

УДК 550.832.9:622.276

А. А. Шакиров  
АО НПП «ВНИИГИС»

## БЕСПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРЯМОГО МОНИТОРИНГА ПЛАСТОВ – ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

Показаны возможность и перспективы применения беспроводных систем связи для мониторинга процесса гидроразрыва пласта, в том числе многостадийного. Предложена технология беспроводной передачи данных информационного сопровождения гидроразрыва пласта.

*Ключевые слова:* беспроводная система связи, информационное сопровождение, гидроразрыв пласта.

Технология гидроразрыва пласта (ГРП) используется нефтяниками с прошлого века, при этом в самом начале ее внедрения осуществлялась обработка только призабойной зоны пласта. В дальнейшем в связи с массовым бурением горизонтальных скважин (ГС) стала применяться технология многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП), что обусловило необходимость информационного обеспечения ГРП как инструмента осуществления контроля за этим процессом.

Необходимость оперативного информационного контроля ГРП можно проиллюстрировать на следующем примере.

Известно, что эффективность ГРП, в частности характер создаваемых при ГРП трещин, среди прочих факторов существенно зависит от проницаемости продуктивного пласта. Так, согласно рекомендациям Общества инженеров нефтегазовой промышленности (Society of Petroleum Engineers (SPE)), для нефтяных ГС создание при ГРП горизонтальных трещин рационально для низко- и среднепроницаемых коллекторов (проницаемость до 10 мД): если проницаемость выше, то более эффективны вертикальные трещины. Для газовых ГС поперечные трещины эффективны при проницаемости менее 0,5 мД: если проницаемость выше 0,5 мД, то эффективнее продольные трещины. Очевидно, что получаемая при ГРП измерительная информация о проницаемости пласта может сыграть роль ключевого критерия при выборе технологии ГРП.

Для информационного контроля при ГРП используются микросейсмические исследования, обладающие, к сожалению, низкой точ-

ностью локализации трещин, а также измерение забойного давления автономными манометрами.

Традиционный способ информационного контроля за гидроразрывом пластов путем регистрации забойного давления представлен на рис. 1. Считывание информации происходит только после подъема компоновки на поверхность, что неприемлемо при МГРП.

Альтернативой традиционному способу информационного контроля за ГРП является применение беспроводных систем телеметрии (БСТ) [1–7, 10].

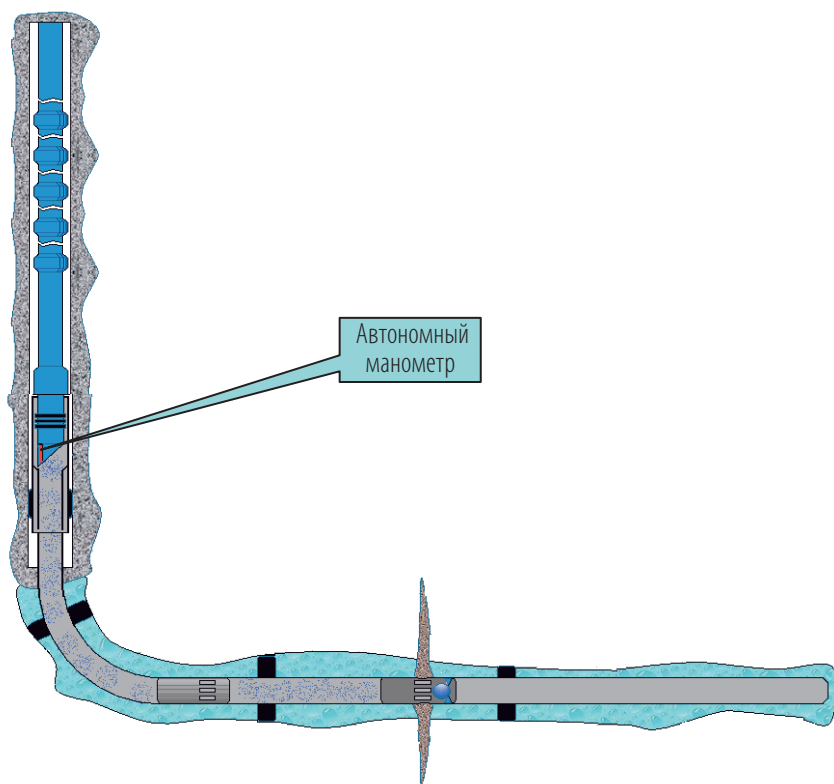


Рис. 1. Традиционный способ информационного контроля за ГРП

Предприятия, реализующие технологии МГРП, ставят задачу обновления информации, получаемой со скважины при гидродинамических исследованиях скважин (ГДИС), не реже одного раза в секунду. При этом известно, что использование кабельных систем передачи информации при ГРП крайне затруднено или почти невозможно. В АО НПП «ВНИИГИС» была разработана технология беспроводной передачи данных с ретрансляцией передаваемого информационного сигнала при помощи муфт-ретрансляторов, которые соединяют бурильные свечи в колонну.

Автономный манометр, используемый для измерения забойного давления, снабжен передатчиком данных системы БСТ. Через определенные расстояния колонна насосно-компрессорных труб (НКТ)

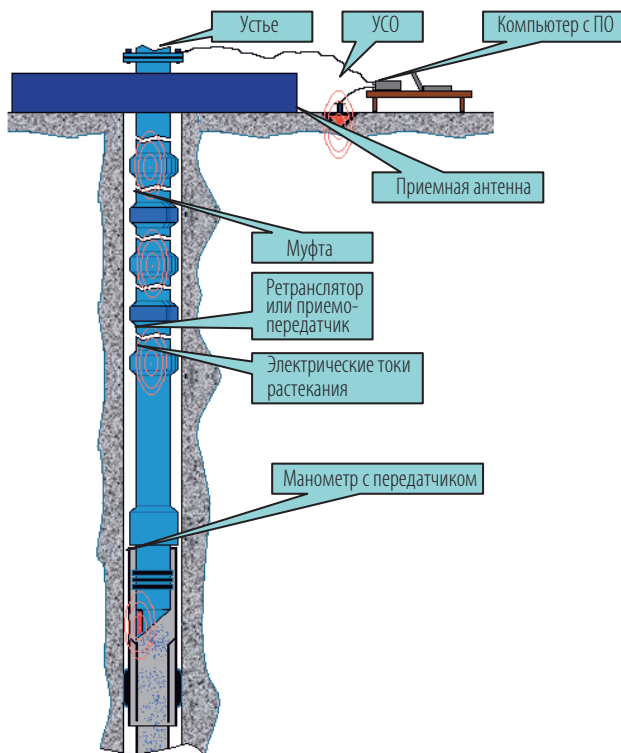


Рис. 2. Предлагаемая система информационного обеспечения ГРП

снабжена муфтами со встроенными приемопередатчиками (ретрансляторами) БСТ (рис. 2). Ретрансляторы обеспечивают скорость передачи с частотой обновления информации один раз в секунду. Рис. 3 иллюстрирует принцип работы ретранслятора.

Электрическая развязка при помощи изолятора, первого и второго электродов обеспечивает излучение токов растекания в скважинную среду.

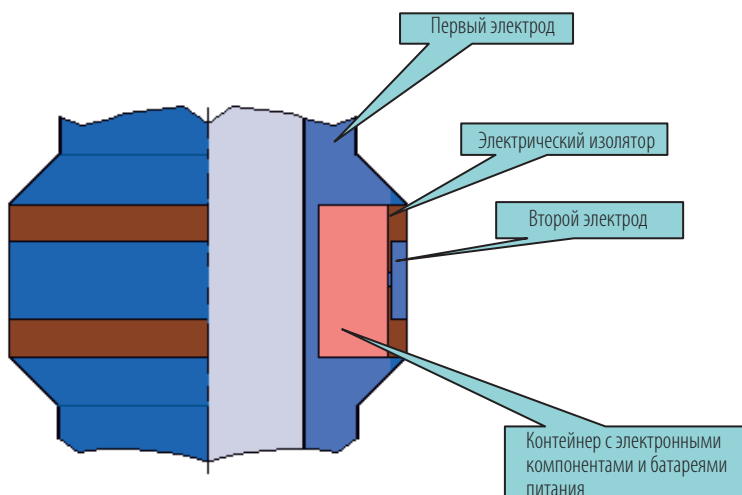


Рис. 3. Приемопередатчик (ретранслятор)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гуторов Ю. А., Тынчеров К. Т., Шакиров А. А. Управление технологическими операциями в нефтедобыче с помощью нейрокомпьютерных систем. Уфа: УГНТУ, 2011. 360 с.
2. Шакиров А. А. Геофизический контроль за режимом эксплуатации продуктивных объектов при одновременно-раздельной эксплуатации пластов // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2007. Вып. 3 (156). С. 51–58.
3. Шакиров А. А., Бабушкин И. П. Информационное обеспечение эксплуатационных скважин на базе беспроводных телеметрических систем // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2018. Вып. 9 (291). С. 74–80.

4. Шакиров А. А., Бабушкин И. П. Технология «Интеллектуальная скважина» для мониторинга режима разработки месторождения и селективного управления добычей по беспроводному каналу связи // Нефть. Газ. Новации. 2017. № 12 (205). С. 53–56.
5. Шакиров А. А. Беспроводные системы телеметрии для прямого мониторинга работы пластов – будущее нефтепромысловой геофизики // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2016. Вып. 7 (265). С. 171–179.
6. Шакиров А. А. Гидродинамические исследования скважин беспроводными скважинными системами в реальном времени // Сборник докладов 10-го Китайско-российского научного симпозиума. Китай, Сиань. Сентябрь 2017 г. С. 368–372.
7. Шакиров А. А., Бабушкин И. П. Информационное обеспечение эксплуатационных скважин на базе беспроводных телеметрических систем // Тезисы докладов конференции в рамках XXIV Международной научно-практической конференции «Новая геофизическая техника и технологии для нефтегазовых компаний». Уфа: Изд. ООО «Новтек Бизнес», 2018. С. 76–77.
8. Шакиров А. А. К вопросу доставки проппанта в интервал гидравлического разрыва пласта // Сборник докладов 13-й Международной научно-практической конференции «Современные технологии капитального ремонта скважин и повышения нефтеотдачи пластов. Перспективы развития». Анапа, Краснодарский край. 21–26 мая 2018 г. Краснодар: ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо», 2018. С. 94–94.
9. Шакиров А. А. Новые технологии для ГРП и МГРП с информационным обеспечением по беспроводному каналу связи в реальном времени // Тезисы докладов 25-й Международной научно-практической конференции «Новая геофизическая техника и технологии для нефтегазовых компаний». Уфа, 2019.
10. Shakirov A. Microprocessor-Based Information System for Control of Exploitation in Bottom-to-Head Channel on the Basis of Noise-Like Signals // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1333: ITBI-2019. Ст. 022018.

*Рецензент канд. техн. наук Г. А. Павленко*