

## Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Трохова Владислава Валерьевича **«Технико-технологические решения по обеспечению проектной траектории наклонно направленных скважин»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин

Диссертационная работа состоит из введения, 4-х глав и заключения, содержит 150 страниц машинописного текста, в том числе 27 рисунков, 18 таблиц. Библиография включает 110 наименований использованной литературы.

Опыт проводки наклонно направленных скважин показывает, что на отклонение фактической траектории скважины от проекта влияет целый ряд геологических, технических и технологических факторов. Оценка степени влияния этих факторов на обеспечение проектной траектории остается недостаточно изученной, тем не менее их значимость позволяет прогнозировать технико-технологические условия проводки скважины в заданном коридоре допуска. Кроме того, важно оптимизировать размеры элементов компоновки нижней части буровой колонны, разработка требований к линейным размерам отдельных секций КНБК позволяет обеспечить требуемые функциональные возможности КНБК.

Таким образом, исследования, направленные на разработку технико-технологических решений по обеспечению проектной траектории скважины, является **актуальной** задачей, решение которой позволит повысить технико-экономические показатели бурения наклонно направленных скважин.

**Достоверность и обоснованность результатов работы** обеспечена значительным объемом промысловых исследований и использованием общепринятых методик расчета отклоняющих компоновок нижней части буровой колонны. Выводы и рекомендации диссертации Трохова В.В. обоснованы и в целом не вызывает сомнений, построены на теории и классических представлениях о формировании траектории наклонно направленных скважины в пространстве и причин отклонения фактической

Вход. № 1233  
«20» 03 2015г.

траектории от проектной. Выводы и рекомендации вытекают из текста диссертации, подтверждены сравнительным анализом, таблицами, графиками и результатами промысловых исследований.

**Научная новизна** проведенных исследований, связана с решением актуальной проблемы, состоящей в разработке технико-технологических решений по обеспечению проектной траектории скважины, которые вполне можно квалифицировать как научную новизну. Соискателем использованы современные информационные технологии, а именно нейросеть, для выявления степени влияния на отклонение фактической траектории от проектной по зенитному углу на участке стабилизации. На основании промысловых исследований для группы месторождений Тимано-Печорской провинции установлена весовая значимость параметра твердость пород – 1,0; параметра осевой люфт вала шпинделя винтового забойного двигателя-отклонителя – 0,95; параметра величина зенитного угла – 0,90.

Установлена степень влияния на отклонение фактической траектории от проектной по азимуту на участке стабилизации: весовая значимость параметра величина зенитного угла – 1,0; параметра осевая нагрузка – 0,87; параметра кавернозность пород – 0,83.

Определены области изменения угла перекоса между силовой и шпиндельной секциями двигателя, позволяющие активно менять радиус искривления скважины или стабилизировать его: при изменении угла от  $1,0^{\circ}$  до  $1,4^{\circ}$  темп прироста радиуса составляет 200-300%; при изменении угла от  $1,4^{\circ}$  до  $3,0^{\circ}$  темп прироста радиуса составляет 10-20%. Увеличение разности между диаметром долота и двигателя увеличивает темп прироста радиуса.

Все сформулированные положения научной новизны убедительно подтверждены аналитическими и промысловыми исследованиями.

**В первой главе** аналитический обзор исследований проводки наклонно направленных скважин, в том числе участка стабилизации с применением винтовых забойных двигателей-отклонителей. Собранный автором промысловая информация служит практическим подтверждением исследованиям

отечественных и зарубежных ученых о влиянии большого числа причин и параметров на отклонение фактической траектории от проектной.

Заключение. Проведенный анализ позволил определить цель работы и информационную базу защищаемого положения 1.

**Вторая глава** посвящена методическому обоснованию применения нейросетевой технологии для факторного анализа по обеспечению проектной траектории скважины, что позволяет оптимизировать процесс исследований и повысить достоверность полученных результатов.

**В третьей главе** автором представлены технико-технологических рекомендации по обеспечению проектной траектории наклонно-направленных скважин на участке стабилизации с применением нейросети. Собранные соискателем информационная база представлены промысловыми данными по 14 скважин на 6 месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Нейросеть была использована для факторного анализа, что позволило установить весовую значимость величины зенитного угла – 1,0; твердости пород – 1,0 и осевого люфта – 0,95 на стабилизацию зенитного угла и азимута скважины одновременно. Таким образом, **первое защищаемое положение доказано.**

По «обученной» нейросети был выполнен прогноз входных параметров, обеспечивающих выполнение проектной траектории в заданном коридоре: отклонение по зенитному углу не в пределах  $\pm 0,2^\circ$ , по азимуту  $\pm 1,5^\circ$ , то есть абсолютные ошибки показаний телесистемы.

Прогнозная модель включала все возможные сочетания бинарного входного вектора, равного  $2^8$ , где 8 – число входных параметров. Это позволило найти входной вектор, при которых будут обеспечены требуемые значения отклонений

После обратного преобразования к абсолютным значениям, получены следующие рекомендации:

1. зенитный угол на участке стабилизации должен составлять не менее  $39^\circ$ , что обеспечивает не только стабилизацию зенитного угла, но и стабилизацию азимутального искривления;

2. участок стабилизации рекомендуется планировать к бурению в породах категории 4÷5 (классификация твердости горных пород по Л. А. Шрейнеру);
3. кавернозность пород должна быть не более 1,14;
4. осевой люфт вала шпинделя не должен превышать 4÷5 мм, радиальный люфт (в большей степени приводит к азимутальному искривлению) не должен превышать 1 мм;
5. отношение длины нижнего плеча двигателя-отклонителя к длине верхнего должно составлять  $\approx 0,33$ ,
6. количество метров, пройденных отклонителем с вращением ротором, должно составлять 70÷80% от общей длины участка.

Выполнение рекомендаций обеспечивает проводку траектории в коридоре значений по зенитному углу  $\pm 0,2^\circ$ , по азимуту  $\pm 1,5^\circ$ .

Можно считать **второе защищаемое положение доказанным.**

**В четвертой главе** выполнены исследования по оптимизации параметров компоновок нижней части бурильной колонны. Для расчетов использована математическая модель, разработанная во ВНИИБТ, по которой упруго-напряженное КНБК описывается дифференциальным уравнением изгибающих моментов четвертого порядка. Соискателем использовался программный продукт «Буровая навигация», автор – А.С. Повалихин. Проведены исследования зависимости радиуса искривления от величины зенитного угла, величины угла перекоса осей двигателя-отклонителя, отношения длины нижнего плеча к длине верхнего; отношения диаметра двигателя к диаметру долота и места установки верхнего опорно-центрирующего устройства.

Исследования позволили установить, что при зазоре между диаметрами долота и двигателя не более 10-11% и отношении длины нижней секции двигателя к длине верхней не менее 0,33, увеличение радиуса искривления скважины происходит на 10-15% в зависимости от изменения в широких пределах зенитного угла скважины (от  $10^0$  до  $45^0$ ) и места установки опорно-центрирующего устройства выше двигателя-отклонителя (от 3 до 15 метров). Таким образом, можно считать, что **третье защищаемое положение доказано.**

**Практическая ценность работы** заключается в том, что результаты, полученные автором, могут быть использованы буровыми предприятиями и сервисными компаниями для обеспечения проектной траектории скважины, в том числе на участке стабилизации. Выбор величины угла перекоса между секциями двигателя при использовании регулятора угла в соответствие с полученными рекомендациями позволит более корректно обеспечить проектный радиус искривления скважины.

#### ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАБОТЕ

1. Существует некорректность при использовании терминов нейросетевой технологии: таких, как «сила» влияния входного сигнала, «обученная» нейросеть. Этим терминам нет исчерпывающих объяснений и правильнее было бы использовать их, заключив в кавычки.
2. Вызывает вопросы выбранный коридор круга допуска, использованный для прогноза. Интереснее было бы выбрать конкретное месторождение и получить рекомендации для конкретных условий.
3. В работе слабо исследованы вопросы влияния места установки и диаметров опорно-центрирующих устройств на радиус искривления скважины.
4. Не приведено обоснования выбора представленного в расчетах типоряда долот и забойных двигателей.

Замечания имеют частный характер и не влияют на общую положительную оценку представленной работы в целом.

#### ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация является самостоятельной завершенной научно-исследовательской работой, выполненной в рамках поставленной цели и решенных задач.

Текст диссертации написан грамотно, хорошо иллюстрирован. Замечаний по оформлению работы нет.

Основное содержание работы в достаточной мере отражено в печати: 8 публикаций, в том числе 3 – в реферируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Материалы диссертации прошли достаточную апробацию на конференциях различного уровня, поэтому научная общественность и специалисты имели возможность ознакомиться с научными положениями и практическими результатами работы.

Автореферат отражает основные идеи, содержание и выводы диссертации, выдержан по форме и объему.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная работа по совокупности полученных результатов, актуальности, научному уровню и содержанию соответствует требованиям п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. В ней выполнены научно обоснованные технико-технологические решения по обеспечению проектного профиля наклонно направленных скважин, имеющие существенное значение для совершенствования технологии бурения.

Автор, Трохов Владислав Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин.

Официальный оппонент  
кандидат технических наук,  
ООО Буровая Сервисная Компания  
«РИНАКО» г. Москва, заместитель  
начальника отдела технологий  
Департамента качества строительства  
и эксплуатации скважин

123458 г. Москва, ул. Маршала Прошлякова, 30.

Тел. (8495) 9873031, e-mail:bsk@bsk-uinako.ru

 С.А. Краснов

Начальник отдела по  
управлению персоналом

Ивачова, О. В.

Подпись С.А. Краснова заверяю

