



електроенергії та приблизно 100 тис.м³ природного газу. Крім того підвищиться видобуток конденсату за рахунок більш низької температури сепарації, яку забезпечує вихрова труба.

Отже, використання вихрових труб у складі установок низькотемпературної сепарації дозволить підвищити якість підготовки газу, зменшити витрату енергоносіїв та продовжить період ефективної роботи установки.

Літературні джерела

1. Пат.84048 Україна, МПК F25B 11/00. Установка для низькотемпературної підготовки природного газу / Гутак А.Д.; винахідники Гутак А.Д., Подоляк Т.М., Максименко А.Г., Косяков К.О.; власник Гутак А.Д.; заявл. 03.04.13 ; опуб. 10.10.13, Бюл. № 19. – 5 с. : ил.

УДК 622.276.43

ОПЫТ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

*П.В. Виноградов, Н.А. Гаррис, Н.В. Морозова
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет»,
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, Космонавтов 1,
корпус 2, к. 409, gidragm@mail.ru*

Основные нефтяные месторождения, на которых добывается около 70% всей нефти в России, перешли в заключительную стадию разработки. Поэтому, все большее значение приобретают вопросы эффективности эксплуатации систем поддержания пластового давления (ППД).

Как правило, система ППД для крупных месторождений представляет собой протяженную, разветвленную сеть трубопроводов, включающую насосные станции, множество гребенок, узлов, задвижек и штуцеров. В процессе эксплуатации



данная система постоянно подвергается изменениям. Подключаются новые участки трубопроводов, изменяется конфигурация сети, заменяются старые участки трубопроводов (зачастую на другие диаметры), происходит постепенный перевод добывающих скважин в фонд нагнетания, изменяется приемистость нагнетательных скважин. Все эти процессы приводят к разрегулированию системы, реализации неоптимальных режимов работы объектов ППД и, следовательно, к необходимости их постоянного регулирования.

Данная задача не является тривиальной в виду ее многомерности. Все объекты системы ППД являются гидродинамически взаимосвязанными между собой и изменение одного параметра в каком-либо элементе (например, изменение диаметра штуцера на устье скважины) приводит к изменению режима работы всей системы. При этом, даже после регулирования, режим работы системы ППД (которая является одним из основных потребителей электроэнергии при добыче нефти) может не являться оптимальным с точки зрения энергоэффективности.

В связи с вышеизложенным, возникает необходимость в прогнозировании динамики изменения параметров системы ППД и оценки показателей ее энергоэффективности.

Так как основные объекты системы ППД (участки сети, блоки водораспределительные, скважины) представляют собой единую гидравлически связанную систему, то модель системы ППД должна обеспечивать совместное решение для всех этих объектов. Применение развернутой физико-математической модели системы ППД не всегда целесообразно, так как такая модель требует ввода большого количества исходных данных, зачастую неизвестных при эксплуатации, кроме того, усложняется процесс адаптации такой модели.

Авторами предлагается упрощенная модель промысла, отражающая, основные физические особенности объекта. Участки трубопроводной сети рассчитываются по уравнению:

$$\Delta P = \frac{Q^2}{A},$$

где ΔP – перепад давления на участке трубопроводной сети, атм;

Q – расход воды на участке, м³/сут;



A – фактическая или расчетная пропускная способность участка, $(\text{м}^3/\text{сут})^2/\text{атм}$.

В случае выраженного перепада высот между началом и концом участка трубопровода, следует также учитывать гидростатический напор. Фактическое значение пропускной способности участка трубопровода определяется по фактическим замерам расхода воды на скважинах, подключенных к данному участку и давления на входе и выходе участка. При расчете коллектора каждый участок трубопровода между точками с известными фактическими давлениями рассматривается как простой трубопровод. При отсутствии информации о давлениях в точках коллектирования для выполнения расчетов принимается допущение постоянства гидравлической эффективности всех участков.

Скважинный штуцер рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_o = \frac{Q_{\text{ш}}^2}{\hat{A}_o},$$

где Q_c – расход воды для скважины, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$V_{\text{ш}}$ – коэффициент штуцера, $\text{атм}/(\text{м}^3/\text{сут})^2$.

В качестве коэффициента $V_{\text{ш}}$ принимается величина, полученная в результате усреднения значений, рассчитанных по формуле (2) по фактическим замерам расхода воды, давления до и после штуцера за анализируемый период.

Для нагнетательных скважин, ввиду большого гидростатического давления воды, потерями давления на трение можно пренебречь. Таким образом, скважину можно рассчитывать по формуле:

$$P_{\text{после ш.}} + \rho \cdot g \cdot h_c - P_{\text{пл}} = \frac{Q_{\text{ш}}}{\hat{E}_{\text{ш}}},$$

где $P_{\text{после ш.}}$ – давление после штуцера скважины (на устье), атм;

h_c – глубина скважины по вертикали, м;

$P_{\text{пл}}$ – фактическое пластовое давление, атм;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент приемистости скважины, $(\text{м}^3/\text{сут})/\text{атм}$.

Коэффициент приемистости практически не изменяется в процессе нагнетания и его можно принять постоянным. Значение пластового давления принимается на основе данных о его замерах или путем решения системы из уравнения (3), записанного для различных фактических расходов.

Расчет режима работы системы ППД выполняется в два этапа. На первом этапе производится анализ текущего состояния системы по фактическим замерам параметров работы.



Определяются фактические параметры элементов системы (пропускная способность трубопроводов, коэффициенты приемистости скважин, пластовое давление). На втором этапе выполняется расчет режима работы системы ППД с целью определения значений параметров системы для регулирования. Расчет выполняется на основе решения системы уравнений (1), (2) и (3), записываемых для каждой скважины, водораспределительного блока и участков сети. Замыкается система уравнением материального баланса узловых точек.

Задав давление на выходе кустовой насосной станции (КНС) и требуемые расходы на устьях скважин можно получить перепады давления, которые необходимо выставить с помощью штуцеров на устьях скважин для регулирования. Выставив только давление на выходе из КНС, можно определить значения закачиваемых в скважину расходов и, при необходимости, их отрегулировать.

Также авторами разработаны алгоритмы расчета показателей энергоэффективности для трубопроводов системы поддержания пластового давления и системы подготовки и перекачки нефти с учетом внешних влияющих факторов, основанные на уравнениях баланса энергии.

В работе методологически обоснованы параметры, влияющие на энергоэффективность работы трубопроводных систем, приведены методы расчета нормативных и фактических показателей энергоэффективности в условиях ограничения исходной информации. По полученным алгоритмам разработаны программные модули для текущего мониторинга работы систем. Такие меры позволяют оперативно выявлять перерасход энергоресурсов и принимать своевременные решения по его исключению, не ожидая периодического энергоаудита предприятия.

Библиографический список

- 1 Привалов С. Н. Повышение энергоэффективности на предприятиях ООО «ЛУКОЙЛ- Западная Сибирь» / С. Н. Привалов // Инженерная практика. – 2010. – №3. – С. 18-24.
- 2 Демьянюк Е. Революция на скважине / Е. Демьянюк // Сибирская нефть. – 2011. – №83. С. – 36-37.
- 3 Модернизация насосов ЦНС и программа энергоэффективности // Инженерная практика. – 2012. – №9. – С. 46-47.
- 4 Зуев А. С. Управление энергоэффективностью как инструмент снижения операционных затрат / А. С. Зуев, С. В. Сви́дский // Новатор. – 2011. – № 44 . – С. 21-23.