

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

© Г.М.Эфендиев, А.С.Стреков, М.К.Каражанова, 2012

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИГ.М.Эфендиев¹, А.С.Стреков¹, М.К.Каражанова²*1 – Институт геологии НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп.Г.Джавида, 29 А**2 – Институт нефти, газа Каспийского Государственного университета
технологий и инжиниринга им. Ш.Есенова
Казахстан, 130000, г. Актау, 24 мкр.*

В статье рассмотрена возможность оценки стабильности использования фондов добывающих скважин с применением интегрального параметра – коэффициента Джини. На основе совместного нечёткостно-статистического анализа количественно охарактеризована технологическая эффективность фонда добывающих скважин месторождения, а также показаны пути принятия решений по выбору их оптимального числа.

Введение

Как известно, результаты эксплуатации скважин и соответствующего нефтепромыслового оборудования требуют глубокого анализа с оценкой стабильности использования их фондов, а также их надёжности. По различным месторождениям сроки эксплуатации скважин колеблются в широких пределах. Как свидетельствуют литературные источники (www.axd.semestr.ru/econ/gini.php) и производственные данные, к настоящему времени в России около 15% скважин эксплуатируется свыше 30 лет, 20% – от 20 до 30 и 34% – от 10 до 20 лет.

Упомянутой проблеме посвящено множество работ А.Х.Мирзаджанзаде, Т.Ш.Салаватова, И.Р.Байкова, Е.А.Смородова и др. В частности, в (Байков и др., 2003) отмечается, что в настоящее время широко внедряются в практику нефтегазодобывающих компаний информационные технологии, которые позволяют коренным образом пересмотреть подходы к проблемам оценки, диагностирования и прогнозирования различных параметров и характеристик как для отдельных объектов (скважины, насосы, трубопроводы, энергетическое оборудование), так и для всего комплекса оборудования добычи, представляю-

щего сложную взаимосвязанную систему. Новые технологии, широкое применение математических методов позволили добиться повышения достоверности результатов и их статических оценок за счет учета недостаточности объема информации и связанной с этим невысокой точности, что позволяет успешно производить анализ промысловой информации, в частности, анализ фонда добывающих скважин. Наряду с этим применение современных технологий, а также соответствующих методов моделирования технологических процессов и прогнозирования показателей работы скважин и оборудования требует также большого объема информации, полученной за сравнительно короткие сроки, сравнимые с характерным временем развития дефектов или условий эксплуатации (дебитов, обводненности жидкости, динамических уровней, содержания примесей и пр.). Как показывает практика, длительность подобных периодов составляет около 15–30 сут. (Смородов и др., 2001; www.axd.semestr.ru/econ/gini.php). Таким образом, становится очевидной необходимость ежесуточных измерений параметров эксплуатации, что возможно лишь при автоматизированном сборе данных. Наличие различных факторов, их разнообразие и неопре-

деленности разного характера, специфика подземной работы оборудования в переменных условиях продуктивного пласта существенно затрудняют адекватную оценку степени стабильности работы скважин и использования фонда добывающих скважин. Исходя из этого, в настоящей статье рассматриваются методы, применение которых позволяет производить анализ фонда добывающих скважин и обоснованно оценивать степень стабильности его использования. Многообразие различных факторов, различие в характере и степени их влияния создают трудности, связанные с принятием решений в условиях неопределённости. В связи с этим для оценки оптимального числа скважин решается двухкритериальная задача с применением положений теории нечётких множеств.

Постановка задачи

Как отмечается в (Байков, и др., 2003), методы диагностики технического состояния нефтедобывающего оборудования позволяют построить некоторую шкалу оценок технического состояния отдельных элементов технологической цепочки (скважина, насос, коллектор и пр.). Однако подобной информации недостаточно для оценки уровня технического состояния объекта, рассматриваемого в целом.

В то же время постоянный контроль технических и технологических характеристик оборудования, эксплуатирующегося на отдельных скважинах, позволяя получить информацию только о рассматриваемом единичном объекте и представляя интерес лишь с точки зрения диагностики оборудования, а также предупреждения аварий на указанных объектах, не дает информации о техническом состоянии самого объекта (месторождение, цех, группа скважин) как единого целого.

В связи с этим необходима комплексная оценка уровня технического состояния всего оборудования, эксплуатирующегося в пределах одного месторождения.

Один из подходов, основанный на расчёте коэффициента Джини и позволяющий дать комплексную оценку состояния фонда скважин, в последнее время привлек внимание исследователей различных областей. Возникает задача проанализировать и оценить состояние фонда

скважин с применением данного подхода.

Результаты исследований

Установление комплексного показателя технического состояния какой-либо совокупности нефтедобывающих скважин основано на использовании коэффициента Джини (Байков и др., 2003; Смородов и др., 2001; Нуршанова и др., 2012; Панахов, 2010).

Впервые коэффициент Джини (G) был применен в социологии для описания степени неравномерности распределения совокупного дохода общества по различным слоям населения. При полном равенстве доходов $G=0$, если же общество резко дифференцировано по слоям (доходам), то $G \rightarrow 1$.

Для количественной оценки фактического распределения доходов при расчётах коэффициента Джини используют «кривую Лоренца». Она показывает, какая доля совокупного дохода приходится на каждую группу населения, что позволяет судить об уровне экономического неравенства в данной стране.

Для расчета конкретного уровня неравенства в распределении добычи (коэффициента Джини) необходимо площадь, образованную линиями равномерного и неравномерного распределения (на рис.1 она заштрихована), отнести к площади треугольника OBD. Полученный результат и есть «коэффициент Джини».

Коэффициент Джини можно рассчитать по формуле Брауна (www.economics.wideworld.ru/macroeconomics/regulation.../):

$$G = \left| 1 - \sum_{k=2}^n (X_k - X_{k-1})(Y_k + Y_{k-1}) \right| \quad (1)$$

или по формуле Джини:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |y_i - y_j|}{2n^2 \bar{y}} \quad (2)$$

где G – коэффициент Джини, Y_k – кумулированная доля фонда добывающих скважин (данный показатель предварительно ранжирован по возрастанию дебитов), X_k – кумулированная доля общей добычи, которая в совокупности получается от скважин, n – число скважин, y_i – доля добычи в общем объёме, \bar{y} – среднее арифметическое долей добычи.

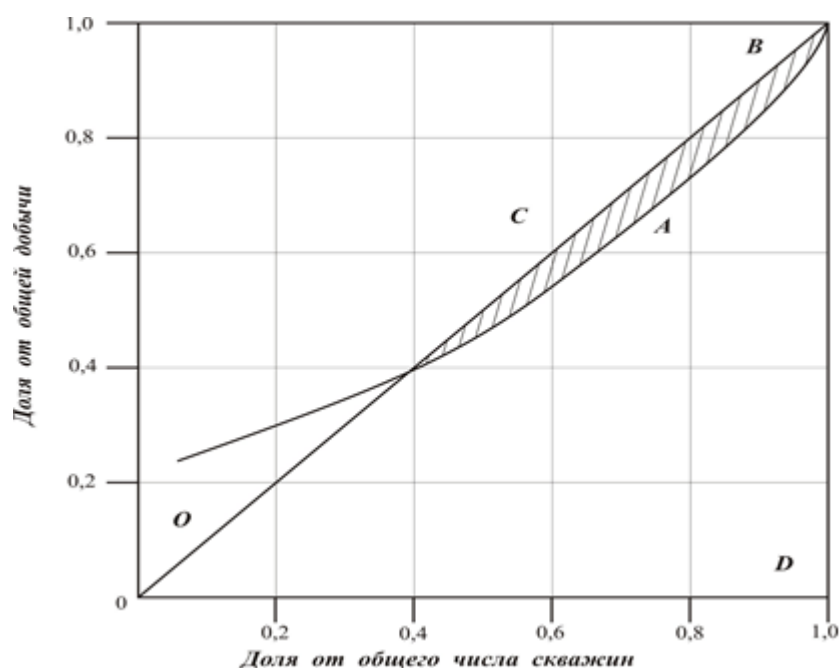


Рис. 1. Оценка технического состояния фонда скважин (кривая Лоренца)

Нами рассмотрена возможность применения коэффициента Джини для оценки эффективности работы отдельных групп скважин, объединенных по какому-либо общему признаку, в пределах нефтедобывающего предприятия ПУ «Жетыбаймунайгаз» (Казахстан).

На рис.1 представлены результаты обработки данных по накопленным дебитам отдельных скважин по месторождению Жетыбай. При построении этих графиков дебиты единичных скважин предварительно ранжировались по величине относительного вклада в общий объем добычи в пределах месторождения.

Для решения поставленной задачи оценки технического состояния всего фонда скважин были использованы промысловые данные. Для вычисления коэффициента Джини вначале следует рассчитать необходимые значения относительных накопленных частот. Для этого поочередно вычисляются суммарные значения фонда добывающих скважин и среднего дебита нефти. Каждое из этих значений делится на общую сумму, и находятся относительные накопленные значения фонда добывающих скважин и среднего дебита соответственно.

При этом низкое значение данного коэффициента указывает на относительно низкую степень неравномерности условий экс-

плуатации насосно-силового оборудования при работе рассмотренных скважин. Кроме того, как показывает анализ литературных источников (Байков и др., 2003), эксплуатация малодобитных скважин приводит к увеличению удельных затрат на их обслуживание, ремонт, оплату электроэнергии, заработную плату персоналу и т.п., что в конечном итоге оборачивается ростом общих затрат на добычу нефти.

Поэтому возникает необходимость оценки оптимального фонда добывающих скважин, минимизирующих общие затраты на добычу нефти.

Если n – число действующих скважин, C – удельные расходы, связанные с эксплуатацией одной скважины (предполагается $C = \text{const}$), то S – стоимость единицы продукции (обводненной нефти). Тогда прибыль предприятия определяется соотношением (Смордов и др., 2001):

$$\dot{I} = S \sum_{i=1}^n Q_i - Cn, \quad (3)$$

где Q_i – дебит i -й скважины. Оптимальное число n соответствует условию

$$\Pi \rightarrow \max.$$

Расчеты проводились для скважин со штангово-глубинными насосами (ШГН). Число n задавалось последовательным исключением части скважин с малыми дебитами.

Оптимальное число скважин выбиралось исходя из их соответствия максимальной прибыли и наименьшему значению коэффициента Джини.

Для этого с использованием имеющихся в литературе данных выполнен статический анализ, в результате которого получены следующие уравнения:

$$C = -0.0003n^2 + 0.0471n + 16.343, \quad (4)$$

$$G = 0.0191n^{0.6633}. \quad (5)$$

Нахождение оптимального числа скважин производилось с применением положений теории нечетких множеств. Для этого определялись функции принадлежности множеств значений прибыли (μ_C) и коэффициента Джини (μ_G) соответственно. В результате анализа получены следующие зависимости:

$$\mu_G = 1.9199e^{-3.0053G}, \quad (6)$$

$$\mu_C = 0.0622e^{0.1392C}. \quad (7)$$

Для принятия оптимального решения выполнены варианты расчеты и найдены соответствующие значения функций принадлежности. Функция принадлежности множества решений находится как наименьшее из пары значений функций принадлежности удельной прибыли и коэффициента Джини (рис.2).

Для ШГН, как видно из рис. 2, оптимальное число скважин равно 65.

Заключение

Показана возможность оценки стабильности использования фондов добывающих скважин с применением такого интегрального параметра, как коэффициент Джини. Путём совместного нечёткостно-статистического анализа количественно охарактеризована технологическая эффективность фонда добывающих скважин месторождения, и показаны пути принятия решений по выбору их оптимального числа в условиях многокритериальности. Преимущество такого подхода состоит в том, что независимо от множества конкретных условий и особенностей месторождения его эффективность характеризуется с помощью всего лишь одной величины – обобщенного коэффициента. Универсальность данного параметра обеспечивает возможность сравнения фондов скважин не только в пределах одного, но и нескольких месторождений.

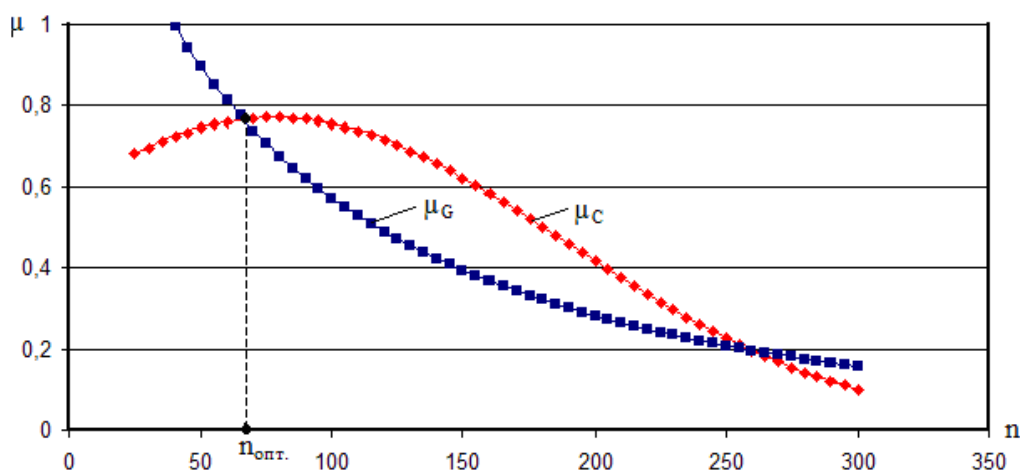


Рис. 2. Функция принадлежности множества решений и оптимальное решение

ЛИТЕРАТУРА

БАЙКОВ, И.Р., СМОРОДОВ, Е.А., АХМАДУЛЛИН, К.Р. 2003. Методы анализа надёжности и эффективности систем добычи и транспорта углеводородного сырья. Недра-Бизнесцентр. Москва. 275.

НУРШАХАНОВА, Л.К., СТРЕКОВ, А.С., ЭФЕНДИЕВ, Г.М., КАРАЖАНОВ, Р. Ж., ДОВЛЕТБАЕВА, У.И., БЕКБАЕВА, Р.А. 2012. Статистический анализ технологической эффективности фонда добывающих скважин месторождения Жетыбай. *Вестник*

КазНТУ, 3 (91).

ПАНАХОВ, Э.А. 2010. Повышение эффективности разработки нефтегазовых месторождений регулированием системы пласт-скважина. Автореферат дисс. на соиск. уч.степ.доктора философии по технике. 23с.

СМОРОДОВ, Е.А., ДЕЕВ, В.Г., ИСМАКОВ, Р.А. 2001. Методы экспресс-оценки качества фонда нефтедобывающих скважин. *Известия ВУЗов. Нефть и газ*, 1, 40-44.

www.axd.semestr.ru/econ/gini.php

www.economics.wideworld.ru/macroeconomics/regulation.../