

Е. С. Чухланцев, магистрант;
А. В. Щенятский, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА БУРОВОЙ КОЛОННЫ С ДВУХКОНТУРНЫМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ОТКЛОНИТЕЛЕМ НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

Рассмотрены способы отклонения буровых колонн при разработке скважин. Проведена их классификация, выявлены достоинства и недостатки. Определены перспективные направления работ по созданию интеллектуальных колонн.

Ключевые слова: буровые колонны, направленное бурение, отклонители.

В настоящее время при разработке труднодоступных залежей углеводородов широко применяется направленное бурение. В процессе освоения данного метода был накоплен значительный практический опыт, который показал, что большое внимание уделяется, с одной стороны, устройствам, обеспечивающим отклонение буровых колонн, а с другой – системам управления, позволяющим попасть в заданную область с определенной точностью. При решении двуединой задачи, обеспечивающей экономичное получение горизонтальных скважин, приходится учитывать такие факторы, как трещины, каверны, твердость пород, дискретно изменяющуюся в неизвестных направлениях. Анализ влияния перечисленных факторов показал, что они обуславливают не только качество буровых работ, но и работоспособность самой колонны, инструмента (долота). Сложившаяся практика направленного прохождения буровой колонной пород по требуемой траектории доказала эффективность нескольких подходов к управлению и способам отклонения колонн (рис. 1).

Изучению процесса отклонения буровых колонн посвящены работы В. П. Зиненко, Ю. С. Костина, Ю. Т. Морозова, С. С. Сулакшина, В. С. Федорова, А. Г. Калинин, Б. И. Воздвиженского, Н. И. Шацова и др.

В результате выполненных работ установлено, что достижение требуемой точности и качества бурения горизонтальных скважин достигается при использовании специальных отклоняющих устройств.

Анализ современных способов обеспечения отклонения буровых колонн показал, что их можно разделить на несколько групп, принципиально отличающихся друг от друга (рис. 1).

Анализ групп I и II показал, что I группа способов обеспечения отклонения буровых колонн достаточно проста в применении, обладает широкими возможностями управления углом отклонения колонн за счет применения различных клиньев [5].

К недостаткам I группы можно отнести необходимость многократных подъемов и опусканий буровой колонны, что приводит к увеличению затрат на бурение.

II группа [6] нашла широкое применение в добыче нефти, газа, угля. Также она получила широкое распространение при создании многозабойных скважин и в ходе проведения исследовательских работ.

Наибольшее распространение в нашей стране получили буровые установки на основе турбобуров, винтовых двигателей, специальных гидро- и пневмоударных машин, т. е. ориентируемые извлекаемые отклонители непрерывного действия, обеспечивающие искривление без вращения бурильной колонны в процессе бурения заданного интервала скважины при сохранении ее диаметра.

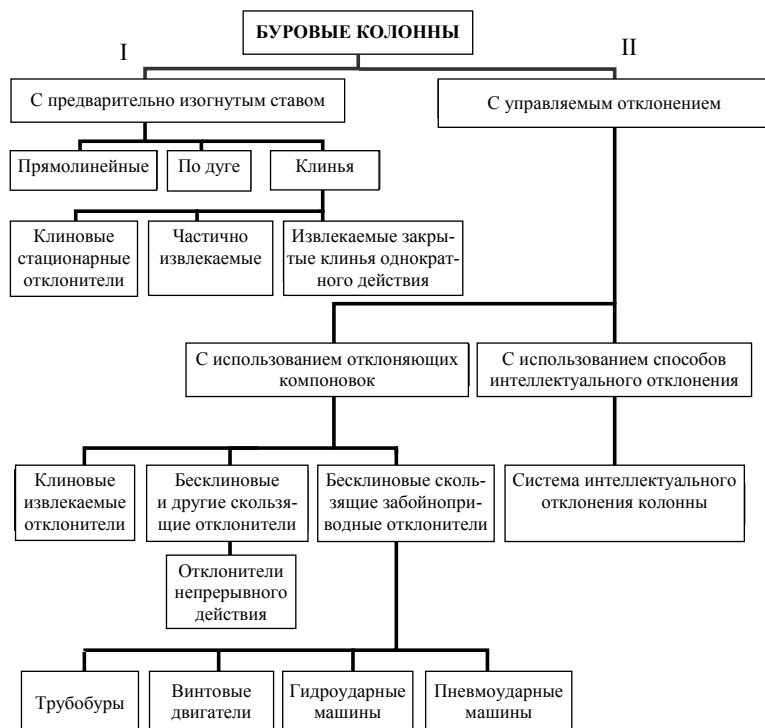


Рис. 1. Классификация буровых колонн

Одним из ярких примеров является шпindelь-отклонитель типа ШОТ [7], предназначенный для работы с турбинными секциями или рабочими парами винтовых двигателей и применяющийся для бурения искривленных участков нефтяных, газовых и геологоразведочных скважин, а также для забуривания новых стволов (рис. 2).

Наибольшим преимуществом таких отклонителей является возможность осуществлять искусственное искривление скважин в любом заданном направлении без вращения бурильной колонны благодаря использованию современных и эффективных устройств забойного привода для вращения вала с породоразрушающим инструментом – долотом, этот принцип обеспечивает наиболее точное проведение направленного бурения скважин.

В ходе проведения дальнейших исследований было установлено, что применение колонн с использованием отклоняющих компоновок не является экономически выгодным решением, так как такие колонны имеют множество существенных недостатков. Одними из наиболее важных недостатков являются:

- частое самопроизвольное искривление скважин;
- повышенный износ бурильных труб;
- невозможность использования штанговых насосов при эксплуатации скважин;
- ухудшение качества изоляционных работ.

Стоит обратить особое внимание на ряд факторов, негативно влияющих на работу буровых колонн (рис. 3).

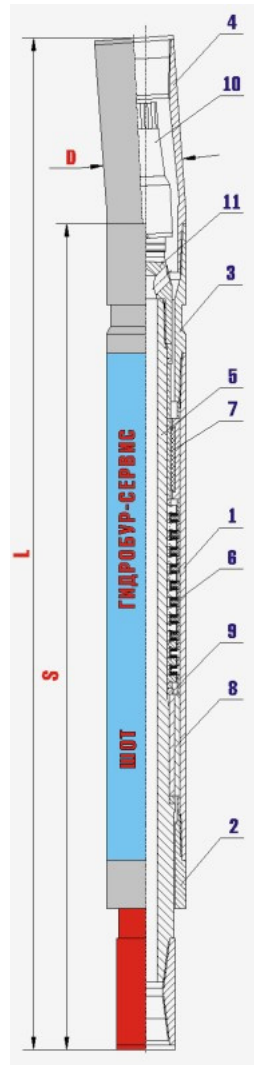


Рис. 2. Шпиндель-отклонитель типа ШОТ

К геологическим факторам относятся:

- наличие в разрезе скважин крутопадающих пластов;
- частая смена пород различной твердости;
- наличие в породах, через которые проходит скважина, трещин и каверн.

К техническим факторам относятся:

- несовпадение оси буровой вышки с центром ротора и осью скважины;
- наклонное положение стола ротора;
- применение искривленных бурильных труб и т. д.

К технологическим факторам относятся:

- создание чрезмерно высоких осевых нагрузок на долото;
- несоответствие типа долота, количества и качества промывочной жидкости характеру проходимых пород.

Для исключения недостатков ранее разработанных способов отклонения буровых колонн, негативных факторов, влияющих на качество скважины, предлагается усовершенствовать конструкцию буровой колонны и интегрировать ее с системой интеллектуального отклонения.

Такой подход, на наш взгляд, позволит достичь требуемой точности и качества бурения горизонтальных скважин в ходе проведения исследовательских и буровых работ, а также позволит снизить отрицательное влияние геологических, технических и технологических факторов.

Однако, поскольку движение компоновки низа буровой колонны осуществляется с целью попадания в заданную точку геологического пространства, оно имеет управляемый характер. Простейший способ осуществления управления состоит в поддержании значения управляющих воздействий (в нашем случае это угол перекоса отклонителя, угол поворота плоскости отклонителя компоновки низа буровой колонны и осевой силы) в пределах заранее рассчитанных программой значений [1].

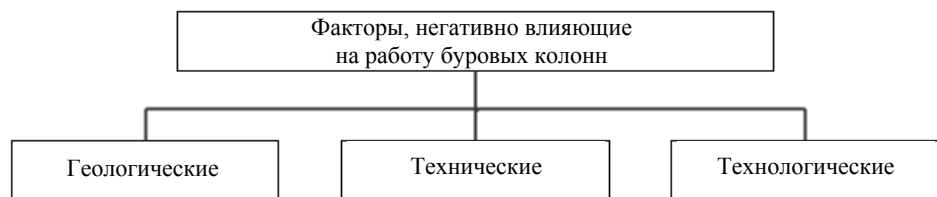


Рис. 3. Основные факторы, затрудняющие работу буровых колонн

Поскольку движение компоновки низа буровой колонны осуществляется с целью попадания в заданную точку геологического пространства, оно имеет управляемый характер. Простейший способ осуществления управления состоит в поддержании значения управляющих воздействий (в нашем случае это угол перекоса отклонителя, угол поворота плоскости отклонителя компоновки низа буровой колонны и осевой силы) в пределах заранее рассчитанных программой значений [1].

Поэтому реализация такой простейшей системы наталкивается на недостаточность априорной информации о характере сил, действующих на объект. В реальных условиях движения объект находится под действием сил, отличных от заранее рассчитанных (без учета случайных возмущений) [1].

Более точное и подробное по сравнению с работой [2] рассмотрение процесса бурения и возникающих при этом сил показывает, что при проходке пласта следует использовать индекс геологической анизотропии, угол наклона пласта и направление наклона [3]. Взаимодействие вооружения долота с породой пласта имеет довольно сложный характер. Так, например, уход скважины по азимуту и направление этого ухода (по часовой стрелке или против часовой стрелки) может в значительной степени определяться соотношением твердости породы и свойств вооружения долота (вооружение для мягких пород или вооружение для твердых пород). Уход скважины по азимуту одновременно сопровождается ее уходом по зенитному углу. Поэтому для корректировки направления проходки скважины и управления процессом наклонного или горизонтального бурения необходимо учитывать характер вооружения долота, твердость проходимой породы, направление и величину наклона пласта и направление скважины относительно поверхности пласта, осевую силу на долоте и частоту его вращения [1].

С другой стороны, точное априорное знание свойств проходимой при бурении породы и ее взаимодействия с вооружением долота может быть не столь важным, если контроль проходки скважины осуществляется достаточно точно и позволяет своевременно адаптировать управляющие воздействия к реакции на эти воздействия. Обычно направление скважины в каждой ее точке во время проходки определяют с помощью комбинированных инклинометров – измерителей наклона. Инклинометр позволяет определить зенитный угол, азимут и визирный угол КНБК. Для этого он должен определять направления двух опорных векторов. Одним из этих векторов является направление к центру Земли, т. е. вектор ускорения свободного падения. Вторым вектором может быть либо ось вращения Земли (при использовании приведенного гироскопа), либо направление магнитных силовых линий (при использовании 3-компонентного феррозонда [4] либо другого магнитного датчика) [1].

При бурении скважин в северных широтах магнитные силовые линии воздействуют на датчик магнитного поля почти вертикально, т. е. угол между двумя опорными векторами мал, а потому погрешность определения азимута становится значительной (много больше погрешности определения зенитного угла). Такая же ситуация происходит и при применении гироскопа для получения второго опорного вектора. Поэтому для получения достаточной результирующей точности инклинометров [4] инструментальная погрешность снижается за счет применения сложной, но эффективной калибровки датчиков при их выпуске. При этом выходной сигнал инклинометра обрабатывается специальной программой с учетом данных калибровки, что позволяет снизить систематическую погрешность. Для снижения же случайной погрешности измерений [3] учитывают всю совокупность измерений по длине скважины и применяют сглаживание с помощью сплайнов. При этом про-

филь скважины может быть рассчитан более точно. Таким образом, требуется снизить инструментальную и методическую погрешность измерения направления оси скважины по всей ее длине, но при этом все же необходимо учитывать структуру и свойства залегающих под зоной бурения пластов [1].

В настоящее время на кафедре «Мехатронные системы» Ижевского государственного технического университета ведется разработка буровой колонны с двухконтурным гидравлическим отклонителем направленного бурения. Двухконтурный гидравлический отклонитель позволяет изменять угол бурения от 0° до 3° с погрешностью $0,08^\circ - 0,15^\circ$ в зависимости от уровня исполнения.

Зная точность, габариты и погрешность отклонения, можно будет просчитать траекторию.

Также ведутся работы по подаче заявки на полезную модель.

Проведенный анализ существующих способов отклонения буровых колонн показал, что перспективным будет проведение работ в следующих направлениях:

- создания нового отклоняющего устройства;
- создания системы управления работой отклонителя;
- создание теории управления.

Список литературы

1. Живов П. Н. К вопросу полностью автоматизированного управления траекторией бурения скважин // Технологии. Оборудование. Материалы. – 2006. – № 3. – С. 65–70.
2. Шулаков А. С. Автоматизированная система управления бурением скважин со сложной траекторией на основе прогнозирующих моделей : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2005. – 16 с.
3. Лукьянов В. Т. Развитие теории управления искривлением скважин при бурении : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.15.10. – Краснодар, 1998. – 45 с.
4. Миловзоров Г. В. Инклинометрические преобразователи для систем управления бурением наклонно направленных и горизонтальных скважин : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.05. – Уфа, 1997. – 47 с.
5. Современные технологии бурения. URL: <http://www.drilling.ru/> (дата обращения: 21.04.2010).
6. Зиненко В. П. Направленное бурение : учеб. пособие для вузов. – М. : Недра, 1990. – 152 с.
7. Техника для бурения скважин. ЗАО «Гидробур-Сервис». URL: <http://www.gidrobur-s.com/index.html> (дата обращения: 21.04.2010).

* * *

E. S. Chukhlantsev, Magstrand, Izhevsk State Technical University

A. V. Shchenyatskiy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University

Development of Drill Column with Double-Circuit Hydraulic Whipstock of Guided Drilling

The deflection methods of drill columns at development of holes are reviewed. The methods classification is performed, advantages and drawbacks are determined. The upcoming trend of research on building intelligent columns is determined.

Keywords: drill column, guided drilling, whipstock

Получено 02.03.10