средством интерфейсов, которые будут предоставляться ядром.

Литература:

1. Плюснин И.И., Заводовский А.Г., Бушмелева К.И. и др. Лазерный детектор метана //Межд. науч.-тех. конф. «Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления». – 2002. – С. 125-126.
2. Плюснин И.И., Бушмелева К.И., Бушмелев П.Е. Мобильная система диагностического обслуживания и мониторинга газопроводных систем // Фундаментальные исследования.–2006.-№1.–С.61–63.
3. Плюснин И.И., Бушмелева К.И., Майер И.В. Система диагностирования дефектов магистральных газопроводов с использованием ГИС технологий //Современные наукоемкие технологии, 2005. - №8. - С. 46-48.

Работа представлена на III научную международную конференцию «Актуальные проблемы науки и образования», ВАРАДЕРО (Куба), 19-29 марта 2008г. Поступила в редакцию 17.03.2008г.

СОЗДАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Коспанова К. К.
Атырауский институт нефти и газа
Атырау, Республика Казахстан

Одно из ведущих мест в мировой газодобывающей индустрии принадлежит Казахстану. Сегодня природный газ, являясь, в силу своих свойств - тепло-энерготехнологических, экономических и, что немаловажно, экологических - идеальным продуктом для энергоснабжения в современном мире, занимает одно из первых мест в топливно-энергетическом балансе Казахстана и является одним из основных ресурсов, определяющим его энергетическую жизнеобеспеченность. В связи с этим повышение надёжности добычи и степени извлечения газа и конденсата становится одной из важных проблем в отрасли.

Поэтому имеет смысл провести системный анализ газодобычи, с помощью имитационного моделирования долгосрочного планирования добычи газа решать различные экстремальные задачи, используя методы теории оптимального управления [1] и вывести аналитическую зависимость максимизируемых (минимизируемых) функционалов от управляющих параметров. С помощью этих моделей можно решать, например, задачи о максимизации накопленной добычи, прибыли, а также периода максимальной добычи, наибыстрейшего достижения заданного уровня добычи и другие.

Рассматривается модель группы газовых месторождений.

Пусть имеется m месторождений, в каждом из которых динамику основных технологических показателей можно описать системой трех дифференциальных уравнений, содержащих управление $n(t)$ – число новых скважин, вводимых в строй в течение одного года.

i – индекс месторождения, количество месторождений $i=\overline{1,m}$.

Добыча газа на i-м месторождении равна произведению фонда скважин N_i на дебит q_i:

$$Q_i=N_iq_i \qquad (1)$$

Месторождения связаны между собой общим ограничением на капитальные вложения в строительство скважин:

$$\sum_{i=1}^{m} c_i n_i(t) \le K(t), \quad n_i(t) \ge 0 \qquad (2)$$

общим ограничением на объем добычи газа по району

$$\sum_{i=1}^{m} Q_i(t) \le \Pi(t), \qquad (3)$$

В формулах (2), (3) c_i – стоимость строительства скважины на i-м месторождении; $K(t)$ – максимально возможные капитальные вложения, выделяемые в году t на строительство скважин; $\Pi(t)$ – план добычи газа по району.

Ставится следующая оптимизационная задача на конечном отрезке времени:

$$J=\int_0^T \sum_{i=1}^{m}\left[pN_iq_i - c_in_i(t)\right]dt \to \max \qquad (4)$$

при $\dot{q}_i=-N_iq_i$, (5)

$$\dot{N}_i=n_i, \qquad (6)$$

$$n_i \ge 0, \qquad (7)$$

$$\sum_{i=1}^{m} c_i n_i(t) \le K(t), \qquad (8)$$

$$\sum_{i=1}^{m} N_i q_i \le \Pi(t), \qquad (9)$$

$$0 \le \underline{K} \le K(t) \le \overline{K} < \infty \qquad (10)$$

Заметим что $V_i \le q_i^0 < V_i^0$ (11)

Для решения данной оптимизационной задачи применяется метод В.Ф. Кротова[2]. Для задачи минимизации *I*, где *J=-I*, составим конструкцию:

$$R(N,q,n,t) = \frac{\partial j(N,q,t)}{\partial t} + \sum_{i=1}^{m} \frac{\partial j(N,q,t)}{\partial N_i}\dot{N}_i + \sum_{i=1}^{m} \frac{\partial j(N,q,t)}{\partial q_i}\dot{q}_i - \sum_{i=1}^{m}\left[pN_i q_i - c_i n_i(t)\right] \to \max$$

Далее, используя метод множителей Лагранжа, получим

$$R_1 = \sum_{i=1}^{m}\left[\frac{\partial j}{\partial V_i} + (1-l)c_i\right] n_i - \sum_{i=1}^{m}\left[p + \frac{\partial j}{\partial q_i} + g\right] N_i q_i + + lK(t) + g(t)\Pi(t) + \frac{\partial j}{\partial t},$$

где $l(t) \ge 0, \quad g(t) \ge 0$ - множители Лагранжа.

Полагая $\dfrac{\partial j}{\partial N_i} + (1-l)c_i = \begin{cases} 0, если \quad n_i > 0, \\ \ne 0, если \quad n_i = 0. \end{cases}$

и после несложных преобразований получим выражение для $\varphi(N, q, t)$.

Рассмотрев отдельно уравнение (6) при заданных краевых условиях получим $n_i(t)$ и соответствующую траекторию $N_i(t)$ (при $i = \overline{1,m}$, $t \in [0,T]$).

Рассмотрев уравнение (5), применив полученное выражение для $N_i(t)$, получим $q_i(t)$. Выражение для R_1 примет вид:

$$R_1 = l(t)K(t) + g(t)\Pi(t) + \frac{\partial j}{\partial t} = l(t)K(t) + g(t)\Pi(t) + \dot{l}(t)\sum_{i=1}^{m} c_i N_i - \dot{g}(t)\sum_{i=1}^{m} q_i \equiv Z(t)$$

при подстановке $N_i(t)$ и $q_i(t)$, $i = \overline{1,m}$.

Полагая $l(t)K(t) + \dot{l}(t)\sum_{i=1}^{m} c_i N_i(t) = 0$ и $g(t)\Pi(t) - \dot{l}(t)\sum_{i=1}^{m} q_i(t) = 0$,

получили $l(t) = l(0)e^{-\int_0^t A(t)dt}$, $\qquad g(t) = g(0)e^{\int_0^t B(t)dt}$,

где $A(t) = \dfrac{K(t)}{\sum_{i=1}^{m} c_i N_i(t)}$, $\qquad B(t) = \dfrac{\Pi(t)}{\sum_{i=1}^{m} q_i(t)}$.

причем должно быть $l(t) \ge 0$, $\quad g(t) \ge 0$, $\; 0 < \underline{K} \le K(t) \le \overline{K} < +\infty$

Множители Лагранжа, как правило, определяют объективно-обусловленные оценки, т.е. соответствующих оптимальных цен.

Заметим, что если $\dfrac{\partial j}{\partial N_i} = +\left(1 + l\right)C_i \ne 0$, т.е. $n_i(t) \equiv 0$, то $l(t) \equiv 0$ и должно быть $N_i^0 = N_i^T = N(t) = const$, но это всегда возможно.

Таким образом, в данной работе для создания имитационной модели оптимального управления группой газовых месторождений при помощи метода В.Ф. Кротова найдены составляющие для максимизируемого функционала, зависящего от управляющих параметров.

Литература:

1. Мергулов Р.Д., Хачатуров В.Р., Федосеев А.В. Системный анализ в перспективном планировании добычи газа. М.: Недра, 1992. 287 с.
2. Основы теории оптимального управления. Под ред. В.М. Кротова. М.: Высшая школа, 1990. 430 с.
3. Бияров Т.Н. Теория устойчивости движения на конечном отрезке времени. Алма-Ата, 2003. 290 с.

Работа представлена на III научную международную конференцию «Актуальные проблемы науки и образования», ВАРАДЕРО (Куба), 19-29 марта 2008г. Поступила в редакцию 25.02.2008г.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОЦЕНКЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК СО СМЕШАННЫМ АРМИРОВАНИЕМ

Меньщикова Н.С., Коваленко Г.В.
Братский государственный университет
Братск, Россия

В развитии и совершенствовании современных строительных технологий большое значение имеет проблема уменьшения материалоемкости строительных конструкций. Основной акцент при этом делается на оптимальное соотношение экономичности и безопасности конструкций при эксплуатации. Последнее особенно актуально в связи с участившимися аварийными ситуациями на строительных объектах. В решении данной проблемы, одним из перспективных направлений является развитие и внедрение в широкую практику строительства конструкций со смешанным армированием.

В железобетоне зависимость между напряжениями и деформациями носит нелинейный характер. Это свойство должно определять выбор расчетной модели. Проблему учета физических особенностей материалов решает методика на основе дискретной модели фактического сечения конструкции.

При смешанном армировании предварительно напряженных элементов часть продольной арматуры применяется без предварительного напряжения и обрывается в пролете, обрыв арматуры приходится на те сечения, где одновременно действуют изгибающий момент и поперечная сила. Расчет таких конструкций целесообразно выполнять с учетом совместного действия изгибающего момента и поперечной силы, в частности, на приопорных участках, ослабленных обрывом продольных стержней арматуры. Поэтому расчетная модель должна основываться на реальных физических особенностях деформирования конструкций и совместном учете всех действующих усилий в сечении.

Анализ подходов к исследованию напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций со смешанным армированием позволил предложить методику, основанную на применении дискретной модели сечения, что позволяет получить достаточно полную картину НДС в любом сечении по длине элемента и в любой момент его загружения.

При расчете по данной модели учет физической нелинейности материалов производится с помощью математического описания диаграмм деформирования бетона и арматуры [1] и применения шагово-итерационного метода, реализующего способ упругих решений. Решение нелинейной задачи получается в виде последовательности решений линейных задач, сходящихся к результату. Условия равновесия внешних и внутренних сил записывается в виде:

$$\begin{Bmatrix} M_y \\ N_z \\ Q_y \end{Bmatrix} = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & 0 \\ R_{21} & R_{22} & 0 \\ 0 & 0 & R_{33} \end{vmatrix} \times \begin{Bmatrix} k_y \\ e_z \\ g_{xy} \end{Bmatrix}, \qquad (1)$$

где e_z- деформации вдоль продольной координатной оси элемента Z; k_y- кривизна элемента в плоскости XOY; γ_{xy}- деформация сдвига в плоскости XOY; R_{11}- изгибная жесткость; $R_{12}=R_{21}$- изгибно-осевая жесткость; R_{22}- осевая жесткость; R_{33}- сдвиговая жесткость.

В данной постановке задачи, традиционно определяемые основные перемещения (от действия момента и продольной силы) отделяются от дополнительных перемещений, вызванных действием поперечной силы, поскольку в этом случае не требуется задавать начального соотношения между перемещениями от изгиба и сдвига [2].

Система (1) выражает условие равновесия внешних и внутренних сил в нормальном сечении конструкции для любого уровня загружения вплоть до разрушения. Если прочность по нормальному сечению обеспечена, то заданным внешним силам и принятым размерам сечения отвечает вполне определенный вектор деформаций, т.е. k_y, e_z, g_{xy}.

Если прочность по нормальному сечению не обеспечена, то заданные внешние силы вызывают неограниченный рост деформаций, т.е. разрушение.

Авторами статьи предложена комплексная численная методика по расчету балок со смешанным армированием *«CombiFix V.1.0»* [3], позволяющая оценить характер напряженно-деформированного состояния конструкций на всех этапах кратковременного нагружения. Адекватность принятой расчетной модели установлена на основании сопоставления результатов численного моделирования и экспериментальных данных, полученных на комбинате «Братскжелезобетон» при испытании балки покрытия марки 2БСП12-3К7.

Сочетание совмещенного армирования и характер расположения напрягаемой и ненапрягаемой арматуры по высоте растянутой зоны элемента выбирались таким образом, чтобы обеспечить одинаковую несущую способность всех исследуемых балок и аналога – балки 2БСП12-3К7.