



УДК 622.276.1

ЭВОЛЮЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРСИРОВАННОГО ОТБОРА ЖИДКОСТИ

EVOLUTIONARY MODELING AS A METHOD FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF FORCED FLUID DRAINAGE

Мамедов Вагиф Мамедгусейн

кандидат технических наук,
ученый секретарь,
НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия»
vagif.mamedov@hotmail.com

Султанова Арзу Вагиф

докторант,
младший научный сотрудник,
НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия»
arzu-sultanova@rambler.ru

Мамедов Рамиль Мухтар

докторант,
младший научный сотрудник,
НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия»
oilman25@mail.ru

Аннотация. Как известно, для месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, одним из эффективных методов увеличения нефтедобычи является форсированный отбор жидкости. Форсированным отбором жидкости называется метод увеличения нефтеотдачи продуктивных пластов, реализация которого осуществляется за счёт увеличения градиента давления в прискважинной зоне пласта. При этом в неоднородных и сильно обводненных пластах в разработку вовлекаются остаточные целики нефти, линзы, тупиковые и застойные зоны и малопроницаемые пропластки. Основными условиями эффективного применения этого метода являются:

- значения обводненности продукции не менее 80–85 %;
- высокие коэффициенты продуктивности скважин и забойные давления;
- наличие технических и геолого-физических возможностей увеличения дебитов (устойчивость коллектора, отсутствие опасений прорыва чуждых вод и т.д.).

Ключевые слова: эволюционное моделирование, подсистема, форсированный отбор, классификация, алгоритм, дебит, скважина.

Mamedov Vagif Mamedgusein

Candidate of Technical Sciences,
Scientific Secretary,
Research Institute «Geotechnological
Problems of Oil, Gas and Chemistry»
vagif.mamedov@hotmail.com

Sultanova Arzu Vagif

Doctoral Student,
Junior Researcher,
Research Institute «Geotechnological
Problems of Oil, Gas and Chemistry»
arzu-sultanova@rambler.ru

Mamedov Ramil Mukhtar

Doctoral Student,
Junior Researcher,
Research Institute «Geotechnological
Problems of Oil, Gas and Chemistry»
oilman25@mail.ru

Annotation. As is known, for fields at a late stage of development, one of the effective methods of increasing oil production is forced fluid extraction. Forced fluid extraction is a method of increasing oil recovery from productive formations, the implementation of which is carried out by increasing the pressure gradient in the near-wellbore zone of the formation. In this case, in heterogeneous and highly watered formations, residual oil pillars, lenses, dead-end and stagnant zones and low-permeability interlayers are involved in development. The main conditions for the effective application of this method are:

- water cut values of at least 80–85%;
- high well productivity factors and bottomhole pressures;
- the presence of technical and geological-physical capabilities to increase flow rates (reservoir stability, no fear of foreign water breakthrough, etc.).

Keywords: evolutionary modeling, subsystem, forced withdrawal, classification, algorithm, flow rate, well.

При применении метода эволюционного моделирования в качестве аппарата оценки эффективности форсированного отбора, процесс нефтедобычи предлагается рассматривать в качестве простых подсистем, каждая из которых проявляет свойства роста с последующим насыщением. Такого рода подсистемы представляется возможным описать в рамках моделей вида:

$$y^i(t) = A_i + B_i \alpha_i^{(t-t_0^i)} \quad (1)$$

где $y^i(t)$ – значение функции в момент t , когда система находится на i -ом уровне; A_i , B_i , α_i , t_0^i – параметры модели на i -ом уровне.



Таким образом, сложный процесс представляется как последовательная смена подсистем (1) и может быть проиллюстрирована в виде следующей схемы:

$$y^0(t) = A_0 + B_0 \alpha_0^{(t-t_0^0)} \rightarrow y^1(t) = A_1 + B_1 \alpha_1^{(t-t_0^1)} \rightarrow$$

$$\rightarrow y^{i-1}(t) = A_{i-1} + B_{i-1} \alpha_{i-1}^{(t-t_0^{i-1})} \rightarrow y^i(t) = A_i + B_i \alpha_i^{(t-t_0^i)} \rightarrow$$

Рисунок 1 – Дифференциация сложного процесса на подсистемы

Переход в системе с одного уровня на другой определяется сменой действующих факторов, которые оказывают на каком-либо этапе превалирующее влияние на процесс, либо производственным воздействием [1].

Идентификация модели осуществляется следующим образом: по исходному информационному массиву, в котором содержится K точек, определяются коэффициенты модели и вычисляется среднеквадратическое отклонение.

При поступлении информации о K+1 точке коэффициенты пересчитываются и заново находится среднеквадратическое отклонение. Если полученная величина отклонения не возрастает скачкообразно, то считается, что на K+1 точке процесс остался на прежнем уровне, в противном случае считается, что с K+1-й точки система переходит на следующий уровень.

В качестве практического применения данного метода рассматривается оценка эффективности форсированного отбора жидкости из скважины № 1 и № 2 месторождения X. Отметим, что мероприятие было реализовано в течении одного года [2, 3].

Берутся месячные значения дебитов за год до форсирования и год после проведения мероприятия. На основании информационного массива строится зависимость динамики накопленной добычи нефти от времени (месяцы). Полученный график представлен на рисунке 2.

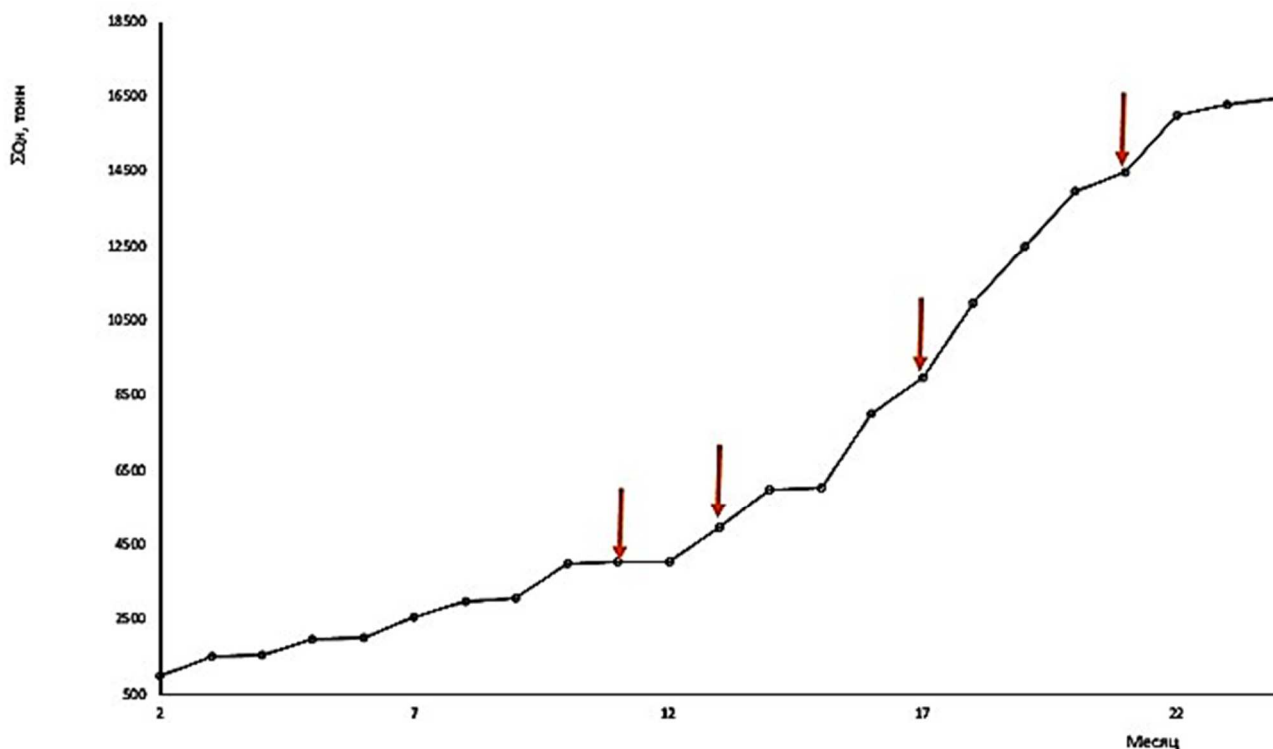


Рисунок 2 – График изменения накопленной добычи

В результате дальнейшей обработки для значений дебитов находятся моменты резкого (скачкообразного) увеличений значений среднеквадратического отклонения.

Эти моменты соответствуют переходам системы с одного уровня на другой.

Полученные результаты о параметрах модели, которые соответствуют каждому уровню, представлены в таблице 1 ниже.



Таблица 1 – Параметры модели

Дебит нефти	Номер интервала	Месяцы		Параметры моделей			
		Начало	Конец	A	B	α	t_0
Скв. 1	1	1	10	-7043,5	9017,5	0,046	4
	2	10	12	8288,4	-3663,4	-0,080	10
	3	12	16	731,7	6187,3	0,198	13
	4	16	21	30717,0	-18158,1	-0,067	18
	5	21	24	23104,5	-6428,5	-0,117	22
Скв. 2	1	1	6	-109622	113335,0	0,017	2
	2	6	9	-30328,0	45116	0,069	7
	3	9	12	62553,6	-38734,6	-0,056	10
	4	12	15	-33663,9	68278,9	0,051	14
	5	15	24	91466,6	-49930,6	-0,064	16

На кривой накопленной добычи, согласно рисунку 2, отмечаются моменты переходов, которые носят скачкообразный характер. Переход в точке 12 соответствует началу проведения мероприятий по форсированному отбору жидкости [1–5].

Выводы

1. Форсировка была эффективной, так как модель III, которая описывает кривую накопленной добычи после проведения форсировки, представляет собой модель экспоненциального роста без ограничений.

2. Эффект от форсирования оказался кратковременным, так как переход от подсистемы, которая описывается моделью III на подсистему, описываемую моделью IV (моделью экспоненциального роста с ограничением) отмечается через четыре месяца после проведения мероприятия.

Список литературы:

1. Малышек Г.В. Определение условий, при которых целесообразно проводить форсированный отбор. Темат. сб. научн. тр. «Газогидродинамические основы разработки месторождений нефти и газа». – Баку : АЗИНЕФТЕХИМ, 1982. – С. 81–88.
2. Мирзаджанзаде А.Х. Инструкция по выявлению ритмологических особенностей работы газлифтных скважин с целью регулирования технологических процессов нефтегазодобычи. – Баку, 1990. – 20 с.
3. Мирзаджанзаде А.Х. Динамические процессы в нефтегазодобыче (системный анализ, диагноз, прогноз) / А.Х. Мирзаджанзаде, А.Х. Шахвердиев. – М. : Наука, 1997. – 254 с.
4. Мирзаджанзаде А.Х. Системные методы в нефтедобыче / А.Х. Мирзаджанзаде, В.П. Филиппов, И.М. Аметов. – М. : Техника, 2002. – 144 с.
5. Мирзаджанзаде А.Х. Моделирование процессов нефтегазодобычи. Нелинейность, неравновесность, неопределенность / А.Х. Мирзаджанзаде, М.М. Хасанов, Р.Н. Бахтизин. – М.; Ижевск : Инт компьютер. исслед., 2004. – 368 с.

List of references:

1. Malyshek G.V. Determination of conditions under which it is expedient to carry out forced selection. Thematic collection of scientific papers. «Gas-hydrodynamic bases of development of oil and gas fields». – Baku : AzINEFTEKHIM, 1982. – P. 81–88.
2. Mirzajanzadeh A.H. Instruction on revealing rhythmological features of gas-lift wells operation in order to regulate technological processes of oil and gas production. – Baku, 1990. – 20 p.
3. Mirzajanzadeh A.H. Dynamic processes in oil and gas production (system analysis, diagnosis, forecast) / A.H. Mirzajanzadeh, A.H. Shakhverdiev. – M. : Nauka, 1997. – 254 p.
4. Mirzajanzadeh A.H. System methods in oil production / A.H. Mirzajanzadeh, V.P. Filippov, I.M. Ametov. – M. Technics, 2002. – 144 p.
5. Mirzajanzadeh A.H. Modeling of oil and gas production processes. Nonlinearity, non-equilibrium, uncertainty / A.H. Mirzajanzadeh, M.M. Khasanov, R.N. Bakhtizin. – M.; Izhevsk : Institute of Computer Research, 2004. – 368 p.