

**АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
НЕФТЯНАЯ АКАДЕМИЯ**

---

*На правах рукописи*

**РАВАНОВ АЗЕР ФАИГ ОГЛЫ**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКИ И  
ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ИСКРИВЛЕНИЕМ НА-  
КЛОННЫХ СКВАЖИН**

**Специальность:** 2523.01—«Технология бурения скважин»

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по технике

**БАКУ – 2015**

Работа выполнена в Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии

**Научный руководитель:** д.т.н., проф. **А.М. Мамедтагизаде**

**Официальные** д.т.н., проф. **Н.Э. Зейналов**

**оппоненты:** доктор философии по технике **Х.С. Татлиев**

**Ведущее предприятие:** «Комплекс буровых работ» ГНКАР

Защита состоится « 27 » марта 2015 г. в 11<sup>00</sup> часов на заседании Диссертационного Совета D02.141 при Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии по адресу: AZ1010, г.Баку, пр. Азадлыг, 34, АГНА.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии.

Автореферат разослан «      »                      2015 г.

Ваши отзывы в двух экземплярах, заверенные гербовой печатью, просим направлять по указанному адресу ученому секретарю Диссертационного Совета D02.141.

**Ученый секретарь,  
диссертационного Совета D02.141,  
доктор технических наук,  
профессор**

**А. М. Алиев**

## ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Принимая во внимание современные особенности освоения месторождений всё большую актуальность приобретает разработка новых и совершенствование существующих методов, технико-технологических решений по проектированию и строительству скважин, целью которых является снижение капитальных затрат и увеличение нефтеотдачи пластов.

Указанным тенденциям соответствует бурение скважин с большими отклонениями от вертикали, особенно в морском кустовом бурении, горизонтальных и многозабойных скважин. Накопленный отечественный и зарубежный опыт строительства наклонных скважин с большим отклонением ствола от вертикали представляет практический интерес, особенно в связи с намеченными в ближайшие годы перспективами интенсивного освоения морских нефтегазовых месторождений и доразработки старых месторождений.

Сегодня существуют все предпосылки для широкого распространения технологии многозабойного бурения. В будущем эта технология станет основным способом добычи нефти и газа.

Несмотря на уже ставшую традиционной технику и технологию строительства скважин по-прежнему существуют проблемы при управлении траекториями таких скважин в процессе бурения.

В настоящее время важнейшей задачей является снижение затрат на строительство наклонных скважин за счёт создания простых, дешевых и надежных неориентируемых компонентов, в сочетании с простыми средствами контроля за параметрами скважины, и разработки новых технологических принципов безориентированного управления искривлением наклонных и горизонтальных скважин.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать однозначный вывод об актуальности и своевременности исследований, составляющих тему диссертации.

**Цель работы.** Повышение эффективности управления искривлением наклонных скважин за счет разработки новых технических средств для безориентируемого управления траекторией искривления ствола.

**Основные задачи исследований:**

1. Исследование и разработка техники и технологии безориентированного управления искривлением наклонных скважин.
2. Разработка конструкции самоориентируемого центратора с плавающими планками для набора и спада зенитного угла в заданном азимуте.
3. Разработка конструкции съемного упругого центратора для стабилизации зенитного угла.
4. Разработка конструкции центратора с изменяющимся диаметром для оперативного управления изменением величины зенитного угла в процессе бурения.
5. Разработка технологии бурения наклонной скважины с помощью разработанных технических средств.
6. Разработка программного комплекса для расчета мест установки и отклоняющей силы для каждого центратора.

**Методы решения поставленных задач.** Для решения поставленных задач в работе применялись общие принципы методологии научных исследований, включающие в себя анализ и обобщение литературных и патентных источников, проведение методологических и теоретических исследований и моделирование на компьютере.

Методической основой исследований явился комплексный подход к решению основных задач работы, а в качестве инструмента - элементы теории упругости и математического анализа. Для практической реализации всех предложенных алгоритмов и создания соответствующих программных комплексов использовался пакет Visual Basic 6.0.

**Научная новизна:**

1. Разработаны конструкции опорно-центрирующих устройств с различными свойствами, позволяющими эффективно

использовать неориентируемые КНБК для эффективного управления искривлением стволов наклонных и горизонтальных скважин.

2. Разработаны и научно обоснованы новые технологические принципы безориентированного управления искривлением наклонных и горизонтальных скважин.

3. Разработаны методики и алгоритмы расчета забойных компоновок с различными типами опорно-центрирующих устройств и пакет прикладных программ для их реализации.

### **Основные защищаемые положения**

- Конструкция самоориентируемого центратора с плавающими планками для набора и спада зенитного угла в заданном азимуте.

- Конструкция съемного упругого центратора для стабилизации зенитного угла.

- Конструкция центратора с изменяющимся диаметром для оперативного управления изменением величины зенитного угла в процессе бурения.

- Технологические принципы безориентированного управления искривлением наклонных и горизонтальных скважин.

- Алгоритмы и структура программного комплекса для расчета мест установки и отклоняющей силы для каждого центратора

### **Практическая ценность и внедрение результатов работы.**

Проведенные исследования и разработки имеют важное практическое значение. На основании разработанных технических средств получена возможность для выработки эффективных управляющих решений при проводке наклонных и горизонтальных скважин непосредственно в процессе бурения.

Разработанное программное обеспечение для оперативного проектирования профилей скважин и КНБК внедрено в МУБР «Нефть Дашлары» и использовалось при бурении скважин на месторождении «Гюнешли». Стоимость 1 м проходки

уменьшилась на 35,42 маната, а экономический эффект от внедрения составил 467 083, 54 манат.

Получен патент Азербайджанской Республики на конструкцию съемного упругого центратора для стабилизации зенитного угла.

Основные положения диссертации используются в учебном процессе кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии (АГНА) при изучении дисциплин: «*Quyuların qazılmasında kompüterlə idarə etmə sistemlərinin tətbiqi*», «*Küt quyuların trayektoriyalarının idarə edilməsi texnologiyaları*», «*Dəniz küt qazılması üçün kompüter texnologiyaları və program təminatı*» по специальности 060606.

### **Личный вклад автора в выполнение диссертационной работы.**

Автором принято участие в постановке темы диссертационной работы и формулировке основных задач исследований.

Автором самостоятельно выполнен анализ накопленного в рассматриваемой области опыта, проведены литературный и патентный обзоры, разработаны отдельные элементы предлагаемых компоновок, разработаны алгоритмы и созданы рабочие программы для расчета неориентируемых компоновок низа бурительной колонны.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на следующих научно - технических конференциях:

- Международной научной конференции «Нефть-Газ, Нефтепереработка и Нефтехимия» посвященной 90-летию АГНА, 2010 г.

- XIV Республиканской Научной Конференции Докторантов и Молодых Ученых. 2010 г.

- XVII-ой Республиканской научной конференции докторантов и молодых ученых – 2012.

- Международной научно-практической конференции докторантов и молодых исследователей «Азербайджан 2020: перспективы нефтяной и газовой промышленности», посвя-

щенной 90-летию общенационального лидера Азербайджана Гейдара Алиева - 2013.

Основные положения диссертации вошли в научные отчеты кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» АГНА.

**Публикации.** Основные материалы диссертационной работы опубликованы в 13 печатных работах, в том числе в 9 статьях, в 3 материалах научно-технических конференций и 1 патенте.

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, основных выводов, списка использованных источников из 127 наименований и двух приложений. Работа изложена на 162 страницах машинописного текста, содержит 39 рисунков и 12 таблиц.

Диссертация является результатом научно-исследовательских работ, выполненных на кафедре «Бурение нефтяных и газовых скважин» АГНА. Работа базируется на теоретических и практических исследованиях отечественных и зарубежных специалистов, а также на разработках выполненных лично автором.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю доктору технических наук, профессору А.М. Мамедтагизаде за ценные советы и помощь при подготовке диссертационной работы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность проблемы, которой посвящена диссертационная работа, определена цель работы, поставлены задачи исследований, выбраны методы их решения, сформулированы научная новизна, основные защищаемые положения и практическая ценность результатов работы.

**В первой главе** рассмотрены особенности процесса управления искривлением наклонных и горизонтальных скважин, проведены литературные и патентные исследования.

Последнее десятилетие характеризуется значительным увеличением числа скважин с большим отходом от вертикали. Если на заре развития направленного бурения к категории скважин с большим отклонением от вертикали были отнесены скважины с коэффициентом отклонения (отношение отклонения скважины от вертикали к глубине скважины по вертикали) больше 1,0, то в настоящее время это величина составляет 2,0 - 6,5.

Уже были примеры успешной практики строительства таких скважин – в Азербайджане, в Западной Сибири, Башкирии, на Сахалине и во Вьетнаме. Вопросам разработки и совершенствования техники и технологии строительства таких скважин посвящен ряд исследований.

На основании материалов главы выбраны направления исследований, сформулированы цель работы и задачи исследований.

**Во второй главе** рассматриваются вопросы повышения эффективности управления траекторией бурения наклонных скважин.

При проводке различных интервалов профиля для управления траекторией бурения применяют специальные механизмы для создания отклоняющей силы и изменения угла перекоса долота, которые имеют сложную конструкцию и не вышли за рамки опытно-промышленного применения.



Упростить конструкцию и повысить надёжность систем управляемого бурения можно за счёт использования существующих отечественных и зарубежных конструкций центраторов.

В настоящее время для безориентированного управления параметрами искривления широко используются забойные компоновки с одним или несколькими центраторами. Успех применения таких компоновок в основном зависит от правильного выбора диаметра и места установки центратора. Однако практика бурения наклонных скважин на различных месторождениях показала, что использование одной и той же забойной компоновки в твердых породах приводит к малоинтенсивному увеличению зенитного угла, в то время как в мягких породах – в лучшем случае к стабилизации, а в худшем случае к спаду зенитного угла. Объясняется это тем, что при бурении в мягких породах за счет податливости стенок скважины планки центратора внедряются в них, а при вращении бурильной колонны ротором или за счет реактивного момента забойного двигателя происходит разрушение нижней стенки скважины, что в свою очередь приводит к уменьшению отклоняющей силы на долоте и как следствие к потере работоспособности забойной компоновки.

Другой важной причиной является то, что в мягких породах за счет размыва стенок скважины промывочной жидкостью образуются каверны при попадании, в которые центратор теряет свое назначение.

В связи с этим были проведены исследования и разработаны конструкции центраторов и методики их расчета, позволяющие определить места установок центраторов при бурении различных интервалов профиля наклонных и горизонтальных скважин и боковых стволов из них.

С целью повышения эффективности управления траекторией ствола скважины неориентируемыми КНБК и достижения увеличения отклоняющей силы на долоте при бурении различных интервалов боковых стволов, разработана саморегулируемая неориентируемая КНБК, которая включает в себя съемный

опорно-центрирующий элемент (центратор) с гибкой гидравлической основой съемных планок, обладающей функциональными возможностями как саморегулирования в стволе скважины, так и создания дополнительной отклоняющей силы на долоте при бурении искривленных интервалов боковых стволов наклонных и горизонтальных скважин.

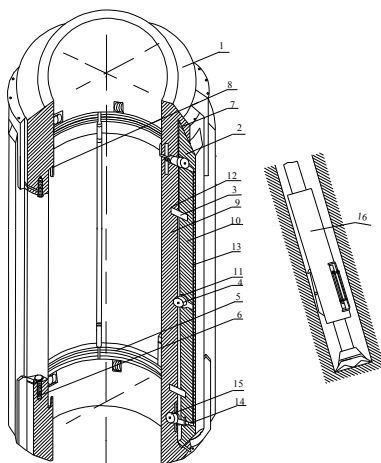


Рис. 1. Съемный центратор с плавающими планками для безориентированного управления искривлением наклонных и горизонтальных скважин

В последние годы для точности проводки наклонно-направленных скважин в изменяющихся горно-геологических условиях (переменяемость пород) используются упругие центраторы, состоящие из подвижного каркаса с дугвыми упругими опорными планками. В свободном состоянии наружный диаметр упругого центратора по опорным планкам большего диаметра используемого долота.

Благодаря жесткости на изгиб упругих опорных планок каркаса центратора ось долота удерживается в центре поперечного сечения ствола скважины при любых значениях зенитных углов и диаметре ствола, не превышающем указанный размер центратора. При сужении ствола каркас упругого центратора

уменьшается в диаметре, что снижает возможность прихвата забойной компоновки и желобообразования на стенке скважины. Другим важным фактом является то, что упругие центраторы предупреждают возникновение поперечных и продольных колебаний компоновки низа бурильной колонны, тем самым повышая ресурс работы ее элементов.

Разработана конструкция съемного упругого центратора надежно закрепляемого на поверхности забойного двигателя, с возможностью перемещения и фиксации его в заданной точке корпуса турбобура.

Как известно, в процессе бурения наклонных и горизонтальных скважин большое внимание уделяется вопросам оперативного управления искривлением ствола бурящейся скважины. Современные системы контроля и управления забойными параметрами, используемые для реализации профиля наклонных и горизонтальных скважин, весьма дорогостоящие.

В связи с этим рассмотрена возможность управления зенитным углом с помощью центратора новой конструкции, который выполняет функцию опорного элемента для создания необходимой отклоняющей силы в процессе бурения.

Используемые в настоящее время технические средства, такие как механизмы искривления, гидравлические и съемные центраторы предназначенные для управления искривлением наклонных и горизонтальных скважин зарекомендовали себя как надежные и качественные КНБК.

Однако у них имеется ряд недостатков, из-за которых использование этих устройств для оперативного управления, является нецелесообразным.

Существующие ныне центраторы с изменяющимся диаметром устанавливаются на колонну перед спуском в скважину на дневной поверхности, путем замены опорных ребер, изменяющих его диаметр, с учетом технологического процесса управления искривлением.

Задачей авторского конструкторского решения является разработка конструкции центратора с изменяющимся диамет-

ром на забое скважины в процессе бурения без подъема бурового инструмента на дневную поверхность.

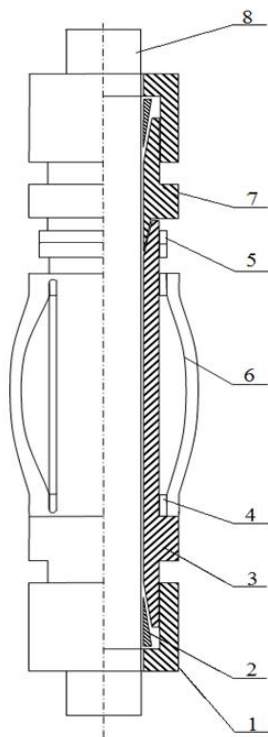


Рис. 2. Упругий центратор для забойных двигателей

При изменении диаметра центратора происходит оперативное изменение величины отклоняющей силы, действующей на долото, что в свою очередь приводит к мало интенсивному увеличению или уменьшению зенитного угла.

**В третьей главе** описаны методики расчета неориентируемых забойных компоновок для управления искривлением наклонных скважин.

Для определения отклоняющей силы на долоте от плавающего эффекта саморегулируемых КНБК, составим известную, применяемую для стандартных неориентируемых КНБК, систему уравнений:

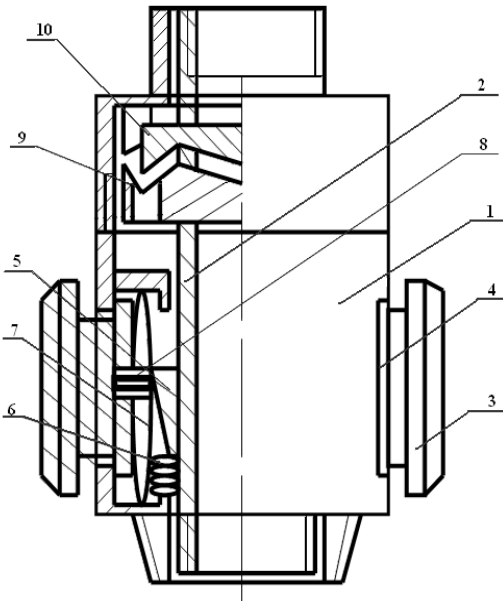


Рис. 3. Центратор с изменяющимся диаметром для управления искривлением наклонных и горизонтальных скважин.

$$\frac{M_2 l_1}{3EJ_T} + \frac{q_T l_1^3}{24EJ_T} + \frac{M_2 l_2}{3EJ_T} - \frac{M_2 l_2}{6EJ_T} + \frac{q_T l_2^3}{24EJ_T} = \frac{h_1 - h_2}{l_1} - \frac{i_\alpha (l_1 + l_2)}{2};$$

$$\frac{M_3 l_2}{3EJ_T} + \frac{M_2 l_2}{6EJ_T} + \frac{q_T l_2^3}{24EJ_T} + \frac{M_2 l_3}{3EJ_T} + \frac{i_\alpha l_3}{6} + \frac{q_T l^3}{24EJ_T} = \frac{h_3^4}{l_3} + \frac{i_\alpha (l_1 + l_2)}{2}; \quad ($$

$$\frac{i_\alpha \cdot l_3}{3} + \frac{M_3 l_3}{6EJ_{Tp}} + \frac{q_{Tp} l_3^3}{24EJ_{Tp}} = \frac{h_3^4}{l_3} + \frac{i_\alpha \cdot l_3}{2};$$

где  $M_2, M_3$  - изгибающие моменты на соответствующих опорах кН·м;

$l_1, l_2, l_3$  - расстояние между опорами, м;  
 $EJT$  и  $EJ$  - жесткости соответственно турбобура и труб, кН·м;

$i_\alpha$  - интенсивности искривления, град/10 м;

$h_1, h_2, h_3$  - зазоры на соответствующих опорах.

Обычно при расчетах по данной системе уравнений равномерно распределенная реакция на центраторе заменяется точечной, приложенной к середине планки центратора. При этом принимается, что стенка скважины является абсолютно твердой и планка центратора контактирует с ней по всей длине. В действительности же часть планки центратора внедряется в стенку скважины, а другая ее часть приподнимается над стенкой скважины.

Если условно принять, что внедряется половина планки центратора, то точка приложения реакции сместится на одну четвертую длины планки в сторону от долота.

Исходя из изложенного, величина отклоняющей силы на долоте в неориентируемой КНБК со стандартным центратором, должна определяться из равенства:

$$F_{OT} = - \left[ \frac{q_T \left( l_1 + \frac{l_o}{4} \right)}{2} + \frac{M_2}{l_1 + \frac{l_o}{4}} \right]$$

где  $l_o$  - длина планки центратора, м.

В саморегулируемой КНБК с центратором разработанной конструкции, точка приложения реакции, вследствие равномерного прижатия плавающих элементов планки к стенке скважины, всегда будет в центре планки центратора.

При таком взаимодействии планок центратора со стенками ствола скважины, отклоняющая сила на долоте должна определяться из выражения:

$$F'_{от} = -\left(\frac{q_T \cdot l_1}{2} + \frac{M_2}{l_1}\right)$$

где  $q_T$  – нормальная составляющая веса 1 метра.  
 $M_2$  – изгибающие моменты на соответствующих опорах кН·м;  
 $l_1$  – расстояние между опорами, м.

Конструкция разработанного центратора позволяет осуществлять формирование саморегулируемых неориентируемых КНБК при бурении забойными двигателями  $D = 240$  мм в сочетании с долотами с диаметрами  $\varnothing 690$  мм,  $\varnothing 580$  мм (нестандартное долото, применяемое под техническую колонну на ГМСП),  $\varnothing 508$  мм,  $\varnothing 490$  мм и  $\varnothing 393,7$  мм.

Для определения места установки упругого центратора при бурении различных интервалов профиля наклонных скважин рассмотрим забойную компоновку с центратором данного типа, расположенном на корпусе забойного двигателя (рис.2). После ее спуска в ствол наклонной скважины, планки упругого центратора, контактирующие с нижней стенкой, под действием нормальной составляющей веса направляющего участка забойной компоновки осядут на определенную величину, в зависимости от их жесткости и места установки центратора. А это в свою очередь приведет к уменьшению диаметра центратора и, как следствие, к изменению отклоняющей силы на долоте.

Результаты расчётов показали (табл.1 и табл. 2), что просадка планки упругого центратора не зависит от зенитного угла стабилизации и для определённого типоразмера забойной компоновки остаётся практически величиной постоянной.

Что же касается его места установки (рис. 4), то с увеличением зенитного угла стабилизации расстояние от долота до центратора уменьшается. Характерным является то, что для каждого определённого зенитного угла существует только одно единственное сочетание места установки и жёсткости планки упругого центратора. Чем выше значение зенитного угла (рис. 5), тем больше должна быть жесткость планки упругого цен-

тратора, обеспечивающая стабилизацию параметров искривления ствола наклонной скважины.

Таблица 1.

Результаты расчета забойной компоновки, состоящей из долота диаметром 295,3 мм и турбобура 240 мм с упругим центратором.

Зенитный угол, градус	Расстояние от долота до центратора, м	Просадка планки центратора, м	Жесткость планки центратора, кН · м <sup>2</sup>	Реакция нижней стенки скважины на планки центратора, кН
10	3,5	0,0072	751,7	2,055
20	3	0,0072	1249,9	3,41
30	2,5	0,0072	1661,6	4,544
40	2	0,0072	2006,14	5,48

Таблица 2.

Результаты расчета забойной компоновки, состоящей из долота диаметром 215,9 мм и турбобура 195 мм с упругим центратором.

Зенитный угол, градус	Расстояние от долота до центратора, м	Просадка планки центратора, м	Жесткость планки центратора, кН · м <sup>2</sup>	Реакция нижней стенки скважины на планки центратора, кН
10	3,5	0,00273	495	3,58
20	3	0,00273	823	5,95
30	2,5	0,00273	1094	7,92
40	2	0,00273	1321	9,56



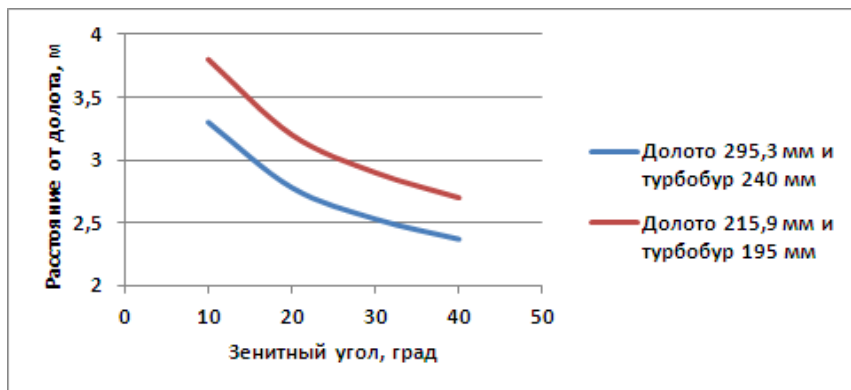


Рис. 4. Зависимость места установки центрактора от значений зенитного угла стабилизации

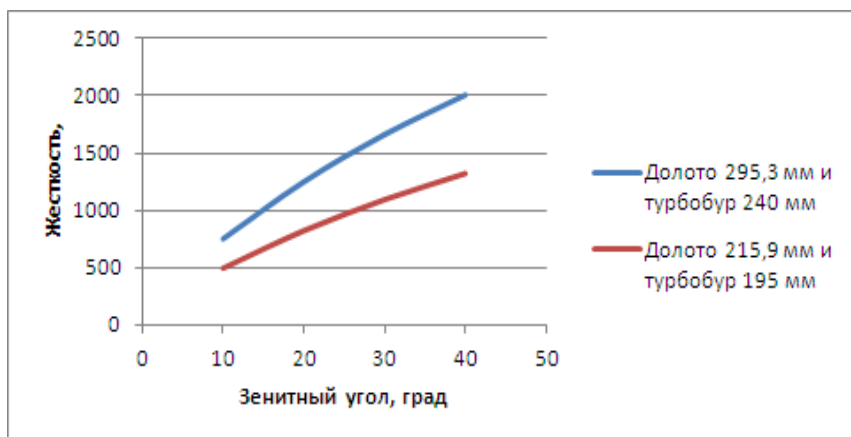


Рис. 5. Зависимость жёсткости упругих планок центрактора от значений зенитного угла стабилизации

Как известно, в процессе бурения наклонных и горизонтальных скважин большое внимание уделяется вопросам оперативного управления искривлением ствола бурящейся скважины. В связи с этим рассмотрена возможность управления зенитным углом с помощью центрактора новой конструкции, ко-

торый выполняет функцию опорного элемента для создания необходимой отклоняющей силы в процессе бурения.

Пример. В наклонной скважине на глубине 2800 метров, угол наклона ствола 40 градусов по отношению к вертикали в соответствии с проектным профилем.

Необходимо создать участок набора зенитного угла на глубине 3200 метров, где зенитный угол должен составить 56 градусов. А с глубины 3500 метров осуществить спад набор зенитного угла до 53 градусов. Для этих целей можно использовать компоновку низа бурильной колонны (КНБК) с центратором, изменяющим диаметр в процессе бурения. КНБК состоит из долота 215,9 мм, на расстоянии 0,8 м установлен центратор с первоначальным положением центрирующих планок 214 мм, турбобур ЗТСШ- 195, УБТ-178 х18м, бурильные трубы. Данный диаметр центратора создает отклоняющую силу порядка 8,3 кН, что позволяет увеличить зенитный угол скважины до 56 градусов на расчетной глубине 3200 метров. С глубины 3200 метров необходимо создать спад зенитного угла. Для этих целей производится уменьшение диаметра центратора с 214мм до 208мм. В этом случае величина отклоняющей силы уменьшится и обеспечит спад зенитного угла до 53 градусов относительно вертикали, на глубине 3500 метров

Изменение диаметра центратора на забое скважина производится следующим образом. Для увеличения диаметра центратора создается осевая нагрузка на долото до 20 кН.

Механизм управления центратором под действием веса надавливает на пружину, установленной на штоке внутри корпуса центратора и сжимает ее. При этом механизм фиксации расположенный в верхней части центратора освобождается от начального положения, а механизм смены положения за счет специальных направляющих переводит механизм управления в новое место, где конусные толкатели вдавливают возвратную пружину и закрепленные на ней центрирующие планки, выдвигаясь изнутри центратора наружу, приводят к увеличению диаметра центратора.

При создании необходимой осевой нагрузки 8-12 кН для дальнейшего бурения механизм фиксации принимает новое положение и фиксирует диаметр центратора до следующего необходимого изменения, пока оно не будет продиктовано технологическим процессом искривления.

В таблице 3 представлены результаты расчета величины отклоняющей силы от места установки центратора с изменяющимся диаметром.

А на рис. 6 представлены графики зависимости отклоняющей силы от места установки центратора с изменяющимся диаметром, выполненные по разработанной программе расчета КНБК с одним и двумя центраторами.

Центратор с изменяющимся диаметром в процессе бурения, при уменьшении диаметра с 214мм до 228мм, установленный на расстоянии 0,8 м от долота, уменьшает отклоняющую силу от 8,3 кН до величины позволяющей создать спад зенитного угла.

Разработанный центратор, отличается от аналогичных центраторов выполнением операций по изменению диаметра и обеспечивает оперативное управление искривлением в процессе бурения наклонных и горизонтальных скважин.

**В четвертой главе** представлен разработанный модифицированный программный комплекс для повышения эффективности процесса проводки наклонных и горизонтальных скважин, а так же для проектирования и бурения боковых стволов. В программном комплексе были объединены блоки для расчета боковых стволов и проектирования КНБК.

Разработанная программа моделирования КНБК позволяет учитывать влияние всей совокупности взаимозависимых факторов на пространственное искривление наклонных скважин. При этом проводится расчет КНБК с учетом динамических эффектов от вращения долота.

Проектирование неориентируемых компоновок низа буровой колонны проводится для проводки скважины с одним центратором (обычным или упругим) и с двумя центраторами (обычными или упругими).

Таблица 3

Результаты расчета величины отклоняющей силы от моста установки центратора с изменяющимся диаметром

КНБК с одним центратором							
Dдол = 215,9 мм		Dзд = 195,0 мм		Fос = 100,0 кН		Kфрез = 0,20	
Зенитный угол, гр	Диаметр центратора, мм	Расстояние до центратора, м	Расстояние от центратора до точки касания, м	Кривизна ствола, гр/100м	Отклоняющая сила, кН	Начальный темп искривления, гр/10м	Равновесный темп искривления, гр/100м
40	208	1,80	6,19	0	-1,10	0,02	0,01
40	210	1,30	6,53	0	-0,43	1,25	0,49
40	210	1,80	6,97	0	0,74	1,94	1,42
40	212	1,30	7,43	0	2,82	6,21	2,50
40	212	1,80	7,67	0	2,38	3,62	2,66
40	214	0,80	8,02	0	8,33	25,44	4,00
40	214	1,30	8,23	0	5,71	10,56	4,25
40	214	1,80	8,28	0	3,87	5,11	3,75
41	208	1,80	6,17	0	-1,08	0,04	0,03
41	210	1,30	6,50	0	-0,42	1,27	0,50
41	210	1,80	6,94	0	0,76	1,97	1,42
41	212	0,80	6,75	0	0,28	4,29	0,68
41	212	1,30	7,40	0	2,88	6,32	2,50
41	212	1,80	7,63	0	2,40	3,64	2,67
41	214	0,80	7,98	0	8,43	25,71	4,11
41	214	1,30	8,19	0	5,78	10,67	4,29
41	214	1,80	8,24	0	3,92	5,16	3,78
42	208	1,80	6,15	0	-1,06	0,07	0,05
42	210	1,30	6,48	0	-0,37	1,35	0,53

КНБК с одним центратором применяется для увеличения и стабилизации зенитного угла ствола наклонной скважины. КНБК с двумя центраторами применяется для стабилизации зенитного угла и азимута ствола наклонной скважины.

Для осуществления главной задачи системой решается ряд вспомогательных задач:

- ввод и исправление исходной информации;
- просмотр полученных результатов в виде табличных данных;
- графические построения полученных результатов;
- сохранение конечного результата работы.

На искривление ствола скважины оказывает влияние большое количество факторов, которые принято подразделять на три основные группы – геологические, технические и технологические. В настоящее время характер действия многих из них достаточно хорошо изучен.

Данные

Зенитный угол, гр: 40  
Кривизна ствола, гр/100м: 0

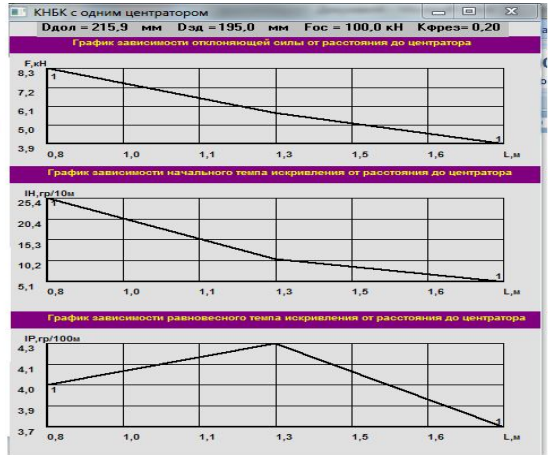
Тип графика  
Зависимости от места установки центра

OK Отмена

1 - D = 214мм

Графики

Печать



Данные

Зенитный угол, гр: 53  
Кривизна ствола, гр/100м: 0

Тип графика  
Зависимости от места установки центра

OK Отмена

1 - D = 212мм  
2 - D = 214мм

Графики

Печать

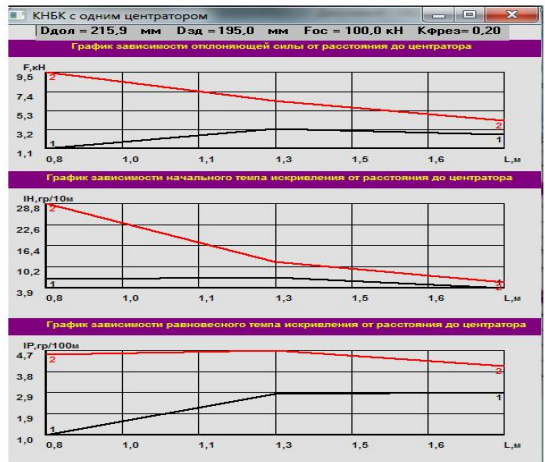


Рис. 6. График зависимости величина отклоняющей силы от места установки центратора с изменяющимся диаметром.

Выявляются и исследуются новые факторы, влияющие на изменение зенитного угла и азимута наклонных скважин. Однако, для прогнозирования искривления этого недостаточно, так как данный процесс происходит при одновременном действии указанных факторов, многие из которых взаимозависимы. Разработанное программное обеспечение позволяет учитывать влияние всей совокупности взаимозависимых факторов на пространственное искривление наклонных и горизонтальных скважин.

Все расчеты дают отклоняющую силу и возможные интенсивности искривления ствола скважины. В таблицах представлены значения начальной интенсивности искривления ствола скважины. После разбуривания интервала, равного длине направляющего участка КНБК, зенитный угол и интенсивность искривления ствола скважины изменяются, что приводит к изменению величины параметров отклоняющего фактора. Для получения приемлемых для практического применения выражений было введено понятие равновесного темпа искривления, характерного для используемой забойной компоновки при бурении в данных геологических условиях с постоянной осевой нагрузкой.

Полученные значения интенсивностей набора зенитного угла должны обеспечить при дальнейшей проводке скважины нормальную проходимость по стволу обсадных и бурильных колонн.

Программный комплекс отображает результаты расчетов в виде графиков.

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Разработаны конструкции опорно-центрирующих устройств с различными свойствами, позволяющими эффективно использовать неориентируемые КНБК для эффективного управления искривлением стволов наклонных и горизонтальных скважин.
2. Разработаны и научно обоснованы новые технологические принципы безориентированного управления искривлением наклонных и горизонтальных скважин.
3. Разработаны методики и алгоритмы расчета забойных компоновок с различными типами опорно-центрирующих устройств.
4. Для практического использования на основе разработанных моделей, технологий и новой техники предложен комплекс программного обеспечения.
5. Разработанное программное обеспечение для оперативного проектирования КНБК внедрено в МУБР «Нефть Дашлары» и использовалось при бурении скважин на месторождении «Гюнешли». Стоимость 1 м проходки уменьшилась на 35,42 манат, а экономический эффект от внедрения составил 467 083,54 манат, о чем свидетельствует акт внедрения, представленный в приложении диссертационной работы.

### **Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Мамедтагизаде А.М., Зейналов Р.Р., Раванов А.Ф. Опыт проектирования и бурения наклонно-направленных скважин с большими отклонениями забоя от вертикали в Азербайджане и за рубежом// «Механика машиностроение», №1, 2009 г.
2. Зейналов Р.Р., Рзаев Г.А., Мамедов Э.Я., Исмаилов Н.А., Раванов А.Ф. Оценка влияния осевой нагрузки на долото

на процесс искривления наклонной скважины при применении неориентируемой КНБК. Механика-Машиностроение №2, 2009 г.

3. Мамедтагизаде А.М., Кузнецов В.А., Мамедтагизаде М.А., Бейлярова Г.А., Раванов А.Ф. Новая техника и технология забойного ориентирования бурильного инструмента в вертикальном стволе скважины с целью точной разводки стволов куста по различным направлениям. Сборник научных трудов НИИ «Геотехнические проблемы нефти, газа и химия», 2009 г.

4. Исмаилов Н.А., Мамедтагизаде А.М., Кузнецов В.А. В.А., Раванов А.Ф. Разработка конструкции калибратора с удвоенным эффектом действия. «Научные статьи», фундаментальные науки, 2010 г

5. Самедов В.Н., Шмончева Е.Е., Исмаилов Н.А., Раванов А.Ф. Интегрированная система проектирования и управления процессом строительства скважин для буровых предприятий и обучения студентов. Материалы международной научной конференции «Нефть-Газ, Нефтепереработка и Нефтехимия» посвященной 90-летию АГНА, 2010 г.

6. Мамедтагизаде А.М., Зейналов Р.Р., Самедов В.Н., Шмончева Е.Е., Тахир Эль-Себай Т.Э., Раванов А.Ф. Центратор Patent ixtira İ 2010 0111. 05.11.2010

7. Раванов А.Ф. Выбор параметров режима бурения при бурении скважин для соответствующих геологических условиях. Материалы XIV Республиканской Научной Конференции Докторантов и Молодых Ученых. 2010 г.

8. Шмончева Е.Е., Бабаев Э.Ф., Раванов А.Ф. Программное обеспечение для проектирования процесса проводки наклонных, горизонтальных скважин и боковых стволов. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, 2011 г.

9. Мамедтагизаде А.М., Кузнецов В.А., Джаббарова Г.В., Рзаев Г.А., Раванов А.Ф. Съёмный центратор с плавающими планками для безориентированного управления искривлением наклонных и горизонтальных скважин «Научные статьи», Фундаментальные науки. 2011 г.



10. Мамедтагизаде А.М., Шмончева Е.Е., Кузнецов В.А., Раванов А.Ф. Разработка центратора с изменяющимся диаметром для эффективного управления искривлением скважин. Машиноведение. №2. 2012 г.

11. Раванов А.Ф. Программное обеспечение для моделирования неориентируемых КНБК. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların Azərbaycan xalqının Ümummillî lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş “Azərbaycan 2020: neft-qaz sənayesinin inkişaf perspektivləri” adlı elmi-praktiki konfransın materialları, 2-3 may, 2013.

12. Раванов А.Ф. Регулирование искривлением скважин центратором с изменяющимся диаметром в процессе бурения XVII Республиканская Научная Конференция Докторантов и Молодых Ученых. 18-19 декабрь, 2013.

13. Раванов А.Ф. Совершенствование методики расчета забойной компоновки с упругим центратором.

### **Личный вклад соискателя:**

Работы (7, 11, 12, 13) – выполнены самостоятельно

Работы (1, 4, 6, 8, 9, 10) – исследование, анализ, моделирование, обработка результатов.

Работа (2, 3, 5) - разработка структуры, составление заданий.

**A. F. RƏVANOV**  
**MAILI QUYULARIN ƏYİLMƏSİNİN İDARƏ EDİLMƏ**  
**TEXNIKA VƏ TEXNOLOGİYASI SƏMƏRƏLİLİYİNİN**  
**YÜKSƏLDİLMƏSİ**

**XÜLASƏ**

Hal-hazırda ən vacib məsələ - quyu parametrlərinə sadə nəzarət vasitələri ilə birləşmədə sadə, ucuz və etibarlı yönəldilməyən komponentlərin yaradılması hesabına maili quyuların tikintisinə çəkilən xərclərin azaldılması, həmçinin maili və üfüqi quyuların yönəldilməyən idarə edilməsinin yeni texnoloji prinsiplərinin işlənməsidir.

Dissertasiya işi lülənin əyilmə trayektoriyasının yönəldilməyən idarə edilməsi üçün yeni texniki vasitələrin işlənməsi hesabına maili quyuların əyilməsinin effektiv idarə edilməsinin artırılmasına həsr edilmişdir.

Dissertasiya işində maili quyuların əyilməsinin yönəldilməyən idarə edilməsinin texnika və texnologiyası tətbiq edilmiş və işlənməmişdir. Verilən azimutda zenit bucağının yığılması və azalması üçün üzən plankaları olan özüyönələn mərkəzləşdiricinin, zenit bucağının sabitləşməsi üçün çıxarılan elastiki mərkəzləşdiricinin qazıma prosesində zenit bucağının qiymətinin dəyişməsinin operativ idarə edilməsi üçün dəyişən diametrlili mərkəzləşdiricinin konstruksiyası işlənməmişdir. İşlənməmiş texniki vasitələrin köməyi ilə maili quyuların qazıma texnologiyası təkmilləşdirilmişdir. Hər mərkəzləşdirici üçün quraşdırma yerinin və yanverici qüvvənin hesablanması üçün proqramlar kompleksi işlənməmişdir.

Aparılan tədqiqatlar və işlənmələr vacib praktiki əhəmiyyətə malikdir. İşlənməmiş texniki vasitələr əsasında bilavasitə qazıma prosesində maili və üfüqi quyuların keçirilməsi zamanı effektiv idarəedici qərarların hazırlanması üçün imkan əldə edilmişdir.

Quyuların operativ idarə edilməsi üçün hazırlanmış proqram kompleksi və QKAH Neft Daşları DQİİ –də tətbiq edilmiş və Günəşli yatağında quyuların qazılması zamanı istifadə edilmişdir. 1 metr qazımanın dəyəri – 35, 42 manat azalmış və tətbiq etmədən alınan iqtisadi effekt isə 467083, 54 manat təşkil etmişdir.

Zenit bucağının sabitləşməsi üçün çıxarılan elastiki mərkəzləşdiricinin konstruksiyasına Azərbaycan Respublikasının Patenti alınmışdır.

**A. F. RAVANOV**  
**INCREASING PERFORMANCE OF ENGINEERING AND**  
**TECHNOLOGY CONTROLLING OF DIRECTIONAL**  
**WELLS**  
**SUMMARY**

Currently, the most important task is to reduce construction costs deviated wells by creating a simple, cheap and reliable non-oriented layouts, combined with simple means to control the parameters of the well, and the development of new technological principles bezorientirovannogo control the curvature of directional and horizontal wells.

The thesis is dedicated to increasing the effectiveness of management curvature deviated wells through the development of new techniques for bezorientiruemogo-path curvature of the barrel.

In this thesis have been researched and developed equipment and technology management bezorientirovannogo curvature deviated wells. Designs of self-oriented centralizer floating slats for a set of recession and the zenith angle in a given azimuth, removable elastic centralizer to stabilize the inclination angle, the centralizer of varying diameter for the operational management of change in the value of the zenith angle during the drilling process. The technology of drilling of wells with the help of the developed technology. Developed a set of programs for calculating the mounting position and the deflecting force for each centralizer.

Research and development are of great practical importance. Based on the designed hardware get the opportunity to develop effective solutions for the control wiring directional and horizontal wells directly in the drilling process.

The software for the design of operational profiles wells and BHA introduced in IRBM "Oil Rocks" and was used in drilling wells in the field "Guneshli". Cost of 1 m penetration decreased by 35.42 manat, and the economic effect of the introduction was 467,083, 54 manats.

Received a patent on the design of the Azerbaijan Republic removable elastic centralizer to stabilize the zenith angle.



*Əlyazması hüququnda*

**RƏVANOV AZƏR FAIQ OĞLU**

**MAILI QUYULARIN ƏYİLMƏSİNİN İDARƏ  
EDİLMƏ TEXNIKA VƏ TEXNOLOGİYASI  
SƏMƏRƏLİLİYİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ**

**İxtisas:** 2523.01– «Quyuların qazılması texnologiyası»

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**BAKI - 2015**