

ППД – ПУТЬ ИННОВАЦИЙ

NEW TECHNOLOGIES TO MAINTAIN RESERVOIR PRESSURE



АЛСУ МАТИСОВА

Сегодня, когда многие уникальные месторождения нефти находятся на поздней стадии разработки, все большее значение приобретает система поддержания пластового давления или, как ее именуют сами нефтяники, ППД.

Именно современные системы ППД, а точнее, новые технологии, применяемые для поддержания пластового давления, позволяют увеличить коэффициент извлечения нефти.

В настоящее время специалисты компании «Татнефть» работают, прежде всего, над снижением энергозатрат и повышением эффективности производства, они ориентированы на защиту внутристеклянного оборудования нагнетательных скважин от высокого давления и коррозии, а также комплексную оптимизацию процессов ППД.

Вставка

В 2013 году введены в эксплуатацию 222 новые нагнетательные скважины. На 173 из них внедрена технология ОРЗ (одновременно-раздельная закачка). С начала использования этой технологии она применяется на 581 скважине, дополнительная добыча от внедрения ОРЗ составила 1146,5 тыс. тонн.

ALSU MATISOVA

With many unique oilfields in late stage development, RPM, Reservoir Pressure Maintenance systems, are becoming increasingly important. It is the modern RPM systems, or, more precisely, the new technologies used to maintain the reservoir pressure that make it possible to increase oil recovery.

Tatneft engineers are working first and foremost on the reduction of energy consumption and increasing production efficiency. They are focused on the protection of the downhole equipment in injection wells against high pressure and corrosion, and also on the comprehensive optimisation of the RPM processes.

222 new injection wells were commissioned in 2013, and at 172 of them, dual injection technology has been introduced. Since we implemented this technology, it has been used in 581 wells, which have provided an incremental production of 1146.5 thousand tons of oil.

RPM SYSTEM MILESTONES

The evolution of the RPM system at Tatneft can be split into five stages. It stems from the USSR Council of Ministers Decree dated 28 April 1959, when it was decided to design a peripheral water flooding system at Romashkinskoye and Bavlinskoye fields in order to increase oil production. It was there where the construction of the first water

ВЕХИ ИСТОРИИ

Если проследить историю развития системы ППД в «Татнефти», то ее можно разделить на пять этапов.

Свое начало система ППД берет с По-становления Совета Министров СССР от 28 апреля 1959 года, когда с целью увеличения нефтедобычи было принято решение о проектировании зондурного заводнения на Ромашкинском и Бавлинском месторождениях. Именно здесь для поддержания пластового давления были начаты первые работы по строительству объектов подготовки и закачки воды, вводились нагнетательные скважины, строились КНС и, соответственно, водоводы высокого и низкого давления.

На первом этапе, т.е. с конца 50-х до 1985 года, система ППД сформировалась и начала усиленно развиваться. Этому способствовали большие объемы добычи нефти и, соответственно, большие объемы закачки воды.

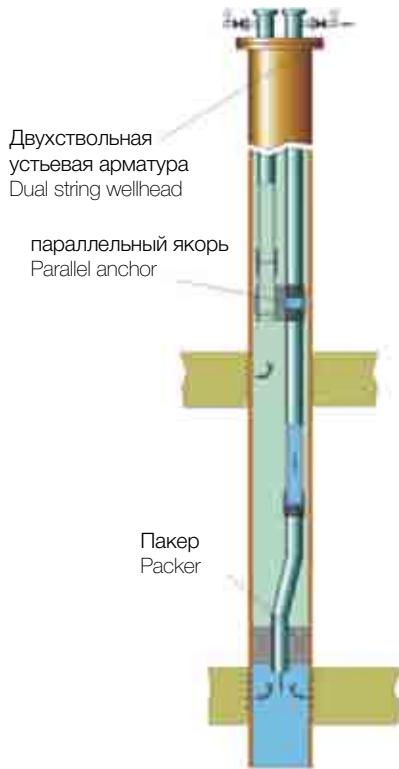
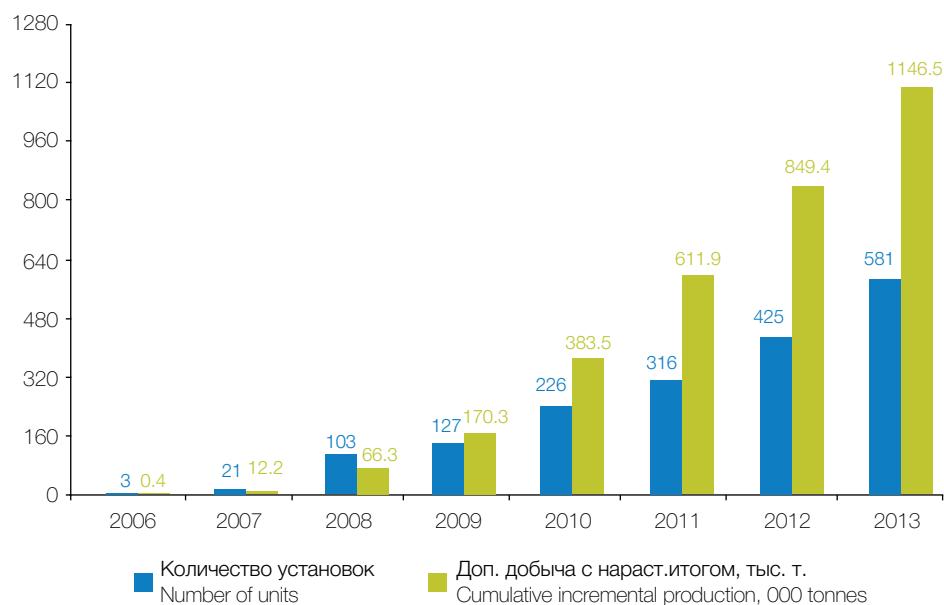


Рисунок 1: Одновременно-раздельная закачка в продуктивные пластины
Figure 1: Dual injection to producing formations



На втором этапе (1985 –1995 гг.) главной задачей специалистов стало решение проблемы надежности водоводов системы. Трубы с антикоррозионным покрытием тогда только входили в обиход и технологии антикоррозийной защиты в нефтедобычи широко не применялись. Поэтому основной особенностью этого этапа можно назвать катастрофический рост порывов водоводов (более 20 в день), а также снижение (дробление) остаточных запасов нефти, объемов добываемой и закачиваемой воды.

treatment and injection facilities started, where injection wells were commissioned, cluster pumping stations and the associated high pressure and low pressure water pipelines were built.

During the first stage, from the late 1950s to 1985, the RPM system was formed and began to quickly develop. This was encouraged by large amounts of oil production and the associated large volumes of water injection. During the second stage (1985-1995), the main task for the specialists was to solve the problem of the reliability of the system's water pipelines. Pipes with anti-corrosive coating were barely in existence then, and corrosion protection technologies were not widely used in oil production. Because of this, we would say the key feature of this stage was a catastrophic increase in the number of water line ruptures (more than 20 ruptures a day) and the reduction (splitting) of the remaining oil reserves and the produced and injected water volumes.

The decisive factor in the improvement in reliability of the water pipelines was, of course, using pipes with internal and external protection coatings. The large-scale introduction of steel-plastic pipes (SPP) reduced the failure rate by a factor of 30. During the next, third stage (1995-2002), Tatneft engineers specialising in RPM began to upgrade the RPM pumping stations and establish the conditions for a more targeted injection. Science was moving forward and some brand new technologies were being developed that would provide the stability of the RPM system. During that period such

И решающим фактором в повышении надежности водоводов, конечно, стало применение труб с внутренним и наружным защитными покрытиями. Массовое же внедрение металлогластмассовых труб (МПТ) сократило аварийность более чем в 30 раз.

На следующем, третьем этапе (1995–2002 гг.) специалисты системы ППД компании «Татнефть» взялись за модернизацию насосных станций ППД и создание условий для индивидуализации закачки. Наука не стояла на месте, разрабатывались качественно новые технологии, обеспечивающие стабильность системы ППД. Именно в это время появились такие инструменты, как малорасходные насосы, раскрылся широкий спектр качественного оборудования скважин и кустовых насосных станций (КНС), накладных расходомеров.

На четвертом этапе (2003–2010 гг.) в компании была поставлена цель комплексной оптимизации процессов ППД, преимущественно, на базе программных комплексов. Активно реализовывалась программа по замене насосно-компрессорных труб (НКТ) в нагнетательных скважинах на НКТ с внутренним полимерным покрытием.

Пятый, нынешний этап, рассчитан до 2015 года и направлен на обеспечение адресности закачки, повышение надежности насосных агрегатов, скважинного оборудования и трубопроводов, энергоэффективности системы ППД в целом. Его нельзя назвать последним этапом, так как система ППД постоянно развивается.

На период до 2015 года принята Концепцию реконструкции и развития системы ППД. Главной ее особенностью является комплексность применения новых технических и технологических решений. Это позволяет достичь максимального коэффициента нефтеизвлечения при оптимизации энергозатрат.

ЦЕЛЬ - ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Не секрет, что системы ППД на нефтяных месторождениях характеризуются высокой энергоемкостью. Так, на их долю приходится более 30% всей потребляемой компанией электроэнергии. Самыми энергоемкими являются насосные агрегаты КНС. Сегодня перед специалистами компании стоит важнейшая задача снижения удельного энергопотребления.

Для этого ежегодно совместно с ООО «УК «Система-Сервис», обслуживающей эти насосные агрегаты, формируется программа по капитальному ремонту и оптимизации насосных агрегатов. Эта программа на основании расчетов технико-экономического обоснования позволяет в необходимый момент

tools as low flowrate pumps emerged, a wide range of high-quality downhole and cluster pumping station equipment and clamp-on flowmeters was in use.

During the fourth stage (2003–2010), the company aimed to achieve comprehensive optimisation of the RPM processes, mainly using software packages. The programme for replacement of conventional tubing strings in injection wells with polymer-coated tubing strings was actively implemented.

The fifth and current stage is expected to end in 2015 and is aimed at injection targeting, increasing the reliability of the pumping units, downhole equipment and pipelines, energy efficiency of the RPM system at large. This stage cannot be called the last stage, as the RPM system is constantly evolving.

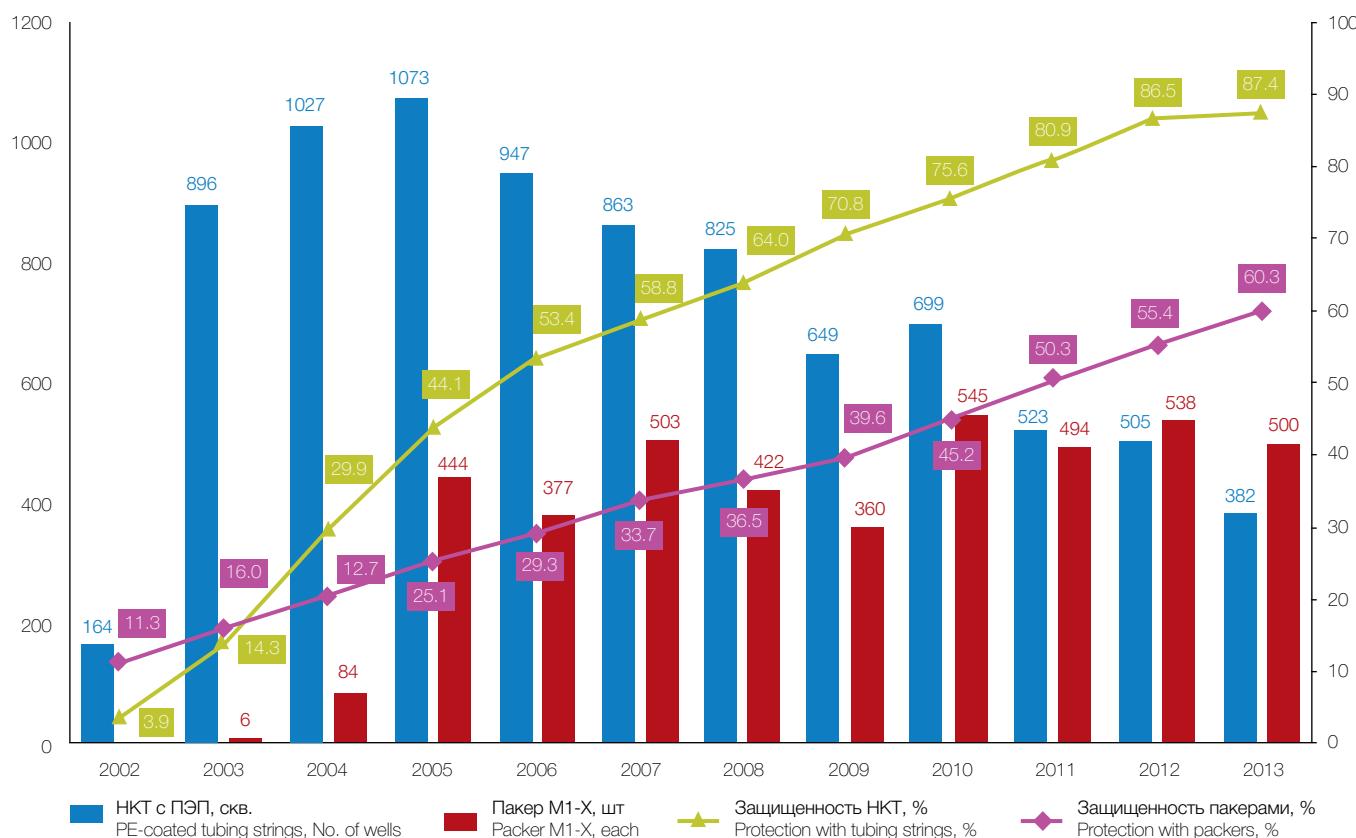
For the period ending 2015, a tailored “RPM System Reconstruction and Development Concept” was adopted. Its key feature is the integration of applying the new engineering and process solutions. This would help the company achieve the maximum oil recovery factor while optimising energy consumption.

AIMING AT ENERGY EFFICIENCY

It is no secret that the RPM systems at oilfields are characterised by high energy consumption. They demand more than 30% of the electric power consumed by the company. The pumps at the cluster pumping stations are the most power intensive units. These days, the company specialists are trying to reduce their energy intensity.

To this effect, every year the company, together with ООО “УК Система-Сервис”, the company that services these pumping units, establishes a programme for major repairs and optimisation of the pumping units. This programme, based on the feasibility study calculations, makes it possible to carry out major repairs of the pumping unit when necessary, thus saving the company approximately 28.8 million roubles a year.

Tatneft pursues the objective of energy saving by having started the pilot operation of two displacement pumps manufactured by German companies KAMAT (in NGDU “Almetyevneft”) and WEPUKO (at NGDU “Elkhovneft”). The results of the 2013 pilot operation demonstrated that the energy intensity of these pumps is 2–2.5 times lower than that of centrifugal pumps having similar characteristics. That’s why the company decided to purchase five more pumps: two KAMAT pumps (for NGDU “Almetyevneft”) and three WEPUKO pumps (two for NGDU “Elkhovneft” and one for NGDU “Leninogorskneft”). Their maintenance is carried out by the specialists of ООО “УК Система-Сервис”.

Рисунок 2: Динамика внедрения НКТ с ПЭП и пакеров М1-Х**Figure 2:** History of introduction of PE-coated tubing strings and M1-X packers

проводить капитальный ремонт насосного агрегата, что приводит к экономии около 28,8 млн рублей в год.

Эту же цель – снижение энергоемкости -- «Татнефть» ставит перед собой, начав опытно-промышленную эксплуатацию двух насосов объемного действия германских фирм. Результаты опытно-промышленной эксплуатации 2013 года показали, что удельное энергопотребление этих насосов в 2-2,5 раза ниже, чем у центробежных насосов с аналогичными характеристиками. Поэтому в компании принято решение закупить еще пять насосов объемного действия. Их сервисное обслуживание осуществляется силами специалистов ООО «УК «Система-Сервис», которые прошли специальное обучение на фирмах-производителях насосов в Германии.

В настоящее время большая часть оборудования системы ППД (насосные агрегаты, вспомогательное оборудование КНС), внутрискважинное и устьевое оборудование (НКТ, пакеры, нагнетательная арматура) обслуживается специалистами сервисных компаний Татарстана - ООО «УК «Система-Сервис» и УК ООО «ТМС групп», с которым у ОАО «Татнефть» заключены договоры. Централизация

At present, most of the RPM system equipment (pumping units, auxiliary equipment of the cluster pumping stations), downhole and wellhead equipment (tubing, packers, injection valves) is serviced by the specialists of two Tatarstan service companies, ООО “УК Система-Сервис” and УК ООО “ТМС Group”, under the contracts executed between them and ОАО “Tatneft”. The centralisation of service in managing companies enabled the optimisation of the equipment stock and the costs of its maintenance, organisation of circulating equipment stock, and reduction of the downtime caused by its repairs.

INTELLIGENCE IS THE FUTURE

Intelligence rules the world. The production industry cannot evolve without science. The efficiency of cooperation between science and production industry is evidenced by the long-term joint work efforts of the scientists and oilfield personnel. The production and scientific potential of Tatneft is closely associated with the activity of TatNIPIneft.

The institute, established in 1956, is one of the largest scientific centres within the oil industry. Petroleum scientists are now solving the most complex scientific and engineering design problems related to the integrated development of oil fields in various mining

сервиса в управляющих компаниях позволила оптимизировать фонд оборудования, затраты на его обслуживание, организовать оборотный фонд оборудования, снизить простоя, связанные с его ремонтом.

БУДУЩЕЕ – ЗА ИНТЕЛЛЕКТОМ!

Миром правит интеллект. Производство не может развиваться без науки. Эффективность содружества науки и производства подтверждена многолетней совместной работой ученых и практиков-нефтяников. А производственный и научный потенциал «Татнефти» тесно связан с деятельностью ТатНИПИнефть.

Институт, созданный в 1956 году, является одним из крупнейших научных центров нефтяной отрасли. Ученые-нефтяники сегодня решают сложнейшие научные и проектно-технические задачи комплексного освоения нефтяных месторождений в различных горно-геологических условиях. Не остается без их внимания и система ППД. Так, в настоящее время в «Татнефти» успешно внедряется технология сброса и очистки попутно добываемой воды на группе скважин, разработанная специалистами ТатНИПИнефть. Технология предназначена для отделения и очистки попутно добываемой воды на группе скважин с последующей ее закачкой в нагнетательные скважины того же куста.

Новая разработка позволяет снизить объем жидкости, перекачиваемой по трубопроводам систем нефтесбора и ППД, и объем потребления пресной воды для закачки в пласт.

Разумеется, это не единичная разработка. Среди успешно внедренных высокоеффективных технологий ТатНИПИнефть – одновременно-раздельная закачка (ОРЗ), позволяющая производить закачку в два и более пласта одной скважиной и экономить затраты на бурение новой скважины; межскважинная (МСП) и внутрискважинная перекачка (ВСП), которая дает возможность производить закачку пластовой жидкости с выводом и без вывода ее на поверхность. Специальные разработки применяются и на месторождениях, удаленных от источников водообеспечения на значительные расстояния. Здесь используются системы индивидуальных УЭЦН или системы МСП или ВСП, позволяющие организовать адресную закачку с целью ППД. Многие-многие другие технические решения и технологии, направленные на совершенствование управлением системой ППД.

Отработку своих новых технологий компания

и геологических окружениях. Система RPM не была пренебрегаема и ими. Современно, Tatneft успешно внедряет технологию, разработанную специалистами TatNIPIneft – технологию удаления и обработки выработанной воды в скважинных кластерах. Целью технологии является раздельная обработка выработанной воды в скважинном кластере, с последующим возвращением в инъекционные скважины того же кластера.

Пилотные испытания проводились на установке, установленной на скважинном кластере GZU-50A (станции измерения давления) в CDNG-4 (нефтяной и газовой производственной части) месторождения Архангельское, разрабатываемого NGDU «Yamashneft», как подразделение ОАО «Tatneft».

Ключевые факторы, способствующие успеху проекта, – это меньшие объемы пресной воды, используемой для RPM; снижение потребления энергии для перекачки пресной воды, выработанной жидкости и отработанной воды.

Новый дизайн решения позволяет сократить объемы жидкости, транспортируемой по системам сбора нефти и RPM, и объемы пресной воды, впрыскиваемой в породу. Технология позволяет сократить диаметры нефтяных и водопроводных труб, что приводит к снижению капитальных затрат на строительство. Это «свободит» первоначальные установки для разделения воды и нефти и установки обработки нефти, что позволяет сократить капитальные затраты на их модернизацию. Это действительно энергетическая эффективность в практике!

Несомненно, это не единичное решение. Среди успешно внедренных технологий TatNIPIneft – это雙液注水 (двойная закачка), позволяющая впрыскивать в две и более скважины из одной скважины, тем самым сократив затраты на бурение новой скважины; перекачка между скважинами (МСП) и внутрискважинная перекачка (ВСП), позволяющая производить закачку пластовой жидкости с выводом и без вывода ее на поверхность. Специальные разработки применяются и на месторождениях, удаленных от источников водообеспечения на значительные расстояния. Здесь используются системы индивидуальных УЭЦН или системы МСП или ВСП, позволяющие организовать адресную закачку с целью ППД. Многие-многие другие технические решения и технологии, направленные на совершенствование управлением системой ППД.

Компания тщательно настраивает свои новые технологии на так называемые Digital Oil Fields. Автоматизированные сооружения, при разработке «труднодоступных» нефтяных месторождений, предоставляют нефтяным рабочим возможность оптимизировать производительность оборудования и производительность скважин, анализируя их данные, и прогнозировать даты истощения скважин на основе исторических данных. В то же время, данные о старых добывающих скважинах могут использоваться для прогнозирования поведения новых скважин. Усовершенствованные системы автоматизации позволяют централизованно управлять большим количеством скважин с помощью систем мониторинга.

Интеллектуальные элементы также включены в систему RPM. В NGDU «Almetyevneft», на третьем блоке месторождения

ведет на так называемых интеллектуальных месторождениях. Средства автоматизации при разработке трудноизвлекаемых запасов дают нефтяникам возможность оптимизировать производительность оборудования и продуктивность скважин за счет анализа ее данных; предсказывать на основе прошлых данных сроки исчерпания скважин.

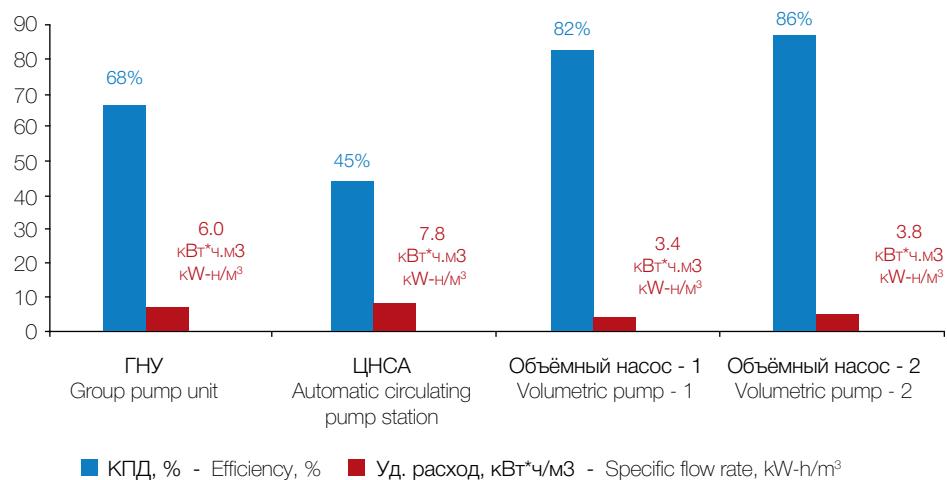
Одновременно данные старых скважин с богатой историей добычи можно использовать для прогнозирования поведения новых.

Современные системы автоматизации позволяют централизованно управлять большим количеством скважин с помощью систем дистанционного мониторинга.

Элементы интеллектуализации внедряются и в системе ППД. Так, в НГДУ «Альметьевнефть» на третьем блоке Березовской площади реализован pilotный проект по применению программного продукта, обеспечивающего управлением системой межскважинной перекачки (МСП). Эта программа

Рисунок 3: Насосные агрегаты объемного действия

Figure 3: Displacement pumping units



Berezovskaya area, a pilot project has been implemented to use the software package that controls the inter-well pumping system (IWP). This programme allows us to obtain the data on the operation of the electric submersible pumps in the inter-well pumping system, to process the obtained values, identify deviations of actual values from the setpoint (operational) ones, and to produce such deviations in the form of reports. The program provides integration of operating parameters of injection and production wells, and generates recommendations on the changing of the injection mode.

Make an **Impression**

ROGTEC Magazine has unrivalled upstream technical articles, executive interviews and the latest case studies. With the industries leading upstream magazine, online marketing, buyers guides and a weekly newsletter with over 24,000 subscribers - let us make a lasting impression for you in the Russian O&G sector.



ROGTEC Magazine is the engineers' choice



позволяет получать данные по параметрам работы установок ЭЦН системы МСП, производить обработку показаний, выявлять отклонения фактических значений от заданных (режимных) и представлять данные отклонения в виде отчетных форм. Программа обеспечивает интеграцию показаний по работе нагнетательных и добывающих скважин, а также выдает рекомендации по изменению режима закачки.

Среди перспективных технологий заводнения в условиях истощенности запасов следует также назвать те, которые позволяют поддерживать заданный уровень добычи нефти в условиях поздней стадии разработки месторождений. Кроме уже названных выше ОРЗ, ВСП, МСП к ним относится и закачка с целью ПНП различных химических реагентов с помощью передвижных установок КУДР (это комплекс мобильных установок по приготовлению и закачке водных растворов сыпучих и жидких реагентов в скважины с целью повышения нефтеотдачи пластов). В нагнетательные скважины закачка производится с целью выравнивания профиля приемистости, потокоотклонения и увеличения приемистости.

Специальные разработки применяются и на месторождениях, удаленных от источников водообеспечения на значительные расстояния. Здесь используются системы индивидуальных УЭЦН или системы МСП или ВСП, позволяющие организовать адресную закачку с целью ППД. Для оптимального выполнения установленного режима закачки просто выбирается типоразмер УЭЦН.

Говоря о современных технологиях, нельзя обойти и их экологическую составляющую. Так, применение системы водоводов в антикоррозионном исполнении позволило сократить количество порывов на водоводах сточной воды в системе ППД более чем в 30 раз. Использование защищенных НКТ с ПЭП и высокогерметичных пакеров М1-Х позволяет эффективно защищать эксплуатационные колонны нагнетательных скважин от воздействия высокого давления и агрессивных сточных вод, что, в свою очередь, не только сокращает затраты на ремонт скважин, но и снижает негативное воздействие на питьевые водоносные пласты, сохраняет родники.

В конечном же итоге, вся деятельность специалистов по ППД направлена на поиск эффективных решений по дальнейшему улучшению условий разработки и ресурсосбережения.

Новые возможности для снижения энергозатрат всегда найдутся, если не останавливаться

Among leading-edge technologies for flooding in the late stage of field development are those that allow us to maintain the targeted oil production level for mature fields. In addition to the above mentioned dual injection, intra-well pumping and inter-well pumping, there is the injection of various chemicals for enhanced oil recovery (EOR) using mobile KUDR units (a fleet of mobile units for batching and injection of bulk and liquid chemicals into wells to enhance oil recovery). Injection into injection wells is carried out in order to straighten the injectivity profile, deflect the flow and increase the injectivity.

Special engineering designs are also used in the fields that are located at large distances from water sources. In such fields, individual electric submersible pump systems or inter-well / inter-well pumping systems are used, which help organise targeted injection for RPM. For the optimum implementation of the established injection mode, a standard-size electric submersible pump is selected.

When discussing advanced technologies we should of course take note on environmental protection. As an example, using the system of corrosion-protected water pipelines allowed us to cut down the number of ruptures of waste water pipelines in the RPM system by a factor of more than 30. Using protected PE-coated tubing strings and extremely leak-tight M1-X packers allows us to efficiently protect the production strings of injection wells from high pressure and corrosive waste water, which, in turn, not only cuts the well servicing costs but also reduces the negative impact on fresh water aquifers and preserves water springs.

Ultimately, all the efforts of RPM specialists are aimed at searching for efficient solutions to further improve development conditions and resource-saving.

There will always be more new ways to reduce energy consumption and we must not be complacent. It means that the introduction of new engineering solutions and technologies will continue in the future.

на достигнутом. А это значит, что работы по внедрению новых технических решений и технологий продолжатся.

