

ЛУКОЙЛ-Инжиниринг применил новые подходы к созданию 3D-модели Варандейского месторождения Тимано-Печоры

LUKOIL Engineering: New Approaches for the 3D Modelling of the Varandey Field

Светлана Суходанова, ведущий специалист Отдела газовых методов

повышения нефтеотдачи пластов ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»

М.В. Чертенков, заместитель генерального директора по технологиям разработки месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»

Д.А. Метт, главный специалист отдела газовых методов ПНП ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг». И.Ю. Хромова, независимый эксперт ГКЗ

Svetlana Sukhodanova, Lead Specialist for Gas Methods of Oil Recovery Enhancement, LUKOIL Engineering LLC

M.V. Chertekov, Deputy Director General for Oilfield Development Technologies, LUKOIL-Engineering LLC

D.A. Mett, Chief Specialist, EOR Gas Methods Department, LUKOIL-Engineering LLC
I.Yu. Khromova, Independent Expert of the State Reserves Committee

Варандейское месторождение – это нефтяное месторождение, которое располагается в Ненецком Автономном округе, в Архангельской области. Данное месторождение принадлежит Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Первая скважина на Варандейском нефтяном месторождении была пробурена в 1974 году. Промышленная добыча нефти на месторождении началась в 1985 году – тогда в Архангельск был направлен первый танкер, который вез промышленную нефть Варандея.

В условиях высокого спроса на нефть, главной задачей любой добывающей компании является использование всех возможных подходов, позволяющих добиться максимально возможного извлечения нефти из коллекторов любого типа и сложности. Изучение коллекторов, залегающих на разной глубине, включает массу вопросов связанных с геологическим строением, с их геолого-физическими свойствами и характером совместного движения пластовых флюидов. Поиск и выявление закономерностей, взаимосвязей всех известных данных о месторождении, помогает геологам и разработчикам адекватно воспроизвести наиболее вероятную картину рассматриваемых залежей.

Варандейское месторождение - это яркий пример одного из тех месторождений, которые

The Varandey Field is an oil field located in the Nenets Autonomous District in the Arkhangelsk Region. This oil field belongs to Timan-Pechora Basin. The first well in the Varandey Field was drilled in 1974 and commercial oil production in this area started in 1985. At that time the first tanker with Varandey commercial oil was sent to Arkhangelsk

Amid high oil demand the main task of any operator company is to use all possible approaches for the maximum possible oil recovery from reservoirs of any type and complexity. There are a multitude of issues related to the studying of reservoirs which occur at different depths includes their structure, geological-and-physical properties and formation fluids joint motion characteristics. Due to the identification of regularities and relationship between all the known field details, geologists and development engineers have an opportunity to adequately model the likely deposits.

The Varandey Field is a prime example of one of those deposits. It belongs to a complex of high geological heterogeneity and uncertain reservoirs. In other words, if we drill a well, the study of the surrounding area provides us with insight into the reservoir area, however the area between the wells remains unknown. The drilling of new wells, as well as planning and managing the spacing between the wells and around the field, is an extremely difficult and risky challenge. Since such

на сегодняшний день относятся к сложнопостроенным коллекторам с высокой геологической неоднородностью и неопределенностью. Другими словами, если бурим скважину, то изучение зоны в районе данной скважины дает представление только о рассматриваемой области коллектора, а вот пространство между скважинами остается загадкой. Бурение новых скважин, а так же планирование и размещение их на всем месторождении несет в себе массу трудностей и рисков. Учитывая огромную стоимость подобных операций, вопрос минимизации рисков является самым приоритетным.

В статье рассмотрен один из методов взаимоувязки исходных данных для описания фильтрационных параметров одного из самых сложных месторождений Тимано-Печорской провинции. Почему именно Варандейское месторождение? Дело в том, что несмотря на непродолжительный период эксплуатации залежи P1a+s добыча нефти сопровождается активным ростом ее обводненности (рисунок 1). Из рисунка видно, что в 2004 году по всему фонду добывающих скважин был увеличен перепад между давлениями в пласте и давлениями в стволе скважины на уровнях, соответствующих глубине самого пласта, с тем, чтобы вызвать активный приток пластового флюида к добывающей скважине. В результате, поступающая в скважину нефть сопровождалась большой долей пластовой воды. Возник вопрос: откуда вода, если систему поддержания пластового давления ППД (обычно это закачка воды в пласт для вытеснения нефти) сформировали только в конце 2012 года. Для ответа на этот вопрос и потребовалось настоящее исследование.

Новый подход к моделированию подобного типа коллекторов позволил понять, что проницаемость керна (рисунок 2) это вовсе не то, что на самом деле представляет из себя залежь.

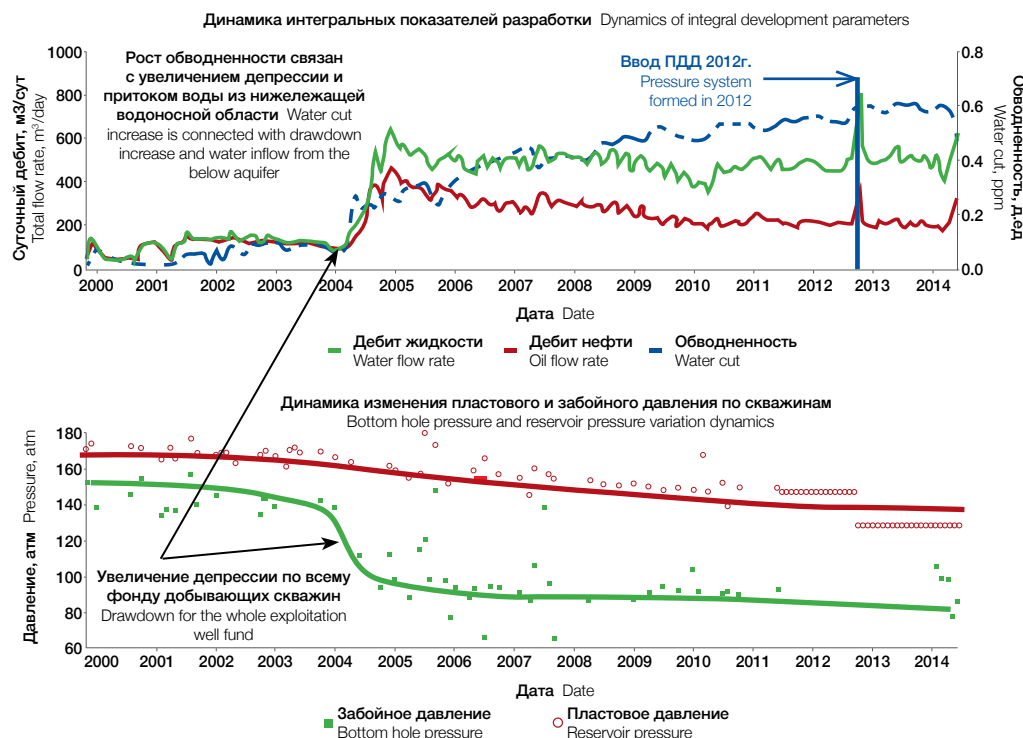


Рис.1. Представление о структуре нефтенасыщенных пород согласно образцу, поднятому непосредственно из залежи (слева) и действительное строение пласта согласно комплексному изучению (справа)

Fig.1. Image of oil-saturated rocks according to sample taken indirectly from deposit (on the left) and actual reservoir structure according to comprehensive study (on the right)

operations require a lot of investment, risk minimization has to be an overriding priority.

The article covers the initial data correlation method which allows for the description of the filtration parameters of one of the most complicated fields in the Timan-Pechora Basin. Why select the Varandey Field? The truth is that the oil recovery comes amid an active increase of water cut (Fig. 1), even though the period of Pla+s deposit exploitation is pretty short. As Figure 1 shows, in 2004 for the entire producing well stock, the reservoir pressure and wellbore pressure differential, at the reservoir depth, had been increased in order to stimulate an active fluid inflow to the producing well. As a result of this, the oil flowing to the well was accompanied with a large amount of reservoir water. The question was: where did the water come from, if the reservoir pressure system (it is usually a water injection for oil displacement) was formed in late 2012? This study has been conducted to answer this question

A new approach to modeling these types of reservoirs helps our understanding that core permeability (Figure 2) is not at all that the deposit is.

In many cases, as practice shows, with only having core samples from the Varandey Field, it is very difficult to

Зачастую, как показывает практика, понять, обладают ли породы высокой проницаемостью, наличием трещин или просто представляют довольно плотную структуру, довольно сложно, опираясь только на образцы пород, поднятых с глубины залежи Варандейского месторождения. Связано это с тем, что при извлечении породы с глубин, на которых обычно залегают нефтенасыщенные породы, сопровождается их «разгрузкой». Другими словами, при изменении давления с условий глубин порядка 2-3 км до условий на поверхности сопровождается его частичным разрушением. Т.е., рыхлые и проницаемые породы осыпаются и остается только ее плотная составляющая. Значит, необходимо привлечение дополнительной информации. Какой?

Таковой информацией могут быть различные сейсмические данные, так называемые атрибуты, геофизические исследования скважин, в процессе которых выявляется изменение того или иного геологического параметра по всей длине скважины, а так же гидродинамические исследования. Последние позволяют определить проницаемость не только зоны возле исследуемой скважины, но и в процессе гидропрослушиваний понять, как хорошо или плохо может



Рис.2. Представление о структуре нефтенасыщенных пород согласно образцу, поднятому непосредственно из залежи (слева) и действительное строение пласта согласно комплексному изучению (справа)

Fig.2. Image of oil-saturated rocks according to sample taken indirectly from deposit (on the left) and actual reservoir structure according to comprehensive study (on the right)

understand whether the deposit has high permeability and fractures, or if they just represent a compact texture. This is related to the fact that the recovery of the samples from depth, where the oil-saturated rocks usually occur, is usually accompanied by their «stress relief». In other words, the change in the pressure from 2-3 km deep to surface conditions results in its partial destruction, i.e. loose and permeable rocks slough and its dense components are all that remains. This means that some additional information is needed, but which information exactly?

Such information may be represented by different seismic data, attributes, geophysical surveys of the wells, which show the changes in one or another geological parameters throughout the well's length, and hydrodynamic studies. The latter makes it possible to determine the permeability of more than just the well

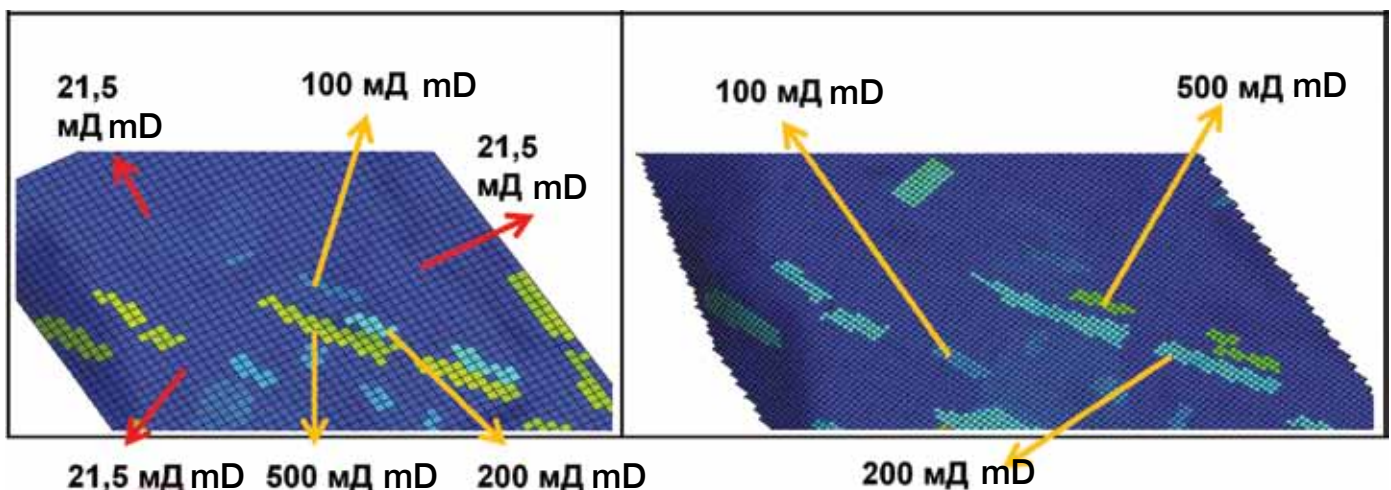


Рис.3. Исходное представление о распределении проницаемости пород для залежи P1a+s Варандейского месторождения

Fig.3. Initial concept of rock permeability distribution for P1a+s Varandey Field

фильтроваться нефть в межскважинном пространстве.

Таким образом, исследования показали, что при условии выявления зависимости между сейсмической информацией о залежи, результатами гидродинамических исследований скважин, показывающих средние величины проницаемости в районе эксплуатационной скважины, а так же при сопоставлении этих данных с характером работы той или иной скважины на всем протяжении разработки залежи, возможно не только адекватное описание фильтрационного строения подобного типа залежей, но и довольно точное прогнозирование входных показателей разработки вновь буримых скважин. Другими словами, берем сейсмический атрибут, берем данные проницаемости возле скважины, полученные по гидродинамическим исследованиям, находим между ними функциональную связь и применяем закон этой связи в масштабах всей залежи.

Тогда взгляд на распределение проницаемости залежи после взаимоувязки всех данных получился следующий: если ранее поле проницаемости выглядело так, как представлено на рисунке 3, то после использования новых методов обработки и интегрирования исходных данных получилось так, как приведено на рисунке 4.

area. The observation well testing makes possible to understand how well the oil is filtered in the interwell space.

In this manner, the studies show the interactions between the seismic data, hydrodynamic well data showing the average permeability in the area of the exploitation well, and the comparison between these data sets with the operational characteristics from one of the operations wells. This allows not only to adequately describe the filtration structure of such reservoirs but also to correctly predict the input development parameters for newly drilled wells. This allows you to find the model and apply to the whole well.

After correlating all the data we obtained the following image of reservoir permeability distribution: if the last time the permeability area looked as on Figure 3, now, after applying the new methods of initial data processing and integration, we receive what we have on Figure 4.

While the 3D model on Figure 3 did not show all aspects of the permeability changes between the wells, and just showed an approximate image of its structure, Figure 4 shows a more adequate image of change in reservoir filtration parameters. Certainly, in the latter case the oil and water occurring in the reservoir will move in some other directions.

KDR 2017

Kazakh Drilling Roundtable

ASTANA
SEPTEMBER 14th 2017

Kazakhstan's Largest Dedicated Drilling Technology Event,
in Association with General Event Partner and Platinum Sponsor
JSC NC KazMunayGas



Roundtable Style Format Focusing on Key Drilling Challenges, Including:

- Complex reservoirs • HP/HT wells • Drilling through low pressure zones • Mud loss • Wellbore stability • Limited internal infrastructure • Lack of sea route to get drilling equipment in country • Harsh winter environment & need for winterized rigs • Rig safety and HSE



Если на рисунке 3 3D модели не показывали всех особенностей изменения проницаемости между скважинами, а отражали только приближенное представление о его строении, то на рисунке 4 мы получили более адекватную картину изменения фильтрационных параметров пласта. Безусловно, в последнем случае нефть и вода, присутствующие в пласте, будут перемещаться немного в других направлениях.

Применение данного метода помогло построить новую геолого-гидродинамическую модель, позволяющую с высокой степенью точности воспроизвести, как историю работы скважин и залежи, так и спрогнозировать дебиты добывающих и приемистости нагнетательных скважин, введенных в разработку из бурения, с минимальными ошибками (рисунок 5).

В ближайшее время этот успешный метод совмещения сейсмических, гидродинамических и геофизических исследований может быть применен на других сложных месторождениях ЛУКОЙЛа.

Полные результаты и выводы для Варандейского месторождения, полученные в ходе программного моделирования, будут рассматриваться в следующих выпусках журнала ROGTEC, после обработки и определения последствий.

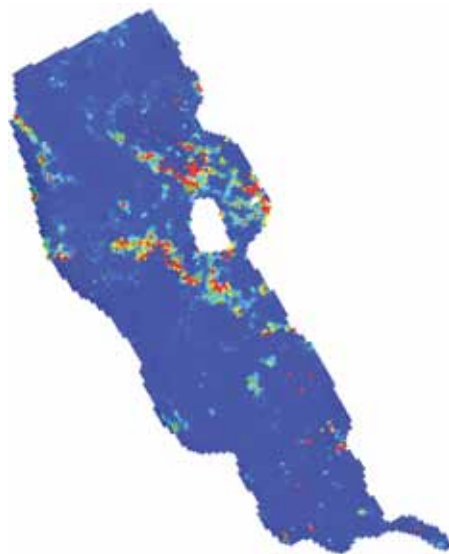


Рис.4. Представление о распределении проницаемости пород для залежи P1a+s Варандейского месторождения после применения подходов к взаимоувязке всех имеющихся исходных данных

Fig.4. Image of the formation permeability distribution for P1a+s Varandey Field after correlating the data

Application of this method allowed building a new geologic and hydrodynamic model. The model gives an opportunity to reproduce the well and deposit operation history and predict flow rates of exploitation wells and

injection capacity of injection wells with minimal errors.

This successful method of integration of seismic, hydrodynamic and geophysical studies may be used in other complicated LUKOIL fields in the nearest future.

The full results and outcomes from the modelling program, at the Varandy field, will be cover in future issues of ROGTEC as the results and impact become known.

Сравнительная характеристика расчетных и фактических показателей эксплуатации для новой скважины 1027 Comparative characteristics of calculated and actual operation indicators for a new well 1027

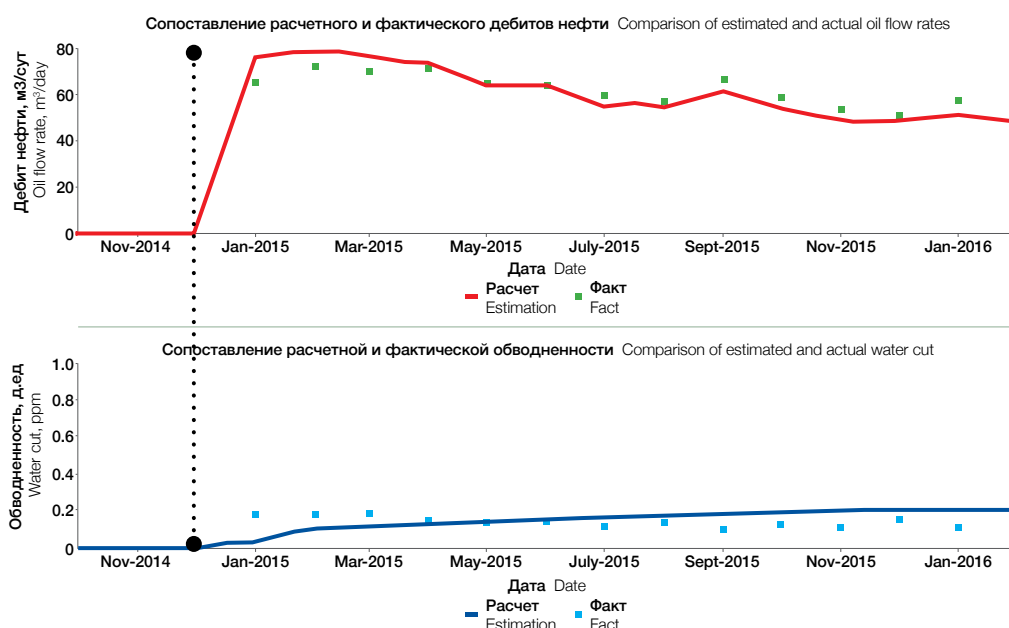


Рис.5. Совпадение расчетных объемов добычи нефти с фактическими для новой добывающей скважины

Fig.5. Conformity of estimated oil output to actual production volumes for a new exploitation well



IX МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПАО «ЛУКОЙЛ»
ПО ПРОБЛЕМАМ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН

«Перспективные направления развития техники и
технологии строительства и реконструкции скважин»

24 - 28 апреля 2017 года



Организатор Конференции:

Департамент по строительству скважин ПАО «ЛУКОЙЛ»

Технический оператор: ООО «НЕГУС ЭКСПО Интернэшнл»

www.oilconf.com