

УДК 622.24.053

## РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ ДВУХПЛЕЧЕВОГО КЛЮЧА ДЛЯ СВИНЧИВАНИЯ-РАЗВИНЧИВАНИЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ

Тимергалиев Р.И.

*Альметьевский государственный нефтяной институт, г. Альметьевск,  
e-mail: rsulem@mail.ru*

**Аннотация.** В данной статье приводится описание конструкции, кинематическая (динамическая) схема и результаты испытаний по оригинальной методике так называемого двухплечевого ключа, позволяющего осуществлять равномерную затяжку резьбового соединения и снижать работу силы трения при свинчивания-развинчивания НКТ.

**Ключевые слова:** резьба, насосно-компрессорные трубы, НКТ, трение, затяжка, трубный ключ, двухплечевой ключ

Известно, что надёжность эксплуатации нефтяных и газовых скважин во многом определяется состоянием резьбовых соединений. Резьбовые соединения трубных колонн эксплуатируются в сложных условиях, воспринимают значительные нагрузки (вес колонны труб, избыточные наружное и внутреннее давления, изгиб и кручение колонны и др.) и подвергаются интенсивному износу в процессе свинчивания-развинчивания.

Главными факторами, влияющими на интенсивность износа резьбовых соединений при многократном свинчивании-развинчивании (С-Р), являются:

- основные конструктивные параметры резьб;
- напряженно-деформированное состояние замкового соединения, обусловленное величиной вращающего момента, прикладываемого в процессе его С-Р;
- тип применяемого антифрикционного уплотнительного состава (резьбовой смазки);
- частота спуско-подъемных операций;
- перекосы при свинчивании;
- вес колонны насосно-компрессорных труб и ряд других факторов.

Прочное соединение труб обеспечивается значительными силами трения в резьбовом соединении. Эти силы трения при свинчивании-развинчивании труб приводят к задирам, повышенному износу резьбового соединения и необходимости приложения значительных моментов. Чрезмерное уменьшение трения за счет смазки приводит к увеличению риска самопроизвольного отворачивания колонны в ходе эксплуатации (из-за вибрации и т.п.). Поэтому необходимо уменьшать трение только во время процесса С-Р.

Существует множество ручных ключей, предназначенных для крепления -раскрепления резьбовых соединений НКТ, – все они имеют одну рукоятку. Для поворота трубы к рукоятке такого ключа прикладывается сила  $P$  (рис. 1а), при этом используя теорему о параллельном переносе силы [1], можно показать, что (рис. 1б, в) в свинчиваемой резьбе возникает вращающий момент  $M$  и поперечная (радиальная) сила  $P^*$  (рис. 2). Это приводит к изменению характера сопряжения витков резьбы ниппеля и муфты и появлению дополнительных силы трения в витках резьбы и изгибающего момента в резьбовом соединении, что сопровождается значительным увеличением удельных давлений на отдельных участках замковой резьбы (рис. 2). Последнее является предпосылкой повышенного нерегламентированного износа резьб (а значит, к нарушению их герметичности, известно, что до 40 % НКТ дефектуются при опрессовке именно из-за протечек по резьбам [2]) даже в случае применения тарированных моментометрических ключей [3].

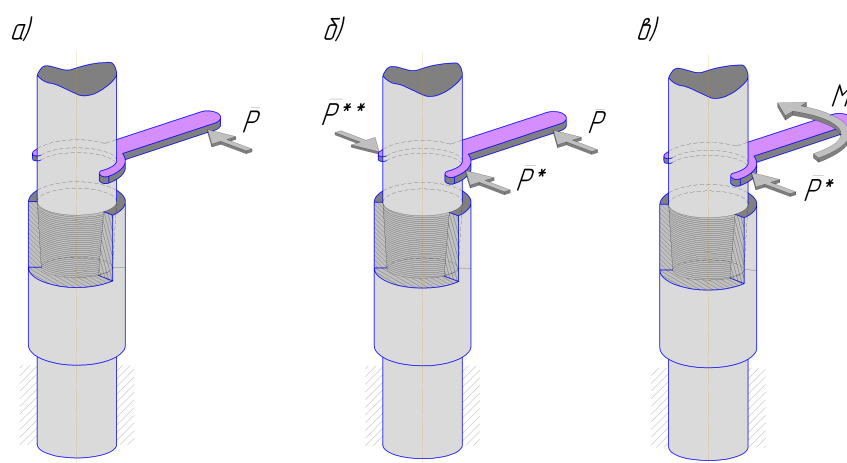


Рис. 1. Схема действующих сил

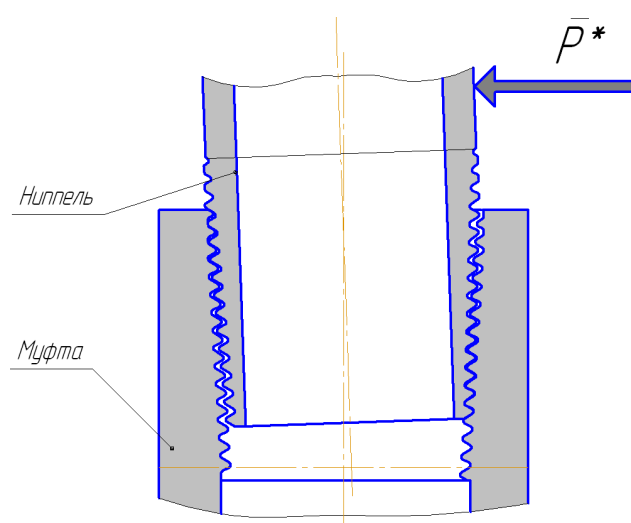


Рис. 2. Влияние поперечной силы  $P^*$

Таким образом, контроль затяжки резьбы НКТ только при помощи измерения момента на водиле (регламентированного ГОСТом и инструкциями [4, 5]) является некорректным, т.к. применение ключей с одной рукояткой не дает равномерного примыкания витков резьбы по ее длине и сечению.

Одним из возможных путей решения этой проблемы является применение т.н. двухплечевого ключа (рис. 3).

Ключ (рис. 3а) состоит из правой 3 и левой 4 челюстей, шарнирно соединённых между собой при помощи ушек 5 и рукояток 1, 2. Челюсти имеют пазы для установки сменных сухарей 7. Рукоятка 2 постоянно шарнирно соединена с челюстью 3 при помощи пальца 6. А рукоятка 1 имеет возможность отстёгиваться от челюсти 4 при захвате трубы, для чего её конец имеет форму крюка, которым она цепляется за палец.

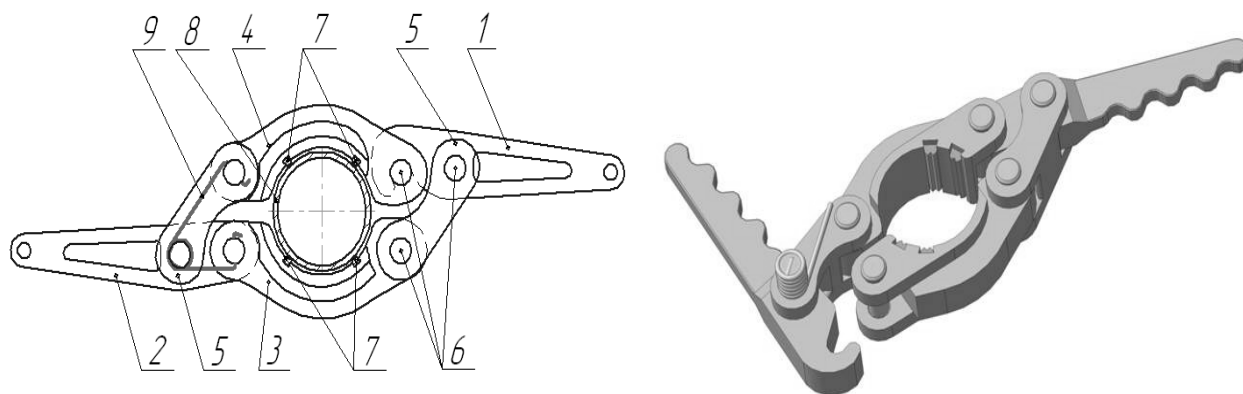


Рис. 3. Двухплечевой ключ:

- а – элементы:  
 1, 2 – рукоятки; 3, 4 – челюсти; 5 – ушки; 6 – пальцы;  
 7 – сухари; 8 – труба, 9 – пружина сжатия;  
 б – внешний вид

При проведении операций свинчивания-развинчивания с применением автомата, к каждой рукоятке (плечу) такого ключа прикладывается равное по величине усилие и, таким образом, на трубу передается только требуемый вращающий момент.

Испытания по определению износа резьбовых соединений НКТ в процессе свинчивания и развинчивания с применением двухплечевого ключа проводились на экспериментальном стенде, который является моделью буровой установки и состоит из металлического основания, вышки, электротали, превентора и автоматического ключа АПР-2ВБМ [6].

К испытанию были приготовлены 10 гладких насосно-компрессорных труб Ø 73 мм (группа прочности "Д" исполнение "Б") с конической резьбой треугольного профиля с углом 60° и шагом 2,54 мм [4], с новой резьбой, нарезанной в условиях трубного цеха ООО "НКТ-Сервис" (г. Альметьевск) и 10 новых муфт к ним.

Резьбовое соединение свинчивалось с применением резьбовой смазки Р-2, рекомендованной инструкцией по эксплуатации насосно-компрессорных труб [4, 5]. Чтобы обеспечить свинчивание без перекосов, после входа резьб ниппеля и муфты в зацепление, первые три нитки резьбы свинчивались вручную.

Испытания проводились в следующей последовательности: перед свинчиванием соединения на поверхность резьбы ниппеля, при помощи лопатки, наносилась резьбовая смазка в количестве примерно 15 г. Каждая пара ниппель-муфта не менее 20 раз подвергалась свинчиванию-развинчиванию с полным выводом ниппеля из муфты после каждого цикла.

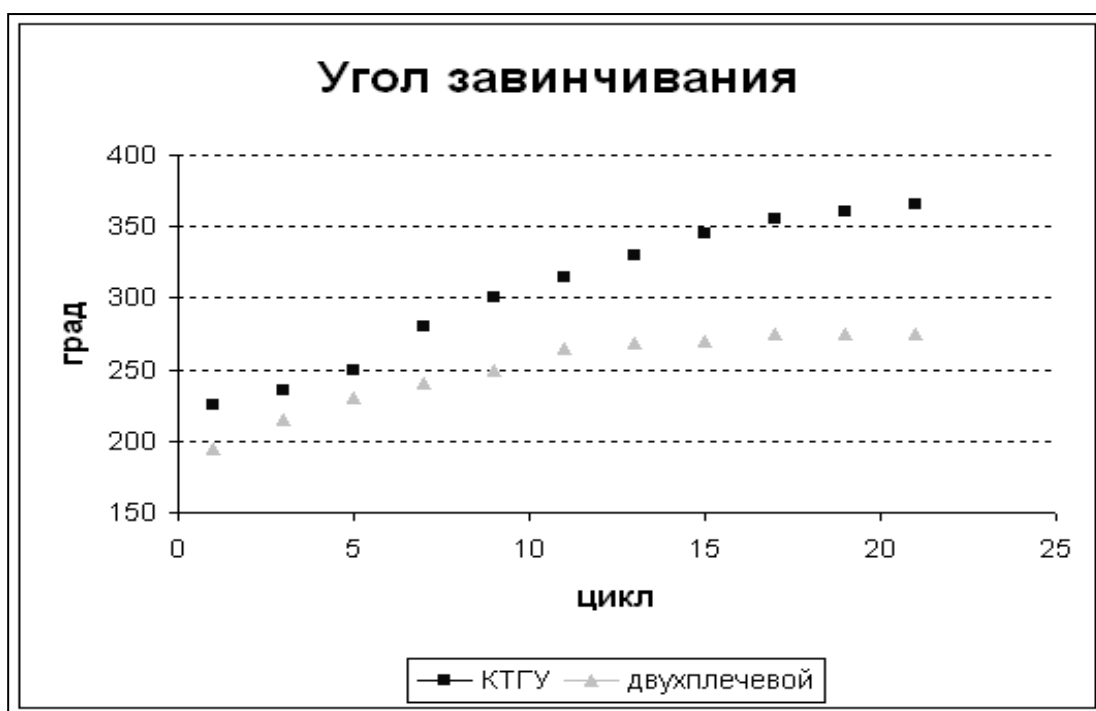


Рис. 4. Изменение угла завинчивания

Эффективность применения двухплечевого ключа на процесс свинчивания (рис. 4, 5) и развинчивания (рис. 6, 7) резьбовых соединений оценивалась по следующим критериям:

- величина и характер изменения во времени моментов свинчивания и развинчивания; для определения усилий затяжки и «страгивания» резьбового соединения использовался тензометрический датчик типа Т-400А, сигнал с которого передается в ПК по протоколу RS-232/485 [4];

- изменение угла завинчивания (характеризует степень износа, или смятия, резьбы в зависимости от номера цикла) – с помощью шкалы, наклеенной на муфту.

- изменение температуры муфты после каждого цикла С-Р в качестве интегрального показателя режима С-Р, априори предполагая, что изменение температуры пропорционально работе силы трения на контакте двух резьб (ниппеля и

муфты); измерения проводились при помощи бесконтактного термометра – Infrared thermometer AZ Instrument - 8861.

Из сравнения процессов свинчивания видно, что интенсивность изменения угла завинчивания после каждого цикла С-Р при работе с двухплечевым ключом существенно ниже (рис. 4), причем после 12-го цикла С-Р происходит его стабилизация при регламентированных [4, 5] моментах затяжки, следовательно, и износ профиля резьбы в процессе свинчивания-развинчивания также происходит медленнее.

Рост температуры поверхности муфты представлен на рис. 5, из которого видно, что рост температуры при свинчивании ключом КТГУ и двухплечевым ключом свидетельствует о разной величине сил трения, действующих на витках резьбы: рост температуры в случае применения двухплечевого ключа на 30 % меньше.

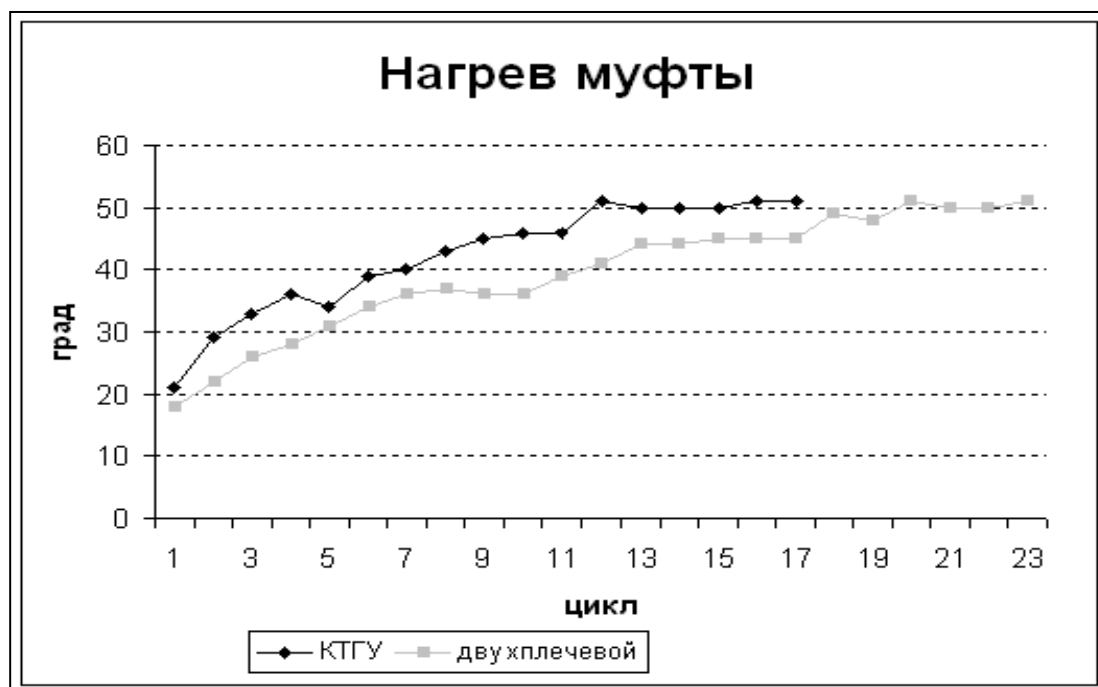


Рис. 5. Интенсивность нагрева муфты

Аналогичный эффект наблюдается в процессе развинчивания (рис. 6, 7).

Видно, что развинчивание соединения, затянутого двухплечевым ключом происходит, как правило, после двух скачков момента на водиле гидроротора, тогда как после свинчивания ключом КТГУ – после одного скачка. Это объясняется тем, что при использовании двухплечевого ключа происходит более сильная затяжка соединения вследствие меньшего момента сопротивления. То же самое происходит и при развинчивании ключом КТГУ (рис.7) – после затяжки двухплечевым ключом требуется большее число ударов для страгивания соединения.

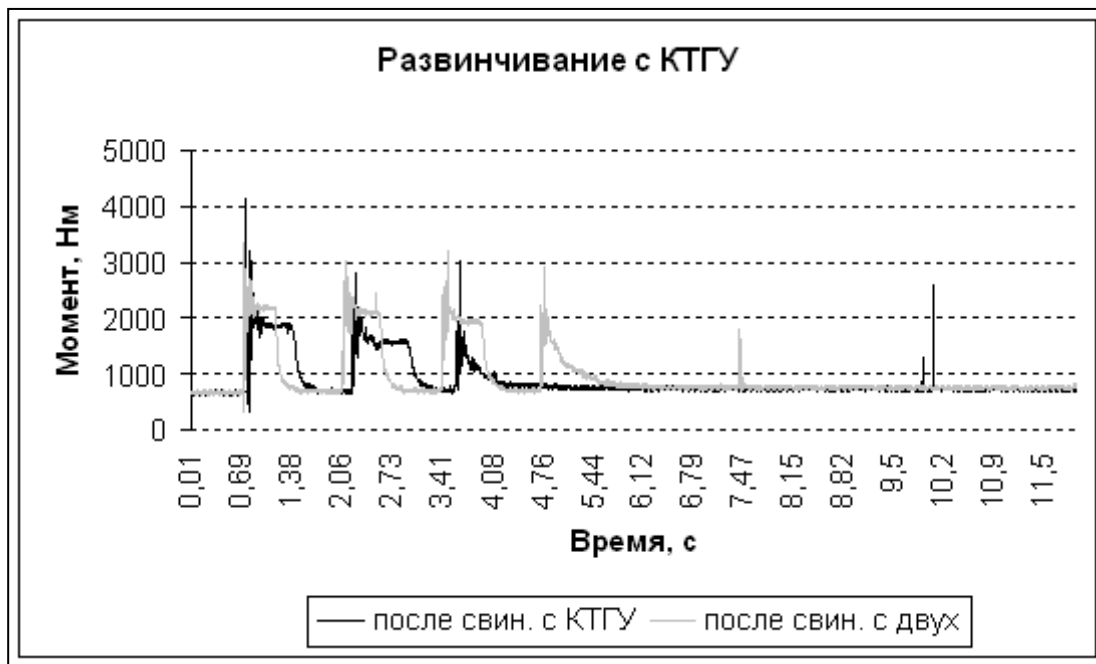


Рис. 6. Зависимость момента от времени при развинчивании с ключом КТГУ

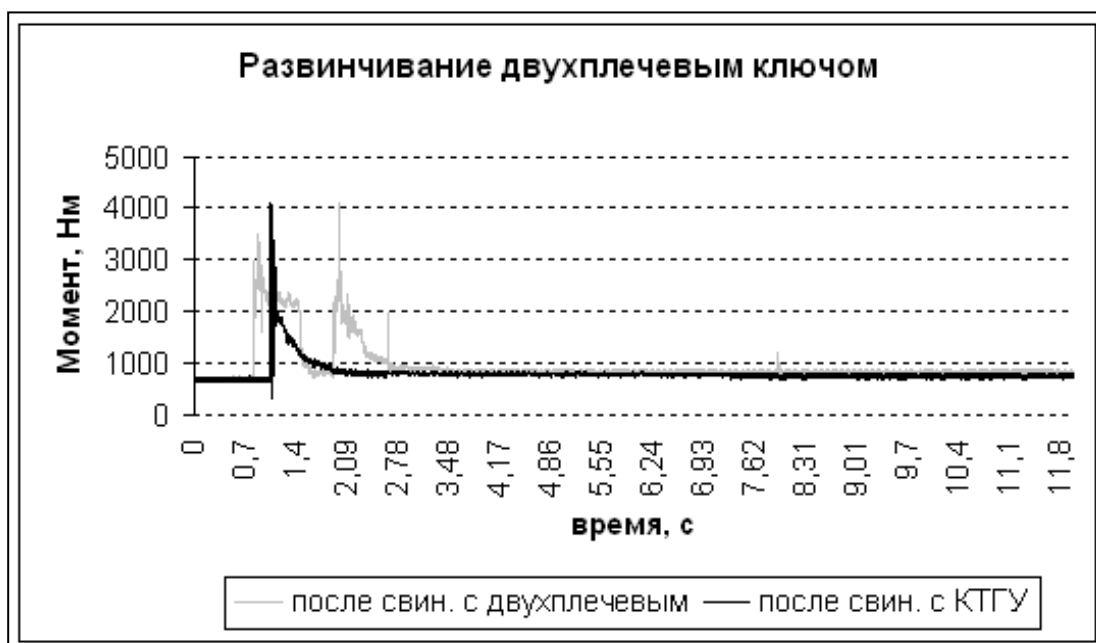


Рис. 7. Зависимость момента от времени при развинчивании двухплечевым ключом

### Выводы

Применение двухплечевого ключа позволяет снизить работу на разрушение резьбы, и следовательно, продлить ресурс ее работы.

1. Герметизация резьбы при применении двухплечевого ключа происходит более качественно, т.к. затяжка резьбового соединения осуществляется равномерно, при этом витки резьб прилегают одинаково плотно по всей длине.

2. Для предотвращения нерегламентированного «перенатяга» резьб, возможного при применении двухплечевого ключа, необходимо ввести в соответствующие Инструкции рекомендации по снижению необходимого момента при свинчивании с двухплечевым ключом по сравнению с ГОСТ.

### Литература

1. Яблонский А.А., Никифоров В.М. Курс теоретической механики.- М.: Интеграл-Пресс, 2007. 603 с.

2. Никитин Олег. Насосно-компрессорная труба: рецепт долголетия // Медиалпортал EnergyLand.info – Интернет-портал сообщества ТЭК.  
URL : <http://www.energyland.info/analitic-show-24063/> (дата обращения: 20.12.2010).

3. Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Сабиров А.А. и др. Оборудование для добычи нефти и газа: В 2 ч. – М: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – Ч.2. – 792 с.

4. ГОСТ Р 52203-2004 Трубы насосно-компрессорные и муфты к ним, Госстандарт России, Москва, 2004. – 53 с.

5. Инструкция по эксплуатации насосно-компрессорных труб РД 153- 39.0-365-04, ВНИИТнефть. Самара, 2004. – 69 с.

6. Галеев А.С., Миндиярова Н.И. Применение ультразвукового поля для контроля степени затяжки с целью повышения ресурса резьбового соединения НКТ // НТЖ «Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности (отечественный и зарубежный опыт)».- Москва: ВНИИОЭНГ, 2008. – № 12. – С. 25-28.

7. Галеев А.С., Миндиярова Н.И., Сулейманов Р.Н. Применение ультразвукового поля для повышения ресурса резьбового соединения НКТ // НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». Москва: ВНИИОЭНГ, 2009. – № 1. – С. 31-35.

## DEVELOPMENT AND FIELD EXPERIENCE OF A DOUBLE-HANDLE TUBING TONGS

R.I. Timergaliev

*Almetyevsk State Petroleum Institute, Almetyevsk, Russia  
e-mail: rsulem@mail.ru*

**Abstract.** *The paper describes the construction, kinematic (dynamic) scheme and the test results based on the original methodology of double double-handle tubing tongs, which allows uniform tightening of threaded connection and lowers friction work during tonguing/uncoupling of tubing.*

**Keywords:** *tubing thread, oil well tubing, friction, strain, tubing tongs, double-handle tubing tongs*

### References

1. Yablonskii A.A., Nikiforov V.M. Kurs teoreticheskoi mekhaniki (Course of theoretical mechanics). Moscow: Integral-Press, 2007. 603 p.
2. Nikitin Oleg. Nasosno-kompressornaya truba: retsept dolgoletiya (Tubing: longevity recipe). *Media portal EnergyLand.info*.  
URL : <http://www.energyland.info/analitic-show-24063/> (last accessed: 20.12.2010).
3. Ivanovskii V.N., Darishchev V.I., Sabirov A.A. et. al. Oborudovanie dlya dobychi nefi i gaza: in 2 ch. (Equipment for oil and gas production: in 2 parts). Part 2. Moscow: Publishing house «Oil and Gas» of Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2003. 792 p.
4. GOST R 52203-2004 Truby nasosno-kompressornye i mufty k nim (Tubing and coupling. Specifications). Moscow, Gosstandart Rossii, 2004. 53 p.
5. RD 153- 39.0-365-04. Instruktsiya po ekspluatatsii nasosno-kompressornykh trub (Operating manual of tubing). Samara: VNIITneft, 2004. 69 p.
6. Galeev A.S., Mindiyarova N.I. Primenenie ul'trazvukovogo polya dlya kontrolya stepeni zatyazhki s tsel'yu povysheniya resursa rez'bovogo soedineniya NKT (Application of the ultrasonic field to control the degree of tightening to improve resource threaded connection of tubing). *Avtomatizatsiya, telemekhanizatsiya i svyaz v neftyanoi promyshlennosti*, 2008, Issue 12, pp. 25-28.
7. Galeev A.S., Mindiyarova N.I., Suleimanov R.N. Primenenie ul'trazvukovogo polya dlya povysheniya resursa rez'bovogo soedineniya NKT (Application of the ultrasonic field to increase the resource threaded connection of tubing). *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more*, 2009, Issue 1, pp. 31-35.