

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОТРИЦАТЕЛЬНО ВЛИЯЮЩИХ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

Р.У.Джураев

Навоийский государственный горно-технологический университет, Навои, 210100,
Узбекистан, info@nsunt.uz

Ж.А.Турсунов

Ташкентский государственный технический университет им. И.А.Каримова.

Аннотация

Поиск и эффективная добыча месторождений полезных ископаемых является основным условием роста запасов ресурсов сырья промышленности и народного хозяйства. Ресурсо- и энергосбережение буровых работ снижает расходы поиска месторождений полезных ископаемых. Породоразрушающий инструмент является основной и самой нагруженной частью буровой установки. Значительная часть эксплуатационной производительности буровых установок зависит от работы породоразрушающего инструмента и правильной организации топливно-энергетических затрат. Улучшение эксплуатационных показателей породоразрушающего инструмента, рациональное использование вторичных и возобновляемых энергоресурсов, выделяющихся с привода буровой установки, применение топливо- и энергосберегающих технологий, в значительной степени сокращает эксплуатационные расходы буровой установки.

В данной статье приведены результаты исследований факторов, отрицательно влияющих на эффективность бурения скважин, рассмотрены вопросы проблемы температурного режима бурового долота, системы энергоснабжения буровых работ и их влияние на эффективность, а также влияния шламового режима на забое на эффективность бурения скважины.

Ключевые слова: Бурение, скважина, эффективность, буровое долото, шламовый режим, температурный режим, энергосбережение, горная порода, промывка скважины, продувка скважины, скорость бурения

Introduction

Введение

Процесс бурения происходит за счет передачи мощности от бурового станка к буровому долоту, в результате возникает износ и снижение стойкости долота. Разрушение горной породы сопровождается одновременной очисткой забоя скважины от буровой мелочи сжатым воздухом, эффективность которой зависит от параметров пневмосистемы и конструктивных параметров долота [1]. Так, расход и давление сжатого воздуха оказывает существенное влияние на энергоемкость и скорость бурения, а также на работоспособность породоразрушающего инструмента, через его охлаждение, с одной

стороны, конструктивные характеристики и аэродинамические характеристики долота влияют на скорость и эффективность удаления шлама, с другой стороны.

Конструкция и диаметр долота, являясь основной характеристикой буровых работ, определяют массагабаритные и энергетические показатели бурового станка, стоимость и скорость бурения, значение осевых нагрузок на забое скважины.

Конструкция и форма породоразрушающего инструмента должна быть такой, чтобы минимизировать сопротивление породы внедрению и сохранить работоспособность под действием высоких нагрузок разрушения. Так, изношенное долото или образование сальника на долоте приводит к снижению крутящего момента в процессе бурения в скальных породах. Первоначальное заклинивание шарошек на породоразрушающем инструменте приводит к увеличению крутящего момента, постепенное снижение скорости бурения и крутящего момента наблюдается по мере износа зубчатых элементов долота.

Для поддержания заданной скорости бурения по мере износа породоразрушающего инструмента возникает необходимость увеличения нагрузки на долото. Высокое значение нагрузки, крутящего момента не редко приводит к завихрению долота, в связи с чем требуется регулярное контролирование оптимальных режимов бурения. Для шарошечных долот актуальным остается вопрос неспособности внедряться в скальную блочную породу, что приводит к снижению скорости проходки. Проблема износа и завихрения долота решается эффективной очисткой забоя скважины. Как показывает многолетний опыт ведения буровых работ, увеличение расхода бурового раствора приводит к увеличению эффективности очистки забоя, скорости потока в кольцевом пространстве, и соответственно, более эффективному выносу буровой мелочи. Однако, высокий расход раствора вызывает повреждение пласта и повышение эквивалентной плотности раствора, создавая его поглощение [2].

Исследование влияния температурного режима работы породоразрушающего инструмента на эффективность при бурении скважин с очисткой забоя воздухом

Внедрение инновационных технологий бурения, увеличение объема бурения, забойной мощности и глубины скважины привело к поиску современных решений проблем, связанных с высокими значениями температуры на забое скважины.

Бурение скальных и полускальных горных пород сопровождается выделением большого количества тепла. Рассмотрим данный процесс более подробно.

Процесс бурения представляет собой взаимодействие двух динамических процессов: процесс разрушения горной породы и износ породоразрушающего инструмента. При внедрении породоразрушающего инструмента в горную породу после достижения нагрузки, равной предела упругости породы, порода скалывается по периферии зуба долота, при этом им образуется зона смятой породы, уплотняющейся в процессе дальнейшего бурения. За лункой скола образуется зона предразрушения, которая состоит из ослабленной породы. При сколе зуб начинает внедраться в породу, в момент t_m (рис.1) скорость внедрения достигает максимального значения, а затем она снижается, так как под зубом порода постоянно уплотняется. В этом случае увеличение осевой нагрузки не увеличит скорость внедрения, а приведет к разрушению зуба [3].

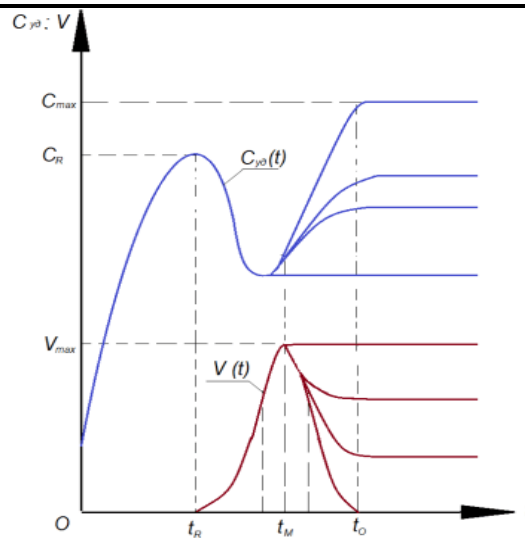


Рис.1. Изменение во времени скорости внедрения зуба в породу в зависимости от изменения осевой нагрузки

В момент времени t_r наблюдается деформация породы, так как осевое усилие достигает предел упругости породы, усилие составляет P_r , что вызывает скол породы. При этом, значительная часть осевой нагрузки уплотняет смятую под долотом породу, и лишь малая ее доля действует на забой скважины. Так для продолжения внедрения зуба возникает необходимость повышения нагрузки (участок $t_m - t_o$), однако при достижении момента внедрение прекратится полностью. Для возобновления процесса внедрения необходимы вынос смятой породы из-под зуба с помощью очистного агента и перемещение зуба по забою вращением инструмента. Дальнейшее бурение породы возможно только при таком значении частоты вращения, при котором период обращения зуба по забою скважины T_o находится в пределах $t_o - t_r$, или $t_r < T_o < t_o$. Скорость внедрения зуба в породу будет увеличиваться при условии $t_m < T_o < t_o$, уменьшаться – при $t_r < T_o < t_m$.

Условие $T_o < t_r$ приводит к резкому увеличению частоты вращения, в результате недостаточного развития деформации скола зуб долота не может внедриться в породу. Породоразрушающий инструмент, вращаясь по забою, не разрушает породу, в результате забойная энергия преобразуется в теплоту трения, что приводит к перегреву породоразрушающего инструмента и возникновению температурной деформации.

Анализ проведенных исследований показывает, что увеличение забойной мощности и частоты вращения приводит к температурным деформациям, возникшим по различным причинам (образование шламового режима, прекращение или неудовлетворительная циркуляции очистного агента, нерациональный режим бурения и др.).

Согласно литературным источникам [3] 1 % механической энергии, подаваемой на забой скважины, расходуется на разбуривание скальной породы, соответственно, остальная часть превращается в тепловую энергию, способствуя возникновению высоких температурных режимов, отрицательно влияющих на работу породоразрушающего инструмента в виде снижения твердости и разрушения алмазов, деформации матриц, а также прижогов инструментов. Согласно литературным источникам и

экспериментальным данным [4] повышение температуры до 650°C приводит к заполированию резцов алмазных долот, до 800°C - растрескиванию и выпадению из матрицы алмазных зерен; при этом нагрев алмазных долот до 600°C приводит к снижению микротвердости на 30%, до 1000°C - на 60%. Для крупных зерен характерно растрескивание по поверхности спайности или двойникования, для мелких зерен – зашлифование поверхности.

При бурении в скальных породах наблюдается высокое сопротивление породы внедрению породоразрушающего инструмента, в последствии алмазные зубья скалываются или раздавливаются, в результате воздействия на малой площади повышенной забойной мощности происходит перегрев зубьев, снижение абразивности и микротвердости, с соответствующими механическими деформациями. Возникающие деформации, как температурные, так и механические, в результате воздействия высокой температуры могут накладываться друг на друга, что затрудняет определение природы их возникновения.

В результате нагрева бурового инструмента до высоких температур возникают аварийные ситуации, связанные с прижогами алмазных зубьев, устранение которых составляют 8-10% от общего времени на буровые работы. Следовательно, повышение эффективности бурения непосредственно связано с решением проблем по нормализации температурного режима.

При применении очистных агентов низкой теплоемкости и теплопроводности (сжатый воздух, азрированная жидкость) увеличивается влияние температурного фактора, по этой причине на сегодняшний день проблеме прогнозирования и нормирования температурного фактора посвящаются многие научные исследования [5].

Прирост температуры в забое скважины в процессе бурения обусловлено прежде всего преобразованием механической энергии в тепловую. Согласно исследованиям Л.А.Шрейнера, при механическом бурении физический КПД разрушения породы составляет до 0,01 %, вся механическая энергия, подаваемая на забой скважины, рассеивается в виде тепла, направленного на породоразрушающий инструмент и на горную породу. В результате конвективного теплообмена очистной агент одновременно отводит выделяемое тепло, однако вскоре количество поступающего и отводимого тепла уравниваются и на теле породоразрушающего инструмента возникает тепловое поле.

Впервые вопросы температурного режима исследованы Б.Б.Кудряшовым, которым доказана значительная зависимость температуры буровой коронки от забойной мощности, свойств материала и очистного агента, габаритных размеров инструмента, определены основные направления нормализации температурного режима породоразрушающего, что послужило основой исследований О.В.Зорэ, Л.К.Горшкова, П.Н.Курочкина, А.В.Касаточкина и др. В процессе изучения прижога породоразрушающих инструментов определено образование значительного количества шлама при бурении горных пород низкой категории буримости, что вызывает истирание коронки «всухую».

В процессе бурения пород более высокой буримости температура тела породоразрушающего инструмента может повышаться до значений плавления

некоторых частиц. В результате полного прекращения подачи очистного агента под торец инструмента возникает интенсивный тепловой износ долот.

Исключение или нормализация температурного фактора позволит снизить степень деформируемости породоразрушающего инструмента, а также исключить одну из причин удорожания буровых работ.

Системы энергоснабжения буровых работ и их влияние на эффективность

Система энергоснабжения оказывает существенное влияние на процесс бурения, при этом уровень потребления энергоресурсов оказывает существенное влияние на повышение технической вооруженности и эффективности проходки скважины. Нарушения или неполадки в системе энергоснабжения могут привести к полной остановке производственного процесса, в связи с этим нужно отметить о важной функции топливно-энергетических ресурсов в технологии производства. Так, использование электрической энергии в промышленности приводит к более рациональному использованию материалов, улучшению охраны окружающей среды путем сокращения отходов.

Проведенные исследования в системе энергоснабжения позволили определить основные направления комплексного решения проблем и улучшения энергоснабжения, в результате повысить эффективность геологоразведочных и добычных работ.

На мелкомасштабных месторождениях установленная мощность электропотребителей рабочей площадки буровых работ 40-45 кВт, а источником электрической энергии является дизельная электростанция. Основными потребителями тепла при геологоразведочных работах являются установки для промывки проб, для бурения в зимний период используется нагретая вода. В передвижных печах, используемых в качестве теплоносителей, устанавливаются контейнеры с промывочной жидкостью. Как показывает опыт ведения геологоразведочных работ на территории Республики Узбекистан, в зимний период потребляется до 4 т.угла, а в летний - 2 т. Тепловая мощность в зимний период составляет 30,6 кВт, в летний-15 кВт, при средней электрической мощности $P_c = 10,78$ кВт, [6].

Технические и технологические условия ведения буровых работ оказывают существенное влияние на систему электроснабжения. Самоходные оборудования установленной малой мощности ($P_m=22$ кВт), мобильность работы, малая глубина скважины (15-25 м) приводят к невозможности использования централизованной системы электроснабжения. Расположение рабочих площадок на дальних расстояниях и малые сроки ведения работ часто не дают возможность применения дизельных электростанций, централизованное тепло отсутствует. В связи с этим использование электроснабжения от маломощных индивидуальных автономных источников энергии является единственным рациональным решением.

В коренных месторождениях преимущественное распространение получило колонковое бурение, с установленной мощностью оборудования 35-60 кВт. Исследование и анализ расхода энергии в процессе бурения отражены в работах ряда авторов [7]. Потребителями тепла на буровых работах являются технологические и хозяйственные

сооружения буровых станков, емкости промывочных растворов, некоторые технические приборы и т.д. Для получения тепла используются электрические нагреватели и обогревательные печи длительного горения, для подогрева которых используются уголь и дрова. В зимний период для обогрева буровой установки и зумпфа в месяц потребляется 20-25 м³ дров, или примерно $Q_{ср}=50-60$ кВт тепловой мощности, что почти в двое больше электрической мощности расходуемой технологическими установками [8].

На сегодняшний день возрастает доля топливно-энергетических ресурсов в развитии и совершенствовании технологии, прежде всего это связано со следующими положениями:

совместное применение тепловой и электрической энергии в топливной технологии приводит к повышению качества буровых работ и позволит расширить возможность энерготехнологического комбинирования;

одним из условий интенсификации повышения общей эффективности и энергоэкономичности энергетических схем является использование более современных технологий;

эксплуатация оборудования высокой агрегатной и удельной производительности.

На современном этапе внедрение энерготехнологии, под которой понимается оптимальное сочетание технологии и ее энергетического обеспечения, является одним из элементов технического прогресса, который приводит к существенному повышению энергетической эффективности бурения. При этом, в первую очередь, решаются вопросы интенсификации бурения при одновременном повышении эффективности использования энергии, с наибольшей экономией ресурсов, что означает достижение минимальных издержек производства при получении наибольшего экономического эффекта. При этом следует иметь в виду, что экономия энергетических ресурсов, является основным условием повышения объема бурения, данный механизм позволит сократить количество ресурсов, необходимых для проходки 1 метра скважины. На сегодняшний день однозначного определения ресурсосбережения и экономии топливно-энергетических ресурсов не существует, однако экономии ресурсов достигается снижением удельного расхода ресурсов на бурение, использования вторичных энергоресурсов, а также совершенствованием структуры производственного процесса в целом. В современных условиях энергетического кризиса вопрос экономии и повышения эффективности топливно-энергетических ресурсов является актуальным вопросом, который решается за счет технического перевооружения производства, применения энергосберегающих оборудования, совершенствования технологического процесса, расширения использования вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии.

Являясь сложной и ответственной задачей, выбор оптимальной энергосистемы зависит от особенностей условий бурения для каждого месторождения. Так, энергообеспечение бурения в неосвоенной местности, в удаленных районах осуществляется локальными местными источниками энергии, где стационарные или передвижные дизельные электростанции вырабатывают дорогую электроэнергию. Также возрастает потребность

в тепловой энергии, по этой причине вопрос энергообеспечения требует комплексного решения.

Буровой станок на геологоразведочных и добычных работах постоянно перемещается, это усложняет подвод и распределение электрической энергии, что обуславливает необходимость легкодемонтируемого и транспортабельного оборудования, которое легко присоединяется и отсоединяется гибкими кабелями высокой прочности. К тому же, перегон бурового станка по абразивной поверхности предъявляет повышенное требование к механической прочности оборудования и проходимости транспорта. Отдаленность участка ведения буровых работ от центральной линии электропередач и расположение станков по рабочей поверхности приводит к затруднению эксплуатации центрального энергоснабжения. При этом возникает потребность в передвижных электростанциях, однако они не всегда обеспечивают качественной энергией, в результате нужен менее чувствительный к колебаниям напряжения и частоты подводимого тока привод.

Бурение в узких рабочих площадках, без естественного освещения и вероятностью обвалов и прочие особенности ведения буровых работ привели к необходимости буровых станков минимальных размеров и высокой прочности, дающих возможность быстрого монтажа, перемещения и ремонта. Эти требования нередко находятся в противоречии, а их выполнение с условием минимизации энергетических затрат и потерь является сложной задачей.

Исследование влияния шламового режима на забое на эффективность бурения скважины

Безаварийный процесс бурения скважин во многом зависит от эффективной очистки ствола скважины. Не полный вынос буровой мелочи приводит к образованию шламового режима, приводящего к аварийным ситуациям, на ликвидацию которых затрачивается большое количество времени и затрат.

На практике бурения применяются несколько способов очистки забоя скважины: шнекопневматическая очистка, очистка шнеками, продувка водно-воздушной смесью или сжатым воздухом, промывка глинистыми растворами или водой, отсасывание пробуренной мелочи [9].

Продувка и промывка скважины получили наибольшее распространение при буровых работах. Для снижения удельных затрат энергии и достижения требуемой скорости бурения необходимы точный расчет и учет свойств породы, типа и размера долота, параметров режима бурения.

Вынос буровой мелочи происходит при условии превышения подъемной силы восходящей струи над массой частиц породы. При этом, немаловажным показателем является и размер частиц. При превышении размеров буровой мелочи над величиной зазора, пробуренная порода не может подниматься вверх и требуется дополнительное дробление.

Однако, при значительном зазоре снижается скорость сжатого воздуха, следовательно, частицы не выносятся. По этой причине при продувке забоя скважины основными параметрами режима бурения являются расход и давление воздуха, от которых

существенным образом зависят технико-экономические показатели бурения. К тому же, оптимальная осевая нагрузка и частота вращения долота возможна лишь при полной очистке скважины от пробуренной мелочи.

Скорость восходящей струи сжатого воздуха v_{π} для подъема пробуренной мелочи средним диаметром d_{π} и плотностью γ , определяется по следующей формуле [11]:

$$v_{\pi} = 963 d_{\pi}^{0,6} \frac{\gamma}{\gamma + 1095} . \quad (1)$$

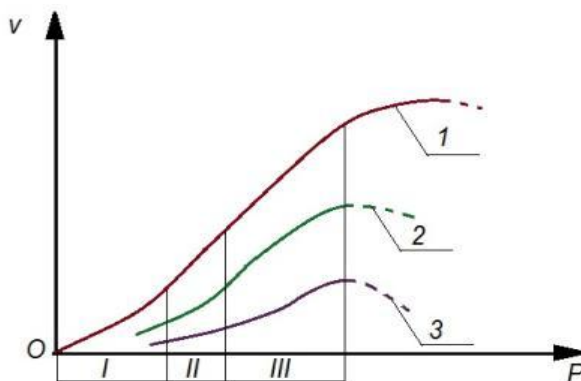
Расход воздуха при продувке определяется по формуле:

$$W_B = 47 v_{\pi} (d_{\text{СКВ}}^2 - d_{\text{шт}}^2), \quad (2)$$

где $d_{\text{СКВ}}$ и $d_{\text{шт}}$ – диаметр скважины и штанги соответственно, м.

При этом, компрессорная установка должна иметь производительность больше, чем W_B . При уменьшении количества очистного воздуха частицы пробуренной породы не успевают транспортироваться в кольцевое пространство и часть из них переизмельчается породоразрушающим инструментом, в результате образуется шламовый режим, снижающий удельное давление зубьев долота на породу. Буровая мелочь запрессовывается между зубьями долота, что ухудшает процесс бурения в целом. Анализ зависимости, представленной на рис.2, показывает, что при одинаковых значениях осевой нагрузки механическая скорость бурения существенно снижается при неэффективной очистке забоя скважины.

Промывка забоя скважины получила большое распространение при применении станков колонкового бурения в геологоразведочных работах, а также при бурении нефтяных и газовых скважин. Для эффективной очистки скважины используют очистной раствор высокой степени вязкости, однако при этом снижается скорость бурения и увеличиваются энергетические затраты. Так же широко практикуется подача очистного раствора к забою через насадку долота, что требует точного технико-экономического обоснования для каждого случая использования, так как повышение скорости циркуляции может привести к размыву стенок скважины, увеличению шлама в буровом растворе и каверзости ствола.



1 – бурение в условиях совершенной очистки забоя; 2 – бурение при частичном оседании буровой мелочи; 3 – бурение при наличии шламового режима в забое; I – участок поверхностного разрушения; II – участок усталостного разрушения; III – участок объемного разрушения

Рис.2. Зависимость механической скорости бурения v от осевой нагрузки P

Увеличение твердой коллоидной фазы в составе бурового шлама, а также диспергирование шлама отрицательно влияют на проницаемость призабойной зоны пласта, снижается эффективность работы оборудования, очищающего буровой раствор, увеличиваются затраты на ремонт насоса и вертлюга, за счет чего увеличивается стоимость бурового раствора.

Вынос шлама возможен в случае превышения скорости восходящего потока над скоростью оседания твердой фазы, которая определяется по формуле:

$$v_{\text{ч}} = \frac{g d_{\text{ч}}^2 (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{ж}})}{\eta}, \quad (3)$$

где $v_{\text{ч}}$ – скорость оседания пробуренной породы в растворе, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$d_{\text{ч}}$ – средний диаметр частицы, м;

$\rho_{\text{ч}}$ и $\rho_{\text{ж}}$ – плотность частицы и очистного раствора соответственно, кг/м³;

η – вязкость бурового раствора, м²/с.

Накопление шлама в забое скважины приводит к механическому прихвату бурильной колонны. В условиях неполного выноса пробуренная горная порода выпадает на забой скважины, образуя «шламовые подушки», удерживающиеся на нижней стенке за счет силы трения. «Шламовые подушки» приводят к закупориванию кольцевого пространства, в результате происходит прихват колонны, сопровождающийся с полной или частичной потерей циркуляции. «Шламовые подушки» приводят к посадке при спусках бурильной колонны.

Помимо этого, в результате неполный вынос пробуренной породы приводит к сальникообразованию, приводящему к уменьшению гидромеханического диаметра, следственно к повышению давления на забое и насосе при промывке скважины, также к прихватам колонны.

Шламовый режим является основной причиной повышения аксиального трения и крутящего момента бурильной колонны, вызывающие «подвисание» колонны, а также уменьшение нагрузки на долото.

На количество шлама основное влияние оказывают размеры шлама, конструкция и направление очистки забоя, качество очистного агента, устойчивость стенки скважины и др. При некачественной очистке забоя, на поверхность выносятся только мелкие частицы шлама, а более крупные куски остаются в забое, образуя «шламовые подушки». Шлам повторно проходит разрушение долотом, выделяя большое количество тепла в результате многократного трения. Так же при движении по кольцевому пространству шлам повторно разламывается бурильными трубами.

Заключение

Эффективность процесса бурения скважин зависит от множества факторов, к которым относятся геологические, технические и технологические факторы.

При бурении скважин с пневмоочисткой забоя механическая скорость бурения увеличивается в 3-5 раза относительно жидкостного бурения, но при этом возникновение проблемы, связанной с повышенной температурой на забое, снижает эффективность

процесса бурения по причине снижения ресурса породоразрушающего инструмента. Помимо высоких температурных режимов возникает проблема повышенного расхода топливно-энергетических затрат по причине эксплуатации компрессорных установок, привод которых намного мощнее буровых насосов.

Все эти факторы отрицательно влияют на эксплуатационную эффективность буровых установок при бурении скважин с продувкой воздухом, вследствие чего увеличивается себестоимость проходки скважины.

При бурении скважин с гидравлической очисткой забоя, эффективность буровых работ снижается за счет возникновения шламового режима на забое. Образование шламового режима на забое приводит к интенсивному износу породоразрушающего инструмента, снижения механической скорости бурения и повышения энергоемкости бурения за счет повторного измельчения буровой мелочи на забое. Кроме того, повышается риск возникновения аварийных ситуации, связанных с сальникообразованием и прихвatom бурильной колонны.

Наиболее ощутимым фактором, увеличивающим себестоимость эксплуатации буровых установок, является повышенный расход топливно-энергетических ресурсов и их дороговизна. При бурении скважин в сложных и отдаленных геологических районах, где не имеется централизованное электроснабжение, ведение буровых работ удорожается в разы за счет применения автономных систем энергообеспечения.

С целью повышения эксплуатационной эффективности буровых установок в данной диссертационной работе выбраны следующие основные направления:

- исследование и нормализация температурных режимов породоразрушающего инструмента при бурении скважин с пневмоочисткой на основе искусственного охлаждения очистного воздуха. Для этого будет разработана специальная конструкция бурового снаряда с вихревым охладителем, которая позволит снизить температуру очистного воздуха на забое до отрицательного значения;
- повышение эффективности гидравлической очистки забоя скважины с целью предотвращения образования шламового режима на забое при бурении с очисткой забоя буровыми жидкостями. При этом, будет исследован характер движения частиц шлама на забое буримой скважины и на основе этого будет разработана конструкция бурового снаряда, улучшающая очистку забоя от буровой мелочи;
- повышение эффективности эксплуатации буровых установок на основе полезной утилизации вторичных энергоресурсов приводов буровых установок, а также снижение расхода топлива за счет применения инновационных технологий. В этом случае будут разработаны технические решения, позволяющие полезно утилизировать вторичные энергоресурсы в виде выделения тепла от ДВС буровых установок. Утилизируемую теплоту вторичных энергоресурсов можно будет использовать на теплоснабжение и горячее водоснабжение производственных и бытовых объектов. Увеличение экономического эффекта предлагаемой технологии наблюдается за счет постоянного повышения цен на топливо и расходов на доставку до энергоустановки.

Основные выводы

1. Расход и давление сжатого воздуха оказывают существенное влияние на энергоемкость и скорость бурения, а также на работоспособность породоразрушающего инструмента, через его охлаждение, с одной стороны, конструктивные характеристики и аэродинамические характеристики долота влияют на скорость и эффективность удаления шлама, с другой стороны. Конструкция и диаметр долота, являясь основной характеристикой буровых работ, определяют массогабаритные и энергетические показатели бурового станка, стоимость и скорость бурения, значение осевых нагрузок на забое скважины.
2. Увеличение забойной мощности и частоты вращения приводит к температурным деформациям, возникшим по различным причинам (образование шламового режима, прекращение или неудовлетворительная циркуляции очистного агента, нерациональный режим бурения и др.).
3. В результате нагрева бурового инструмента до высоких температур возникают аварийные ситуации, связанные с прижогами алмазных зубьев, устранение которых составляют 8-10% от общего времени на буровые работы. Следовательно, повышение эффективности бурения непосредственно связано с решением проблем по нормализации температурного режима.
4. В современных условиях энергетического кризиса вопрос экономии и повышения эффективности топливно-энергетических ресурсов при ведении буровых работ возможно за счет экономии ресурсов и полезной утилизации вторичных энергоресурсов, что требует разработку и реализацию современных технических и технологических решений.
5. Образование шламового режима на забое скважины приводит к процессу повторного измельчения буровой мелочи, это в свою очередь приводит к снижению механической скорости бурения, к увеличению затрат энергии породоразрушающего инструмента на повторное измельчение, а также увеличивает риск возникновения сальников. Кроме того, образование шламового режима на забое скважины повышает интенсивность абразивного износа бурового снаряда.

Список использованной литературы

1. Власюк В.И., Калинин А.Г., Анненков А.А. Бурение и опробование разведочных скважин. – Москва: «ЦентрЛитНефтеГаз», 2010. – 860 с.
2. Буткин В.Д., Демченко И.И. Буровые машины и инструменты. – Красноярск, СФК, 2012. – 121 с.
3. Горшков Л.К., Гореликов В.Г. Температурные режимы алмазного бурения. – Москва: «Недра», 1992. – 173 с.
4. Кудряшов Б. Б., Яковлев А. М. Бурение скважин в осложненных условиях – Москва: «Недра», 1987. – 269 с.
5. Соловьев Н.В., Чихоткин В.Ф., Богданов Р.К., Закора А.П. Ресурсосберегающая технология алмазного бурения в сложных геологических условиях. – М.: ВНИИОЭНГ, 1997. – 332 с.

6. Джураев Р.У., Меркулов М.В. Экспериментальные исследования тепловой мощности забоя при бурении геологоразведочных скважин с продувкой воздухом // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2016. – №1. – С. 288-293.
7. Джураев Р.У., Меркулов М.В. Анализ бурения скважин с продувкой воздухом // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2014. – №12. – С. 327-330.
8. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин / Под редакцией Е.А. Козловского. Т. 1. – Москва: Недра, 1984. – 512 с.
9. Справочник по бурению геологоразведочных скважин / Под редакцией Е.А. Козловского. – Москва: Недра, 2000. – 712 с.
10. Справочник энергетика геологоразведочных организаций / Под редакцией В. В. Алексеева. – Москва: Недра, 1981. – 496 с.
11. Нескормных В.В. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ. Красноярск: СФУ, 2012. – 298 с.
12. Акопов Э.А. Очистка забоев глубоких скважин. – Москва: «Недра», 1970. – 118 с.