

## 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.

### Актуальность темы диссертации, ее связь с планами по науке

Опыт проводки наклонно направленных скважин показывает, что фактические траектории не всегда соответствуют проектному профилю. На отклонение ствола скважины от проекта влияет целый ряд геологических, технических и технологических факторов. Степень влияния этих факторов на выполнение проектной траектории остается недостаточно изученной, тем не менее оценка их значимости позволяет прогнозировать те технико-технологические условия, которые обеспечат проводку фактического ствола скважины в заданном коридоре отклонения от проектной траектории. Решение задачи выполнения проектной траектории невозможно без поиска оптимальных размеров элементов компоновки нижней части бурильной колонны. Разработка требований линейным размерам отдельных секций КНБК является важным этапом ее проектирования, определяющим 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.

Вход. № 1066  
«12» 03 2015

## **Достоверность и обоснованность результатов работы**

Достоверность обеспечена значительным объемом промышленных исследований, использованием общепринятых методик расчета отклоняющих компоновок нижней части бурильной колонны, воспроизводимостью полученных при этом результатов. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы Трохова В.В. в целом не вызывает сомнений. Они построены на теории и классических представлениях, сложившихся в области научных исследований по формированию траектории наклонно направленных скважины в пространстве и причин отклонения фактической траектории от проектной. Полученные выводы и рекомендации вытекают из текста диссертации, подтверждены сравнительным анализом, таблицами, графиками и результатами промышленных исследований.

### **Научная новизна**

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований, связанных с решением актуальной проблемы, соискателем получены новые знания, состоящие в разработке технико-технологических решений по обеспечению проектной траектории скважины, которые вполне можно квалифицировать как научную новизну. На основании промышленных исследований для группы месторождений Тимано-Печорской провинции с использованием нейросетевой технологии установлена степень влияния на отклонение фактической траектории от проектной по зенитному углу на участке стабилизации: 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 промышленными исследованиями.

### **Анализ содержания диссертационной работы**

**В первой главе** выполнен анализ теории и практики проводки наклонно направленных скважин, в том числе участка стабилизации с применением винтовых забойных двигателей-отклонителей. Собранный автором промышленная 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 защищаемое положение 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 материалах **третьей главы** автором представлены технико-технологические рекомендации по обеспечению проектной траектории наклонно-направленных скважин на участке стабилизации с применением нейросети. На большом объеме промышленной информации (14 скважин на 6 месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции) выполнено

обучение нейросети, что позволило установить степень влияния факторов на стабилизацию зенитного угла и азимута скважины одновременно: весовая значимость величины зенитного угла – 1,0; твердости пород – 1,0 и осевого люфта – 0,95. 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 построена на последовательности значений входного вектора, включающей все возможные сочетания его значений, равного  $2^8$ , где 8 – число входных параметров. Это позволило найти входной вектор, при которых будут обеспечены требуемые значения отклонений

Совершив обратное преобразование к абсолютным значениям, получили 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.**

**Четвертая глава** посвящена исследованию и оптимизации параметров компоновок нижней части бурильной колонны для обеспечения проектной траектории. Использована математическая модель, разработанная во ВНИИБТ, по которой упруго-напряженное КНБК описывается дифференциальным уравнением изгибающих моментов четвертого порядка. Расчетная схема реализована А.С. Повалихиным в программном продукте «Буровая навигация», который был использован для исследования и поиска оптимальных параметров компоновки. Выполнены 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.

Выполнение 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 изменении 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.**

### **Оценка выводов по диссертационной работе**

**Выводы** по работе включают пять положений. Первый вывод является обобщающим по первой главе и в своем изложении подтверждает актуальность работы. Второй вывод основан на материалах исследований по третьей главе и повторяет доказанное первое защищаемое положение. Вывод обоснован и полностью соответствует материалам диссертации. Вывод 3 является заключительным по третьей главе. Вывод соответствует материалам диссертации. Вывод 4 показывает результаты исследования требований к линейным размерам отдельных секций КНБК и повторяет доказанное третье защищаемое положение. Вывод обоснован и соответствует материалам

диссертации. Вывод 5 обоснован исследованиями зависимости радиуса искривления скважины от угла перекоса между секциями двигателя-отклонителя, соответствует материалам диссертации

### **Практическая ценность работы**

Практическая значимость 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. Аргументы автора о преимуществе нейросети по сравнению с методами математической статистики не достаточно убедительны. Хотелось бы увидеть более глубокий анализ и сравнение этих подходов.
2. Не исследованы причины, вызывающие такой серьезный прирост темпа искривления радиуса при углах перекоса  $1,0-1,4^0$  (третий пункт новизны).
3. На рисунках 4.4-4.8 приведены графики, а не зависимости. Целесообразно прописать линию тренда, это в первую очередь касается рисунка 4.8
4. Низкое качество рисунков 1.3-1.6

Отмеченные замечания не умаляют общую положительную оценку представленной работы.

### **ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ**

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

Текст диссертации написан грамотно, хорошо иллюстрирован. Существенных 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  
доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры разработки и эксплуатации  
нефтяных и газовых месторождений  
ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский  
федеральный университет»



В.Т. Лукьянов

355029 г. Ставрополь, пр. Кулакова 4-б/1, корпус 50  
Тел. (8652) 94-00-96, 39-41-21, 39-54-21, E-mail: RANGM26@yandex.ru



ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ:  
Заместитель начальника  
управления кадровой политики -  
начальник отдела  
по работе с сотрудниками

*Лукашук В. В.*

