

компрессионно-депрессионными волнами. Эффективность метода с применением вибратора ВГК апробирована при декольматации фильтров в различных продуктивных пластах.

В вибраторе применён кавитационный генератор колебаний давления жидкости, работающий в режиме периодически - срывной кавитации. За счет схлопывания кавитационных каверн в центре его корпуса, поток жидкости, поступающий в скважину, пульсирует. Эта пульсация давления, амплитуда колебаний которой превышает до 4-х раз давление перед вибратором, а в открытом стволе - не менее, чем в 3 раза значение статического напора, и механические колебания корпуса устройства обеспечивают знакопеременное компрессионно-депрессионное давление (давление разряжения) волновое воздействие на фильтр и окружающую его породу продуктивного пласта. В результате происходит снижение коэффициента трения и нарушение связей кольматанта с фильтром и породой, а также внутри самого кольматанта. Направленность выхлопных сопел в сторону забоя скважины и её стенок обеспечивают, кроме того, струйный эффект.

Эффективность метода с применением вибратора ВГК широко апробирована при декольматации фильтров и продуктивных пластов, представленных песками различной зернистости (обсаженных сетчатыми, керамическими и др. фильтрами), известняками различной степени трещиноватости и вязкости, с прослойками глин и мергелей. Чаще всего дебит не только восстанавливается, но в большинстве случаев превышает достигнутый при освоении скважин [3,4].

Литература

1. Сердюк Н. И. Кавитационные способы декольматации фильтровой области буровых скважин. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2004. – 176 с.
2. Повышение продуктивности и реанимации скважин с применением виброволнового воздействия/ В.П. Дыбленко, Р.Н. Камалов, Р.Я. Шарифуллин, И.А. Туфанов. – М.: Недр, 2000. – 381 с.
3. <http://www.stogroup.ru>
4. <http://www.kronagroup.ru>

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БУРОВЫМ СТАНКОМ «ИНСАБ». ВТОРОЙ ЭТАП. БУРЕНИЕ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Е.В. Тяп

Научный руководитель: С.Я. Рябчиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В 2011 году геологоразведочное предприятие ТОО «Корунд» (Восточный Казахстан) совместно с ООО «ГеоКомпани» (г. Новосибирск) приступили к практическому созданию «Интеллектуальной системы автоматизированного бурения», в дальнейшем получившую название «ИнСАБ». Для достижения поставленных целей работы были разделены на два этапа:

1. Создание адаптированного под специфику бурового станка человеко-машинного интерфейса на базе компьютера, позволяющего осуществлять настройку параметров, контроль и управление всеми исполнительными механизмами станка.

2. Проведение полевых испытаний, разработка алгоритмов и программного обеспечения для автоматизированного процесса бурения геологоразведочных скважин на базе данной системы управления.

Комплекс «ИнСАБ» был установлен в феврале 2012 г. на буровой станок СКБ-5113. Дальнейшая эксплуатация модернизированного станка в реальных условиях показала работоспособность комплекса «ИнСАБ», правильность принятых технических решений, выбора приборов, вычислительных средств и программного обеспечения. В результате получилась надежная система управления буровым станком, улучшилась эргономика рабочего места, облегчился труд бурильщика. Таким образом задача для перехода ко второму этапу разработки была выполнена и подготовлена основа для создания системы автоматического регулирования процессов бурения с элементами искусственного интеллекта. В 2013 г. началась работа над выполнением второго этапа задания.

В качестве первоначальных условий для автоматизации системы управления бурового станка СКБ-5113 были выбраны среднестатистические режимы работы: горные породы средне-твердые, твердые, слабо-абразивные и частично трещиноватые, категории по буримости VIII-XI; глубины скважин от 50 до 600 м. Бурение производилось буровым снарядом NQ производства фирмы «BOART LONGYEAR» с использованием полимерных добавок в буровой раствор алмазными импрегнированными коронками производства ЗАО «Терек-Алмаз» типа 23ИЗ, 23И2.

Для системы автоматического регулирования были поставлены следующие задачи:

1. Защита от аварийных ситуаций, таких как «прижёт», «подклин», потеря промывки и обрыв снаряда.
2. Создание оптимальных условий эксплуатации алмазной коронки.
3. Увеличение производительности.

Для обеспечения безаварийной работы система непрерывно отслеживает и анализирует основные параметры.

Защита от «прижѣга» работает, контролируя ток, потребляемый приводом. Аварийная граница устанавливается бурильщиком, исходя из особенностей скважины, состояния снаряда, опыта и т.д. В случае увеличения тока привода до критической величины система снижает осевую нагрузку. Если после этого ток уменьшается, то нагрузка на забой восстанавливается до первоначального уровня и бурение продолжается. При повторном превышении тока алгоритм повторяется. Трехкратное достижение предельной нагрузки или отсутствие снижения тока после разгрузки являются сигналом к прекращению бурения, при этом включается «экстренный подъем», снаряд отрывается от забоя, на верхней точке шпиндель останавливается, скорость вращения снижается и на экране выдается сообщение о «прижѣге».

В алгоритме защиты от «подклина» контролируется давление бурового раствора. Уровень срабатывания по давлению устанавливается бурильщиком. При достижении критического давления система снижает нагрузку на забой. Если при этом давление уменьшается, то осевая нагрузка восстанавливается, бурение возобновляется. Если после разгрузки давление промывки не уменьшается, то система снижает частоту вращения шпинделя и выдает сообщение о возможном «подклине». Алгоритм защиты от «подклина» реализован таким образом, чтобы позволять преодолевать ситуации, похожие на «подклин», не останавливая бурение. Во время проверки на объекте был замечен эффект увеличения продолжительности рейсов на трещиноватых породах.

Благодаря наличию в комплексе «ИнСАБ» расходомера система имеет возможность непрерывно контролировать расход бурового раствора. При низком уровне расхода выдается сообщение. Оператор, получив сообщение, принимает решение о дальнейших действиях. В данном случае работа системы контроля заключается только в информировании, т.к. своими активными действиями она может изменить процесс бурения и привести к потере жидкости в скважине.

Режим контроля «обрыва снаряда» находится в разработке. С точки зрения выбора контролируемых параметров и алгоритма определения аварийной ситуации этот режим является наиболее сложным, т.к. в данном случае необходимо контролировать динамику многих параметров, анализировать и интерпретировать их, сравнивая с ретроспективными данными. Для его реализации, возможно, потребуется использование элементов «искусственного интеллекта».

В качестве основного критерия, обеспечивающего максимальный ресурс работы алмазной самозатачивающейся импрегнированной коронки, была выбрана углубка за один оборот, предложенная в свое время академиком Башкатовым Д.Н. Аналогичные рекомендации по режимам эксплуатации дает канадская фирма «Boart Longyear» несколько в другой интерпретации: количество оборотов на 1 см проходки. При делении 1 см на количество оборотов получается углубка на один оборот.

Регулировка углубки работает по следующему принципу: в процессе бурения измеряются частота вращения шпинделя и механическая скорость проходки. Путем несложных вычислений определяется углубка за оборот. Система стремится поддерживать ее на уровне 15% от размера алмазного зерна коронки, управляя нагрузкой на забой с помощью ПИД-регулятора. Максимально разрешенное значение предельной нагрузки задается оператором. При значительном снижении углубки, т.е. уходе ее в зону заполирования и достижении при этом предельной нагрузки на забой система начинает снижать частоту вращения шпинделя.

При наличии любой возможности система стремится увеличивать частоту вращения шпинделя. Оператор, зная состояние буровой колонны, задает номинальный ток привода, при котором, по его мнению, не произойдет обрыв снаряда. При работе в автоматическом режиме система, имея запас по току (мощности), плавно увеличивает частоту вращения шпинделя, пропорционально увеличивая количество промывочной жидкости. Количество бурового раствора находится в прямой зависимости от скорости проходки и объема образующегося шлама. Ограничениями для увеличения скорости является уровень давления жидкости, близкий к порогу срабатывания по «подклину», достижение и превышение номинального значения тока, значение углубки на уровне заполирования при максимальной нагрузке на забой.

Помимо управления процессом бурения система имеет дополнительные преимущества, обусловленные наличием и возможностями компьютерных систем. В частности, становится возможным учет алмазных коронок, их проходка, условия, при которых они эксплуатировались, правильное списание. Возможно составление различных отчетов: графики рабочего времени, персональный учет производительности труда на каждого бурильщика, отчеты для начисления зарплаты. При использовании спутниковых каналов связи возможна дистанционная диспетчеризация.

Дальнейшими направлениями разработок являются более широкий охват типов алмазных коронок, режимов бурения по категориям буримости и устойчивости пород, исследования возможностей других методов контроля состояния скважины и ПРИ, например, виброакустических и т.д.

Первый опыт эксплуатации системы в автоматическом режиме показал следующее:

1. Система находит резервы увеличения скорости проходки, мгновенно реагируя на изменения параметров, сохраняя при этом оптимальный режим эксплуатации ПРИ.
2. Производительность увеличивается в некоторых ситуациях в 1,5–2 раза.
3. При увеличении скорости проходки оператор не успевает реагировать на изменение параметров.

Особенность разрезов в Восточном Казахстане на участках г. Риддер заключается в том, что породы встречаются часто перемежающиеся, с резким изменением категории по буримости, монолиты сменяют трещиноватые. Параметры бурения необходимо постоянно корректировать. Поэтому бурильщики работают в условиях повышенной психологической нагрузки и не могут повысить производительность труда.

Только автоматизированная система управления буровым станком способна обеспечить существенное увеличение производительности буровых работ.

Литература

1. Тянь Е.В., Горшенин Н.Е. Практический опыт создания компьютерной системы управления буровым станком «ИНСАБ» // Труды XVII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» –Томск: Изд. ТПУ – 2013. 920 С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ ЗЕМЛИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОСТВОЛЬНОГО БУРЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КОРПУСА №6 ТПУ)

Е.О. Цехмейструк, Б.Г. Гранин

Научный руководитель: доцент В.С. Купреков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Недра Земли обладают колоссальными запасами теплоты, которые можно и нужно использовать с целью теплофикации зданий и сооружений. Низкопотенциальное тепло Земли является ископаемым топливом, выступающим в роли альтернативного источника энергии, при использовании которого атмосфера не загрязняется продуктами горения. Так почему бы не воспользоваться энергией, как сказал В.А. Обручев, находящейся в буквальном смысле слова под ногами?

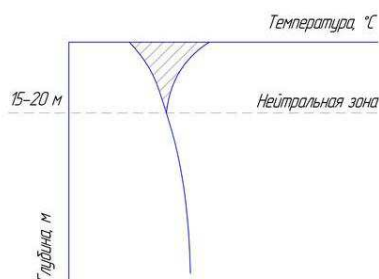
Томская область входит в число крупных областей с теплоэнергетической мощностью подземных вод, которая достигает 80–120 млн Гкал [1].

Грунт, находящийся в поверхностных слоях Земли, представляет определенного рода тепловой аккумулятор солнечной энергии неограниченной емкости. Если детально рассмотреть тепловой режим поверхностных слоев грунта Земли, то его формирование происходит под действием двух основных составляющих – солнечная радиация и поток радиогенного тепла из недр Земли. Верхние слои грунта подвергаются сезонным и суточным изменениям температуры за счет изменения температуры наружного воздуха. В различных районах России, глубина проникновения суточных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности падающей солнечной радиации колеблется от нескольких десятков сантиметров до первых десятков метров (15–20 м) (рис.1) [2]. Слои грунта, расположенные ниже этой глубины имеют свой температурный режим, который формируется под воздействием тепловой энергии недр Земли и не зависит от суточных и сезонных колебаний. Величина радиогенного теплового потока различна для разных местностей и колеблется в пределах от 0,05 до 0,12 Вт/м² [1].

Градиент изменения температуры грунта на глубине зависит от конкретных почвенно-климатических условий и для Томской области он равен 3,6 градуса на 100 м. В таблице 1 представлены данные изменения температуры по Томской области в поверхностном слое в зависимости от времени года и глубины по вертикали, которые еще раз подтверждают эти изменения.

Таблица 1

Изменение температуры с глубиной в зависимости от времени года



		Глубина по вертикали, м					
		0,4		0,8		1,6	
	лето	зима	лето	зима	лето	зима	
	12,6	-1,5	11,4	-0,3	9,3	0,9	

Рис.1. Изменение температуры с глубиной

Для извлечения и использования низкопотенциальной тепловой энергии из недр Земли применяются различные схемы, которые делятся на два основных класса – закрытые (герметичные) и открытые системы теплосбора. В данном случае представляют интерес закрытые системы теплосбора, которые в свою очередь делятся на горизонтальные и вертикальные. Преимущества горизонтальных систем сбора тепла в том, что они устанавливаются на незначительной глубине. Так в Томской области глубина установки горизонтального контура начинается с 1,5 до 1,8 м, что выше глубины промерзания (2,2–2,5 м). Горизонтальные системы имеют несколько существенных недостатков: большая площадь для установки системы теплосбора (теплообменника) и достаточное освещение (на участке расположения теплового контура нельзя возводить капитальные постройки). Системы с вертикальными грунтовыми теплообменниками устанавливаются ниже уровня зоны воздействия солнечной радиации и имеют следующие преимущества:

- 1) не требуют участка большой площади.
- 2) не зависят от интенсивности солнечной радиации и времени года.
- 3) тепловая мощность ограничивается лишь общей глубиной скважин и характеристиками оборудования.