществлять проходку широкого диапазона диаметров скважин при рабочем давлении сжатого воздуха, отвечающего требованиям зарубежного рынка буровых станков [6].

При разработке бурового комплекса есть возможность установить наиболее эффективные условия разрушения горной породы, сконструировать для этой цели надежную буровую коронку, а затем вложить во вновь создаваемую машину необходимые режимные параметры [6, 9]. А параметры бурового инструмента целесообразно выбирать таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность передачи удара разрушаемой среде [1]. Все это в совокупности подтверждает актуальность проведения работ по разработке новых модификация оборудования для пневмоударного бурения.

Рядом отечественных предприятий горнодобывающей промышленности было принято решение о разработке собственных моделей станков для пневмоударного бурения не уступающих по своим характеристикам зарубежным аналогам. Поэтому ЗАО «УГМК Рудгормаш» сделало заказ на разработку проекта станка для пневмоударного бурения (аналог Atlas Copco ROC L8) рабочей группе кафедры бурения Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Технические параметры для проектирования самоходного гидрофицированного бурового станка легкого типа с погружным пневмоударником (аналог Atlas Copco ROC L8) приведены в таблице 1. На рисунке 1 представлен общий вид и функциональные возможности проектируемого станка.

Таблица 1

Технические параметры проектируемого станка

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Диаметр скважины, мм	110-203	Частота вращения, об/мин	20-80
Диаметр штанги	В зависимости от диаметра пневмоударника и условия гарантированного выдува шлама	Крутящий момент, Н*м	3000-6500
Длина штанг, мм	6000	Длина со сложенной стрелой, мм	11500
Глубина скважины, м	20-50	Ширина, мм	2500
Мощность двигателя при 2000 об/мин, кВт	300-400	Высота со сложенной стрелой, мм	3900
Емкость топливного бака, л	800	Масса, кг	18000-22000
Рабочее давление компрессора, бар	20-30	Кабина	Регулируемое, виброзащищенное кресло оператора
Производительность компрессора, л/с	400		Удобство в управлении.
Скорость передвижения, км/ч	0-3,5		Видимость зоны бурения.
Тяговое усилие, кН	110-160		Контроль основных параметров бурения.
Преодолеваемый уклон, град.	20-25	Дополнительные требования	Возможность установки системы сухого пылеподавления либо водяного бака для подачи водо-воздушной смеси.
Скорость подачи, м/с	0,9		Централизованная система смазки.
Усилие подачи, кН	40		Возможность установки оборудования как российских, так и зарубежных производителей (двигатель, компрессор, погружной пневмоударник, гидравлика).

По мнению Г.В. Арцимовича, Е.П. Поладко, И.А. Свешникова и др. [6, 9-10], общая схема разработки бурового комплекса должна быть реализована следующим образом:

- а) анализ свойств разрушающей породы и существующих для этого инструментальных материалов;
- б) выбор на этой основе рационального способа разрушения, обеспечивающего необходимую производительность;
- в) исследование механизма процесса разрушения пород принятым способом с целью изыскания наиболее эффективной породоразрушающей схемы проектируемого инструмента;
- г) разработка конструкции коронки, реализующей выбранный способ разрушения;
- д) создание промежуточного звена (штанги), обеспечивающего передачу инструменту необходимых силовых параметров;
- е) создание буровой машины, осуществляющей в выбранном рациональном режиме принятый способ разрушения.

Как видно из схемы разработки, в данном случае последовательно осуществляется пошаговый путь «от породы к инструменту» и далее «к буровому комплексу». Такой путь является наиболее результативным, поскольку обеспечивает получение качественного скачка в развитии буровой техники при одновременном повышении эффективности самого процесса бурения [6].

Согласно исходным данным (техническое задание ЗАО «УГМК Рудгормаш» и, учитывая предложенную выше схему разработки, авторами был предложен следующий алгоритм проектирования станка:

- декомпозиция модели станка Atlas Copco ROC L8 на составляющие и узлы с заданными техническими параметрами;
 - анализ отечественного рынка на предмет наличия узлов полной комплектности;
 - анализ рынка на предмет наличия дополнительных деталей для комплектации узлов станка;
 - разработка технической документации на производство недостающих деталей и узлов (которые не представлены на отечественном рынке);
 - оценка совместимости узлов и соответствия их требованиям технического задания;
 - разработка технической документации на разрабатываемый станок с описанием перечня требуемых узлов и деталей, мест их изготовления и транспортных схем доставки.
- Разработанный алгоритм графически продублирован на рисунке 2.

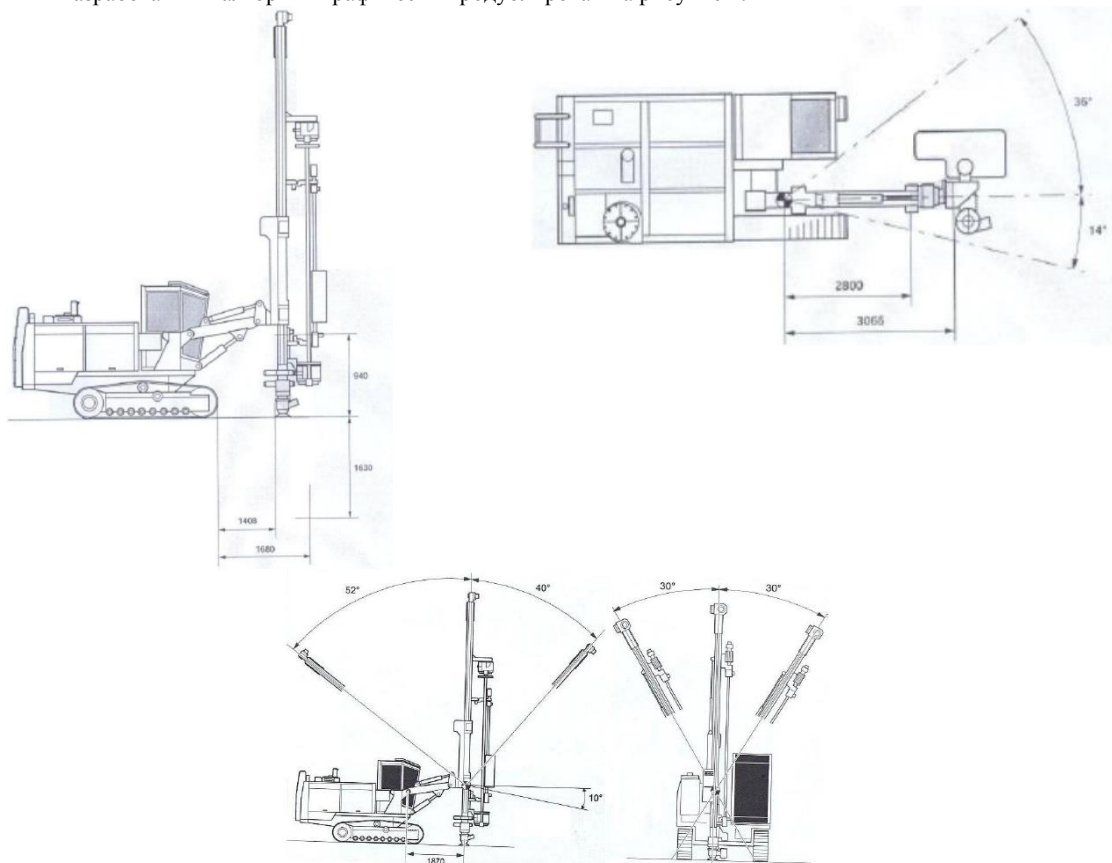


Рис. 1. Общий вид и функциональные возможности проектируемого станка

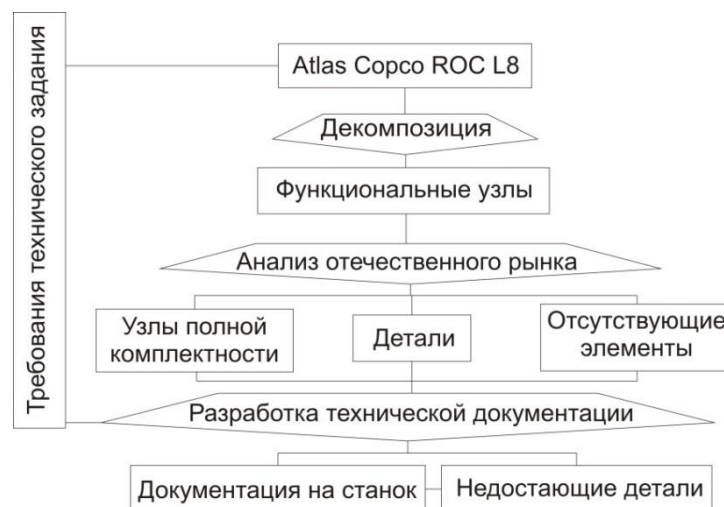


Рис.2. Алгоритм проектирования станка для пневмоударного бурения (аналог Atlas Copco ROC L8)

В рамках проделанной работы обоснована актуальность проектирования новой серии станков для пневмоударного бурения (аналог станка Atlas Copco RoC L8). Проанализирован опыт отечественных исследователей по проектированию станков для пневмоударного бурения, определены основные проблемы и недостатки отечественных станков по сравнению с импортными аналогами. Разработан универсальный алгоритм проектирования, ориентированный на полное импортозамещение и комплектацию буровых станков нового поколения, на основе которого будет сформирована проектная документация.

Литература

1. Божко В.Г., Сычев А.А. Теоретические исследования и разработка буровой коронки для погружных пневмоударников с целью повышения ее стойкости//Горный информационно-аналитический бюллетень. – №12, 2005. – С. 219-220.
2. Пневмоударное бурение [Электронный ресурс] / Яндекс. Словари. Информационный сервис. Режим доступа: m.slovari.yandex.ru.
3. Катанов Б.А. Направления дальнейшего развития буровой техники угольных разрезов//Вестник Кузбасского государственного технического университета. - №1, 2007. – С. 33-36.
4. Релин А.А., Алексеев С.Е., Кокаулин Д.И. Бурение глубоких точно направленных скважин// Технология и безопасность взрывных работ: материалы научно-технической конференции «Развитие ресурсосберегающих технологий во взрывном деле», прошедшей в рамках IV Уральского горнопромышленного форума 12–14 октября 2011 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. - С. 24-31.
5. Куликов И.В., Воронов В.Н., Николаев И.И. Пневмоударное бурение разведочных скважин. – М.: Недра, 1989. – 235 с.
6. Павлов Е.В. Исследование конструкторско-технологических особенностей базовых деталей пневмоударников и породоразрушающего инструмента// Известия Юго-Западного государственного университета. - №3, 2013. – С. 68-76.
7. Масленников И.К., Матвеев Г.И. Инструмент для бурения скважин: справочное пособие. – М.: Недра, 1981. – 207 с.
8. Арцимович Г.В., Свешников И.А., Явтушенко Н.М. Исследование условий работы инструмента при ударновращательном бурении // Горный породоразрушающий инструмент. Киев: Техника, 1966. – С. 100–106.
9. Арцимович Г.В., Поладко Е.П., Свешников И.А. Исследование и разработка породоразрушающего инструмента для бурения. – Новосибирск: Наука, 1978. – 181 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ЗАБУРИВАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ С ИСКУССТВЕННЫХ ЗАБОЕВ В НЕОБСАЖЕННЫХ СТВОЛАХ СКВАЖИН

М.А. Тряпичкин

Научный руководитель профессор В.В. Нескоромных
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Ликвидация аварий и осложнения, возникающих при бурении скважин, часто связана с резкой и бурением новых направлений стволов скважин. Данная задача является одной из наиболее сложных при бурении разведочных, а также многоствольных (МСС) и многозайбойных (МЗС) скважин.

Наиболее актуальными для решения поставленной задачи являются методы бесклинового забуривания, основанные на многократном использовании технологических средств направленного бурения, при применении которых требуются минимальные затраты на цикл резания и снижаются риски возникновения аварийных ситуаций. К таким технологиям относятся методы забуривания с различных искусственных забоев, образованных в основном отверждением вяжущих материалов или близких к ним по своим свойствам искусственных пробок-забоев.

Основная проблема формирования нового направления ствола скважины возникает при проведении работ в твердых породах, так как условия забуривания в этом случае усложняются. В таких породах процесс искривления скважин затруднен, а при забуривании нового направления ствола скважины задача усложняется возникновением отклоняющих сил со стороны стенок скважины. Решение задачи надежного забуривания дополнительных стволов с искусственных забоев с использованием отклоняющих компоновок позволяет существенно сократить время на забуривание дополнительных стволов. Наличие в интервале забуривания прочной пробки из искусственного материала, надежно закрепленного и при необходимости легко разбуриваемого позволит существенно повысить успешность резания нового направления ствола скважины.

Технология резания дополнительного ствола заключается в следующем. На выбранном интервале ствола устанавливается цементный мост, верхняя часть которого становится искусственным забоем. После этого в скважину спускается отклоняющая компоновка (как правило, это компоновка на базе винтового забойного двигателя (ВЗД)), которой в специальном режиме производится формирование нового ствола. Забуривание уступа отклонителями на базе ВЗД производится следующими основными способами [2,3]:

- задержкой долота в одной точке над искусственным забоем. Время задержки может составлять 1 - 3 часа в зависимости от соотношения твердости горных пород и материала забоя. При этом осевая нагрузка в начальный момент равняется нулю и по мере забуривания нарастает. Скорость забуривания дополнительного ствола в момент отклонения от искусственного забоя может составлять не более 0,3-0,4 м/ч;

- возвратно-поступательным перемещением инструмента над забоем на расстояние 0,5-0,6 м. При этом при забуривании уступа в относительно мягких породах рекомендуется формировать уступ без вращения долота, в твердых породах с вращением долота забойным двигателем. В дальнейшем, после образования уступа, бурение