



УДК 622.276/279

## К ВОПРОСУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГАЗЛИФТНЫХ СКВАЖИНАХ

### TO THE ISSUE OF EXPERIMENTAL RESEARCHES IN GAS-LIFT WELLS

**Алиев Ариф Мухтар оглы**

кандидат технических наук, доцент,  
Азербайджанский государственный  
университет нефти и промышленности

**Сардарова Иджабика Зия кызы**

заведующий лабораторией,  
кафедра управление и системная инженерия,  
Азербайджанский государственный  
университет нефти и промышленности  
arifma\_az@yahoo.com

**Аннотация.** Проанализированы математические модели для приближения зависимости между основными параметрами газоподъемных скважин. Для идентификации этих моделей определены требования и частота активных и пассивных экспериментальных исследований в газовых скважинах. Разработана последовательность обработки экспериментальных данных исследований в газлифтных скважинах.

**Ключевые слова:** газовые скважины, аппроксимация, идентификация, экспериментальные исследования, активные и пассивные эксперименты, статистическая идентификация, алгоритм, блок-схема.

**Aliyev Arif Mukhtar**

Candidate of technical sciences,  
Associate professor,  
Azerbaijan State University  
of Oil and Industry

**Sardarova Ijabike Ziya**

Head of laboratory,  
Department Control and Systems Engineering,  
Azerbaijan State University  
of Oil and Industry  
arifma\_az@yahoo.com

**Annotation.** Mathematical models to approximate of the dependency between the main parameters of gas lift wells are analyzed. To identification these models the requirements and frequency of active and passive experimental researches in gas-lift wells are defined. A sequence of the processing of experimental research data in gas lift wells have been developed.

**Keywords:** gas lift wells, approximation, identification, experimental research, active and passive experiments, statistical identification, algorithm, block diagram.

Известно, что процессы добычи нефти обычно нестационарны и для надлежащего контроля и управления скважинами требуется периодические исследования. Из-за влияния различных возмущающих факторов на работу газлифтных скважин для идентификации математической модели примерно один раз в квартал проводятся экспериментальные исследования, как отмечено в [1]. Основными характеристиками скважин являются зависимость между добычей нефти и рабочим агентом (газом или воздухом), вводимого в скважину, также зависимость между добычей нефти и давлением в скважине.

В настоящее время используются различные математические модели, формулы и алгоритмы идентификации и расчета рабочих режимов газлифтных скважин. Кроме того, существуют некоторые активные и пассивные методы исследования и последовательности для этого метода добычи нефти, которые требуют определения оптимальных наборов методов и алгоритмов для повышения эффективности исследований.

Для оптимальной работы скважин рассчитываются их технические и технологические параметры и корректируются в процессе проектирования. Однако когда геолого-промысловые данные пласта изменяются, возникает необходимость перерасчета оптимальных режимов скважин. Кроме того, каждая скважина работает не по отдельности, а совместно с другими скважинами: потому что они добывают нефть (жидкость) с общего пласта. Для оптимизации добычи заданный объем рабочего агента перераспределяется в оптимальном объеме, реализуя критерии максимальной добычи нефти в зависимости от конкретного объема рабочего агента (объем рабочего агента для 1 т. добычи нефти), в отношении его минимизации и в процессе распределения необходимо обеспечить выполнение некоторых ограничений в отношении других скважин. Таким образом, потребность в исследованиях возникает из-за необходимости поиска оптимальных моделей скважин, что можно объяснить сложностью поддержки технического и технологического оптимума в течение длительного времени. Вследствие того, что такая поддержка предполагает периодическое изменение конструкции скважины, что является неэффективной, так как снижает эффективность самого процесса добычи нефти, и для ее изменения требуется проведение исследований в скважинах.

Надлежащее планирование экспериментов обеспечивает адекватные результаты измерений, а также позволяет снизить производственные потери, изменяя режимы скважин на большом диапазоне рабочих режимов при исследованиях группы скважин, работающих в соответствии с заданными режимами производства.



Для изучения эффективности всех операций и процедур, выполняемых в ходе экспериментальных исследований, следует использовать имитационные модели и определить необходимые шаги по обработке результатов моделирования.

Как упоминалось в [1], суть первого метода исследования заключается в поддержании постоянного расхода рабочего агента, изменении его давления и использовании зависимости:

$$Q = K (p_{пл} - p_{заб})^n,$$

т.е. зависимости дебита от депрессии на забое,

где  $K$  – коэффициент производительности;  $p_{пл}$  и  $p_{заб}$  – пластовое и забойное давления;  $n$  – показатель степени, учитывающий характер потока жидкости в скважину.

Исследование скважин вторым способом означает поддержание постоянного давления рабочего агента и изменение его расхода и построение зависимости  $Q = f(V)$ . В соответствии с этой зависимостью следует отметить, что использование логарифмически-параболической математической модели с целью аппроксимации результатов экспериментальных исследований целесообразно с точки зрения точности [2]. Поэтому используем следующую модель:

$$Q = a_0 + a_1 \ln V + a_2 (\ln V)^2.$$

Все результаты измерений, полученные после завершения исследований, могут быть использованы для идентификации математических моделей и определения оптимальных режимов газлифтных скважин, а также подготовки рекомендаций аналитических отчетов.

Хотя активные исследования, как упомянуто выше, эффективны с точки зрения точности, в некоторых случаях – в скважинах, где не рекомендуется изменение режима в широком диапазоне и в «капризных» скважинах с низкими запасами устойчивости, а также когда имеется дефицит рабочего агента – невозможно провести эти исследования. В работе [1] отмечено, что в таких случаях пассивные эксперименты или идентификация математической модели на основе результатов измерений нормальной работы скважин, но позволяют получить приблизительную информацию о характеристиках скважин ( $Q = f(V)$ ) хотя и с меньшей точностью.

Последовательность исследований, обработки данных результатов измерений и подготовка рекомендаций разработана в виде блок-схемы. После анализа скважин, характеристики которых должны быть уточнены, выбирается исследуемая скважина. Затем определяется возможность активных исследований. Если – да, то определяется метод исследования, и эксперименты проводятся в зависимости от выбранного метода, а измерения обрабатываются и подготавливаются рекомендациями.

Если проводить активные эксперименты в скважинах невозможно, проводимые пассивные эксперименты и зависимость  $Q = f(V)$  получается путем статистической идентификации с использованием данных экспериментов, которые измеряются в нормальном рабочем режиме. По окончании обработки определяются приблизительные результаты рабочих режимов (оптимальный и максимальный). Эти значения позволяют проверять возможность проведения активных исследований в скважинах. Если возможно проведение активных исследований, результаты измерений обрабатываются и устанавливаются параметры скважин рабочего режима.

С развитием науки и техники могут быть применены новые методы исследования, зависимости и математические модели. Как предусмотрено в концептуальной модели базы данных для экспериментальных исследований газлифтных скважин [1], в схему добавлен модуль, для проведения новых экспериментов. Новые алгоритмы и программное обеспечение, включенные в этот модуль, подготавливаются и представляются, лицом выполняющим данные эксперименты.

Алгоритм, который будет частью системы управления экспериментальными исследованиями на газлифтных скважинах [2], позволит реализовать исследования по указанной этой последовательности и повысить их эффективность, сократить возможные потери за счет контроля и автоматизации управления данными процессами.

### Литература:

1. Алиев А.М., Сардарова И.З. База данных для экспериментальных исследований газлифтных скважин / Труды конференции «Методология современных исследований». – Дубай, 2015. – Т. 1. – С. 12–15.
2. Юсифов С.И., Алиев А.М., Сардарова И.З. Подход к контролю и управлению исследованиями в газлифтных скважинах // Современный научный бюллетень. – Белгород, 2015. – Серия: Технические науки. – С. 69–72.

### References:

1. Aliyev A.M., Sardarova I.Z. Database for experimental studies of gas lift wells / Proceedings of the conference Methodology of modern research. – Dubai, 2015. – Vol.1. – P. 12–15.
2. Yusifov S.I., Aliyev A.M., Sardarova I.Z. An approach to the control and management of research in gas lift wells // The modern scientific bulletin. – Belgorod 2015. – Series: Technical Sciences. – P. 69–72.