

ВЕКТОРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ЛУЧЕВОГО КОМПЛЕКСА СБОРА ГАЗА НА ЭТАПЕ ПАДАЮЩЕЙ ДОБЫЧИ

В работе сформирован комплекс параметров эффекта для КСС, а также приведен пример оптимизации, наглядно показывающий, что на основе принятых параметров эффекта можно осуществить параметрический синтез КСС удовлетворяющий предъявляемым технологическим требованиям, и результатом параметрического синтеза является увеличение дебита КСС и восстановление работоспособности «задавленных» скважин.

На этапе падающей добычи на газоконденсатном месторождении в коллекторно-лучевых системах сбора газа (КСС) в связи с неравномерностью выработки запасов месторождения, в результате взаимовлияния скважин снижается суммарный дебит системы. В критической ситуации возможно «задавливание» скважин, т. е. резкое падение дебита наиболее удаленных от блока входных нитей (БВН) скважин или скважин, устьевого давления которых значительно меньше устьевых давлений других скважин, подключенных к данному шлейфу.

В настоящее время существуют программные средства, позволяющие моделировать условия движения продукции скважин от устья до точки сбора продукции (БВН).

Одним из таких программных средств является программа PipeSim, разработанная компанией Baker Jardine – подразделением компании Schlumberger Oil and Gas Information Solutions (SIS) [1].

Программа PipeSim является мощным средством имитационного моделирования и может служить основой для многокритериальной оптимизации коллекторно-лучевых систем сбора газа. Проведенный анализ показывает, что программу PipeSim целесообразно использовать в качестве ядра системы управления сбором газа.

Ранее было проведено исследование влияния на суммарный дебит газа проходных диаметров различных участков системы и местных сопротивлений [2]. Проведенный анализ показал, что изменение внутреннего диаметра участков шлейфа является эффективным средством повышения дебитов скважин и дебита системы в целом. Изменение диаметров может быть использовано для продления сроков эксплуатации скважин.

Увеличения суммарного дебита системы можно достичь установкой местных сопротивлений в виде задвижек на устьях скважин.

В настоящей работе рассмотрена задача оптимизации коллекторно-лучевого комплекса сбора газа.

Метод векторной оптимизации на дискретном множестве [3] заключается в том, что в оптимальной области выбираются крайние точки, т. е. такие, в которых достигается максимум по какому-либо параметру эффекта. Эти точки будут эффективными. Из оставшихся точек выявляются те, для которых из числа найденных точек окажется хотя бы одна лучшая, у которой все параметры эффекта не хуже и хотя бы один лучше. Выявленные точки неэффективны и исключаются из рассмотрения. Из оставшихся точек опять выбираются крайние, оставшиеся снова сравнивают с найденными крайними точками и выявляют неэффективные. И так продолжается до тех пор, пока не будут исследованы все исходные точки.

Необходимое количество элементов комплекса параметров эффекта определяется исходя из точности описания моделью реального процесса. Эта точность не может превосходить точности вычислений параметров эффекта.

Если использовать предложенную В.Г. Гмошинским [4] для метода инженерного прогнозирования нормирующую функцию весомостей характеристик технического объекта, требуемая точность требует использования пяти параметров эффекта.

Границы рассматриваемой системы определены известными, наперед заданными статическими давлениями газа. Пластовое давление $P_{пл}$ определено геологией продуктивного пласта, а давление на блоке вход-

ных нитей $P_{БВН}$ определено технологическим режимом эксплуатации месторождения. Таким образом, внутренней характеристикой рассматриваемой системы является давление газа.

Математическая модель коллекторно-лучевых систем сбора газа описана нами ранее [5].

Оптимизацию системы будем проводить по следующим пяти параметрам эффекта.

В качестве первого параметра эффекта принят коэффициент эффективности КСС, который имеет вид:

$$\epsilon_{\Sigma} = \left(\prod_{i=1}^m \frac{\Delta P_i}{Q_i L_i} \right)^{1/m} \left(\prod_{j=1}^n \frac{P_{zj} - P_{uj}}{q_j L_{sj}} \right)^{1/n}, \quad (1)$$

$i=1, \dots, m, j=1, \dots, n$

где $\Delta P_i, Q_i, L_i$ – соответственно изменение статического давления, массовый расход и длина i -го участка;

$P_{zj}, P_{uj}, q_j, L_{sj}$ – соответственно забойное и устьевое давления, массовый расход и длина ствола j -й скважины.

Коэффициент эффективности представляет собой свертку средних геометрических значений величины, градиента давления, приведенного к массовому расходу смеси. Этот параметр позволяет оценить эффективность расходования энергии пласта на перемещение смеси по трубам КСС. С точки зрения сохранения энергии пласта этот параметр должен быть минимизирован.

Вторым параметром эффекта был выбран дебит коллекторно-лучевого комплекса сбора газа как сумма дебитов q_i скважин, в

него входящих, $Q = \sum_{i=1}^n q_i$. Дебит выбран как

Таблица 1. Условия проведения векторной оптимизации КСС

Наименование параметра	Ед. измерения	Ограничения
Депрессия	бар	50
Дебит скважины	кг/с	0,048
Давление на БВН	бар	26

Таблица 2. Результаты оптимизации базовой КСС

Наименование параметра	Ед. измерения	Значение параметра	
		исходное	оптимальное
Давление на (БВН)	бар	26	26
Дебит скважины 2	кг/с	2,36	2,31
Дебит скважины 4	кг/с	0	0,43
Дебит скважины 5	кг/с	3,37	3,27
Депрессия скважины 2	бар	21,8	20,7
Депрессия скважины 4	бар	0	0,5
Депрессия скважины 5	бар	35,43	32,93
Дебит КСС	кг/с	5,73	6,01
Коэффициент эффективности КСС	бар с/м кг	-	$7,84 \cdot 10^{-8}$

основной технико-экономический параметр КСС. Дебит системы должен быть максимальным.

Остальные параметры вводятся как ограничения.

В качестве параметра, обеспечивающего работоспособность скважины, принята депрессия по каждой из скважин. Депрессия не должна превышать заданного значения, определенного технологическим режимом.

Дебит каждой из скважин должен превышать минимальный рентабельный дебит для данного месторождения.

В качестве параметра, характеризующего работоспособность КСС, выбрано давление на блоке входных нитей (БВН). Его ве-

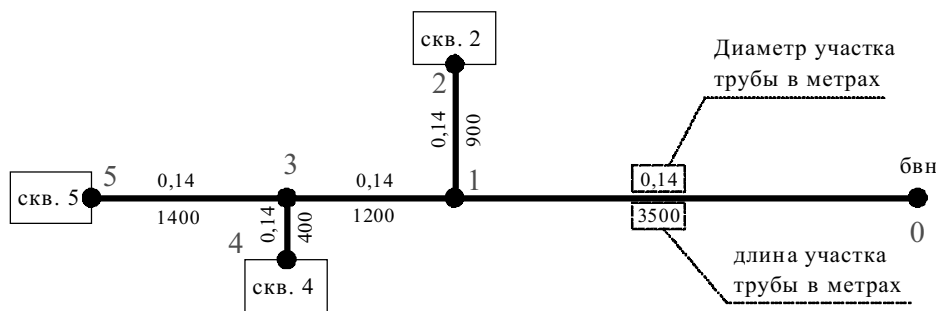


Рисунок 1. Схема базовой коллекторно-лучевой системы сбора газа

личина не может быть ниже значения, требуемого технологическим режимом.

Ограничения параметров эффекта приведены в таблице 1.

Рассмотрим вариант оптимизации базовой коллекторно-лучевой системы сбора газа.

В схеме базовой КСС газа скважины 2, 4, 5 обладают следующими характеристиками: глубина скважины 1800 метров, внутренний диаметр насосно-компрессорных труб 0,1 метра, пластовое давление скважин 2, 4, 5 составило 80, 61, 100 бар соответственно, скважины обладают одинаковыми фильтрационными характеристиками:

коэффициент $A = 0,05$ (бар/млн.ст.м³/сут.)², а коэффициент $B = 0$.

Нами была проведена оптимизация базовой КСС изменением положения задвижки, установленной на устье скважины 5. Полученные результаты приведены в таблице.

Проведенная оптимизация показывает, что на основе принятых параметров эффекта можно осуществить параметрический синтез КСС, удовлетворяющий предъявляемым технологическим требованиям.

Результатом параметрического синтеза является увеличение дебита КСС и восстановление работоспособности «задавленных» скважин.

Список использованной литературы:

1. www.sis.slb.com
2. Полищук Ю.В. Математическое моделирование шлейфов газового месторождения // Современные информационные технологии в науке, образовании и практике: Материалы всемирной научно-практической конференции. – Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2005. – С. 69-72.
3. Формирование технических объектов на основе системного анализа / В.Е. Руднев, В.В. Володин, К.М. Лучанский, В.Б. Петров – М.: Машиностроение, 1991. – 320 с.
4. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование. – М.: Энергоиздат, 1982. – 208 с.
5. Полищук Ю.В. Математическая модель добычи газа кустом скважин // Перспектива, №7. – Оренбург, ГОУ ОГУ, 2005.