

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОДОНЕФТЯНОЙ СМЕСИ

Тимербаев А.С., Таранова Л.В.

*ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Тюмень,
e-mail: taranovaLv@list.ru*

При разработке нефтяных месторождений, как известно, для поддержания пластового давления используют закачку вод в продуктивные пласты. К качеству вод, применяемых в системе ППД, предъявляются высокие требования, в первую очередь, по содержанию твердых взвешенных частиц и эмульгированной нефти, количество которых регламентируется отраслевым стандартом в зависимости от проницаемости пористой среды коллектора.

Традиционно в системе водоподготовки применяют гравитационные методы очистки (отстаивание и флотация), которые не могут обеспечить необходимую степень подготовки нагнетаемых вод с учетом наиболее жестких требований стандарта (для плохо проницаемых коллекторов). Проведенный в [1] сравнительный анализ методов очистки нефтесодержащих вод и аппаратов для их реализации позволил выделить в качестве перспективного направления водоподготовки метод центробежного разделения, позволяющий многократно интенсифицировать процесс разделения и повысить степень очистки воды от нефти и механических примесей.

Для реализации данного способа предлагается центробежный сепаратор с крыльчаткой, разрабатываемый в рамках настоящей работы. Сепаратор представляет собой цилиндрическое прямооточное центробежное устройство, в котором жидкость движется в осевом направлении, а центробежные силы создаются за счет вращения крыльчатки в потоке.

Для исследования работы разрабатываемого устройства и определения параметров разделения нефтесодержащих вод были проведены расчеты с использованием программного продукта STAR-CCM+. В программе Autodesk Inventor была создана CAD-модель сепаратора, на основе которой была сгенерирована объемная сетка их многогранных ячеек размерностью 3,7 млн шт.

В задачи этого этапа входило изучение особенностей течения жидкости в сепараторе и моделирование процесса разделения нефтесодержащих вод для оптимизации конструкции и режимов работы аппарата. Моделирование осуществляли в рамках Лагранжево-Эйлера подхода [2].

Первая серия расчетов была направлена на исследования особенностей течения смеси в сепараторе и проведена с варьированием расхода жидкости на входе (Q) от 3 до 15 м³/ч.

По результатам данной серии расчетов были построены:

- картины векторного поля скорости в центральном сечении;
- картины поля давления в центральном сечении;
- линии тока для каждого значения расхода жидкости.

Анализ результатов данной серии расчетов показал, что предлагаемая комбинация расхода жидкости на входе и скорости вращения вала крыльчатки для данной конструкции не согласованы, т.к. возникает зона сильной рециркуляции – вода засасывается обратно в крыльчатку. Установлено минимальное значение расхода воды на входе (15 м³/ч), при котором рециркуляция исчезает, поэтому моделирование сепарации частиц нефти было произведено на этом режиме.

По результатам второй серии расчетов (моделирование процесса сепарации частиц нефти) были построены картины поля объемной концентрации частиц нефти в центральном сечении и картина изоповерхности поля объемной концентрации частиц нефти.

Анализ результатов данной серии расчетов позволил локализовать зоны высокой концентрации нефти, которые располагаются на входе в ротор, в основании вала крыльчатки (застойная зона) и на оси вращения крыльчатки. Также установлено, что «жгут нефти» – зона высокой объемной концентрации частиц нефти, формируется еще в крыльчатке ротора и по мере замедления вращения потока в выходном патрубке разрушается.

По итогам проведенной работы были разработаны рекомендации для оптимизации режимов работы и конструкции сепаратора, согласно которым необходимо увеличить расход жидкости на входе, либо уменьшить обороты крыльчатки для устранения рециркуляции жидкости; необходимо также устранить «слепую» часть ротора в районе вала и сократить длину зоны сепарации.

Список литературы

1. Тимербаев А.С. Исследование физико-химического способа очистки воды для систем ППД с применением центробежного сепаратора с крыльчаткой // Новые технологии – нефтегазовому региону: Всероссийская научно-практическая конференция: сборник трудов в 2-х томах. Т. 2; – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 284 с.
2. Benson DJ. An efficient, accurate, simple ALE method for nonlinear finite element programs. *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.* 1989; 72(3): 305–350.