

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУППЫ СКВАЖИН ПУТЕМ МИНИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ

Аннотация. Статья посвящена проблеме оптимизации работы нефтяного месторождения, включающего в себя группу добывающих и нагнетательных скважин. Отражена текущая ситуация при рассмотрении вопросов эксплуатации скважин с УЭЦН. В статье проанализирован путь решения проблемы с точки зрения эксплуатационных затрат. Для этого предлагается применение модели нефтяного коллектора.

Ключевые слова: оптимизация, нефтеносный коллектор, скважина, установка электроцентробежных насосов, эксплуатационные затраты, математическая модель.

Нестабильность цен на мировом рынке энергоносителей в настоящее время приводит к тому, что рентабельность нефтяных месторождений существенно снижается. Этот факт ставит перед исследователями задачу поиска возможностей снизить издержки и материальные потери при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений.

Решение данной задачи обуславливается более рациональным использованием технологического оборудования нефтяных промыслов как при этапе нефтедобычи, так и при подготовке транспорта нефти. Как известно, именно этап нефтедобычи ввиду его ресурсоемкости в первую очередь требует грамотного планирования и освоения для максимизации продуктивности всего нефтедобывающего комплекса. Поэтому оптимальность использования скважинного оборудования, рациональность расходования его ресурса и соблюдение политики энергосбережения приобретают особую актуальность в сложившейся ситуации [1].

В Западносибирском регионе значительная часть скважин эксплуатируются при помощи электроцентробежных насосных установок (УЭЦН). В рамках данного исследования предлагается рассматривать нефтяное месторождение с группой скважин, оборудованных УЭЦН, устройствами управления и прилегающей зоной пласта в целом как объект управления. Это позволит использовать более общий подход к решению задачи оптимизации с точки зрения минимизации эксплуатационных затрат.

В периодической печати проблема эффективной эксплуатации УЭЦН и управления режимами ее работы активно обсуждается и становится предметом многих научных исследований. Современное ее состояние отражено в работах [2,3,4,5,6] таких авторов, как Сипайлов В.А, Гареев А.А., Козлов В.В., Ведерников В.А., Соловьев И.Г., Комелин А.В., и др. Но при этом стоит отметить, что исследователями практически не рассматривается управление группой скважин с применением УЭЦН с точки зрения эксплуатационных затрат.

В исследовании В.В. Козлова, Н.В. Лапик, Н.В. Поповой [1] на примере системы «УЭЦН-скважина», включающую в себя совокупность технологического оборудования, устройств управления и самой скважины с прилегающей зоной пласта, рассмотрено понятие удельных эксплуатационных затрат на полном интервале межремонтной эксплуатации скважины. Но расчет и оптимизация параметров эксплуатации одной скважины на месторождении, содержащем большую популяцию установок ЭЦН, не учитывает случайные воздействия ξ_i , создаваемые группой установок на нефтяной промысел. Расширение понятия эксплуатационных затрат на группу скважин позволит уточнить характер таких воздействий, и, как следствие, учесть данные параметры при расчете удельных эксплуатационных затрат M .

Для расчета удельных эксплуатационных затрат для группы скважин, необходима модель системы, позволяющая определить зависимость между входными и выходными параметрами установок. Для нефтеносного коллектора

построение модели управления позволит оценить эксплуатационные затраты и разработать принципы и методы их минимизации.

Очевидно, что для построения модели управления нет необходимости использовать сложные численно-аналитические методы моделирования процессов фильтрации, принятые в подземной гидромеханике. Наоборот, желательно использовать максимально простые модели, вместе с тем сохраняющие (в некотором приближении) статические и динамические характеристики моделей более высокого порядка. Построение таких редуцированных моделей достаточно подробно рассмотрено в серии работ исследователей Соловьева И.Г. и Распопова Р.В. [7, 8, 9].

При использовании любой модели большое значение имеет её точность, определяющая правильность построения модели как таковой. Модель с большим количеством параметров потребует от вычислительной машины большого расхода ресурсов, что может привести к большим время- и энергозатратам, либо, при малой мощности машины, вовсе привести к остановке её работы. Поэтому, целесообразно при разработке модели учитывать её ресурсоёмкость.

Имитировать нефтеносный коллектор модель призвана при помощи уравнений, описывающих однофазную фильтрацию между квадратными элементами коллектора. Выбор квадратной формы позволит динамически изменять размерность (масштабирование) модели, что допустит огрублять неиспользуемые участки и уточнять исследуемые. Это решение позволяет рассматривать месторождение с группой скважин как отдельную изолированную область, в которой несколько смежных зон и их влияние друг на друга по принципу суперпозиции можно рассматривать как одну большую зону с новым набором характеристик. При этом, для граничащих с большей зоной участков характер взаимодействия не изменяется. Это позволяет рассматривать проблему минимизации эксплуатационных затрат при использовании модели управления нефтеносным коллектором со сравнительно меньшей ресурсоемкостью.

Для решения проблемы поставлены следующие задачи:

- 1) Анализ нефтяного месторождения как объекта управления. При этом не рассматриваются отдельные скважины с установками ЭЦН. Предполагается, что в рассматриваемой области месторождения осуществляется контроль всей группы скважин.
- 2) Разработка модели управления нефтеносного коллектора при помощи уравнений, описывающих однофазную фильтрацию между квадратными элементами коллектора.
- 3) Анализ полученного результата и разработка рекомендаций для дальнейшего развития исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов В.В. Оптимизация эксплуатационных затрат при управлении установкой электроцентробежных насосов / Козлов В.В., Лапик Н.В., Попова Н.В. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2016. – №6. – С. 43-48.
2. Сипайлов В.А. Оптимизация режимов работы установок электроцентробежных насосов механизированной добычи нефти: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.09.03 / Сипайлов В. А.; – Томск, 2009. – 196 с.
3. Гареев А.А. Исследование теплового состояния электроцентробежного насоса низкой производительности и разработка способа защиты от перегрева: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.04.14 / Гареев А. А.; – Уфа, 2011. – 144 с.
4. Ведерников В.А. К стратегии управления системой «скважина-УЭЦН», содержащей преобразователь частоты / Ведерников В.А., Гапанович В.С., Козлов В.В. // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2007. – № 5. – С. 50-53.
5. Соловьев И.Г. Управление параметрами обустройства и режимом эксплуатации скважины с погружным электронасосом / Соловьев И.Г.,

- Субарев Д.Н. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2012. – №7. – С. 15-21.
6. Комелин А.В. Интеллектуальная автоматизированная система управления установкой электроцентробежного насоса: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. – Уфа, 2006. – 145 с.
7. Распопов Р.В. Регуляризация оценок гидродинамических параметров нефтеносного коллектора в технологиях группового гидропрослушивания: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Распопов Р.В.; –Тюмень, 2014. – 144 с.
8. Соловьев И.Г. Техника зонального редуцирования гидродинамической модели нефтяного коллектора / Соловьев И.Г., Распопов Р.В. // Математическое моделирование. Т.26. – 2014. – № 4. – С. 21-32.
- 1.** Распопов Р.В., Соловьев И.Г. Алгоритм регуляризации оценок гидродинамических параметров локальных участков нефтеносных коллекторов // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. Т. 1. – 2015. – № 2 (2). – С. 153-162.