

Комплекс услуг по ГРП Package of Hydraulic Fracturing Services

Павел Демакин, начальник ЦТР, ООО «Татнефть-ЛенинградскРемСервис»

Pavel Demakin, Head of Technological Operations Unit,
Tatneft-LeninogradskRemServis

Рост доли трудноизвлекаемых запасов нефти, с которым сталкиваются все российские нефтяные компании, в том числе и «Татнефть», вынуждает активно совершенствовать все виды деятельности – от бурения до добычи и ремонта скважин.

Increase in the share of hard-to-recover oil reserves – a situation that all Russian oil companies face, including Tatneft – makes the companies to actively improve their activities from drilling to oil production and well workover.



Регионы деятельности компании в области ГРП

На ближайшую перспективу одной из актуальных проблем становится вопрос изыскания альтернативных источников топлива с организацией их производства в таких масштабах, чтобы иметь возможность компенсировать возрастающий дефицит добычи традиционных нефтей. К нетрадиционным нефтям также относится и сланцевая нефть. При бурении различных площадей Ромашкинского месторождения обнаружены нефтепроявления и залежи нефти в живецких, кыновских, доманиковых, мендымских, данково-лебедянских, заволжских горизонтах, относящихся к сланцевым отложениям.

One of the most relevant tasks in the near term is search for and exploration of alternative fuel sources, and producing from such sources to the extent that will allow offsetting the growing deficit in conventional oil production. Nonconventional oils also include shale oil. When drilling in different areas of the Romashkinskoye field, oil seepage and oil pools were detected in the Givetian, Kynovian, Domanic, Mendymian, Dankov-Lebedyan and Zavolzhye horizons that belong to shale deposits.

Регионы деятельности компании в области ГРП

В процессе испытания данных горизонтов получены притоки воды или фильтрата бурового раствора без прямых признаков нефти. Однако по результатам исследования компонентного состава насыщающих пробу воды газов выявлены объекты, имеющие характеристику пластов с признаками нефти и пластов с присутствием окисленной нефти. Предполагается, что эти объекты можно рассматривать как возможные потенциальные ловушки углеводородов.

When testing those horizons, water or drilling mud filtrate without direct evidence of oil was produced. However, after studying the composition of gases in the water sample we revealed the objects that have characteristics of formations with the signs of oil and formations with the presence of oxygenated oil. It is presumed that such objects might be considered as possible hydrocarbon traps.

Период выполнения работ		Заказчик	Вид работ	Регион
1999	2015	ОАО «АНК Башнефть»	ГРП, КГРП	Волго-Уральский
2003	2004	ООО «Лукойл-Пермь»	ГРП	Волго-Уральский
2003	2006	ООО «Лукойл-Пермь»	ГРП	Волго-Уральский
2009	2010	ОАО «Удмуртнефть»	ГРП, КГРП	Волго-Уральский
2011	2015	ОАО «Ритек»	ГРП, КГРП	Волго-Уральский
2014	2014	ОАО «Башнефть-Добыча»	ГРП	Волго-Уральский
2014	2015	ОАО «Самаранефтегаз»	ГРП, КГРП	Волго-Уральский

В период с 2003 года 19 малых нефтяных компаний воспользовались нашими услугами по проведению ГРП. Произведено более 300 успешных операций. Всего с начала деятельности нашего подразделения количество проведенных операций по ГРП и КГРП приближается к отметке 4000 операций.

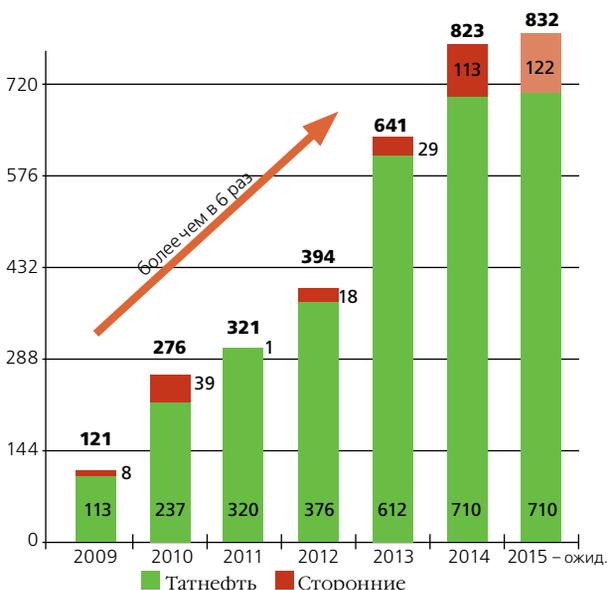
Динамика роста объемов по ГРП за последние 6 лет

Отметим, что извлекаемые запасы сланцевой нефти в Республике Татарстан на сегодняшний день оцениваются примерно в 192 млн тонн. Но это приблизительная оценка, их может оказаться еще больше.

На сегодняшний момент наиболее интересны для разработки доманиковые отложения. Для разработки данных горизонтов необходимо создание высокопроводящих трещин в нефтенасыщенном коллекторе. Для этого предполагается бурение горизонтальных скважин с длиной горизонтального ствола 300,0–500,0 метров с проведением многостадийного ГРП для контакта с целевым пластом на всем протяжении горизонтального ствола скважины и последовательного воздействия на него в заданных интервалах с целью получения максимальных притоков.

It is worth mentioning that recoverable shale oil reserves in the Republic of Tatarstan are estimated at about 192 million tons at present. But this is an approximate evaluation; the real reserves might be higher.

Nowadays, Domanic reserves are the most interesting for development. To develop this horizon it is necessary to create highly permeable fractures in the oil-saturated reservoir. For that we intend to drill horizontal wells with the horizontal length of 300.0 – 500.0 meters and conduct multi-stage fracturing to ensure good contact with the target reservoir all along the horizontal section with the consecutive stimulation of the reservoir to ensure maximum possible inflow.

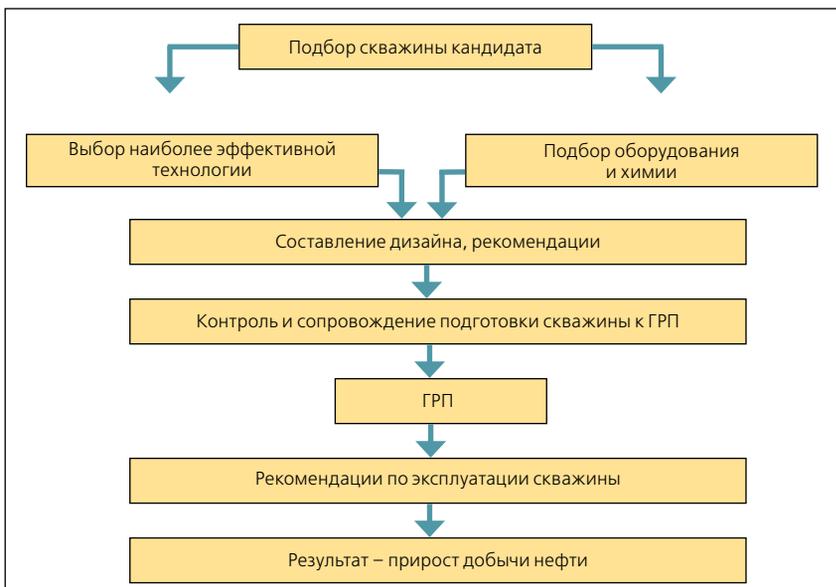


1	Полевые инженеры – высшее образование, курсы обучения «ФИДМАШ», «Stewart & Stevenson», курсы повышения квалификации «Карбо Керамикс Евразия», «Сервис Инжиниринг», обмен опытом на сервисных предприятиях по ГРП в США, Канаде, средний стаж – 4,5 года
2	Мастера ГРП – высшее образование, курсы повышения квалификации «Карбо Керамикс Евразия», «Сервис Инжиниринг», средний стаж – 3,5 года
3	Инженеры-проектировщики – высшее образование, курсы повышения квалификации «Карбо Керамикс Евразия», «Сервис Инжиниринг», обмен опытом на сервисных предприятиях по ГРП в США, Канаде, средний стаж – 11,0 лет
4	Инженеры-химики – высшее образование, курсы повышения квалификации «Сервис Инжиниринг», курсы обучения «Grace», «Brookfield», средний стаж – 3,0 года
5	Инженеры-механики, инженеры-электроники - высшее образование, обмен опытом на сервисных предприятиях по ГРП в США, Канаде, курсы обучения «ФИДМАШ», «Stewart & Stevenson», средний стаж – 4,0 года
6	Ведущий инженер по контролю качества – Мишкин А.Г. – имеет ученую степень – кандидат технических наук.

Сведения об обученности и имеющемся опыте

Для выполнения данных работ применяется специальное оборудование для заканчивания горизонтальных стволов скважин, которое предполагает стандартное использование пакерных компоновок, когда в горизонтальную часть скважины опускают комплект оборудования – хвостовик с муфтами и заколонные пакеры для изоляции интервалов. В процессе закачки жидкости муфты последовательно открывают путем сбрасывания шаров и отсекают нижерасположенные интервалы после проведения в них ГРП. Такая система позволяет использовать упрощенное заканчивание скважины без цементирования и перфорации хвостовика.

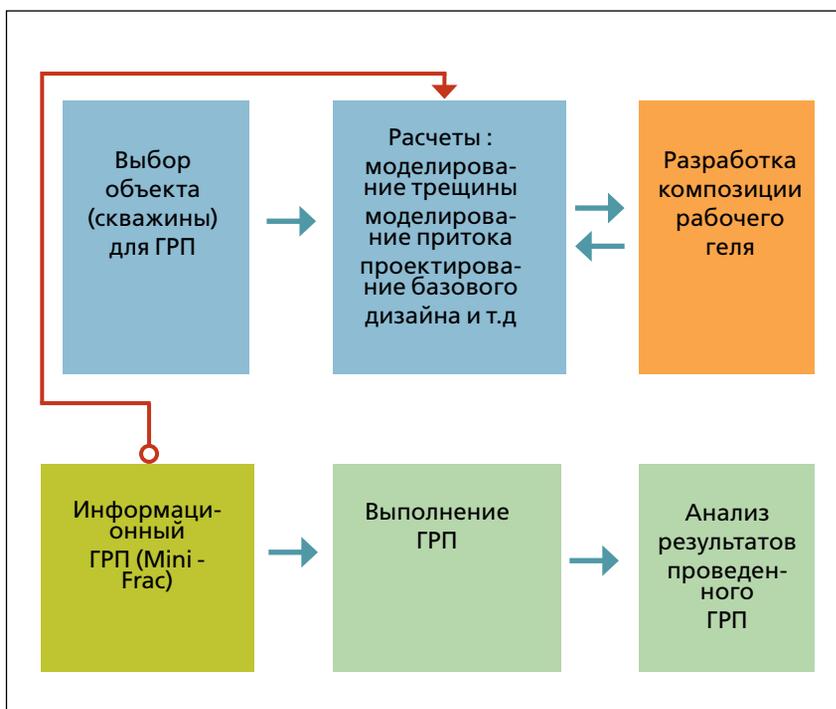
To do this kind of work special equipment for horizontal well completion is used that intends conventional use of packer assemblies when a set of equipment – liner with sleeves and a casing packer – are run into the well to isolate the intervals. When injecting fluid the sleeves are consequentially opened by ball dropping to isolate the below intervals after they have been fractured. Such system allows using a simplified well completion without cementing and perforation of the liner.



Полный цикл услуг

Также привлекается специализированный флот ГРП, включая дополнительные насосы высокого давления для создания высокого темпа нагнетания жидкости разрыва.

Specialized hydraulic fracturing fleet is also involved. It includes additional high-pressure pumps to achieve high injection rates of the fracturing fluid.



Звенья цепи выполнения процессов ГРП, КГРП

Первые попытки проведения ГРП оказались неуспешными вследствие невозможности закачки жидкости разрыва и инициации трещины ГРП из-за достижения предельных для оборудования флота ГРП на тот момент значений давления на поверхности (70,0 МПа).

First fracturing attempts failed due to the fact that it was not possible to inject fracturing fluid and initiate a fracture, since the maximum possible surface pressure levels of the hydraulic fracturing fleet (70.0 MPa) were achieved.

Наименование	Год запуска	СКУ	Смеситель-блендер	Насосные агрегаты	Вспомогательная техника		Цистерны для геля (50м³)	Цистерны для HCL (50м³)	Кол-во экипажей	Производительность (кол-во скв. в месяц)
					Пропантовоз	Спец. оборудование				
I флот ГРП "Stewart & Stevenson" (США)	2009	1	1	3 (FS-2251)	1 (30 тн)	1 СИН-31	2		2	24
II флот ГРП (СЗАО «ФИДМАШ»)	2013	1	1	4 (Н-2501)	1 (40 тн)	1 (гидратац. машина для БГРП)	2	7	2	24
III флот ГРП (СЗАО «ФИДМАШ»)	2014	1	1	4 (Н-2501)	1 (30 тн)	1 УДХ 2012г	3		1	12
IV флот ГРП (СЗАО «ФИДМАШ»)	2015	1	1	3 (Н-2501)			3		1	12

Оснащенность флотов ГРП

Выполнение пробных работ показало, что основными проблемами при ГРП на сланцевых месторождениях являются высокие градиенты, низкая пористость, высокая естественная трещиноватость, а также в связи с низкой проницаемостью коллектора невозможность использования стандартных полимерных жидкостей разрыва.

Приходилось на скважинах с данными проблемами предварительно осуществлять КГРП с дальнейшим проведением ГРП, что дало положительный эффект. Скважины работают с рентабельной добычей нефти.

В качестве ОПР выполнялись работы по доманиковым отложениям с периодичной закачкой пропанта с

целью образования трещины с высокой проводимостью для пластового флюида за счет образования прочных пропантовых пачек, препятствующих смыканию трещины.

Pilot operations showed that the main problems related to hydraulic fracturing on shale fields are: high gradients, low porosity, high natural fissuring, as well as impossibility to use standard polymer fracturing fluids due to low permeability of the reservoir.

In the wells with such problems we had to first conduct acid fracturing with subsequent hydraulic fracturing that yielded a positive effect. Wells show profitable oil flow rates.

Domanic reserves served as a pilot. We did periodic proppant injections to create a fracture with high conductivity of reservoir fluid due to formation of solid proppant packs that prevent closing of the fracture.

Общее количество спецтехники на 1.04.2015 – 76 ед.

Ходовая спецтехника – 37 ед., в т.ч.:
22 ед. – сед.тягачи
4 ед. – СКУ
3 ед. – БМ с КМУ
2 ед. – пропантовоз
6 ед. – прочие

Прицепная спецтехника – 39 ед., в т.ч.:
17 ед. – цистерны 50 м³
16 ед. – насосные агрегаты
4 ед. – блендеры
1 ед. – пропантовоз 40 тн.
1 ед. – СЗАП

Комплекс для гидроразрыва пласта компании СЗАО «ФИДМАШ», Республика Беларусь

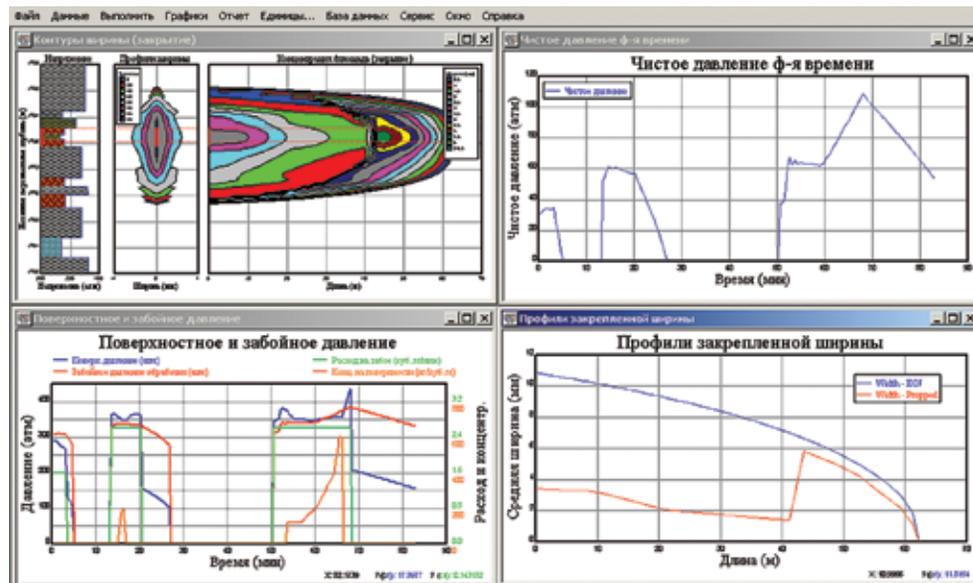
На ряде залежей в связи с близким залеганием водоносных горизонтов приходилось использовать вместо КГРП матричную обработку, что также принесло положительный результат. На скважине Бавлинского месторождения выполнена четырехзонная обработка горизонтального ствола с применением технологий матричной обработки и КГРП. В настоящий момент скважина работает с дебитом нефти, в пять раз превышающим дебит до проведения мероприятия.

At a number of reservoirs we had to do matrix treatment instead of acid fracturing due to the proximity of water-bearing horizons. This method also yielded positive results. At a well on Bavlinskoye field we did a four-zone treatment of horizontal borehole with the use of matrix technology and acid fracturing. At present oil flow rates in this well are five times higher than before the treatment.

Фото	Наименование	Технические характеристики
	Установка смесительная МС600	Макс. производительность, 11,5 м³/мин. Давление подпора 0,5 МПа. Макс. плотность рабочей смеси, 1600 кг/м³. Макс. производ-ть подачи пропанта, 8800 кг/мин. Производ-ть подачи жидких реагентов, 0,8–60 л/мин. Производ-ть подачи сухих реагентов, 0,1–200 л/мин.
	Установка насосная Н2501	Масса снаряженная/полная, кг 31000. Мощность двигателя CAT 3512B, 1678кВт, 2250 л.с. Насос высокого давления SPM TWS 2250. Количество плунжеров 3. Диаметр плунжера, 114,3 мм. Максимальное давление, 100 МПа. Максимальная производительность, 1900 л/мин.
	Станция контроля и управления	Количество подключаемых установок: насосных – 8 шт., смесительных – 1 шт., гидратационных – 1 шт. Количество регистрируемых параметров, не менее 60. Количество рабочих мест б. Автономный источник питания: 50 Гц., 16 кВт., 220В. Лабораторный отсек с необходимым оборудованием.
	Блок манифольдов МВ4-105	Оборудован краном-манипулятором НИАВ-211ЕР-2Дуо. Макс. рабочее давление манифольда, 105 МПа. Внутренний диаметр манифольда, 76,2 мм. Грузоподъемность нетто – максимальная 7600 кг. На максимальном вылете 2300 кг. Вылет: – максимальный, 8,1 м; – минимальный, 2,4 м. Максимальная высота подъема, 10,7 м. Максимальная глубина опускания, 6,3 м.

Комплекс для гидроразрыва пласта компании СЗАО «ФИДМАШ», Республика Беларусь

Фото	Наименование	Технические характеристики
	Установка для подачи пропанта Т-40	Предназначена для дозированной подачи пропанта из бункера в приемное устройство смесительной установки. Эксплуатируется в составе автопоезда с гидрофицированным седельным тягачом MAN TGA 33.410. Грузоподъемность установки, не более: – в транспортном положении 5000 кг. – в рабочем положении (на выносных опорах) 40 000 кг. Суммарный внутренний объем бункера, 30 м ³ . Максимальный угол подъема бункера 43°.
	Емкость для приготовления геля ПТЕ-50	Предназначена для приготовления геля и последующей его подачи в смеситель-блендер. Эксплуатируется в составе автопоезда с седельным тягачом Камаз-5320. Объем емкости – 50 м ³ . Масса снаряженная/полная, кг 31 000. Внутренняя поверхность с утеплением.
	Установка дозирования хим. реагентов УДХ-5	1 Жидкокристаллический дисплей. 6 емкостных систем. 6 винтовых насосов. Система сбора данных. 8 электромагнитных расходомеров. Производительность максимальная – 9 м ³ /мин. 2 датчика давления. Управление в автоматическом режиме.



Моделирование процесса ГРП



Стационарная лаборатория ГРП

На ряде других скважин на доманиковых отложениях в связи с использованием неполимерных жидкостей разрыва и с высоким темпом закачки пришлось столкнуться с большими значениями давления на поверхности. В таких случаях необходимо применять оборудование ГРП с максимальным давлением до 100,0 МПа.

At a number of other wells on the Domanic horizon we faced high surface pressure levels due to the use of non-polymer fracturing fluids and high injection rates. In such cases one should use hydraulic fracturing equipment with the maximum pressure of up to 100 MPa.



Полевая лаборатория ГРП

При выполнении данных работ используется флот ГРП производства СЗАО «ФИДМАШ», в частности, насосные агрегаты Н-2501, которые надежно себя зарекомендовали при работе с давлениями закачки свыше 50,0 МПа, что говорит об оборудовании, максимально соответствующем самым высоким требованиям потребителей. When performing the mentioned jobs we use hydraulic fracturing fleet manufactured by FIDMASH. In particular, H-2501 pumping units that proved to be reliable at injection pressures above 50 MPa. This testifies that the equipment meets highest consumer requirements.

ПЕРСОНАЛ ПО ГРП

Руководитель проекта – 1 человек
 Инженер проектировщик – 1 человек.
 Инженер по полевым работам – 1 человек.
 Инженер химик – 1 человек.
 Мастер – 1 человек.
 Оператор насосной установки – 4 человека.
 Оператор смесителя – 3 человека.
 Оператор станции управления – 1 человек.
 Оператор крана манипулятора – 1 человек.
 Оператор проппантовоза – 1 человек.
 Оператор емкости – 2 человека.
 Слесарь КИП – 1 человек.
 Водители – 4 человека
 ИТОГО 22 человека.

ОБУЧЕНИЕ

Управление оборудованием производства компании Stewart & Stevenson США и СЗАО «ФИДМАШ» входящий в состав международной корпорации National Oilwell Varco (NOV)
 Повышение квалификации в США и Канаде (Halliburton, Trican, Rolligon)
 Учеба в учебных центрах России (Сервис-Инжиниринг, Карбо-Керамикс)

Персонал и квалификация

Таким образом, можно утверждать, что технологии гидравлического разрыва пласта с закреплением трещин проппантом или кислотного гидравлического разрыва пласта является удачным способом стимуляции низкопроницаемых коллекторов доманиковых отложений. Новые открытия и новые технологии позволяют делать доступной добычу нетрадиционных ресурсов углеводородов, запасы которых просто колоссальны и разработка которых еще недавно считалась технически невозможной.

So, we can make a conclusion that hydraulic fracturing technology, when fracture is fixed with proppant, as well as acid fracturing technology serve as a good method of stimulating low-permeable reservoirs of the Domanic horizon. New discoveries and new technologies make it easier to produce non-conventional hydrocarbons, which reserves are huge and which were just recently considered as technically impossible to produce.

Prospects for the use of hydraulic fracturing at Tatneft fields allow the service company Tatneft-LeninogorskRemServis to feel optimistic about the future.



**«Время колтюбинга» –
 ваш надежный помощник
 в профессиональной деятельности.**