

УДК 622.244.442:66.063.612

**И.Л. Некрасова**, старший научный сотрудник, к.т.н., e-mail: Nekrasova@permnipineft.com; **П.А. Хвоцин**, заведующий лабораторией промысловых жидкостей, e-mail: Khvoshchin@permnipineft.com; **О.В. Гаршина**, начальник отдела технологии строительства скважин, к.т.н., доцент, e-mail: Garshina@permnipineft.com; **Г.В. Окромелидзе**, начальник управления проектирования и мониторинга строительства скважин, e-mail: okromelidze@permnipineft.com, филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми

## ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ИНВЕРТНО-ЭМУЛЬСИОННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

*В статье рассматривается актуальная проблема утилизации отработанных инвертно-эмульсионных буровых растворов. Инвертно-эмульсионные буровые растворы должны являться жидкостями многократного использования, что во многих случаях обосновывает экономическую целесообразность их использования. Разработанная технология позволяет разделять отработанные растворы на водную и углеводородные фазы с использованием стандартного оборудования буровой с выделением качественной углеводородной основы, пригодной для повторного использования.*

**Ключевые слова:** утилизация, инвертно-эмульсионный буровой раствор, технология разрушения инвертно-эмульсионных буровых растворов.

Широкое распространение в настоящее время при бурении скважин находят инвертно-эмульсионные буровые растворы (ИЭР). Рост объемов применения ИЭР объясняется их уникальными свойствами, высокой эффективностью и известными преимуществами перед буровыми растворами на водной основе: сохранение естественной продуктивности пласта, высокая термостойкость, инертность по отношению к неустойчивым глинистым и соленосным отложениям, низкая диспергирующая способность в отношении к выбуренным породам, устойчивость к проявлениям рапы и кислых газов, высокие антикоррозионные свойства.

В последнее время в нефтегазовой промышленности, в том числе при строительстве скважин, делается акцент на экологическую безопасность проводимых работ. Прогрессивным направлением в этом плане является комплексный подход к вопросу внедрения технологических жидкостей, включающий разработку технологии их утилизации с целью минимизации техногенной нагрузки на окружающую природную среду. При создании и вне-

дрении технологических жидкостей на неводной основе актуальность этого вопроса многократно возрастает. При этом наряду с экологическим аспектом решающей становится и экономическая заинтересованность в возвращении в производственный цикл неводной основы раствора, являющейся дорогостоящим товарным продуктом. Инвертно-эмульсионные буровые растворы должны являться жидкостями многократного использования, что во многих случаях обосновывает экономическую целесообразность их использования. На рисунке 1 показаны перспективные направления повторного использования отработанных ИЭР.

Одним из высокоэффективных способов утилизации ИЭР является их использование в качестве смазочных и антиприхватных добавок к буровым растворам на водной основе. Указанный способ позволяет сократить использование промышленных смазочных и антиприхватных добавок в составе буровых растворов на водной основе, что особенно актуально при бурении наклонно-направленных и горизонтальных участков

ствола скважины, а также позволяет сократить объем буровых отходов.

Следует отметить, что долговременное хранение больших объемов отработанных гидрофобных жидкостей с целью их повторного использования не всегда возможно в промышленных условиях. Поэтому разработка технологии разделения отработанных ИЭР на отдельные фазы с выделением качественной олеофильной основы, пригодной для повторного использования при приготовлении технологических жидкостей различного назначения, является оптимальным способом утилизации данного вида отходов.

Если вопрос разделения природных водо-нефтяных эмульсий довольно широко освещен в научно-технической и патентной литературе, то вопросы разрушения искусственных обратных эмульсий, в том числе и ИЭР, стабилизированных высокоэффективными ПАВ-эмульгаторами, освещены очень слабо. ИЭР представляют собой многокомпонентные агрегативно устойчивые физико-химические системы, разрушение которых возможно только под

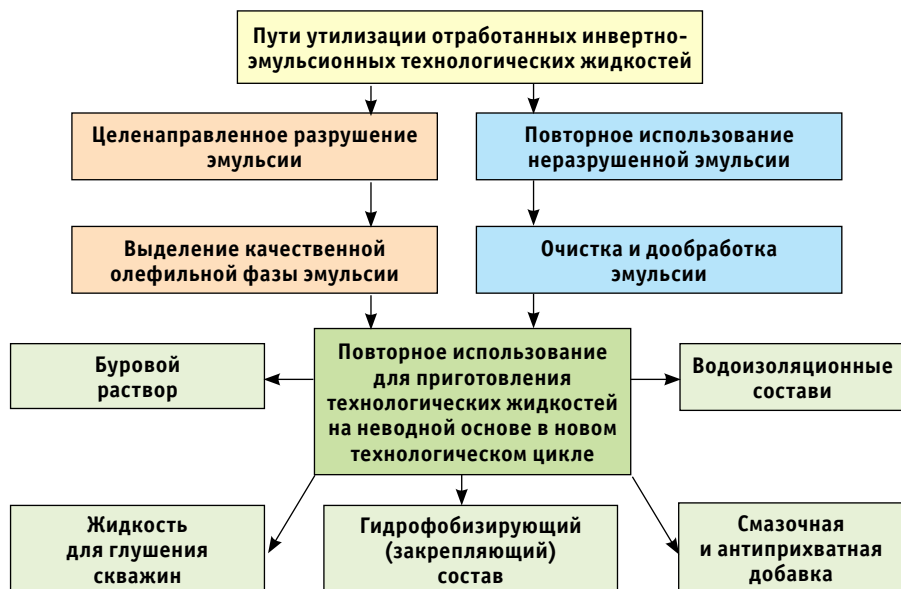


Рис. 1. Основные направления утилизации отработанных инвертно-эмульсионных буровых растворов

воздействием специальных реагентов-деструкторов и деэмульгаторов.

В процессе приготовления инвертно-эмульсионных буровых растворов с использованием промышленных диспергаторов водная фаза с помощью эффекта инжектирования распределяется в углеводородной среде в виде тонкодисперсных частиц, при этом в процессе эмульгирования используются реагенты эмульгирующе-стабилизирующего действия, способствующие образованию прочного структурно-механического барьера на глобулах дисперсной фазы. Целенаправленное диспергирование и стабилизация водной фазы значительно усложняют процесс деэмульгирования и разрушения ИЭР по сравнению с водонефтяными эмульсиями, образующимися в процессе добычи нефти.

Для достижения эффекта разделения обратной эмульсии на отдельные фазы необходимо снизить прочность межфазного защитного слоя, при этом ослабленная защитная оболочка при агрегатировании глобул разрушается, и они коалесцируют. Процесс коалесценции глобул при благоприятных условиях может завершиться полным расслоением фаз. Характер деэмульгатора зависит от природы эмульгатора, придающего устойчивость эмульсии [1]. Деэмульгаторы делятся на 3 группы:

1) деэмульгаторы, химически разрушающие оболочку, образуемую эмульгатором

на поверхности частиц эмульсии, например сильные минеральные кислоты, разрушающие обычные мыла, служащие эмульгаторами эмульсий типа М/В; 2) деэмульгаторы, вызывающие деэмульгирование обращением (инверсией) фаз в эмульсии, т.е. превращение эмульсии из типа М/В в тип В/М; 3) деэмульгаторы, являющиеся достаточно сильными поверхностно-активными веществами и вытесняющие эмульгатор с поверхности капелек, т.е. физико-химически разрушающие образуемые им защитные оболочки капелек эмульсии. Эффективность разрушения обратных эмульсий зависит от:

- компонентного состава и свойств защитных оболочек стабилизаторов эмульсий;
- типа, коллоидно-химических свойств и удельного расхода применяемого деэмульгатора;
- температуры, интенсивности и времени перемешивания обратной эмульсии с реагентом-деэмульгатором и т.д.

В рамках исследований по разработке технологии утилизации отработанных ИЭР проведен сравнительный анализ более 10 деэмульгаторов водонефтяных эмульсий различных фирм-производителей. Процентное содержание углеводородной и водной фаз в исходном ИЭР составляло 50:50. Результаты исследований по разрушению ИЭР представлены на рисунке 2.

Выбраны реагенты, обладающие наиболее эффективным дестабилизирующим действием. Оптимальная концентрация деэмульгаторов для разрушения ИЭР составляет 1% к объему раствора. По результатам исследований, предварительный отстой ИЭР с деэмульгатором (перед центрифугированием) позволяет улучшить показатели разделения фаз и выделить до 70% чистой углеводородной фазы, использованной для приготовления ИЭР. Вместе с тем следует отметить, что использование для разделения ИЭР промышленных реагентов-деэмульгаторов, эффективно действующих на природные водонефтяные эмульсии, не позволяет полностью

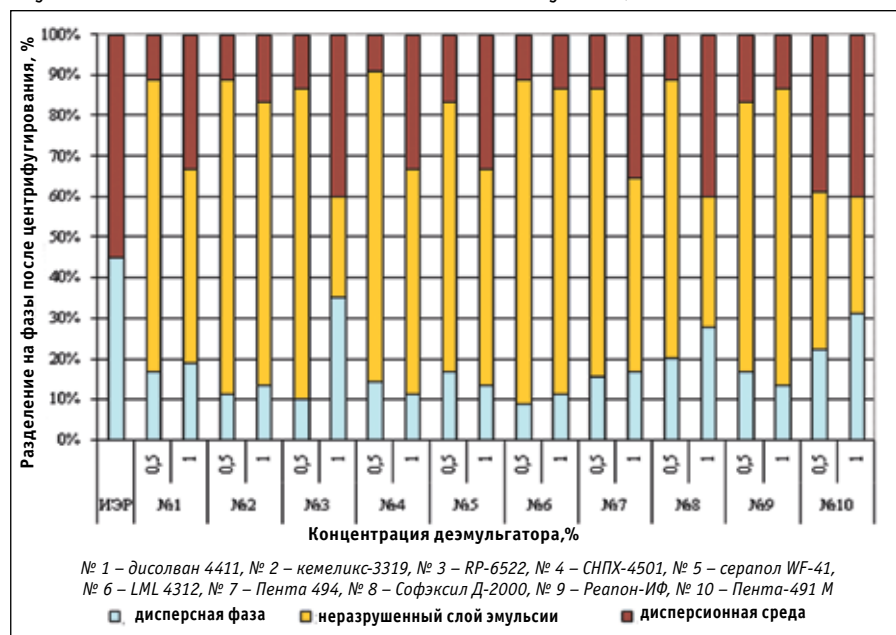


Рис. 2. Результаты разделения ИЭР методом центрифугирования



Рис. 3. Результаты разделения отработанного ИЭР по разработанной технологии

выделять углеводородную фазу отработанных ИЭР, что требует проведения дополнительных обработок раствора. С целью повышения эффективности и скорости деэмульгирования был проведен поиск и сравнительное исследование воздействия на инвертно-эмульсионные буровые растворы различных дестабилизирующих факторов. По результатам исследований выбран комплекс реагентов, обладающих дестабилизирующим действием на инвертно-эмульсионный буровой раствор, разработана технология утилизации отработанных ИЭР, получен патент на изобретение [2]. Согласно разработанной технологии, в отработанный ИЭР последовательно вводят следующие добавки: реагент на основе смеси высших диоксановых спиртов, водный раствор сульфата алюминия и, в последнюю очередь, раствор смеси неионогенных и ионоактивных ПАВ в органическом растворителе. Комплекс указанных добавок при правильно подобранной концентрации приводит к снижению кинетической и агрегативной устойчивости обратной эмульсии, коалесценции капель дисперсной водной фазы и расслоению термодинамически неустойчивой системы вследствие разности плотностей

на качественную олеофильную фазу и водную среду с содержащимися в растворе твердыми наполнителями и выбуренным шламом. Смесь отработанного бурового раствора и дестабилизирующих добавок выдерживают не менее 6 часов, производят последующее центрифугирование при скорости не менее 2500 об./мин. и отделившуюся при этом углеводородную фазу направляют на повторное использование (рис. 3).

Реагент на основе смеси высших диоксановых спиртов оказывает дестабилизирующее действие на эмульсию II рода «вода в масле», которой и является отработанный ИЭР. Являясь эмульгаторами преимущественно прямых эмульсий, указанные спирты способствуют образованию в системе множественной микроэмульсии, а именно смеси эмульсий I и II рода. Как показали исследования, они снижают электростабильность ИЭР до критического значения (менее 50 В), снижая кинетическую и агрегативную устойчивость системы, вследствие чего активизируется процесс слипания глобул водной фазы при столкновении их друг с другом или с границей раздела фаз, и система становится агрегативно неустойчивой.

Водный раствор сульфата алюминия, вводимый в систему последовательно после дестабилизирующего действия смеси высших диоксановых спиртов, оказывает коагулирующее действие на глобулы дисперсной фазы и способствует их слипанию, возможно, за счет нарушения двойного электрического слоя на поверхности глобул, который до этого препятствовал слиянию капель эмульсии и сближению их на расстояние действия молекулярных сил притяжения.

Действие на отработанный ИЭР вводимого далее раствора смеси неионо-

генных и ионогенных поверхностно-активных компонентов в органическом растворителе связано с разрушением и адсорбционным вытеснением молекулами указанного ПАВ стабилизаторов ИЭР с границы раздела фаз и полным нарушением стабильности системы. Таким образом, смесь высших диоксановых спиртов и водный раствор сульфата алюминия выполняют роль дополнительных активизирующих добавок, создающих условия, обеспечивающие эффективное действие на систему деэмульгатора водонефтяных эмульсий. В результате облегчается расслоение эмульсии на отдельные фазы и увеличивается объем выделяемой в процессе разрушения качественной углеводородной фазы, пригодной для повторного использования.

Разработанная технология позволяет проводить утилизацию ИЭР непосредственно на буровой, как в процессе, так и по окончании бурения по мере накопления избыточных объемов отработанного бурового раствора с использованием стандартного комплекта оборудования по очистке бурового раствора. Согласно разработанной технологии, в лабораторных условиях на основе выделенного из отработанного ИЭР масла были приготовлены стабильные эмульсионные буровые растворы с приемлемыми технологическими показателями.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Токунов В.И., Хейфец И.Б. Гидрофобно-эмульсионные буровые растворы. – М.: Недра, 1983.
2. Патент РФ № 2386657 RU, класс С 09К 8/34, С 09К 3/32. Способ разрушения и утилизации отработанного инвертно-эмульсионного бурового раствора. Опубликовано: 13.11.2008. Некрасова И.Л. и др.

#### Construction and repair of oil and gas wells

I. Nekrasova, Ph.D., High-order research assistant, e-mail: Nekrasova@permnipineft.com; P. Khvoshchin, drilling fluids laboratory head, e-mail: Khvoshchin@permnipineft.com; O. Garshina, Ph.D., well drilling technology department head, e-mail: Garshina@permnipineft.com; G. Okromelidze, Department Manager, e-mail: okromelidze@permnipineft.com, "PermNIPIneft", branch of LLC "LUKOIL-Engineering" in Perm

#### The technology of invert-emulsion drilling fluids utilization

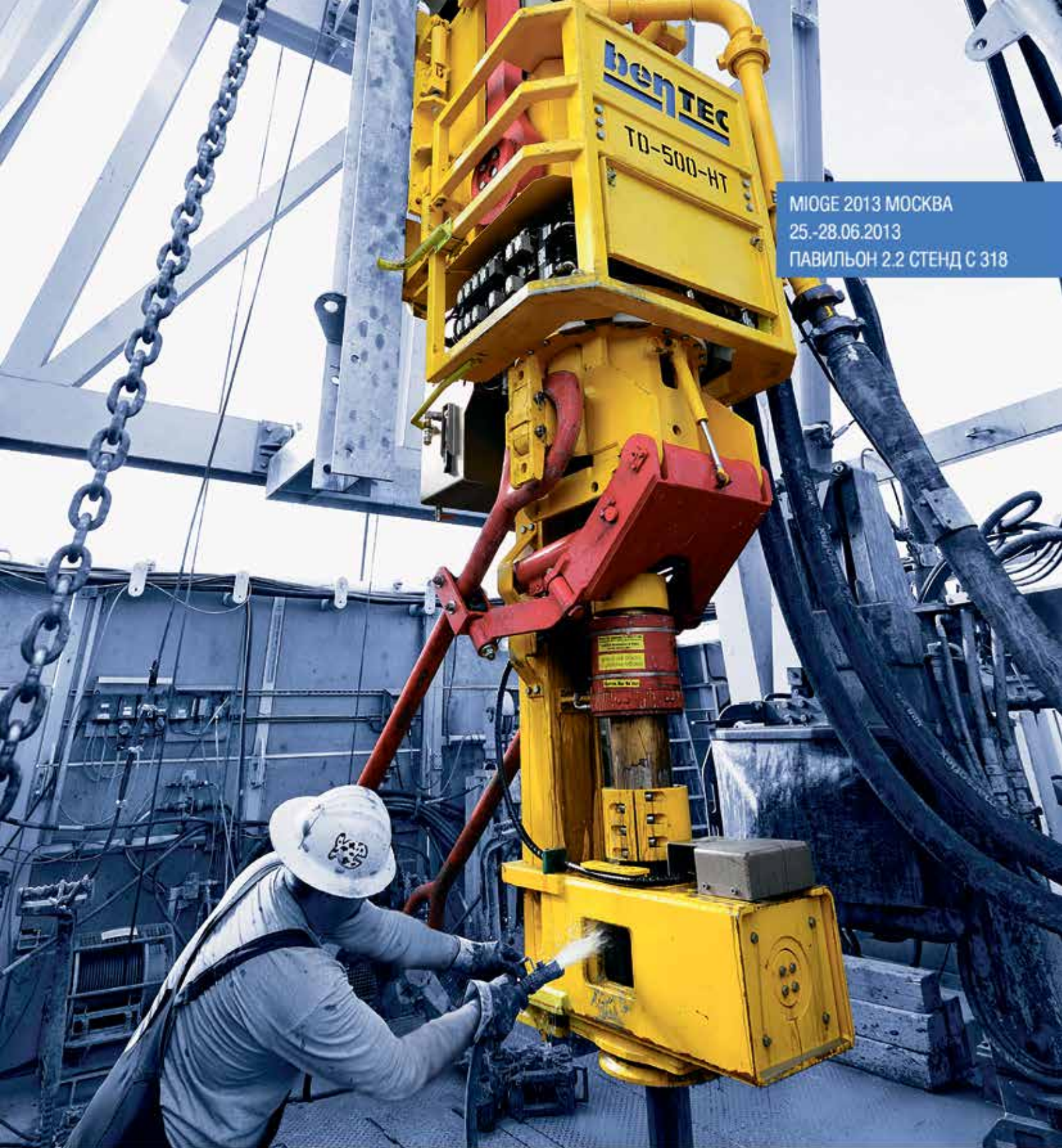
*In the article the important problem of the utilization of invert-emulsion drilling fluids is discussed. Invert emulsions should be reusable fluids in order to substantiate the economic efficiency of their use. The developed technology allows to separate invert emulsions on water and hydrocarbon phases with the use of standard equipment of the circulating system with the extraction of high-quality hydrocarbonic phase, suitable for re-use.*

**Keywords:** utilization, invert-emulsion drilling fluid, the technology of invert-emulsion drilling fluid destruction.

#### References:

1. Tokunov V.I., Heifetz I.B. Gidrofobno-emulsionnye burovye rastvory (Hydrophobically-emulsion drilling fluids). - M.: Nedra, 1983.
2. The patent of the RF No 2386657 RU, Class C 09K 8/34, C 09K 3/32. Sposob razrusheniya i utilizatsii otrabotannogo invertno-emul'sionnogo burovogo rastvora (Destruction method and disposal of waste invert emulsion drilling fluid). Published: 13.11.2008. Nekrasova I.L. and others.





МНОГЕ 2013 МОСКВА  
25.-28.06.2013  
ПАВИЛЬОН 2.2 СТЕНД С 318

## Верхний привод Bentec – для решения Ваших задач

Bentec - один из ведущих мировых производителей буровых установок и нефтегазового оборудования. Верхние приводы Bentec, грузоподъемностью 275, 350 и 500 тонн специально спроектированы для тяжелых условий эксплуатации и уменьшения непроизводительных затрат времени в бурении. Компактные размеры позволяют использовать их на мачтах различных типов; могут быть использованы как в качестве переносных, так и постоянных модулей на наземных и морских буровых установках. Соответствуют всем последним стандартам нефтегазовой промышленности, обеспечивая самый высокий уровень безопасности. [www.bentec.ru](http://www.bentec.ru)

На правах рекламы

ООО "Бентек"  
2 км Старого Тобольского тракта, 8а  
625014 Тюмень, Россия  
Телефон: +7 3452 683 940  
Факс: +7 3452 683 926  
E-Mail: [info@ru.bentec.com](mailto:info@ru.bentec.com)

Российское представительство Bentec GmbH  
1-ый Казачий пер., 7  
119017 Москва, Россия  
Телефон: +7 (495) 234 42 38  
Факс: +7 (495) 234 42 40  
E-Mail: [moscow@bentec.ru](mailto:moscow@bentec.ru)

**bentec**

Reliable Technology For Efficient Operations