

УДК 622.24

**ИССЛЕДОВАНИЕ САМООРИЕНТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ
СНАРЯДА ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

И.А.Юшков, А.В.Скубко

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены принципиальные схемы самоориентирующих систем, выделена наиболее эффективная схема со свободной подвеской колонны на подшипнике. Проведен кинематический анализ работы узла ориентирования. Определена область устойчивой работы ориентатора с гидромеханическим приводом.

Значительное количество буровых скважин сооружаются со строгим контролем ее пространственного положения. Это позволяет минимизировать общие затраты на бурение скважин. Для корректировки траектории буримой скважины в случае ее отклонения от проектного профиля применяют забойные компоновки, включающие отклоняющий снаряд и ориентирующее устройство. Ориентирование бурового снаряда предназначено для придания ориентированного положения конструктивным элементам отклонителя и является одной из ответственных операций в цикле работ при искусственном искривлении.

Одним из перспективных способов ориентирования отклонителей является применение автоматических забойных ориентаторов. Такие ориентаторы предназначены для автоматического разворота корпуса под действием веса ориентатора. Принцип самоориентирования, основан на способности эксцентрично подвешенной массы, занимать в наклонной скважине положение вдоль нижней образующей апсидальной плоскости скважины. Благодаря использованию подобных систем появляется возможность упростить многооперационный процесс ориентирования, сократить влияние ряда субъективных факторов на точность работ, отказаться от использования лебедки, пульта, провода и других вспомогательных приспособлений, необходимых при существующих методах ориентирования, расширить область применения в условиях вязкого глинистого раствора, а также при различных зенитных углах. Кроме того, весьма важным достоинством является возможность значительно сократить затраты времени на ориентирование [1].

На кафедре технологии и техники бурения скважин ДонНТУ проводятся работы по проектированию и исследованию систем

самоориентирующего типа. Проведенный анализ позволил выделить основные кинематические схемы самоориентирующихся устройств, различающиеся взаимосвязью эксцентричного груза с отклоняющим органом, с колонной бурильных труб и стенками скважины (рис. 1).

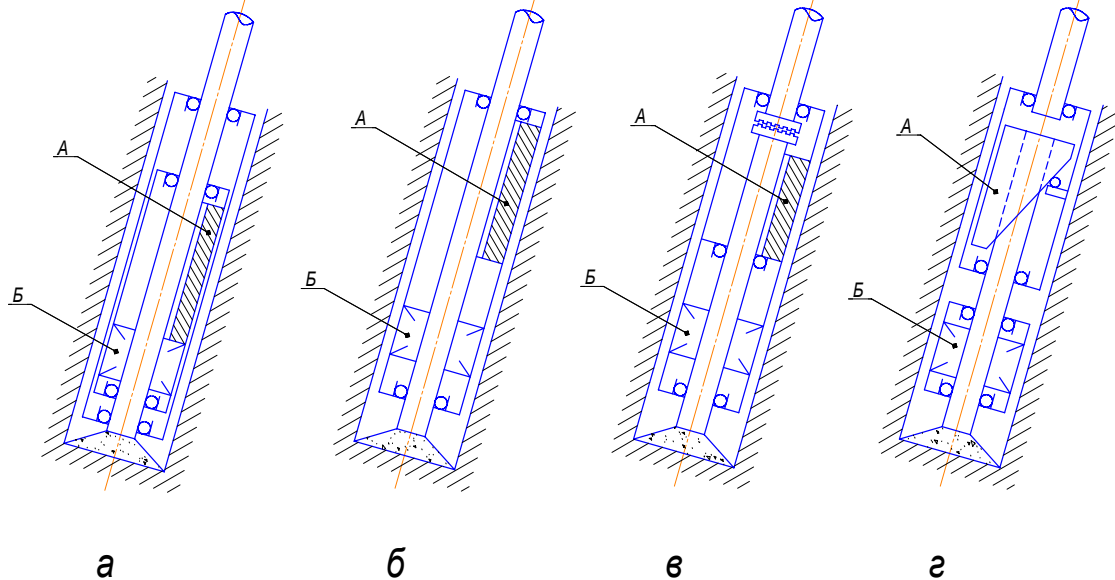


Рис. 1 Кинематические схемы самоориентирующихся устройств

На первой схеме (рис. 1, *а*) дебаланс *А* непосредственно связан с отклоняющим органом *Б*. Вся система *А+Б* установлена на радиальных опорах и изолирована от трения о стенки скважины. При работе дебаланс вместе с отклоняющим органом поворачивается вокруг вала, преодолевая трение в подшипниках и уплотнениях, а корпус всего устройства остается неподвижным.

На второй схеме (рис. 1, *б*) дебаланс *А* через корпус устройства связан с отклоняющим органом *Б*. Система *А+Б* установлена на радиальных опорах и соприкасается со стенками скважины. При работе эксцентричный груз вместе с отклоняющим органом поворачивается вокруг вала, преодолевая трение в опорах, уплотнениях и в контакте корпуса отклонителя со стенкой скважины. При этом можно использовать расхаживание снаряда, что повышает эффективность самоориентации.

На третьей схеме (рис. 1, *в*) дебаланс *А* через корпус связан с отклоняющим органом *Б*. Вся система *А+Б* взаимодействует с бурильной колонной через свободную подвеску на опорном подшипнике и соприкасается со стенками скважины. При работе эксцентричный груз вместе с корпусом устройства, в том числе и с отклоняющим органом, поворачивается на подвеске: вокруг оси, преодолевая трение в подвеске и трение корпуса о стенки скважины.

Применяемое при этом расхаживание снаряда повышает эффект самоориентации.

По схеме (рис. 1, з) ориентирующий стакан А связан через вал с отклоняющим органом Б. Вся система А+Б взаимодействует с бурильной колонной через свободную подвеску на опорном подшипнике и соприкасается со стенками скважины. Под действием давления рабочей жидкости от бурового насоса и веса отклоняющего органа осуществляется поворот внутреннего вала, связанного в свою очередь с корпусом отклонителя. Последний поворачивается на подвеске вокруг оси, преодолевая только трение в подвеске и трение корпуса о стенки скважины.

При выборе оптимальной схемы основным критерием эффективности служит точность ориентирования [2]. Рассмотрим взаимодействие усилий при работе дебаланса. Очевидно, для всех схем условие углового движения груза можно представить в виде

$$M_c \geq M_T$$

где M_c – смещающий момент сил, создаваемый массой груза; M_T – тормозящий момент сил трения.

Смещающий момент сил от действия груза в наклонной скважине можно выразить формулой

$$M_c = P_r l \sin \varphi \sin \theta$$

где P_r – вес дебаланса или корпуса отклонителя; l – расстояние от центра тяжести груза до оси вращения; φ – угол между плоскостью центра тяжести груза и апсидальной плоскостью скважины; θ – зенитный угол скважины.

Повороту отклоняющего органа препятствует суммарный момент, включающий моменты сил трения в уплотнениях, в подшипниках, трения компоновки о стенки скважины.

Очевидно, при проектировании самоориентирующихся устройств наиболее перспективной кинематической схемой является схема, предусматривающая связь компоновки с бурильной колонной через свободную подвеску на опорном подшипнике. По этой схеме (рис. 1, з) ориентирующий стакан изолирован от стенки скважины, а отклоняющий орган касается стенок скважины, но благодаря использованию свободной подвески вся система поворачивается на упорных подшипниках. Тогда момент трения в опорном подшипнике узла подвески в самоориентирующем буровом снаряде:

$$M_T = Ga_r f \sqrt{\sin^2 \theta \left(\frac{l_1}{l_1 + l_2} \right)^2 + \cos^2 \theta},$$

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ И НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛЯХ, ГЕОДЕЗИИ И МАРКШЕЙДЕРИИ

где G – общий вес ориентатора и отклонителя, кг; a_r – плечо сил трения в подшипнике (радиус подшипника), м; f – коэффициент трения в подшипнике; l_1 , l_2 – длины отклонителя и ориентатора соответственно, м.

Для расчета значений основных параметров самоориентирующей системы была разработана расчетная программа (рис. 2).

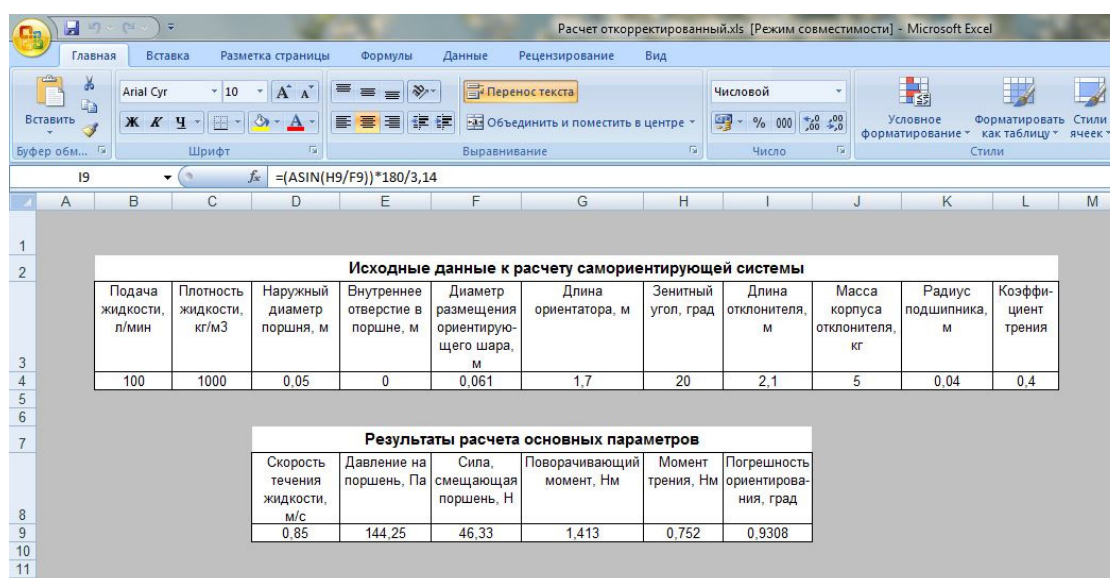


Рис. 2 Системный вид программы для расчета основных параметров узла ориентирования в среде Microsoft Office Excel 2007

На рис. 3 представлены графики зависимости смещающего и тормозящего моментов от зенитного угла скважины, построенные с учетом подачи рабочей жидкости в 100, 200, 300 л/мин.

Анализ полученных графических зависимостей показывает, что смещающий момент снижается при увеличении зенитного угла скважины. Так, при подаче промывочной жидкости 100 л/мин и зенитном угле 10° поворачивающий момент составляет 0,59 Нм, а при 90° – 0,009 Нм. Характер криволинейных зависимостей, построенных для различных значений подачи рабочей жидкости не меняется.

Также на графике показана зависимость момента трения в подшипниковом узле от зенитного угла. Величина момента трения плавно снижается от 0,39 до 0,22 Нм при увеличении зенитного угла и не меняет своей величины при изменении подачи промывочной жидкости.

Пересечение кривых смещающего и тормозного моментов позволяет установить область применения самоориентирующей системы по зенитному углу скважины. Установлено, что при превышении значения зенитного угла свыше 65° величина тормозного

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ И НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛЯХ, ГЕОДЕЗИИ И МАРКШЕЙДЕРИИ

момента превышает смещающий момент. Это означает, что совместное действие давления жидкости и составляющая веса не обеспечивают достаточного момента для разворота корпуса отклонителя под требуемым углом установки. Очевидно, что разворот корпуса отклонителя в скважине с зенитными углами от 65° до 90° возможен только при применении расхаживания бурового снаряда.

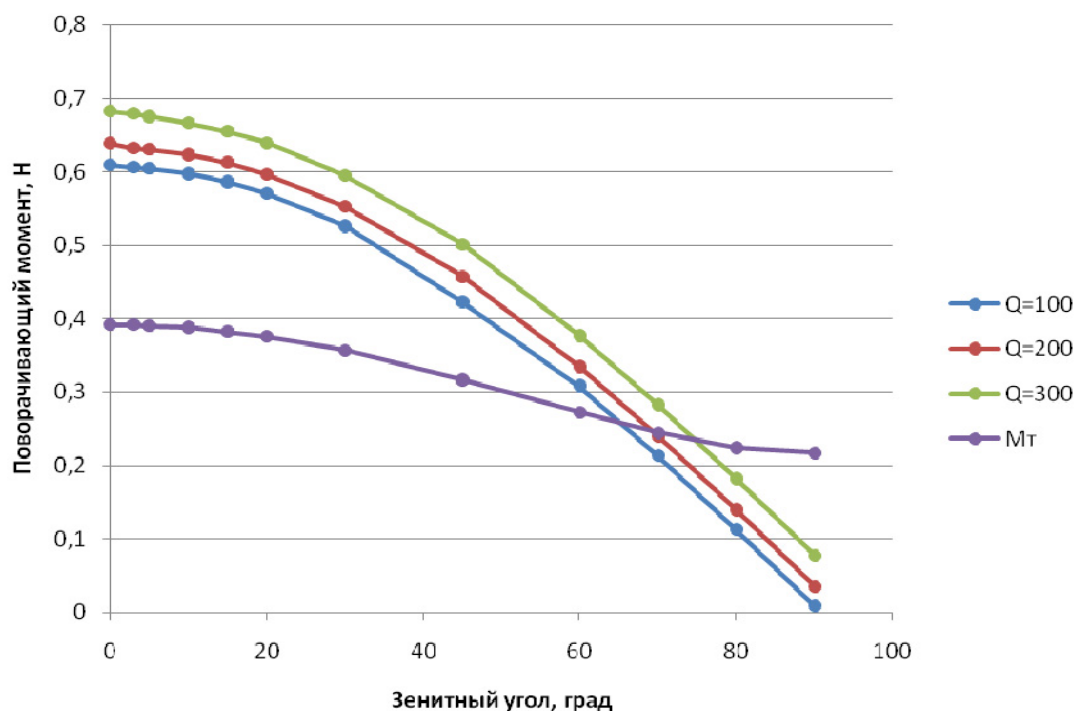


Рис. 3 Зависимость смещающего и тормозящего моментов от зенитного угла скважины

Выводы:

1. Для разворота отклонителей под требуемым углом установки эффективно использовать самоориентирующие системы с гидромеханическим приводом, взаимодействующие с бурильной колонной через свободную подвеску на опорном подшипнике.

2. Область устойчивой работы самоориентирующего устройства по зенитному углу наклонно-направленной скважины составляет от 0 до 60 градусов. Для осуществления ориентирования в скважинах с большим зенитным углом необходимо выполнение расхаживания бурового снаряда.

Библиографический список

1. Бурение наклонных и горизонтальных скважин /А.Г. Калинин, Б.А. Никитин, К.М. Солодкий, Б.З.Султанов – М.: Недра, 1997. – 648 с.
2. Костин Ю. С. Современные способы направленного бурения скважин. – М: Недра, 1981. – 153 с.