УДК 622.692.4.052

ТЕХНОЛОГИЯ СНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПЕРЕКАЧКИ ОБВОДНЕННОЙ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ В ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

TECHNOLOGY OF PRESSURE DECREASE OF PUMPING OF THE FLOODED HIGH-VISCOSITY OIL IN FIELD PIPELINES

Майер Андрей Владимирович
ассистент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»,
Тюменский индустриальный университет
mayer-14@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены результаты опытно-промышленного испытания последовательной перекачки нефти и воды центробежными насосами. Установлено, что при достижении обводненности перекачиваемой продукции 80 % и более, эффективность перекачки нефти и воды чередующимися пробками, практически отсутствует из-за быстрого расслоения фаз в трубопроводах.

Ключевые слова: промысловые трубопроводы, обводненная нефть, вязкость нефти, сепараторы, перекачка нефти, перекачка воды.

Mayer Andrey Vladimirovich
Assistant, «Development and Operation of Oil and Gas Fields»,
Tyumen industrial university
mayer-14@mail.ru

Annotation. In article results of trial testing of consecutive transfer of oil and water are considered by centrifugal pumps. It is established that in case of achievement of water content of the repumped products of 80 % and more, efficiency of transfer of oil and water the alternating traffic jams, is practically absent because of bystry stratification of phases in pipelines.

Keywords: flowlines, watery oil, oil viscosity, viscosity oil separators, oil pumping, pumping water.

Возрастающие объемы добычи высоковязких и тяжелых нефтей ставят проблему снижения давления их перекачки по промысловым трубопроводам, особенно в обводненный период эксплуатации месторождений. Эмульгирование обводненной нефти высоковязкой нефти усугубляет проблему и в значительной мере осложняет процесс подготовки товарной нефти.

Исследованиями [1] установлено, что образование тонкодисперсных устойчивых структур водонефтяных эмульсий происходит в скважинном оборудовании и в центробежных насосах дожимных станций систем сбора нефти, газа и воды.

В [1, 2, 3] показано, что погружные электроцентробежные насосы создают эмульсию с дисперсной структурой капель воды 2…10 мкм. Поэтому в узловых точках предварительного сброса добываемой воды, в которые включены большей частью скважины с УЭЦН, разделение фаз требует больших объемов отстойных аппаратов и расходов деэмульгаторов. До 10 % и выше объема воды в установке предварительного сброса не отделяется и остается в отводимой нефти.

На дожимных насосных станциях происходит повторное эмульгирование остаточной воды. Поэтому дополнительно анализировались пробы жидкости перед входной гребенкой. В анализ вошли скважины, обводненные в интервале 0,65…0,86.

Данные по ЦДНГ № 3 НГДУ «Чекмагушнефть» сведены в таблицу. Сопоставление этих данных на участках от устья скважин до АГЗУ показывает несущественные изменения свойств эмульсий. Однако, на участках от АГЗУ до установки предварительного сброса воды (УПС) создаются условия для коалесценсий крупной фракции водных капель в потоке жидкости и увеличения степени разрушения эмульсий.

Многоступенчатый центробежный насос откачки ДНС вновь эмульгирует водонефтяную смесь и в значительной мере увеличивает дисперсность внутренней фазы.

Исследовались вязкость и дисперсность на входе и выкиде насосов Раевской УПС и Аксеновской ДНС. При прохождении жидкости через насос содержание мелкодисперсной фракции эмульсий в интервале до 10 мкм увеличилось соответственно с 25 до 44 %. Вязкость жидкости на ДНС возросла со 188,3 до 435 сСт. [3, 4].

Таким образом, основными источниками эмульгирования обводненной нефти являются насосные установки скважин и дожимных станций систем сбора нфти, газа и воды.

Вязкость эмульгированной нефти в трубопроводах в условиях отсутствия дозирования деэмульгаторов в интервале обводненности 0…55 дол. ед. по [3] для Арланского месторождения рассчитывается по эмпирической зависимости:

$$\mu_э = 0{,}42 \cdot \mu_{20} \cdot \exp\left[\left(4{,}0 \cdot 10^{-4}\mu_{20} + 0{,}19\right)^{-1} B\right], \quad (1)$$

где μ_{20} – вязкость дегазированной нефти в стандартных условиях, мПа·с; B – обводненность жидкости.

Формула (1) справедлива для диопазона μ_{20} = 30...160 мПа·с, температура пластов 22...40 °С, газовом факторе 12...22 м^3/Т.

Согласно этой формуле вязкость эмульгированной нефти кратно превышает вязкость безводной нефти. Присутствие газовой фазы существенно уменьшает вязкость перекачиваемой среды.

Промысловая перекачка эмульсии высоковязкой нефти сопровождается ростом давления в трубопроводах и их аварий, особенно при отрицательных температурах окружающей среды [5].

Одним из эффективных способов снижения гидравлических сопротивлений при сборе обводненной нефти является перекачка нефти и воды чередующимися пробками [6]. В идеальном случае, т.е. в условиях отсутствия размыва границ чередующихся пробок расчетное значение вязкости жидкости в трубопроводе снижается пропорционально соотношению суммарных длин нефтяных и водных пробок.

Однако в реальных условиях сразу с момента поступления пробки нефти в трубопровод начинается размыв как переднего, так и заднего ее фронта. В последующим, достаточно быстро в трубопроводе образуется течение двухфазной жидкости.

Впервые такая технология была испытана на УПС «Кушуль» и УПС «Андреевка». После сброса воды объемные расходы нефти и воды в промысловых трубопроводах составили соответственно: 780 и 3220 $м^3$/сут. и 520 и 1750 $м^3$/сут. Длины трубопроводов составили соответственно 21 и 26 км при диаметре 250 мм. Вязкость нефти в стандартных условиях составили 0,028 и 0,031 Па·с.

Обводненность перекачиваемой продукции в трубопроводах составила, таким образом 80 % и 77 %.

В первом трубопроводе перепад давления на единицу длины при средней скорости жидкости 0,945 м/с составил по показаниям манометров 32,4 Па/м. Во втором трубопроводе при скорости жидкости 0,536 м/с перепад давления на единицу длины трубопровода составил 28,42 Па/м. При перекачке безводных нефтей по этим трубопроводам с аналогичными скоростями перепады давления составили бы 54,49 Па/м и 20,42 Па/м. Таким образом, в первом случае совместная перекачка нефти и воды центробежным насосом из-за высокой обводненности не привела к повышению вязкости жидкости. Во втором случае перепад давления превысил на 8 Па/м перепад давления, который был бы в случае перекачки только нефти. Причина этого, очевидно, заключается в присутствие в трубопроводе эмульсии воды в нефти.

Организация последовательного сброса нефти и воды на прием центробежного насоса производится с формированием нефтяных пробок длиной около 1020 м, хотя аппараты позволяли доводить длины пробок до 2000 м. Соответственно длины водных пробок в трубопроводах составили около 4000 м и 3400 м.

В первом трубопроводе градиент перепада давления в среднем за сутки составлял при этом 25,51 Па/м (т.е. почти не изменился), а во втором около 12,10 Па/м. Таким образом, во втором трубопроводе градиент перепада давления снизился с 28,42 до 12,10 Па/м, т.е. более чем в 2 раза.

Выводы:

1. Опытно-промышленные испытания последовательной перекачки нефти и воды центробежными насосами, показали значительные снижения градиентов перепадов давления в промысловых трубопроводах.
2. При достижении обводненности перекачиваемой продукции 80 % и более, эффективность перекачки нефти и воды чередующимися пробками, практически отсутствует из-за быстрого расслоения фаз в трубопроводах

Литература:

1. Антипин Ю.В., Валеев М.Д., Сыртланов Д.Ш. Предупреждение отложений при добыче обводненной нефти. – Уфа : Башкнигонздат, 1987. – 167 с.
2. Мамонов Ф.А. Транспорт высоковязкой нефти с предварительным сбросом попутно-добываемой воды. Уфа : Издательство УГНТУ, 2005. – 216 с.
3. Уразаков К.Р., Богомольный Е.И., Газаров А.Г. Добыча высоковязких нефтей из наклонных и обводненных скважин / Под ред. Валеева М.Д. – М. : Недра, 2000. – 302 с.
4. Совершенствование технологии применения деэмульгаторов в системах сбора и подготовки нефти на промыслах Башкирии: Отчет о НИР / Башнефть. Руководители М.З. Мавлютова, Л.М. Мамбетова. – 3076. № ГР 76043371. – Уфа, 1979. – 92 с.
5. Репин Н.Н., Юсупов О.М., Валеев М.Д., Карпова И.К. Предотвращение образования эмульсии при добыче и сборе нефти. Тем. обзор // Нефтепромысловое дело. – М., 1979. – 59 с.
6. Валеев М.Д., Давлетшин З.Ш., Зайнашев Р.А. Последовательная откачка нефти и воды из скважин и отстойных аппаратов. – М. : Нефтяное хозяйство, 1992. – № 1. – С. 39–41.

References:

1. Antipin Yu.V., Valeev M.D., Syrtlanov D.Sh. The prevention of deposits in case of production of the flooded oil. – Ufa : Bashknigonzdat, 1987. – 167 p.
2. Mammons F.A. Transport of high-viscosity oil with preliminary dumping of the passing extracted water. Ufa : UGNTU Publishing house, 2005. – 216 p.
3. Urazakov K.R., Bogomolny E.I., Gazarov A.G. Production of high-viscosity oils from inclined planes and the flooded wells / Under the editorship of Valeev M.D. – M. : Nedra, 2000. – 302 p.
4. Enhancement of technology of application of deemulgator in systems of collection and preparation of oil on crafts of Bashkiria: The report about NIR / Bashneft. Heads M.Z. Mavlyutov, L.M. Mambetov. – 3076. No. GR 76043371. – Ufa, 979. – 92 p.
5. Repin N.N., Yusupov O.M., Valeev M.D., Karpova I.K. Prevention of formation of an emulsion in case of production and collection of oil. Tem.obzor // Oil-field case. – M., 1979. – 59 p.
6. Valeev M.D., Davletshin Z.Sh., Zaynashev R.A. Consecutive pumping of oil and water from wells and settling devices. – M. : Oil economy, 1992. – No. 1. – P. 39–41.