

# Инженерная поддержка ГРП решает вопросы повышения качества прогнозирования, проектирования и исполнения работ

## Engineering Support of the Hydraulic Fracturing Solves the Problems of Improving the Quality of Forecasting, Design and Execution of Works

*На вопросы журнала «Время колтюбинга. Время ГРП» отвечает М.И. Самойлов, начальник отдела инженерной поддержки ГРП, РН-ЦЭПиТР (Тюмень).*

В 2002 году с отличием окончил Самарский государственный университет по специальностям «прикладная математика» и «переводчик в сфере профессиональной коммуникации». В 2003 завершил обучение в магистратуре Heriot-Watt University с присвоением степени MSc in Petroleum Engineering по специальности Reservoir Engineering. В 2003–2004 годах успешно прошел обучение в Московском технологическом центре НК «ЮКОС» по программе 12 курсов нефтегазового дела, читавшихся специалистами мирового уровня.

Имеет большой опыт экспертного сопровождения сложных и уникальных работ ГРП на нефтяных и газоконденсатных месторождениях ООО «РН-Юганскнефтегаз», АО «РННяганьнефтегаз», АО «Самотлорнефтегаз», ПАО «Варьеганнефтегаз», ПАО «Верхнечонскнефтегаз», АО «РОСПАН ИНТЕРНЭШНЛ», ООО «РН-Уватнефтегаз» и др. Является ведущим специалистом по сопровождению проектов ГРП трудноизвлекаемых запасов, прикладных геомеханических исследований и иных комплексных проектов, участником корпоративных экспертных советов. Является автором многочисленных докладов и статей по тематике ГРП и комплексного интегрированного моделирования, региональным лектором SPE, членом программных комитетов и модератором технологических секций конференций. Активно занимается развитием кадрового и научно-технического потенциала НК «Роснефть». Награжден благодарственными письмами дочерних обществ ПАО «НК «Роснефть» и других нефтяных компаний.

В 2016 году М.И. Самойлов награжден региональной наградой международного сообщества инженеров-нефтяников «За достижения в области оптимизации и технологий процесса заканчивания скважины» по России и Каспийскому региону – как «свидетельство высокого профессионального уровня, технического мастерства, помощи коллегам и успешной деятельности SPE». В 2017 году за многолетний добросовестный труд получил благодарственное письмо председателя Тюменской городской думы.



*Coiled Tubing Times Journal is interviewing M. Samoilov, Head of the Engineering Support Department of the Hydraulic Fracturing Processing Station, RN-TSEPiTR (Tyumen).*

In 2002 he graduated with honors from the Samara State University, specializing in Applied Mathematics and Translation in the Sphere of Professional Communication. In 2003, he completed his studies at the Heriot-Watt University with MS degree in Petroleum Engineering,

Reservoir Engineering. In 2003–2004 years. Successfully passed training in the Moscow Technological Center of NK "YUKOS" under the program of 12 courses of oil and gas business, led by experts of world level.

He has extensive experience in expert support of complex and unique works of hydraulic fracturing in oil and gas condensate fields of RN-Yuganskneftegaz, RN Nyaganneftegaz, Samotlorneftegaz, Varyoganneftegaz, Verkhnechonskneftegaz, ROSPAN INTERNATIONAL, RN-Uvatneftegaz and others. He is a leading specialist in the support of projects of fracturing of hard-to-recover reserves, applied geomechanical studies and other complex projects, and a participant in corporate expert councils. He is the author of numerous reports and articles on the topic of hydraulic fracturing and integrated modeling, regional SPE lecturer, member of the program committees and moderator of the technology sections of conferences. He is actively engaged in developing the personnel and scientific and technical potential of Rosneft. Awarded with letters of thanks of Subsidiary Societies of NK Rosneft and other oil companies.

In 2016 M.Samoilov was awarded the regional award of the international community of oil engineers "For achievements in the field of optimization and technologies of the completion of the well" for Russia and the Caspian region – as "evidence of high professional level, technical skill, helping colleagues and successful activities of SPE." In 2017 For many years of diligent work he received a Thank You Letter from the Chairman of the Tyumen City Duma.

**«Время колтубинга. Время ГРП»: Михаил Иванович, охарактеризуйте, пожалуйста, область Ваших профессиональных интересов. На какой проблематике сфокусирована Ваша деятельность?**

**Михаил Самойлов:** Добрый день, Галина Александровна. На протяжении длительного времени мы занимаемся широким спектром работ по инженерному сопровождению проектов ГРП.

Значительную часть рабочего времени посвящаем проектированию, сопровождению, анализу эффективности выполнения операций гидроразрыва пласта. Профиль нашей работы подразумевает возможность сопровождения работ ГРП не только удаленно (из офиса экспертного центра), но и непосредственно на месторождениях и/или в лабораториях. Все наши сотрудники имеют большой полевой опыт.

Помимо решения прямых профессиональных задач, стараюсь уделять время прикладным и теоретическим вопросам геомеханики, вопросам интегрированного моделирования, прикладного программирования. Вопросы на стыке различных дисциплин всегда интересны.

**ВК: Какие проблемы решает инженерное сопровождение ГРП?**

**М.С.:** Инженерное сопровождение – это деятельность на пересечении двух сфер активности: моделирования, что ближе к вопросам разработки месторождения, и аудита и контроля качества – технологической составляющей ГРП.

Мы, как сотрудники экспертного центра, сопровождаем наиболее сложные или перспективные работы: многостадийные ГРП, ГРП нетрадиционных коллекторов, ГРП в условиях тонких перемычек или аномально высоких давлений, в иных сложных геологических условиях. Есть подразделение, занимающееся кислотно- и кислотно-проппантными ГРП. Нам часто поручают и экспертизу выполнения проектов, выполняемых сервисными компаниями. Это происходит, когда необходимо повышение качества исполнения работ ГРП.

**ВК: Могли бы Вы сформулировать критерии определения «экспертный» в Вашем понимании? Есть ли особенности, на основании которых можно выделить экспертное сопровождение на фоне инженерного сопровождения? И есть ли**

**Инженерное сопровождение – это деятельность на пересечении двух сфер активности: моделирования, что ближе к вопросам разработки месторождения, и аудита и контроля качества – технологической составляющей ГРП.**

**Engineering support is the activity at the intersection of two spheres of activity: modeling, which is closer to the issues of field development, and audit and quality control – the technological component of the hydraulic fracturing.**

**Coiled Tubing Times: Mikhail, please describe the area of your professional interests. On what issues is your activity focused?**

**Michail Samoilov:** Good afternoon, Halina. For a long time, we have been engaged in a wide range of works on engineering support of fracturing projects.

We spend a considerable part of our working time designing, maintaining, analyzing the efficiency of hydraulic fracturing operations. The profile of our work implies the possibility of supporting hydraulic fracturing operations not only remotely (from the office of the expert center), but also directly, in the fields and/or in laboratories. All our employers have a great field experience.

In addition to solving direct professional problems, I try to devote time to applied and theoretical questions of geomechanics, integrated modeling, applied programming. Questions at the intersection of different disciplines are always interesting.

**CTT: What problems are solved by the engineering support of hydraulic fracturing?**

**M.S.:** Engineering support is the activity at the intersection of two spheres of activity: modeling, which is closer to the issues of field development, and audit and quality control – the technological component of the hydraulic fracturing.

We, as experts of the expert center, accompany the most complex or prospective works: multi-stage hydraulic fracturing, non-traditional fracturing, fracturing in thin shells or abnormally high pressures, in other complex geological conditions. There is a division dealing with acid and acid-proppant fracturing. We are often instructed and examination of the implementation of projects carried out by service companies. This happens when an improvement in the quality of hydraulic fracturing operations is necessary.

**CTT: Could you formulate the criteria for determining "expert" in your understanding? Are there any features on the basis of which it is possible to distinguish expert support on the background of engineering support? And are there any significant differences from scientific and technical support from, for example, design institutes?**

**M.S.:** A difficult question...

### какие-либо знаковые отличия от научно-технического сопровождения со стороны, например, проектных институтов?

**М.С.:** Непростой вопрос...

Как уже говорилось ранее, эксперт ГРП должен обладать не только теоретическими знаниями в сфере проектирования и моделирования технологических процессов, но и иметь широкий кругозор в смежных областях: геологии, геомеханике, разработке месторождений, технологических вопросах внутрискважинных работ и заканчивания скважин. Эксперт ГРП – не просто инженер. Он, скорее, инженер-разработчик месторождений с глубоким пониманием процессов ГРП, так как оценивает область и условия проведения работ комплексно и (чаще всего) со стороны нефтегазодобывающей компании. В этом заключается отличие его задач от функционала инженера сервисной компании.

При этом эксперт, в полном смысле этого слова, обязательно должен иметь разносторонний «полевой опыт»: детально знать и понимать технологические процессы в своей и смежных сферах деятельности. Только в этом случае он компетентен в вопросах аудита и контроля качества технологических операций.

Успех работы ГРП зависит в одинаковой мере от лабораторной подготовки, моделирования и от качества выполнения работ на скважине. Следовательно, повышением качества только моделирования проблемы в нашей сфере не решить. Мы вовлечены в более широкий спектр не только геологических, но и технологических вопросов, в том числе с личным участием в сопровождении работ на месторождениях... В этом, наверное, основное наше отличие от сотрудников проектных институтов.

При этом каких-то ярко выраженных границ между сферами деятельности нет. Например, в отдельные периоды своей профессиональной деятельности я являлся сотрудником корпоративных проектных институтов. В иные периоды работал консультантом ГРП на Севере, вахтовым методом. Почти все сотрудники моего отдела имеют значительный стаж работы в нескольких сервисных компаниях ГРП. Так что нам не чужды любые схемы и сферы работы... Я бы сказал, что мы являемся связующим звеном между геологическими и технологическими направлениями разработки месторождений с привлечением методов ГРП.

**Эксперт ГРП должен обладать не только теоретическими знаниями в сфере проектирования и моделирования технологических процессов, но и иметь широкий кругозор в смежных областях: геологии, геомеханике, разработке месторождений, технологических вопросах внутрискважинных работ и заканчивания скважин.**

**The expert of the hydraulic fracturing should have not only theoretical knowledge in the field of designing and modeling of technological processes, but also have a broad outlook in related fields: geology, geomechanics, field development, technological issues of downhole work and well completion.**

As mentioned earlier, the expert of the hydraulic fracturing should have not only theoretical knowledge in the field of designing and modeling of technological processes, but also have a broad outlook in related fields: geology, geomechanics, field development, technological issues of downhole work and well completion. The expert of the hydraulic fracturing unit is not just an engineer. He is more likely a field engineer with a deep understanding of fracturing processes, because assesses the scope and conditions of work in a complex and (most often) on the part of the oil and gas producing company. This is the difference between his tasks and the engineer of the service company.

At the same time, the expert, in the full sense of the word, must necessarily have a diverse "field experience": to know in detail and understand the technological processes in its and related fields of

activity. Only in this case he is competent in the issues of audit and quality control of technological operations.

The success of the hydraulic fracturing works depends to the same extent on the laboratory preparation, modeling and on the quality of the work at the well. Therefore, the improvement of the quality of only the modeling of the problem in our area is not solved. We are involved in a wider range of not only geological, but also technological issues, including personal

participation in the maintenance of field work... This is probably our main difference from the staff of design institutes.

At the same time, there are no clearly defined boundaries between spheres of activity. For example, during certain periods of my professional career, I was an employee of corporate design institutes. In other periods he worked as a consultant to the hydraulic fracturing in the North, on a rotational basis. Almost all employees of my department have a significant work experience in several service companies of the hydraulic fracturing unit. So we are not strangers to any schemes and spheres of work ... I would say that we are the link between geological and technological areas of field development with the use of fracturing methods.

**ВК: Какие факторы нужно учитывать при планировании конкретной операции ГРП?**

**М.С.:** Существует стандартный набор входных данных: конструкция скважины, каротажный материал, дополнительные данные по геофизическим и фильтрационно-емкостным свойствам пластов. Обязательно понимание геомеханических свойств, необходимо знание технологических параметров жидкости ГРП.

Проблема заключается в том, что предоставить полный пакет входных данных в большинстве случаев невозможно. Поэтому приходится прибегать к сравнительному анализу, находить взаимосвязи для «восстановления» недостающей информации.

Главной целью является решение задач по разработке конкретных нефтегазовых залежей, в частном случае – достижение планируемой продуктивности скважин после выполнения работ ГРП с соблюдением всех стандартов контроля качества.

**ВК: Какие виды ГРП наиболее востребованы в Западной Сибири? В качестве таковых очень часто называют многостадийные ГРП.**

**М.С.:** Да, горизонтальные и наклонно-направленные скважины с многостадийными ГРП – новый шаг технологий последнего десятилетия.

Перспективная задача ближайшего будущего, актуальность которой только возрастает, – повторные МГРП на существующем фонде скважин.

Проведение первой серии МГРП на новых скважинах можно рассматривать как последнюю стадию заканчивания этих скважин. Технологические задачи первичного ГРП при соблюдении стандартов качества решаются стандартными, известными способами.

Особый интерес вызывает проведение повторных МГРП на фонде скважин, где ГРП проводился ранее. Большая часть конструкций существующих горизонтальных скважин изначально не подразумевала проведения повторных МГРП. Из-за этого мы имеем ряд проблем и технологических ограничений, кардинально влияющих на успешность и эффективность повторных МГРП. К сожалению, ни одна из существующих технологий не гарантирует 100%-й результативности повторных МГРП. Я бы даже сказал, что работа осуществляется в терминах теории вероятности: мы стремимся повысить вероятность благоприятного исхода и снизить вероятность возникновения технических рисков, избежать которых полностью не можем по объективным причинам. Это сложная и интересная аналитическая работа. И ее доля в инженерном сопровождении, по моему мнению, будет только возрастать. ▶

**CTT: What factors need to be considered when planning a specific operation of hydraulic fracturing?**

**M.S.:** There is a standard set of input data: well design, logging material, additional geophysical data and data on reservoir properties. It is necessary to understand the geomechanical properties, it is necessary to know the technological parameters of the hydraulic fracturing fluid.

The problem is that it is impossible to provide a complete package of input data in most cases. Therefore, we have to resort to a comparative analysis, to find interrelations for "restoring" the missing information.

The main goal is to solve the problems of developing specific oil and gas deposits, in particular, to achieve the planned productivity of the welded joints after the work of the hydraulic fracturing unit, in compliance with all quality control standards.

**CTT: What types of hydraulic fracturing are most in demand in Western Siberia? As such, multistage fracturing is often called.**

**M.S.:** Yes, horizontal and directional wells with multistage fracturing are a new step in the

technologies of the last decade.

A forward-looking task of the near future, the relevance of which is only increasing – the repeated MSHF on the existing well stock.

The first series of MSHF on new wells can be considered as the last stage of completion of these wells. Technological tasks of the primary hydraulic fracturing, with observance of the quality standards, are solved by standard, known methods.

**Перспективная задача ближайшего будущего, актуальность которой только возрастает, – повторные МГРП на существующем фонде скважин.**

**A forward-looking task of the near future, the relevance of which is only increasing – the repeated MSHF on the existing well stock.**

Of particular interest is the holding of repeated MSHF at the well fund, where the fracturing was carried out earlier. Most of the designs of existing horizontal wells did not initially imply repeated MSHF. Because of this, we have a number of problems and technological limitations that radically affect the success and effectiveness of the repeated MSHF. Unfortunately, none of the existing technologies guarantees 100% effectiveness of repeated MSHFs. I would even say that the work is carried out in terms of probability theory: we strive to increase the likelihood of a favorable outcome and reduce the likelihood of technical risks, which we cannot completely avoid for objective reasons. This is a complex and interesting analytical work. And its share in engineering support, in my opinion, will only increase. ▶

**ВК: Наибольшую роль в повторном ГРП играет инновационное оборудование?**

**М.С.:** Конечно. Это и инновационные блокирующие материалы, адаптивные муфты (открывающиеся и закрывающиеся), и селективные и чашечные пакеры, и работы ГРП с привлечением ГНКТ. С другой стороны, успех повторных ГРП зависит не только от оборудования, но и от генерирования и реализации новых идей и подходов. Это нематериальная инновационная составляющая.

Оборудование и инновационные подходы равнозначны по важности.

**ВК: Что можно сказать о развитии ГРП в России в целом? Наблюдается ли отставание в технологиях проведения ГРП российскими сервисными компаниями по сравнению с зарубежными?**

**М.С.:** Рынок ГРП в России очень перспективен и является одним из самых быстрорастущих. Не секрет, что все нефтегазовые компании России испытывают потребность в дополнительном количестве флотов и иного оборудования ГРП.

Ограничения, введенные Западом в технологиях и программном обеспечении, стимулируют развитие отечественной производственной базы и симуляторов ГРП. Работы еще много, но мы быстро наверстываем разрыв. Например, активно разрабатываются симуляторы ГРП, оборудование для заканчивания скважин, оборудование флотов ГРП.

Также мы испытываем большую потребность в повышении квалификации инженерного и рабочего персонала.

**ВК: Каково Ваше видение способов повышения квалификации сотрудников? Должны быть открыты дополнительные факультеты в вузах? Или это должны быть курсы повышения квалификации?**

**М.С.:** Это непростой вопрос... Сначала приведу доводы, а потом обобщу их в своих выводах и предложении.

В начале беседы мы обсудили, что теоретическая и практическая часть в инженерной подготовке одинаково важны. Теоретическую подготовку вузы обеспечивают, с практической подготовкой – сложнее.

На данный момент неизвестен ни один российский вуз, имеющий «учебный флот ГРП». Или 3D-тренажер, занятия на котором смогут заменить практические занятия в полевых условиях или на физическом макете флота. Объективно в подобных условиях обучение сведется к теоретической подготовке с различным уровнем погружения в математическое моделирование (в зависимости от возможностей математической школы вуза). В общих чертах это будет та же специальность «разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», только с целенаправленно

**CTT: The greatest role in re-fracturing is played by innovative equipment, isn't it?**

**M.S.:** Of course. These include innovative blocking materials, adaptive couplings (opening and closing), and selective and cup packers, and hydraulic fracturing operations. On the other hand, the success of repeated fracturing depends not only on equipment, but also on the generation and implementation of new ideas and approaches. This is an intangible innovative component.

Equipment and innovative approaches are of equal importance.

**CTT: What can be said about the development of hydraulic fracturing in Russia as a whole? Is there a backlog in the technology of hydraulic fracturing by Russian service companies in comparison with foreign ones?**

**M.S.:** The market of hydraulic fracturing in Russia is very promising and is one of the fastest growing. It's no secret that all Russian oil and gas companies are in need of an additional number of fleets and other hydraulic fracturing equipment.

Restrictions imposed by western countries in technologies and software stimulate the development of the domestic production base and simulators of hydraulic fracturing. There is still a lot of work, but we are quickly on the brink of a break.

For example, hydraulic fracturing simulators, well completion equipment, hydraulic fracturing equipment are being actively developed.

Also, we feel a great need for upgrading the skills of engineering and working personnel.

**CTT: What is your vision of ways to improve the skills of employees? Should additional faculties be opened in universities? Or should it be refresher courses?**

**M.S.:** This is not an easy question... First, I will give reasons, and then generalize them in my conclusions and suggestions.

At the beginning of the conversation we discussed that the theoretical and practical parts in engineering training are equally important. Universities provide theoretical training, the situation with practical training is complicated.

At the moment, not a single Russian university is known, which has a "training fleet of hydraulic fracturing" or a 3D simulator, where lessons can replace practical exercises in the field or on a physical model of the fleet. Objectively under such conditions, training will be reduced to theoretical training with different levels of immersion in mathematical modeling (depending on the

**Рынок ГРП в России очень перспективен и является одним из самых быстрорастущих.**

**The market of hydraulic fracturing in Russia is very promising and is one of the fastest growing.**

суженной программой по предметам специализации. Это довольно сильно ограничит область вовлечения и востребованности рынком таких выпускников вузов. Следует учитывать, что спрос на инженеров ГРП растет, но рынок ГРП обладает намного меньшей емкостью, чем таковой в бурении, внутрискважинных работах, геологии и разработке месторождений.

По моему мнению, лучшим вариантом подготовки и переподготовки специалистов ГРП является система модульного обучения, периодически проводимых школ, курсовых работ – как заданий слушателям на период прохождения стажировки во флотах и лабораториях ГРП. Необходимо наличие полноразмерного тренажера в виде флота ГРП с возможностью имитации различных рабочих ситуаций для тренировки учебных групп. Также необходимо наличие учебных лабораторий как стационарного, так и полевого варианта. Лучшие центры обучения были реализованы в компаниях «Шлюмберге» и «Халлибертон». Думаю, по обсуждаемому направлению желательнее брать пример с указанных сервисных компаний.

Озвученное мнение является личным. Вопрос подготовки специалистов – это повод для серьезного обсуждения.

**ВК: В «Роснефти» действует собственное подразделение по проведению ГРП. Что Вы можете сказать о нем?**

**М.С.:** Да, структурным подразделением ПАО «НК «Роснефть» является ООО «РН-ГРП», занимающееся в том числе сервисными работами ГРП. Сейчас идет наращивание технологических и технических возможностей этого дочернего общества. Большое внимание уделяется подготовке инженерных кадров, в чем лидирующую роль исполняет начальник отдела по технологиям и инженерному сопровождению Константин Байдюков.

У нас несколько совместных проектов: от составления локальных нормативных документов до участия в обсуждении, тестировании и оптимизации нашего корпоративного симулятора ГРП «РН-Грид», разрабатываемого нашим корпоративным институтом ООО «РН-УфаниПИнефть».

Мы совместно работаем над повышением качества проектирования и выполнения ГРП – это наша общая цель.

**ВК: Каким Вы видите российский рынок ГРП в ближайшие 5–10 лет? Какие технологии будут на пике востребованности?**

**Новые технологии с возможностью проведения гидropескоструйной перфорации и последующего ГРП будут развиваться. Пока рост их применения ограничен сравнительно высокой стоимостью услуг колтюбинга и санкционными ограничениями на подобные забойные компоновки ГРП.**

**New technologies with the possibility of hydro-sandblasting perforation and subsequent hydraulic fracturing will develop. For the time being, the growth of their use is limited by the relatively high cost of coiled tubing services and the sanctions imposed on similar fracture measured depth layouts.**

capabilities of the school's mathematical school). In general terms, it will be the same specialty "Development and operation of oil and gas fields", only with a purposefully narrowed program in the subjects of specialization. This will severely limit the scope of involvement and demand for such graduates of higher education institutions by the market. It should be borne in mind that the demand for hydraulic fracturing engineers is increasing, but the fracturing market has much less capacity than that in drilling, downhole, geology and field development.

In my opinion, the best option for training and retraining of hydraulic fracturing specialists is a system of modular training, periodic schools, and coursework – as assignments for trainees for the period of internship in fleets and laboratories of hydraulic fracturing units. It is necessary to have a full-size simulator in the form of a hydraulic fracturing fleet with the ability to simulate various operational situations for training groups. It is also necessary to have training laboratories: both stationary and field versions. The best training centers were realized in the companies "Schlumberger" and "Halliburton". I think, in the discussed direction it is desirable to take an example from the specified service companies.

The opinion expressed is personal. The issue of training specialists is an occasion for serious discussion.

**CTT: Rosneft has its own subdivision in the field of hydraulic fracturing. What can you say about it?**

**M.S.:** Yes, the structural subdivision of NK Rosneft is RN-GRP, which, in particular, is engaged in servicing the hydraulic fracturing unit. Now the technological and technical capabilities of this

subsidiary are growing. Much attention is paid to the training of engineering personnel, in which the leading role is performed by the head of the department for technologies and engineering support Konstantin Baidyukov.

We have several joint projects: from drawing up local normative documents to participation in discussion, testing and optimization of our corporate simulator of the

**М.С.:** Скорее всего, тренд на многостадийный ГРП сохранится, и будет активно развиваться направление повторного многостадийного ГРП.

Новые компоновки заканчивания скважин с возможностью открытия и закрытия фрак-портов, технологии с использованием селективных (в том числе чашечных) пакеров, способных функционировать при высоких рабочих давлениях, будут востребованы.

Новые технологии с возможностью проведения гидроразрывной перфорации и последующего ГРП будут развиваться. Пока рост их применения ограничен сравнительно высокой стоимостью услуг колтюбинга и санкционными ограничениями на подобные забойные компоновки ГРП.

Появятся и будут дорабатываться отечественные симуляторы ГРП. Возрастет роль, точность и требования к геомеханическим моделям и данным. Будут доработаны модели дискретных сеток трещин ГРП. Все это естественно, потому что фокус внимания будет постепенно смещаться в сторону трудноизвлекаемых запасов углеводородов. По той же причине большое внимание будет уделяться новым расклинивающим агентам (пропантам) и жидкостям ГРП с малой вязкостью, но хорошими транспортирующими свойствами.

Это общие тенденции, известные большинству сотрудников, имеющих отношение к ГРП.

Лично мне кажется, что возрастет запрос на технологии достоверных «точечных» обработок малотоннажными ГРП с прогнозируемым ограничением размеров трещин. Истощение запасов углеводородов на значительном количестве месторождений будет стимулировать подобные работы с требованием снижения риска прорыва трещин в соседние нежелательные горизонты.

Высока вероятность интеграции симуляторов ГРП в симуляторы гидродинамического моделирования для оптимизации разработки месторождения в целом. Однако нам придется решить ряд задач по достоверному переносу параметров трещин ГРП в гидродинамические симуляторы, т.к. прямой поэлементный перенос некорректен в силу как минимум двух причин:

1. По причине отличия понятий «закрепленная длина» и «эффективная» длина трещин;
2. По причине необходимости учета влияния на проводимость трещины завершающих этапов работ КРС и вывода скважин на режим после ГРП.

**ВК:** Какое количество стадий ГРП можно прогнозировать?

RN-Grid GRP, developed by our corporate institute RN-UfaNIPIneft.

We are working together to improve the design and implementation of hydraulic fracturing – this is our common goal.

**CTI:** How do you see the Russian market of hydraulic fracturing in the next 5–10 years? What technologies will be at the peak of demand?

**M.S.:** Most likely, the trend for multi-stage hydraulic fracturing will be preserved, and the direction of repeated multi-stage hydraulic fracturing will be actively developed.

New layouts for completion of wells with the ability to open and close tail-ports, technology using selective (including cup) packers, capable of operating at high operating pressures, will be in demand.

New technologies with the possibility of hydro-sandblasting perforation and subsequent hydraulic fracturing will develop. For the time being, the growth of their use is limited by the relatively high cost of coiled tubing services and the sanctions imposed on similar fracture measured depth layouts.

Domestic simulators of hydraulic fracturing will appear and will be improved. The role, accuracy and requirements for geomechanical models and data will increase. The models of discrete grids of hydraulic fracturing will be improved. All this is natural, because the focus of attention will gradually shift towards hard-to-recover hydrocarbon reserves. For the same reason, much attention will be paid to new proppants and fracturing fluids with low viscosity, but good transport properties.

These are general trends known to most employees related to hydraulic fracturing.

Personally, it seems to me that the demand for technology of reliable "point" treatments with low-tonnage fracturing will increase with the predicted crack size limitation. Depletion of hydrocarbon reserves on a significant number of deposits will stimulate such work with the requirement to reduce the risk of breakthrough of cracks in neighboring undesirable horizons.

There is a high probability of integration of hydraulic fracturing simulators in simulators of hydrodynamic modeling for optimization of field development as a whole. However, we will have to solve a number of problems related to the reliable transfer of fracture parameters to hydrodynamic simulators. direct item-by-element transfer is incorrect for at least two reasons:

1. Due to the difference between the concepts "fixed length" and "effective" length of cracks;
2. Because of the need to take into account the effect on the conductivity of the fracture of the

**М.С.:** Большое: нет смысла говорить о каких-то точных цифрах, счет может идти на десятки. В основном сняты технологические факторы заканчивания скважин, ограничивавшие количество трещин. Но не сняты вопросы освоения и эксплуатации длинных горизонтальных скважин. Чувствительность длинных скважин к рискам строительства, заканчивания, стимуляции притока, эксплуатации возрастает с ростом количества трещин. В итоге основным определяющим фактором строительства длинных горизонтальных скважин с МГРП становится детальный риск-анализ и экономическая целесообразность.

Я бы не связывал успешность проектов многостадийных ГРП в будущем исключительно с увеличением числа стадий. Как мы понимаем, при увеличении стадийности ГРП удельная эффективность каждой следующей стадии снижается в силу интерференции, неидеальности распространения трещин и др. Это принцип «падающей доходности». В разных геологических, технологических и экономических условиях существует оптимальное количество стадий ГРП с оптимальными параметрами созданных трещин. Возможно, это не абсолютные значения, а интервал значений.

Поэтому для разных объектов разработки (а иногда и для отдельных участков больших месторождений) в различных условиях длина горизонтальных стволов, параметры и количество трещин варьируется, причем не только территориально, но и во времени, в зависимости от меняющихся условий.

#### **ВК: А как будет развиваться инженерное сопровождение ГРП?**

**М.С.:** В столь сложном технологическом процессе, как ГРП, в одной точке контакта сходятся и геология, и вопросы разработки, геомеханики, и технологические аспекты самого исполнения. Возрастающая сложность геологических условий, ускорение и усложнение технологических процессов, усложнение оборудования и схем взаимодействия специалистов разных областей нефтегазового дела требует подходов, когда решения и корректировки могли бы приниматься своевременно.

Я думаю, мы будем двигаться в сторону интеграции инженерного сопровождения в вопросы разработки месторождений. При этом понимание разработки месторождения будет трансформироваться. Трудноизвлекаемые запасы и месторождения на поздних стадиях разработки стимулируют развитие многофункциональных групп. И наш опыт работ на Самотлорском и других зрелых месторождениях, тюменской и баженовской свитах, трещиноватых коллекторах подтверждает данный вывод.

final stages of work and workover the withdrawal of wells to the regime after fracturing.

#### **CTT: How many fracture stages can be predicted?**

**М.С.:** Great: it makes no sense to talk about some exact figures, the bill can go to dozens. Basically, technological factors of completion of wells were removed, limiting the number of cracks. But the issues of development and operation of long horizontal wells have not been removed. The sensitivity of long wells to the risks of construction, completion, stimulation of inflow, exploitation increases with the increase in the number of cracks. As a result, the main determining factor in the construction of long horizontal wells with MSHF becomes detailed risk analysis and economic feasibility.

I would not link the success of multi-stage hydraulic fracturing projects in the future solely with an increase in the number of stages. As we understand, with increasing stages of fracturing, the specific efficiency of each next stage is reduced due to interference, non-ideal crack propagation, etc. This is the principle of "falling yield". In different geological, technological and economic conditions, there is an optimal number of stages of fracturing with optimal parameters of the created cracks. Perhaps these are not absolute values, but an interval of values.

Therefore, for different development objects (and sometimes for individual sections of large deposits) under different conditions, the length of horizontal wellbores, parameters and number of cracks varies, not only territorially, but also in time, depending on changing conditions.

#### **CTT: And how will the engineering support of the hydraulic fracturing develop?**

**М.С.:** In such a complicated technological process as hydraulic fracturing, geology, development issues, geomechanics, and technological aspects of the execution itself converge at one point of contact. The increasing complexity of geological conditions, the acceleration and sophistication of technological processes, the complexity of equipment and schemes of interaction between specialists in different fields of oil and gas business require approaches when decisions and adjustments could be made in a timely manner.

I think we will move towards integration of engineering support into the oilfield development. At the same time understanding of the field development will be transformed. Difficult to extract reserves and deposits in the late stages of development stimulate the development of multifunctional groups. And our experience in Samotlor and other mature fields, Tyumen and Bazhenov Formations, fractured reservoirs confirms this conclusion.

**Interviewer – Halina Bulyka, Coiled Tubing Times**