УДК 622.276.66:532.5

ПЕРЕПАД НАПОРА НА ФИЛЬТРЕ НАСОСНЫХ СКВАЖИН ПОСЛЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

DIFFERENCE OF THE PRESSURE ON THE FILTER OF PUMP WELLS AFTER HYDRAULIC FRACTURING

Нургалиев Роберт Загитович
исполняющий обязанности ректора,
Альметьевский государственный нефтяной институт
nurgalievrz@agni-rt.ru

Топольников Андрей Сергеевич
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник,
Институт механики им. Мавлютова Р.Р.
TopolnikovAS@ufanipi.ru

Уразаков Камил Рахматуллович
Доктор технических наук, профессор,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
urazakk@mail.ru

Аннотация. В данной статье дана оценка изменению перепада напора на фильтре насосных скважин при засорении поверхности фильтрующего элемента после гидравлического разрыва пласта. Для решения этой задачи предлагается применение УЭЦН с кожухом для погружного электродвигателя.

Ключевые слова: фильтр, перепад, давление, гидравлический разрыв пласта, установка электроцентробежного насоса.

Nurgaliyev Robert Zagitovich
Acting as rector,
Almetyevsk state oil institute
nurgalievrz@agni-rt.ru

Topolnikov Andrey Sergeyevich
Candidate of physical and mathematical sciences, Senior research associate,
Institute of mechanics of Mavlyutov R.R.
TopolnikovAS@ufanipi.ru

Urazakov Kamil Rakhmatullovich
Doctor of Engineering, professor,
Ufa state oil technical university
urazakk@mail.ru

Annotation. In this article an assessment is given to change of difference of a pressure on the filter of pump wells at a contamination of a surface of the filtering element after hydraulic fracturing. For the solution of this task application of UETsN with a casing for the submersible electric motor is offered.

Keywords: filter, difference, pressure, hydraulic fracturing, installation of the electrocentrifugal pump.

Широкомасштабное применение гидравлического разрыва пласта (ГРП) для интенсификации отборов нефти поставило нефтедобывающие предприятия перед новым типом осложнений в работе погружного насосного оборудования. Основной причиной, вызывающей осложнения, является вынос из пласта проппанта, в том числе и раскрошенного, а также продуктов разрушения пласта – мелкой песчаной и супесчаной взвеси (механических частиц), что приводит к преждевременному износу и отказу оборудования. Повышенное содержание механических примесей в пластовой жидкости разрушает рабочие колеса, опорные и промежуточные подшипники электроцентробежных насосов, а также увеличивает нагрузки на вал на скручивание, часто приводя к срезанию шлицевой части, либо слому вала по телу и другим негативным последствиям. Все это значительно уменьшает наработку на отказ установок электроцентробежных насосов (УЭЦН).

В сложившейся ситуации актуальным является разработка средств защиты электроцентробежных насосов от механических примесей. Наиболее доступной и надежной технологией такой защиты является установка фильтра в составе насоса, которая не требует специальной остановки скважины для проведения его монтажа (как в случае забойного фильтра) или установки пакера (как в случае скважинного фильтра перед насосом).

Основным недостатком фильтра остается создание на нем дополнительного перепада давления, который увеличивается при засорении фильтрующей поверхности механическими примесями. Со временем это приводит к снижению производительности насоса вплоть до прекращения подачи. Для исследования данного эффекта в работах [1, 2] предложена математическая модель обтекания пластовой жидкостью с механическими примесями элементов подземной части УЭЦН с фильтром. Жидкость, представляющая собой смесь воды, нефти и взвешенных частиц механических примесей, движется снизу вверх в кольцевом зазоре между эксплуатационной колонной и насосной установкой и, проходя через решетку фильтра, поступает в насос. Мелкофракционные частицы проходят вместе с жидкостью и попадают в насос, более крупные фракции задерживаются фильтром и остаются снаружи.

Результаты моделирования показали, что мелкие фракции твердых частиц проходят сквозь фильтр и, попадая в насос, практически не оказывают влияния на динамику жидкости. Крупные фракции с радиусами частиц более 200 мкм не могут пройти через решетку фильтра и накапливаются снаружи, создавая взвесь твердых частиц. При этом установлено, что механические примеси, не прошедшие через фильтр, группируются вблизи его внешней поверхности в виде горизонтального слоя, который препятствует вертикальному течению жидкости, направляя ее на прием насоса через нижние отверстия фильтра, в результате происходит рост общего перепада давления на установке и ухудшается охлаждение погружного электродвигателя. Согласно результатам расчетов с течением времени наблюдается устойчивый рост перепада давления на фильтрующем элементе, который для выбранных расчетных параметров составляет 0,06 атм/сут. (рис. 1).

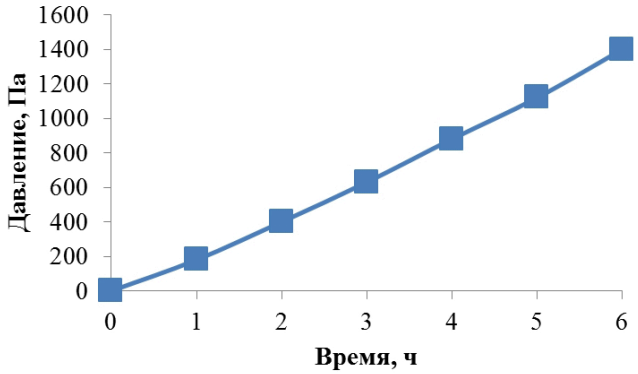

Рисунок 1 – Зависимость перепада давления на фильтре от времени

Для разрушения взвеси твердых частиц и снижения температуры нагрева стенки погружного электродвигателя необходимы достаточно высокие скорости движения омываемой жидкости. Естественным методом увеличения скорости при условии сохранения постоянного дебита является уменьшение проходного канала. Одним из способов достижения данного эффекта является применение УЭЦН с кожухом для погружного электродвигателя. На уровне изобретений предложены технические решения, позволяющие увеличить скорость потока жидкости, омывающей электродвигатель установки [3, 4]. Согласно проведенным расчетам установка кожуха кратно снижает рост перепада давления на фильтре за счет «размывания» облака твердых частиц и снижает температуру нагрева электродвигателя на несколько градусов.

Литература:

1. Топольников А.С. Численное моделирование обтекания погружной части установок электроцентробежных насосов с фильтром / Топольников А.С., Уразаков Т.К., Казаков Д.П. – Уфа : Изд-во Нефтегазовое дело, 2009. – Т. 7. – № 2. – С. 89–95.

2. Смольников С.В., Топольников А.С., Уразаков К.Р., Бахтизин Р.Н. Методы защиты насосного оборудования для добычи нефти от механических примесей / Смольников С.В., Топольников А.С., Уразаков К.Р., Бахтизин Р.Н. – Уфа : Изд-во Нефтегазовое дело. – 2010. – С. 41.

3. Патент № 2136970 Российская федерация, Погружной электронасос / Уразаков К.Р., Габдрахманов Н.Х., Кутдусова З.Р., Уразаков Т.К., Кутдусов А.Т., Алексеев Ю.В. 06.05.1997.

4. Патент № 2382237 Российская Федерация, Погружная электроцентробежная насосная установка / Казаков Д.П., Уразаков К.Р., Топольников А.С., Кудрявцева А.А. 20.02.2010.

References:

1. Topolnikov A.S. Numerical modeling of a flow of a submersible part of installations of electrocentrifugal pumps with Filter / Topolnikov A.S., Urazakov T.K., Kazakov D.P. – Ufa : Publishing house Oil and gas business, 2009. – T. 7. – № 2. – P. 89–95.

2. Smolnikov S.V., Topolnikov A.S., Urazakov K.R., Bakhtizin R.N. Methods of protection of the pump equipment for oil production against mechanical impurity / Smolnikov S.V., Topolnikov A.S., Urazakov K.R., Bakhtizin R.N. – Ufa : Publishing house Oil and gas business. – 2010. – P. 41.

3. Patent № 2136970 Russian Federation, Submersible electric pump / Urazakov K.R., Gabdrakhmanov N.H., Kutdusova Z.R., Urazakov T.K., Kutdusov A.T., Alekseev Yu.V. 5/6/1997.

4. Patent № 2382237 Russian Federation, Submersible electrocentrifugal pump installation / Kazakov D.P., Urazakov K.R., Topolnikov A.S., Kudryavtseva A.A. 2/20/2010.