

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАЗРЫВ ПЛАСТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУЙНЫХ НАСОСОВ

HYDRAULIC FRACTURING USING JET PUMPS

Ю.А. БАЛАКИРОВ, д. т. н., профессор, академик, И.Б. БУРКИНСКИЙ, д. т. н., А.И. КУЧЕРУК, ООО «Юг-Нефтегаз»

Yu. BALAKIROV, D.Eng., professor, member of the Academy of Sciences; I. BURKINSKIY, D.Eng.; A. KUCHERUK, Yug-Neftegaz LLC

Недостатком всех широко распространенных способов проведения гидравлического разрыва пласта является то, что высокому давлению подвергаются не только скважины, обрабатываемые с поверхности, но и скважины, находящиеся с ними по соседству. Если ГРП производят в старых скважинах, длительно действовавших в различные периоды выработки нефтяного пласта, то выдерживать скважину под большим давлением весьма сложно с точки зрения нарушения трещин и цементного участка ее заколонной цепи в области направляющей колонны, которая, в отличие от эксплуатационной колонны, крепится с меньшим знаком прочности. А там, где тонко, всегда можно ожидать порыва обсадной колонны труб.

Кроме того, к числу недостатков следует отнести то обстоятельство, что мобильные агрегаты флота одновременно набирают нужное проектное давление, и такая несогласованность негативно воздействует на крепь скважины и расшатывает колонну обсадных труб.

Избежать негативных явлений можно, если использовать флот ГРП только частично, например, применять всего один насосный агрегат с высоким давлением – до 100 или 120 МПа в зависимости от глубины скважины. Остальные насосные агрегаты флота могут оказаться лишними.

Создать трещину в теле пласта, оказывается, можно, и если для проведения ГРП в зону залегания продуктивного нефтяного или газоносного пласта опустить колонну труб со скважинными струйными насосами.

В журнале «Время колтюбинга» № 3 (49) («ГРП – «руками» самой скважины», Балакиров Ю.А., Мамедов Ф.С.) читатели уже получили информацию о возможности проведения ГРП без применения специального флота, состоящего из множества энергонасыщенных мобильных агрегатов – 8–15 и более единиц в зависимости от вида работ.

Авторы той публикации, вдохновленные свежей идеей, предлагали плавное аккумулярование давления в скважине от оригинального гидроимпульсного устройства, которое, собственно говоря, и является гидроимпульсным насосом. Но позже, когда идея отстоялась,

А flaw in all widely used methods of hydraulic fracturing is that high pressure is applied not only to the wells that are treated from the surface but also to the adjacent wells. If hydraulic fracturing is performed in old wells with longstanding history of reservoir recovery, then it is very difficult to ensure that the well endures the pressure in terms of failure of the fracture and the cemented section of its behind-the-casing chains in the area of the conductor string which, unlike the production string, is fixed with a lower strength value. And where there is a 'weak link,' you can always expect a rupture in the casing string.

Among other flaws is the fact that mobile fleet units do not build up the required design pressure simultaneously and such inconsistency has an adverse impact on the well support and upsets the casing string.

It is possible to avoid adverse effects by using fracing fleet only partially, e.g. using only one 100–120 MPa high-pressure pump unit depending on the depth of the hole. The remaining fleet units may be redundant.

It turns out that it is possible to create a fracture in the body of the formation if in order to perform hydraulic fracturing a pipe string with hydraulic jet pumps is lowered into a producing oil or gas-bearing bed.

In Coiled Tubing Times #3(49) (Hydraulic Fracturing – By the hand of the well itself authored by Yu.A. Balakirov, F.S. Mamedov) the readers already received information about the possibility to perform hydraulic fracturing without using special fleet consisting of numerous energy-intensive mobile units – 8 to 15 or more units depending on the type of operations.

The authors of that publication inspired by the fresh idea suggested smooth pressure build-up in the well from the original mud-pulse system which is actually the mud-pulse pump. But later when the idea settled, the authors took into account that any production units in oil and gas associations and divisions readily implement only certified and not 'handmade' equipment.

That is why instead of the mud-pulse system, jet pumps were suggested – which are well known

авторы приняли во внимание, что любые производственные структуры в системе нефтегазовых объединений и управлений охотно внедряют только сертифицированное оборудование, но не какие-то самоделки.

Поэтому вместо гидроимпульсного устройства были предложены к использованию известные в технике струйные насосы, являющиеся своего рода побратимами гидроимпульсных насосов, поскольку и те, и другие относятся к классу инерционных насосов.

В заводском исполнении и сертифицированном виде имеется множество моделей струйных насосов как отечественного, так и зарубежного производства.

Известно, что струйные насосы относятся к типу инерционных насосов [2], поскольку для их работы необходимо с поверхности скважины нагнетать силовую жидкость в необходимом количестве (это должно быть предусмотрено в проекте воздействия для осуществления ГРП).

С помощью струйных насосов возможно без ослабления крепи скважины и расшатывания обсадной колонны труб плавно набрать давление до горного, при котором будет создаваться трещина для стимуляции притока. И это не единственное преимущество использования струйных насосов для проведения ГРП. Другая важная сторона – при использовании скважинных насосов для освоения и вызова притока флюидов из пласта в скважину отпадает необходимость привлечения бригад подземного и капитального ремонта скважин.

При выборе струйных насосов нужно следить за тем, чтобы они по своим размерам соответствовали диаметрам эксплуатационных колонн 140 мм и 168 мм; производительность их должна обеспечивать подъем на поверхность скважины до 20–150 м³ жидкости в сутки.

Очень важно также, чтобы превенторное оборудование на устье скважины было способно моментально погасить перелив пластовой жидкости на поверхность. Нелишне будет еще раз отметить: устьевые превенторы и все элементы запорного устройства должны быть готовы в любой момент включиться в работу и исключить перелив флюида на поверхность.

И еще: на стадии подготовки работ очень важно правильно выбрать не столько саму скважину-кандидата, сколько то место в пластовой системе, которое позволит собирательно использовать трещину ГРП для повышения дебита скважины действием «пучка» гидродинамической энергии на площади бывших и погребенных речных массивов и газовых окаменевших скоплений.

Алгоритм проведения процессов в случае применения струйных насосов такой же, как и при использовании гидроимпульсных насосов.

in the field of engineering and are a kind of sworn brothers of mud-pulse pumps since both belong to the category of inertial pumps.

There are many as-built and certified models of jet pumps manufactured both domestically and overseas.

It is a known fact that jet pumps fall in the category of inertial pumps as for their operation it is necessary to force the load-bearing fluid in the required amount from the well surface (this should be envisaged in the stimulation plan for hydraulic fracturing).

Using jet pumps it is possible without weakening the well support and upsetting the casing string to smoothly build the pressure up to the formation pressure at which the fracture will be created for stimulation purposes. And this is not the only advantage of using jet pumps for hydraulic fracturing. Another important aspect is that using borehole pumps for well development and stimulation of fluid influx from the formation into the well eliminates the need to engage well-servicing and workover teams.

When choosing jet pumps it is necessary to make sure that their size corresponds to the diameter of the production string of 140 mm and 168 mm; their capacity should ensure bringing of 20–150 m³ of fluid

С помощью струйных насосов возможно без ослабления крепи скважины и расшатывания обсадной колонны труб плавно набрать давление до горного, при котором будет создаваться трещина для стимуляции притока.

Using jet pumps it is possible without weakening the well support and upsetting the casing string to smoothly build the pressure up to the formation pressure at which the fracture will be created for stimulation purposes.

to the well surface per day.

It is also very important to ensure that blowout preventers at the well head are capable to instantaneously cancel the overflow of the formation fluid to the surface. It is also worth mentioning again that wellhead blowout preventers and all elements of the locking device should be ready to switch into operation at any moment and prevent the overflow of the fluid to the surface.

One more thing: at the stage of preparation for operations it is very important to correctly choose not so much the prospective well as the location in the formation system that will allow for aggregate use of

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИ УПРАВЛЯЕМОМ С ПОВЕРХНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ РАЗРЫВЕ ПЛАСТА

1. Выбор скважин производится путем тщательного анализа работы действующих нефтяных и газовых скважин с акцентированием малодебитных по нефти и газу скважин, при этом принимаются во внимание обводненность продукции скважин, тенденции к преобразованию и другие негативные последствия.
2. Выбранные скважины должны быть расположены от ВНК до ГНК на расстоянии более 500–800 м во избежание обводненности и загазованности из-за возможного прорыва в зону водонефтяного контакта и газовой шапки пластовой системы.
3. Выбранные скважины должны быть сертифицированы индикаторными диаграммами и кривыми восстановления давления для определения продуктивности скважин (с обязательным определением скин-фактора) в случае стационарного и нестационарного притоков флюидов из пласта в скважину.
4. Эксплуатационные колонны выбранных скважин должны быть герметичными и выдерживать при необходимости опрессовочное давление, а также должны быть оборудованы противовыбросовыми превенторами.
5. Желательно до начала гидравлического разрыва провести гамма-нейтронный каротаж, чтобы быть уверенными в исправности интервала перфорации и его работоспособности.
6. После выбора скважин диаметрами 140 и 168 мм для осуществления проведения ГРП по предлагаемой технологии в скважину спускаются струйные насосы с диаметрами соответственно 140 и 168 мм на глубину ПЗП. Проводится гидравлический разрыв пласта по стандартной технологии с закрепителем трещины.

Предлагаемая технология носит отраслевой характер и позволяет в значительной степени усовершенствовать излюбленный специалистами способ повышения производительности нефтяных и газовых скважин и тем самым увеличить нефте- и газоотдачу пластовой системы в целом. ☉

the fracturing crack to increase well flow rate using the hydrodynamic energy 'beam' in the area of former and buried rivers and gas petrified accumulations.

When using jet pumps the process algorithm is the same as in the case of mud-pulse pumps.

PROCESS ALGORITHM FOR SURFACE-CONTROLLED HYDRAULIC FRACTURING

1. The well is chosen by thorough analysis of the operation of existing oil and gas wells with focus on low oil and gas flow rate wells with account for water cut, tendency for transformation and other adverse consequences.
2. The chosen wells should be located – from water-oil contact to gas-liquid contact – at a distance of over 500–800 m to avoid water cutting and gas accumulation due to possible breakthrough into the water-oil contact zone and gas cap of the formation system.
3. The chosen wells should be certified with indicator diagrams and pressure build-up curves to determine the well productivity (with mandatory determination of the skin factor) in case of steady and non-steady influx of fluids from the formation into the well.
4. The production strings of the chosen wells should be air-tight and endure, if necessary, the test pressure and be equipped with blowout preventers.
5. It is preferable prior to starting the hydraulic fracturing to run a gamma-neutron log to make sure that the perforation interval is operational.
6. After choosing the wells with diameters of 140 and 160 mm for hydraulic fracturing the suggested technique requires lowering of jet pumps with diameters of 140 and 168 mm respectively into the well to the depth of the bottom-hole formation zone. Then the hydraulic fracturing is performed according to the standard method using propping agents.

The suggested technique is industry-specific and improves considerably on the method of increasing oil and gas well productivity favored by many specialists and, hence, enhances oil and gas recovery from the formation system on the whole. ☉

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочная книга по добыче нефти. – М.: Недра, 1974.
2. Балакиров Ю.А., Бугай Ю.Н. Инновационные технологии в нефтегазодобыче. – Киев: МНТУ, 2001.