

# Технологии в сфере геологоразведки и добычи



## Enhanced Oil Recovery: Technology Implementation at Lukoil

В секторе разведки и добычи основной объем НИОКР пришелся на разработку рациональных комплексов геолого-геофизических исследований, совершенствование методов оценки запасов (продолжались работы по созданию методики подсчета запасов углеводородов в резервуарах со сложной структурой), а также на разработку и совершенствование методов повышения нефтеотдачи пластов и оптимизацию технологических решений при разработке неразбуренных участков и залежей. Пристальное внимание уделялось технологиям по обеспечению экологической безопасности при разработке месторождений, особенно морских.

Одним из важнейших результатов деятельности Компании в сфере развития технологий является активное применение методов интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов (ПНП). Эти методы позволяют существенно увеличить извлекаемые запасы и добычу нефти, вовлечь в промышленную разработку запасы высоковязкой нефти, запасы в низкопроницаемых коллекторах и трудноизвлекаемые запасы на поздней стадии разработки месторождений. В течение последних лет на месторождениях Группы «ЛУКОЙЛ» доля добычи нефти за счет применения различных технологий воздействия на нефтяные пласты составляет более 20% от общего объема добычи.

Most of the upstream R&D has focused on developing efficient logging systems, improving methods of estimating reserves (studies have continued on creating methods for calculating hydrocarbon reserves in reservoirs with complex structures), and also on developing and improving methods of enhancing oil recovery and optimizing the development of undrilled areas and reservoirs. Steady attention has focused on environmental protection technologies, especially for offshore fields.

One of the most important results of LUKoil's technology development effort is the active use of methods for stimulating oil production and enhancing oil recovery (EOR). These methods substantially increase recoverable reserves and oil production, and allow commercial development of reserves of highly viscous oil, reserves in low-permeability reservoirs, and hard-to-recover reserves at the late stages of field development. In recent years, the proportion of oil recovered through the use of various stimulation technologies at LUKoil fields has been more than 20% of total production.

In 2007, the LUKoil Group performed 5,292 EOR operations, which corresponds to the 2006 level. LUKoil companies employ physical, chemical, hydrodynamic, and thermal methods to stimulate pay zones. In the reporting year, EOR techniques accounted for additional 23.7 million tonnes, or more than 26% of LUKoil's total Russian production. The bulk of the enhanced recovery (14.4 million

В 2007 году Группа выполнила 5 292 операций ПНП, что соответствует уровню 2006 года. Организации Группы «ЛУКОЙЛ» применяют физические, химические, гидродинамические и тепловые методы воздействия на продуктивные пласты. В отчетном году дополнительная добыча за счет применения методов ПНП составила 23,7 млн т, или более 26% от общей добычи нефти Группой в России.

Основной объем дополнительной добычи (14,4 млн т, или 61,3%) получен за счет физических методов, в первую очередь за счет гидроразрыва пласта (ГРП). В отчетном году на 12 месторождениях Предуралья продолжились опытно-промышленные работы по технологии кислотного ГРП. В результате проведения 31 операции получен средний прирост дебита нефти 9,4 т/сут, а дополнительная добыча составила 59 тыс. т. На основе полученного опыта планируется широкое распространение перспективной технологии в других регионах нефтедобычи Группы «ЛУКОЙЛ».

За счет других методов ПНП (гидродинамических, тепловых, химических, интенсификации добычи нефти) было добыто 9,2 млн т. Анализ результатов применения различных методов ПНП выявил высокую эффективность химических методов в области предотвращения роста обводненности скважин. Так, широкое распространение химических технологий на месторождениях в Западной Сибири позволило в целом снизить темп роста обводненности добываемой продукции с 2,4% в 2006 году до 1,2% в 2007 году. В целом в 2007 году внедрение химических технологий возросло по сравнению с 2006 годом более чем в два раза (с 494 до 1 004 операций), а дополнительная добыча достигла 1,3 млн т.

В 2007 году Группа проводила испытание новой технологии по водогазовому воздействию (ВГВ) на нефтегазовую залежь с целью повышения нефтеотдачи пластов с применением бустерной установки. С начала реализации технологии в ноябре 2005 года на Восточно-Перевальном месторождении в Западной Сибири дополнительная добыча нефти за счет применения ВГВ составила 8,3 тыс. т, в том числе в 2007 году 3,1 тыс. т. Начиная с 2008 года планируется распространение технологии на другие объекты нефтедобычи Группы «ЛУКОЙЛ». Высокоэффективным методом ПНП является также бурение боковых (вторых) стволов на существующих скважинах. В 2007 году произошло увеличение объемов работ по бурению вторых стволов скважин. В эксплуатацию введено 188 боковых стволов (в 2006 году – 146) со средним приростом дебита 19,2 т/сут. Дополнительная добыча составила 579 тыс. т, что на 17,2% больше, чем в 2006 году. Наибольший

tonnes, or 61.3%) was produced by physical techniques, primarily hydrochloric acid fracturing (hydrofrac). In the reporting year, pilot production using acid frac technology continued at 12 cis-Ural fields. Thirty-one operations yielded an average oil flow increase of 9.4 tonnes per day (tpd), for a total enhanced recovery of 59,000 tonnes. Based on this experience, this promising technology will be employed widely in LUKoil's other oil production areas.

Other EOR techniques (hydrodynamic, thermal and chemical methods, and stimulation of oil recovery) have yielded 9.2 million tonnes. The results of various EOR techniques have shown the high effectiveness of chemical methods in limiting water encroachment in wells. For example, the widespread use of chemical technologies at West Siberian fields has reduced the overall growth in water cut from 2.4% in 2006 to 1.2% in 2007.

The use of chemical technologies more than doubled in 2007 over 2006 (from 494 to 1,004 operations), and the enhanced recovery totaled 1.3 million tonnes. In 2007, LUKoil tested a new water-alternating-gas (WAG) injection technology on an oil/gas reservoir in order to stimulate oil recovery using a booster unit. Since the technology was introduced in 2005 at East Pereval Field in West Siberia, the enhanced oil recovery due to WAG injection has been 8,300 tonnes, including 3,100 tonnes in 2007. The LUKoil Group plans to extend the technology to other oil production sites in 2008.

Another highly effective EOR technique is the sidetrack drilling from existing wells. The sidetrack drilling expanded in 2007, with a total of 188 sidetracks placed in service (vs. 146 in 2006) with an average enhanced flow of 19,200 tpd. Enhanced recovery totaled 579,000 tonnes, up 17.2% from 2006. The greatest increase was at a group of West Siberian fields, where the average flow increase from 47 sidetracked holes totaled 33,400 tpd, which is practically equivalent to the flow from new wells.

Pilot radial drilling continued in 2007. At relatively low cost, the drilling of radial channels from existing wells permits both stimulated recovery and development of hard-to-recover reserves. The LUKoil Group carried out 39 operations with an average oil flow increase of 8,000 tpd. The enhanced oil recovery produced by this method totaled 21,500 tonnes. LUKoil will use this positive experience of radial drilling in other oil-producing regions.

In addition, the LUKoil Group uses horizontal drilling to increase the efficiency of oil production, raising well productivity 50–100%. In 2007, LUKoil placed 109 new horizontal wells in service, with an average flow of 65,500 tpd.

прирост получен на ряде месторождений в Западной Сибири, где средний прирост дебита по 47 скважинам с пробуренными боковыми стволами составил 33,4 т/сут, что практически соответствует дебиту новых скважин.

В 2007 году в Предуралье продолжены опытно-промышленные работы по радиальному бурению. При относительно низких затратах бурение радиальных каналов из существующих скважин позволяет как интенсифицировать добычу, так и вовлекать в разработку трудноизвлекаемые запасы. Произведено 39 операций со средним приростом дебита нефти 8 т/сут. Дополнительная добыча нефти в результате применения метода составила 21,5 тыс. т. Положительный опыт применения технологии радиального бурения будет перенесен в другие нефтедобывающие регионы Группы.

Кроме того, для увеличения эффективности добычи нефти применяется бурение горизонтальных скважин, обеспечивающих рост продуктивности скважин в 1,5–2 раза. В 2007 году в эксплуатацию было введено 109 новых горизонтальных скважин, средний дебит которых составил 65,5 т/сут.

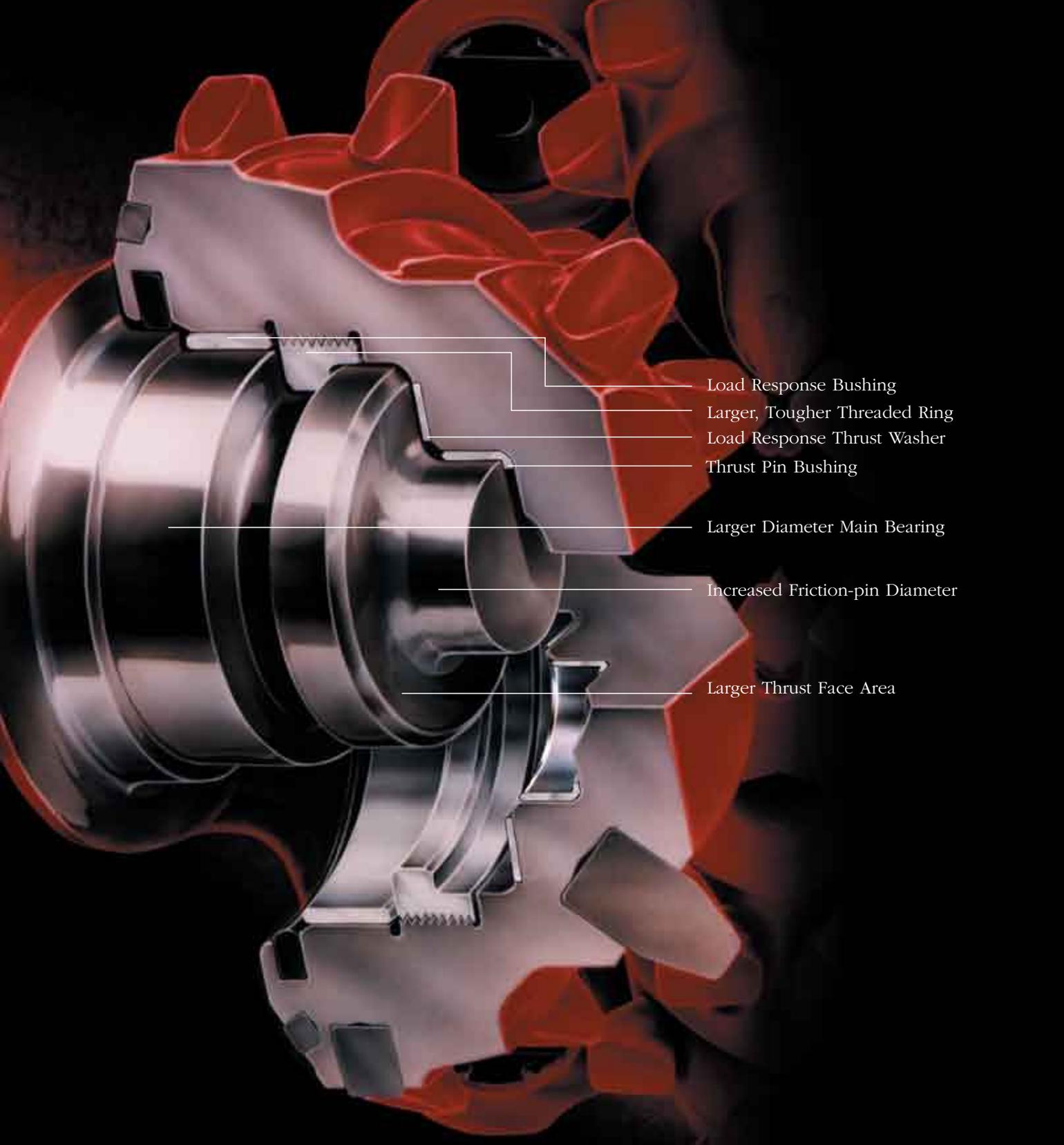
В 2007 году активно применялись новые технологии бурения и строительства горизонтальных скважин. Так, при строительстве двух горизонтальных скважин



The LUKoil Group made active use of new technologies for when drilling and constructing horizontal wells in 2007. For example, data obtained from the drilling of two horizontal pilot wells were used to build a model of a pay zone in West Siberia. During drilling of the horizontal leg, a logging system was used to refine the model in real time and select the trajectory to achieve the best porosity and oil saturation.

At the Usa Field in the Komi Republic, the LUKoil Group performed a smart completion of a horizontal well in a Permian-Carboniferous reservoir where heavy oil is being produced. The horizontal leg was broken into four sections, each of which has pressure and temperature sensors and a device for opening/closing the perforation interval, controllable in real time. This permits each section of the well to be operated separately and formation parameters to be tracked in real time.

At Yarega high-viscosity oil field (Komi Republic), pilot operations to adapt thermogravitational drainage technology using horizontal wells for secondary steam-heat ("huff-n-puff") development of this field have been underway since late 2005. In the two years the technology has been in use, it has shown steady growth of basic development parameters.



Load Response Bushing

Larger, Tougher Threaded Ring

Load Response Thrust Washer

Thrust Pin Bushing

Larger Diameter Main Bearing

Increased Friction-pin Diameter

Larger Thrust Face Area

**TUFFDUTY**<sup>TM</sup>

[www.ReedHycalog.com](http://www.ReedHycalog.com)

***Tuff To Beat***<sup>SM</sup>

**NOV** **Reed Hycalog**<sup>TM</sup>



в Западной Сибири по данным, полученным при бурении пилотных стволов, была построена модель продуктивного пласта. При бурении горизонтального участка использовалась система каротажа, позволившая в реальном времени уточнять модель, а также выбирать траекторию в соответствии с лучшими показателями пористости и нефтенасыщенности. На Усинском месторождении в Республике Коми было осуществлено интеллектуальное заканчивание горизонтальной скважины на пермокарбонатной залежи, где ведется добыча тяжелой нефти. Горизонтальный участок разбит на 4 секции, каждая из которых имеет датчики давления, температуры и устройство открытия/закрытия интервала перфорации, управляемое в режиме реального времени с поверхности. Это позволяет отдельно эксплуатировать каждую секцию скважины и оперативно отслеживать параметры пласта.

На Ярегском месторождении высоковязкой нефти (Республика Коми) с конца 2005 года проводятся опытно-промышленные работы по адаптации технологии термогравитационного дренирования пласта с помощью горизонтальных скважин для вторичной паротепловой разработки данного месторождения. За 2 года применения технологии наблюдается постоянный рост основных показателей разработки. Так, добыча нефти по опытному участку выросла с 200 т/месяц (январь 2006 года)

Oil production in the pilot production area has risen from 200 tonnes per month in January 2006 to 1000 tonnes per month by early 2008. In 2007, the LUKoil Group developed a program to adapt this technology at a new pilot production area in Yarega Field. Implementation is scheduled for 2008. In 2007, based on analysis of the pilot operations at Yarega Field, the LUKoil Group developed a Method of Developing High-Viscosity Oil Fields, which proposed options for developing fields like Yarega. The technical solution is currently under expert review at the Russian Patent Agency [Rospatent].

до 1 000 т/месяц к началу 2008 года. В 2007 году разработана программа по адаптации технологии на новых опытных участках Ярегского месторождения. Начало реализации проекта намечено на 2008 год. В 2007 году на основе анализа разработки Ярегского месторождения был создан Способ разработки месторождений высоковязких нефтей, в котором предложены варианты разработки месторождений, аналогичных Ярегскому. В настоящее время техническое решение находится на экспертизе в Роспатенте.



## Новые возможности и решения для химической отрасли.

Dow Oil & Gas – новое международное подразделение компании Dow. Мы поможем Вам в решении стоящих перед Вашим предприятием проблем и представим уникальные возможности, о которых Вы даже не догадывались. Мы уделяем основное внимание решению задач, с которыми сталкиваются наши заказчики, и разрабатываем решения, используя обширную базу химических технологий, знаний в области материаловедения, а также свои продукты, услуги и логистическую сеть. Вы можете положиться на нас – мы поможем Вам повысить эффективность работы, ускорить ее, увеличить объемы производства и улучшить экологические показатели Ваших технологических процессов и качество выпускаемой продукции.

Подразделение Dow Oil & Gas, поможет Вам в совершенствовании всех аспектов Вашей деятельности в области разведки и добычи нефти и газа, нефте- и газопереработки, транспортировки нефтепродуктов и разработки новой продукции.

**Россия:** +7 495 663 7820 **страны Северной Америки:** 1-800-447-4369 **страны Европы:** +800 3 694 6367  
**страны Латинской Америки:** (+55) 11-5188-9222 **страны АТР:** +852 2879 7260 **www.dowoilandgas.com**



**НЕФТЬ И ГАЗ**

\*\*\*Торговая марка компании Dow Chemical (Dow) или ее аффилированных компаний.