

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВОК, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИИ КЕЛЛИ ШТАНГ ДЛЯ БУРЕНИЯ ШУРФОВ И СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА ПРИ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

Рассмотрена возможность применения буровых установок, использующих келли технологию для сооружения разведочных шурфов и скважин большого диаметра. Проведено сравнение с классическими установками для сооружения шурфов.

This article studies possibilities to use drilling rigs based on the Kelly system for the purposes of prospecting pit and large-hole well sinking. A comparison with the classical rigs for pit construction is made.

В работе проводится анализ сооружения шурфов и скважин большого диаметра при разведке месторождений полезных ископаемых. Шурфы проходятся на всех стадиях геолого-разведочных работ. Основной объем шурфопроходческих работ приходится на стадии предварительной, детальной и эксплуатационной разведки.

Разведка шурфами до высокой степени детальности применима к россыпным месторождениям, бокситовым, пластообразным сульфидно-никелевым, силикатно-никелевым, железорудным, генезис которых связан с выветриванием серпентинитов, заполнением карстовых впадин и озерно-болотными водоемами, месторождениям огнеупорных глин, песка, гравия и др.

В настоящее время существует большое количество различных установок для проходки шурфов. Практически любая самоходная или передвижная установка, предназначенная для проходки скважин, после переоборудования может быть приспособлена для бурения шурфов. Наиболее подходящими для этой цели оказались самоходные буровые установки УРБ-2А, УРБ-3АМ, УГБ-50А, СБУД-150-ЗИВ, УГБХ-150, БУУ-2, АВБ-ТМ и передвижные УКС-22М и УКС-30М. К комбинированным установкам, предназначенным для бурения как скважин, так и шурфов, относятся ЛБУ-50, УШБ-16М

и КБУ-15. Серийно выпускается только ЛБУ-50.

Специализированные установки для проходки шурфов можно разделить на две группы – с постоянной скоростью подачи инструмента на забой (КШК-30А, КШС-40М) и с переменной скоростью подачи (УБСР-25, БМ-802С, БКМ-483П, БКГМ-66, МРК-1А, КШП-40, МКТС-3, МБС-1,7).

В установках с постоянной винтовой подачей инструмента на забой не учитываются свойства пород и условия бурения, постепенно меняющиеся по мере заполнения бура породой. Это ограничивает возможность их применения только мягкими однородными породами без включений валунов и гальки. Установки второй группы имеют гидравлическую или канатную подачу и отличаются друг от друга глубиной бурения (3-25 м), диаметром (0,6-1,7 м), базой (автомобиль, прицеп, трактор, экскаватор), формой рабочего органа.

Проведем простой анализ установок, применяемых в настоящее время для сооружения разведочных шурфов и (или) скважин большого диаметра.

Подавляющее большинство установок, монтируется на самоходном транспорте и способны как самостоятельно передвигаться по району проведения работ, так и перемещаться из района в район. Последнее об-

стоятельство не может быть отнесено к абсолютно позитивному. При перемещении установок на большие расстояния намного целесообразнее использовать специализированные системы перевозки, позволяющие доставить оборудование быстрее, дешевле и без вреда для него. При работе в пределах участка разведки высокооборотный автомобильный двигатель становится излишней помехой для установки, а в случае, если отбор мощности для непосредственной работы установки ведется с самого двигателя, требует наличия редуктора, что неизбежно приводит к снижению КПД и появлению подверженных износу и поломкам деталей.

Отсюда можно сформулировать первое требование: современная установка для сооружения шурфов и скважин большого диаметра должна обладать мощным низкооборотным двигателем.

Далее можно отметить тот факт, что степень автоматизации выполнения операций бурения при использовании традиционных установок не столь велика, как хотелось бы и как диктуют нам требования современной культуры труда. Наращивание става буровой колонны, спускоподъемные и разгрузочные операции по-прежнему проводятся с большой долей участия человеческого труда.

Рассмотрим в качестве примера бурение шурфа диаметром 500 мм двухзаходным шнеком установкой ЛБУ-50 по глинам. Заполненный породой шнек поднимается на поверхность, после чего в дело вступают рабочие. Они закрывают устье шурфа специальной лядой, затем с помощью лопат и другого шанцевого инструмента сбрасывают глину со шнека и (одновременно с этим или позднее) отбрасывают ее от устья шурфа в отвал. Плотная глина плохо отделяется от шнека и процесс разгрузки затягивается, а невозможность корректно рассчитать время, необходимое рабочему для удаления породы в конкретных условиях со шнека существенно снижает качество производственного планирования.

Теперь можно сформулировать второе требование: современная установка для сооружения шурфов и скважин большого диа-

метра должна сводить к минимуму использование ручного труда и, соответственно, обеспечивать максимальную автоматизацию основных операций цикла.

На традиционных установках совершенно отсутствуют устройства контроля за кривизной и наклоном шурфа или скважины, между тем иногда, особенно при использовании шурфов или скважин большого диаметра для возведения каких либо инженерных сооружений, верное соблюдение наклона оси бывает очень важно.

Отсюда можно вынести третье требование: современная установка для сооружения шурфов и скважин большого диаметра должна обеспечивать контроль за положением забоя и наклоном оси скважины.

Особо хочется остановиться на сооружении шурфов и скважин большого диаметра в валунно-галечных отложениях. Подобные работы обычно вызывают затруднения. Если проходка по пластам мелкой гальки может быть осуществлена путем использования шнеков с достаточно широким шагом, то появление валунов может существенно замедлить или даже сделать невозможным сооружение выработки. Проблему можно было бы решить либо конструированием некоего особого, приспособленного для таких условий породоразрушающего инструмента, либо увеличением мощности двигателя и крутящего момента до таких значений, когда стало бы возможным задавливание валуна в грунт, составляющий стенки шурфа, или его истирание.

Поскольку вопрос конструкции породоразрушающего инструмента может быть рассмотрен отдельно от данного анализа, можно ограничиться следующим требованием к современной установке для сооружения шурфов и скважин большого диаметра: развиваемый крутящий момент должен быть достаточно велик, чтобы преодолевать препятствия, с которыми не могут справиться традиционные установки.

Стоит также отметить невысокую по сравнению с образцами зарубежного горного оборудования стоимость традиционных установок отечественного производства, их высокую ремонтпригодность и низкую

чувствительность к качеству используемого горючего и смазочных материалов.

Следует отметить, что получить установку, удовлетворяющую приведенным требованиям, можно двумя способами – разработать, исходя из заданных требований, или же попытаться найти подходящую установку в какой либо смежной отрасли промышленности. Оба варианта имеют свои достоинства и недостатки. На НИОКР уходят значительные средства и немалое время, а установки, используемые в смежных отраслях, скорее всего будут неполностью соответствовать представленным требованиям или будут нести в себе некий избыточный элемент. Однако второй вариант все же представляется более осуществимым, ведь в этом случае мы будем иметь дело с тщательно проработанными, выверенными установками, на основе которых позднее можно будет изготовить образцы более пригодные для конкретных целей геологоразведки с меньшими затратами на НИОКР. Также следует отметить возможность использования отдельных технологий или технологических приемов. Наиболее подходящими для удовлетворения сформулированных требований являются буровые установки, применяемые в строительстве.

В настоящее время в строительстве используются буровые установки широкого модельного ряда многих фирм. Для большинства характерна гусеничная ходовая часть, однако встречаются и модели, оснащенные колесной ходовой частью.

Одним из признанных лидеров на рынке буровых установок в России является компания Bauer (Германия). Для тяги и подачи привода вращения и бурового инструмента в установках Bauer используются цилиндр подачи (с дополнительной функцией быстрого хода) и лебедка подачи (также оснащенная дополнительной функцией быстрого хода) и сниженным износом троса благодаря постоянной натяжке при помощи натяжного цилиндра.

В качестве мачты используется легкая коробчатая конструкция с высокой стойкостью к нагрузкам на скручивание и возможностью передачи вращательного момента по

всей высоте. Мачта поддерживается большими гидравлическими цилиндрами, обеспечивающими высокую жесткость кинематики (преимущество при бурении по твердым породам или при сооружении свайных стен). При транспортировке мачта наклоняется вперед.

На установках используются износостойкие дизельные двигатели известных производителей с современными электронными системами впрыска (соответствующие последним нормам выброса выхлопных газов). Эти двигатели также характеризуются высокой производительностью охлаждения даже при высоких температурах окружающей среды, высокой гидравлической мощностью при максимальном отборе мощности благодаря тщательно рассчитанным элементам гидравлики и гидравлических шлангов.

Разработанные Bauer системы управления используются в тяжелых условиях работы, они рассчитаны на работу при экстремальных температурах. Шасси ходовой части установок Bauer имеет телескопическую конструкцию, обеспечивающую большую опорную поверхность и высокий момент опрокидывания, а также высокую тягу (до 70 % от веса в снаряженном состоянии), что весьма полезно при движении по мягкой, неровной почве. Шасси неприхотливо в обслуживании благодаря уплотнению пальцев траков. Втягивание или выдвигание телескопической части шасси происходит одной операцией.

Особо следует отметить применяемую в установках Bauer систему сбора данных и визуализации (B-Tronik). Она представляет собой систему управления с визуальным контролем с помощью компьютера с цветным интерактивным дисплеем и встроенной системой измерения, обеспечивающей модульное представление технологических процессов и работы оборудования, а также сохранение всех рабочих данных для обеспечения качественного ведения протокола бурения и анализа процесса. Система предоставляет помощь при установке и демонстрации оборудования благодаря указаниям на экране и выдает сообщения об ошибках элементов управления.

Система передачи данных DTR обеспечивает возможность определения точного местоположения установки на местности с точностью до метра с помощью системы GPS и передачу всех данных, собранных системой по каналам GSM (мобильная телефонная сеть).

Станки Вауег используются с различными буровыми системами, при сооружении шурфов и скважин большого диаметра наиболее интересным представляется бурение с использованием келли.

Вращательный момент и усилие подачи передаются на инструмент посредством телескопической штанги келли при классической системе бурения скважин под сваи. Для этой системы характерны: стабилизация стенки скважины при помощи бурового раствора или обсадных труб; установка обсадных труб при помощи привода вращения или устанавливаемого обсадного узла; бурение по породам любых типов (в том числе по валунно-галечным отложениям); диаметр бурения от 600 до 3000 мм; глубина бурения до 90 м.

Из установок отечественного производства можно упомянуть разработку компании «Геомаш» УСГ-000 Атлант, отвечающую требованиям, предъявляемым к современному буровому оборудованию для сооружения шурфов и скважин большого диаметра.

Установка предназначена для сооружения скважин в породах до VI категории по буримости, включая вечномёрзлые грунты. В качестве породоразрушающего инструмента используются шнековые буры диаметром до 530 мм со сменными долотами. Возможна также комплектация буровым инструментом: шнеками обычными; шнеками полыми равнопроходными; телескопическим буром оригинальной конструкции и т.д.

Другим видным представителем рынка бурового оборудования является немецкая промышленная группа Wirth. Особый интерес для использования в геологоразведке представляют небольшие станки фирмы Wirth, особенно Wirth ECO-0 и Wirth ECO-1, которые могут быть смонтированы на колесном ходу, что существенно повышает их

маневренность и упрощает использование при разведке месторождений полезных ископаемых. Помимо вышеперечисленных, станки интересующего нас профиля производят фирмы Libher, Zeppelin, Cosagrande и др.

Установки перечисленных производителей наилучшим образом подходят для сооружения шурфов и скважин большого диаметра. Все они создаются с использованием новейших технологий и отвечают последним европейским нормам по безопасности и охране окружающей среды.

Двигатели большой мощности (125-448 кВт), используемые на установках, обеспечивают в то же время низкий уровень выхлопа.

Основной конструктивной особенностью всех приведенных установок является возможность использования так называемых телескопических келли штанг. Телескопическая келли штанга представляет собой механическое устройство для передачи усилия подачи и крутящего момента на породоразрушающий инструмент. Келли штанга состоит из нескольких (от двух до пяти) вложенных друг в друга буровых штанг, входящих в зацепления благодаря специальным замкам. Все операции со штангой келли производятся с помощью лебедки буровой установки и гидравлического вращателя, а дополнительное усилие подачи обеспечивается цилиндром подачи, перемещающим вращатель в вертикальной плоскости.

Использование келли штанги позволяет значительно сократить время на спуско-подъемные операции. Еще одним фактором сокращения общего времени сооружения шурфов и скважин большого диаметра является использование совместимого с келли штангой бурового инструмента. Благодаря специальной конструкции вращателя становится возможным быстрая и полная разгрузка шнека, заполненного практически любой породой. То же относится и к ковшовому буру, оригинальная конструкция которого позволяет производить разгрузку без участия помощника бурильщика.

Вторым принципиальным отличием предлагаемых установок от традиционных

является большой крутящий момент. Здесь следует отметить два аспекта.

Большой крутящий момент в совокупности с большим усилием подачи позволяет заглублять обсадные трубы (используемые для крепления стенок шурфа) сразу на значительную глубину и при необходимости извлекать их, получая керн большого диаметра с ненарушенной структурой.

При проходке шурфов и скважин большого диаметра по валунно-галечниковым отложениям большой крутящий момент и усилие подачи позволяют эффективно преодолевать крупные валуны, делающие невозможными дальнейшую проходку при использовании традиционных установок. Благодаря новейшему оснащению и компьютеризации значительно облегчена работа оператора буровой установки, кроме того, мо-

жет быть достигнута невозможная до сих пор точность в позиционировании забоя и управлении наклоном ствола шурфа или скважины большого диаметра, что неопределимо при использовании в инженерных целях.

Особо следует отметить высокую производительность приведенных установок. Почти 90 % проходимых шурфов имеют глубину до 10 м, такие установки как Bauer BG-16 и Wirth ECO-0 могут проходить существенно большее количество шурфов за меньшие сроки, чем их традиционные аналоги. Это обстоятельство является тем более важным, что геолого-разведочная отрасль относится к долгосрочным в инвестиционном плане и любое сокращение сроков работ делает конкретный проект потенциально более привлекательным для инвесторов.

Научный руководитель к.т.н. проф. *В.П.Яшин*