

ПЛАЗМЕННО-ИМПУЛЬСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ.

Перспективы применения на горизонтальных скважинах

PLASMA-PULSE IMPACT.

Prospects of Its Application at Horizontal Wells

А.В. БОЧКАРЕВ, заместитель генерального директора, NOVAS Energy Services
A.V. BOCHKARYOV, Deputy Director General, NOVAS Energy Services

В последние годы обеспечение поддержания и увеличение объемов добычи нефти и газа нефтегазодобывающими компаниями России происходит в основном за счет интенсивной эксплуатации крупных и уже длительное время разрабатываемых месторождений. Однако высокая обводненность извлекаемой продукции и резкое понижение пластового давления продуктивных горизонтов приводят к неуклонному снижению эффективности эксплуатационного фонда скважин и, как следствие, к снижению коэффициента извлечения нефти (КИН). Одним из наиболее эффективных методов повышения КИН является бурение горизонтальных скважин.

При использовании технологий бурения горизонтальных скважин стало возможным разрабатывать новые, считавшиеся ранее неэффективными, месторождения и извлекать углеводороды, считавшиеся ранее неизвлекаемыми вследствие малой мощности и низкой проницаемости продуктивного пласта.

При всех плюсах разработки месторождений при помощи горизонтальных скважин с их эксплуатацией связаны некоторые осложнения. Контакт более значительной части пласта с буровым раствором в течение длительного времени может привести к кольматации пласта, которая в горизонтальных скважинах будет выражена в большей степени, чем в вертикальных. Поэтому декольматация продуктивных интервалов горизонтальных скважин является актуальной задачей.

Традиционно в горизонтальных скважинах применяется декольматация посредством воздействия различными кислотными составами, создания режима депрессии-репрессии, перестрелов

Over the recent years sustention and increase of oil and gas production by the Russian oil and gas companies has been mostly achieved due to intensive operation of large fields, which had been under development for a long period of time. However, high water cut levels of the recovered oil and rapid decline of the reservoir pressure lead to a steady reduction of the operating well stock effectiveness and, consequently, reduction of the oil recovery factor (ORF). Drilling horizontal wells is one of the most effective methods of oil recovery enhancement.

Horizontal well drilling allows us developing oilfields, which previously were considered non effective ones; it allows us recovering hydrocarbons, which previously were considered non-recoverable ones due to insufficient thickness and low permeability of the productive reservoir.

Despite all the advantages of horizontal wells, their operation implies certain difficulties and complications. In case of a horizontal well, a much more considerable area of the reservoir is in contact with drilling mud for a long period of time. This may lead to reservoir colmatation, which is more intense than in case of vertical wells. That is why decolmatation of the productive intervals in horizontal wells is a very important task.

Traditionally, treatment with acid solutions, creation of depression-repression modes, reperforation of the reservoir with the use of highly-penetrating cumulative charges and other methods are used for decolmatation of the horizontal wells. However, all the above mentioned methods have different disadvantages, while plasma-pulse impact (PPI) technology does not have any shortcomings.

Plasma-pulse impact technology was developed by a group of Russian scientists headed by A.A.Molchanov,

пластов глубоко проникающими зарядами кумулятивного действия и др. Однако у всех этих методов существуют различные недостатки, которых лишена технология плазменно-импульсного воздействия (ПИВ).

Технология плазменно-импульсного воздействия была разработана группой российских ученых, возглавляемой профессором Санкт-Петербургского государственного горного института А.А. Молчановым, в состав которой вошли ученые из Научно-исследовательского института электрофизической аппаратуры (НИИЭФА), а также специалисты российской компании «НОВАС».

При применении технологии плазменно-импульсного воздействия обработка скважин производится плазменно-импульсным генератором. Время обработки скважины определяется геологическими параметрами залежи и мощностью обрабатываемого продуктивного интервала.

Особенностью технологии является эффективная декольматация продуктивного интервала благодаря глубокому проникновению ударной волны в продуктивную залежь.

При этом в пласте происходят следующие процессы:

- разогрев прискважинной зоны (при разряде температура достигает 25 000–28 000 °С)
- ускорение гравитационной агрегации нефти и газа;
- увеличение относительных фазовых проницаемостей для нефти в большей степени, чем для воды;
- увеличение скорости и полноты капиллярного вытеснения нефти водой;
- изменение напряженного состояния горных пород коллектора и связанное с этим изменение структуры порового пространства.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ:

- энергоемкость – 1,5 кДж;
- напряжение питания – 220 В;
- длительность разряда – 53 микросекунды;
- температура, выделяемая при разряде 25 000–28 000 °С;
- периодичность – 2 разряда в минуту.

КАК ЭТО РАБОТАЕТ

Основой технологии плазменно-импульсного воздействия является электрический разряд в жидкости через калиброванный металлический проводник. При разряде формируется ударная волна с одновременным выделением значительного количества направленной энергии. Ударная волна, проходя через перфорационные отверстия в пласт, воздействует как на призабойную зону, так и на удаленные зоны пласта. Многократное

Professor of Saint Petersburg Mountain Institute. Among the members of the group were scientists of the Research Institute of Electrophysical Equipment, and the experts of the Russian company NOVAS.

When using plasma-pulse impact technology, the treatment of the well is done with the use of plasma-pulse generator. The time of treatment depends on the geological parameters of the reservoir and the thickness of the productive area under treatment.

The main feature of this technology is effective decolmatation of the productive area due to deep penetration of the shock wave into the productive reservoir.

At the same time the following processes take place in reservoir:

- heating up of the downhole area (at the moment of discharge the temperature reaches 25,000–28,000 °C);
- speeding up of the oil and gas gravitational aggregation;
- increase of relative permeability to oil is more than that to water;
- increase of the speed and completeness of oil capillary desaturation;
- change of the collector rocks stress state and relative changes of the porous area structure.

SPECIFICATION OF THE APPLIED EQUIPMENT:

- energy intensity – 1.5 kilojoules;
- power supply voltage – 220 V;
- discharge duration – 53 microseconds;

Особенностью технологии является эффективная декольматация продуктивного интервала благодаря глубокому проникновению ударной волны в продуктивную залежь.

The main feature of this technology is effective decolmatation of the productive area due to deep penetration of the shock wave into the productive reservoir.

- temperature emitted at the moment of discharge 25,000–28,000 °C;
- discharge periodicity – 2 discharges per minute.

HOW IT WORKS

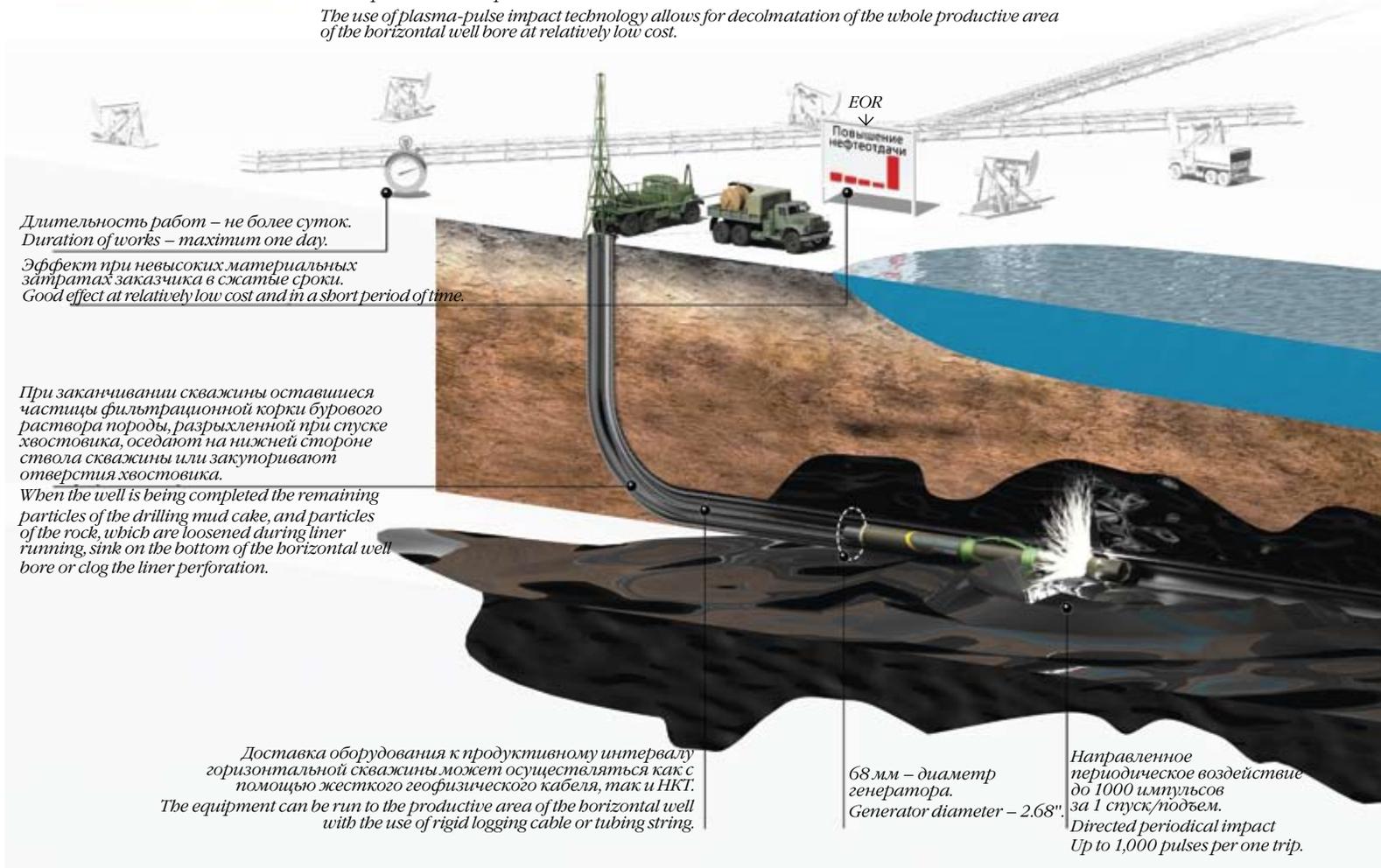
The plasma-pulse impact technology is based on an electric discharge in fluid via a calibrated metal conductor. At the discharge a shockwave is formed with simultaneous emission of substantial amount of directed energy. The shockwave penetrates via perforation and impacts both the bottomhole area and the remote areas of the reservoir. Multiple, periodically repeated discharges result in directed thermal and acoustic shockwave impact on the reservoir. As a result, decolmatation of the bottomhole takes place, there are oscillating processes inside the reservoir, which lead to overcoming of



Повышение нефтеотдачи на горизонтальных скважинах
Oil recovery enhancement at horizontal wells

Применение технологии плазменно-импульсного воздействия позволяет без значительных затрат декольматировать ствол горизонтальной скважины по всей длине рабочего интервала.

The use of plasma-pulse impact technology allows for decolmatation of the whole productive area of the horizontal well bore at relatively low cost.



Длительность работ – не более суток.
 Duration of works – maximum one day.

Эффект при невысоких материальных затратах заказчика в сжатые сроки.
 Good effect at relatively low cost and in a short period of time.

При заканчивании скважины оставшиеся частицы фильтрационной корки бурового раствора породы, разрыхленной при спуске хвостовика, оседают на нижней стороне ствола скважины или закупоривают отверстия хвостовика.

When the well is being completed the remaining particles of the drilling mud cake, and particles of the rock, which are loosened during liner running, sink on the bottom of the horizontal well bore or clog the liner perforation.

Доставка оборудования к продуктивному интервалу горизонтальной скважины может осуществляться как с помощью жесткого геофизического кабеля, так и НКТ.
 The equipment can be run to the productive area of the horizontal well with the use of rigid logging cable or tubing string.

68 мм – диаметр генератора.
 Generator diameter – 2,68"

Направленное периодическое воздействие до 1000 импульсов за 1 спуск/подъем.
 Directed periodical impact Up to 1,000 pulses per one trip.

периодическое повторение разрядов приводит к направленному термическому, акустическому ударно-волновому воздействию на пласт. В результате происходит декольматация призабойной зоны скважины, в пласте возникают колебательные процессы, приводящие к преодолению капиллярных

capillary forces between the fluid and the rock, improvement of filtration and capacity characteristics, and consequential change of pore channels saturation that finally results in the increase of oil inflow to the production wells bottoms.

Based on the results of long-term research we can say that the influence of elastic vibrations on the filtration processes in the saturated porous media is an established matter.



Излучатель, электроды замкнуты проводником, перфорационные каналы закольматированы.
 The gun, electrodes close-looped with the conductor, perforation channels are colmataged.

Иницируется взрыв металлического проводника, происходит образование плазмы со скачком уплотнения.
 Initiation of the metal conductor explosion, plasma and a shockwave are formed.

Возникшая ударная волна через перфорационные каналы проникает в призабойную зону и далее – в пласт, стимулируя упругие колебания.
 The shockwave penetrates via perforation channels into the bottomhole area and farther into the reservoir stimulating elastic oscillations.

сил между породой и флюидом, улучшению фильтрационно-емкостных характеристик и, как следствие, изменению насыщенности поровых каналов, что способствует увеличению притока нефти к забоям добывающих скважин.

Многолетние результаты исследований дают основание рассматривать влияние упругих колебаний на фильтрационные процессы в насыщенных пористых средах как установленный факт.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

За последнее время было проведено большое количество опытно-промышленных работ, которые показали перспективность внедряемой технологии. Однако в силу того, что диаметр скважинного оборудования составляет 102 мм, до сих пор применение технологии было невозможно на горизонтальных скважинах.

Тем не менее очевидно, что применение ПИВ именно на горизонтальных скважинах крайне актуально, так как проблема декольматации продуктивного интервала горизонтальной скважины является в настоящее время одной из наиболее острых.

Именно поэтому российскими разработчиками было изготовлено оборудование с диаметром скважинного прибора 68 мм. Это оборудование позволит без

значительных затрат декольматировать ствол горизонтальной скважины по всей длине рабочего интервала.

Очевидно, что доставить на кабеле ГКЗ в горизонтальную скважину довольно массивное оборудование невозможно, поэтому в качестве средства доставки скважинного прибора к рабочему интервалу перфорации был выбран колтюбинг как наиболее надежный и современный метод. ☉

В качестве средства доставки скважинного прибора к рабочему интервалу перфорации был выбран колтюбинг как наиболее надежный и современный метод.

Coiled tubing being the most reliable and modern method of running devices down to the perforation area of the well.

APPLICATION EXPERIENCE AND FURTHER PROSPECTS

Over the recent time there has been conducted great number of pilot projects, which proved the promising character of this technology application. However, due to the fact that the downhole equipment is 4 inches in diameter it was impossible to use the technology at the horizontal wells.

Nevertheless, it is obvious that the application of the technology at the horizontal wells is of great importance due to the existing acute problem of productive area colmatation.

That is why Russian engineers developed and produced downhole equipment with the diameter of 2.67 inches. This equipment will allow for decolmatation of the whole length of horizontal well productive area at relatively low cost.

It is obvious that running massive equipment down to the horizontal well with the use of cable is impossible, that is why the choice was made in favor of coiled tubing being the most reliable and modern method of running devices down to the perforation area of the well. ☉

