

Эжекторная очистка скважин. Опыт разработки и применения Ejector Well Cleanout. Experience and Application

С.А. АТРУШКЕВИЧ, главный конструктор – первый заместитель директора СЗАО «Новинка»

Sergei ATRUSHKEVICH, Design Manager and First Deputy Director at Novinka CJSC

Очистке скважин от буровых растворов, песка и других механических примесей при их строительстве и эксплуатации уделяется очень большое внимание. Сейчас широко распространены два основных метода очистки скважин: промывкой и желонками. Но часто применение этих методов не приносит желаемых результатов (например, в скважинах с аномально низкими пластовыми давлениями и высоким поглощением жидкости или в скважинах с протяженными горизонтальными участками). Для работы в таких условиях может быть успешно применена технология эжекторной очистки.

Технология эжекторной очистки скважин основана на эффекте эжектирования, создаваемого потоком, имеющим большую скорость течения (струйный насос). Для циркуляции используется двойная (концентрическая) ГНКТ, где рабочий поток подается вниз по малой ГНКТ, а эжектируемый поднимается вверх по большей ГНКТ. Поток жидкости, прокачиваемый по малой ГНКТ, доходит до внутрискважинной компоновки, где разворачивается и проходит через эжектор, создавая разрежение и подхватывая находящиеся в скважине жидкости и механические примеси. Внутрискважинная компоновка имеет гидромониторные сопла для размыва отложений и создания взвеси твердой фазы для последующего ее подсоса в эжекторе, для чего используется часть прокачиваемой жидкости (примерно 20%). При этом имеется возможность регулировки количества сбрасываемой в скважину жидкости подбором гидромониторных сопел. Это позволяет при необходимости увеличить энергию воздействия на твердые отложения при установке сопел большего диаметра или при установке меньших сопел создавать депрессию на пласт. Гидромониторные сопла также могут быть полностью закрыты, что исключит сброс рабочей жидкости в скважину и позволит перейти в режим откачки скважинной жидкости. В стандартном режиме работы система рассчитана таким образом, что количество жидкости, сбрасываемой в скважину через гидромониторные сопла, соответствует количеству подхватываемой эжектором, таким образом, исключаются поглощения рабочей жидкости пластом и обеспечивается эффективная очистка скважины.

Разработка и изготовление комплекта

Clearing of wells from drilling fluids, sand and other mechanical impurities during their construction and operation is coming into sharp focus. Now two main methods of cleaning wells are widespread: washout and using bailers. But often the application of these methods does not bring the desired results (for example, in wells with abnormally low reservoir pressures and high liquid uptake or in wells with extended horizontal sections). To work in such conditions, ejector cleanout technology can be successfully applied.

The technology of well ejector cleanout is based on the ejection effect created by a flow having a high flow velocity (jet pump). For circulation, a double (concentric) coiled tubing is used, where the working flow is fed down a small coiled tubing, and the ejection is lifted upward along a larger coiled tubing. The liquid flow pumped through a small coiled tubing reaches the downhole unit, where it unfolds and passes through the ejector, creating a vacuum and picking up fluids and mechanical impurities located in the well. The downhole unit has jetting nozzles for eroding sediments and creating a solid suspension for its subsequent sucking in the ejector, for which part of the liquid being pumped (about 20%) is used. In this case, it is possible to adjust the amount of liquid discharged into the well by selecting water jet nozzles. This allows, if necessary, to increase the energy of impact on solid deposits when installing nozzles of larger diameter, or when installing smaller nozzles, create a depression on the formation. Hydraulic jet nozzles can also be completely closed, which eliminates the discharge of working fluid into the well and allows to enter the pumping mode of the borehole fluid. In the standard operating mode, the system is designed in such a way that the amount of fluid discharged into the well through the jetting nozzles corresponds to the amount picked up by the ejector, thus eliminating the absorption of working fluid by the formation and providing efficient cleanout of the well.

The development and manufacture of a set of equipment for ejector well cleanout were carried out in several stages. At the first stage, hydraulic calculations were carried out, downhole unit was developed and tested. At the same time, special attention was paid to the selection of materials and resource tests, since the high velocities of fluid with mechanical impurities have a significant effect on the



Рисунок 1 – Технологическая схема проведения работ

Figure 1 – Technological scheme of work

оборудования для эжекторной очистки скважин проводились в несколько этапов. На первом этапе были проведены гидравлические расчеты, разработана и испытана внутрискважинная компоновка. При этом особое внимание было уделено подбору материалов и ресурсным испытаниям, так как большие скорости движения жидкости с механическими примесями оказывают значительное влияние на износ элементов оборудования. После успешного решения всех вопросов, связанных с внутрискважинным оборудованием, приступили к разработке наземной части. Для обеспечения работы колтюбинговой установки с двойной ГНКТ был разработан и изготовлен специальный узел намотки с двумя вертлюгами. Для обеспечения стабильной платформы инжектора, позволяющей выполнять монтаж и обслуживание скважинного инструмента и выполнение спуско-подъемных операций на скважинах как с вертикальным, так и наклонным (до 45°) устьем, было разработано и изготовлено устьевое сборное основание. Для комплектования после проведения определенных доработок также были использованы: колтюбинговая установка МК20Т, насосная установка Н504, система очистки (емкость 2х7,5 м³, вибросито, гидроциклоны, системы перекачки и отопления). Полный состав комплекса для эжекторной очистки скважин ЭОС1 был сформирован и прошел заводские испытания в декабре 2016 года.

В первом квартале 2017 года были проведены опытные работы на пяти скважинах.

Все скважины, на которых проводились работы, имели протяженные горизонтальные участки (до 1250 м) и градиенты давлений 0,4–0,7. В ходе проведения работ было поднято 8,5 м³ механических примесей, осложнений при проведении работ не было. Среднее время работы на одной скважине (после отработки технологии на первых двух скважинах) составило 72–76 часов. Проведенные работы по промывке забоя с использованием технологии эжекторной очистки признаны успешными. Технология и оборудование отработаны и готовы к дальнейшему промышленному применению. ☉

Таблица 1 – Технические характеристики
Table 1 – Specifications

Расход жидкости через компоновку, л/мин Fluid flow through the downhole unit, l / min	80–108
Давление рабочей жидкости, не более, МПа, Working fluid pressure, МПа, no more than	70
Максимальный диаметр компоновки, мм Maximum diameter of the downhole unit, mm	73
Рабочая жидкость Working fluid	вода water
Зернистость подсосываемой твердой фазы, не более, мм Gravity of the suction solid phase, not more than, mm	2
Диаметры двойной ГНКТ (Quality Tubing), мм Diameters of double coiled tubing (Quality Tubing), mm	50,8 и 25,4
Рабочая температура, не более, °С Operating temperature, no more than, °C	150

wear of the equipment elements. After successfully solving all issues related to downhole equipment, they began to develop the ground part. To ensure the operation of the coiled tubing installation with double coiled tubing, a special winding unit with two swivels was designed and manufactured. In order to provide a stable injector platform that allows installation and maintenance of the downhole tool and the execution of downhole operations on wells with both vertical and inclined (up to 45°) estuaries, a wellhead assembly was developed and manufactured. For recruitment, after certain

Все скважины, на которых проводились работы, имели протяженные горизонтальные участки (до 1250 м) и градиенты давлений 0,4–0,7. В ходе проведения работ было поднято 8,5 м³ механических примесей, осложнений при проведении работ не было.

All the wells on which the work was done had extended horizontal sections (up to 1250 m) and pressure gradients of 0.4–0.7. In the course of the work, 8,5 m³ of mechanical impurities were lifted, there were no complications during the work.

modifications, the following were also used: coiled tubing unit МК20Т, pumping unit Н504, cleaning system (capacity 2х7,5 м³, vibrating screen, hydrocyclones, pumping and heating systems). The complete composition of the EOS1 ejector cleaning complex was formed and passed factory tests in December 2016.

In the first quarter of 2017, experimental work was carried out on five wells.

All the wells on which the work was done had extended horizontal sections (up to 1250 m) and pressure gradients of 0.4–0.7. In the course of the work, 8,5 м³ of mechanical impurities were lifted, there were no complications during the work. The average operating time at one well (after the completion of the technology in the first two wells) was 72–76 hours. The conducted works on bottomhole cleanout using the ejector cleanout technology have been recognized as successful. The technology and equipment have been worked out and are ready for further industrial application. ☉