

ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.776.314 (476)

К вопросу оперативной оценки содержания пластовых рассолов в попутно добываемых водах (на примере осташковичского нефтяного месторождения)

Е. А. Пинчук

При разработке нефтяных месторождений в условиях Беларуси добываемая продукция рано или поздно обводняется. Вопрос о природе добытой с нефтью воды возникает постоянно, т. к. его решение помогает в какой-то степени понять, какие процессы происходят в залежи и принимать оптимальные решения по её рациональной разработке.

Попутно добываемые рассолы представляют собой смесь пластовых, закачиваемых, технических и других вод. Определить природу попутных рассолов можно, зная химический состав перечисленных вод. Однако следует учитывать, что состав попутных вод формируется не только за счет смешения названных вод, но и за счет происходящих в пластах процессов растворения катагенетических галитовых и сульфатных выполнений пор, каверн и трещин продуктивных горизонтов и минералообразования [1]. Поэтому решить рассматриваемый вопрос с помощью общеизвестных методов А. Н. Ольгиной (1925, 1928 гг.), А. Р. Ахундова (1964, 1965 гг.), В. Н. Васильевой (1967 г.), А. М. Никанорова, Л. Н. Шалаева (1969 г.) не представляется возможным [2].

Заключения о природе попутных вод нефтяных месторождений Беларуси обычно выдаются опытными специалистами института БелНИПИнефть, которые неоднократно проанализировали более 10 тысяч результатов проведенных химических анализов пластовых, закачиваемых и попутно добываемых вод нефтяных месторождений Беларуси. Заключение имеет экспертный описательный (качественный) характер и, как правило, звучит следующим образом: «смесь пластовых и закачиваемых вод», «пластовая вода с примесью закачиваемой», «попутная вода, близкая по составу к закачиваемой» и т. д. [3].

Для количественного определения содержания пластовых вод в попутно добываемых используются разработанные в БелНИПИнефть методика и компьютерная программа KANAL. Она позволяет по результатам обработки сведений о химическом составе пластовых, закачиваемых и попутных вод достаточно точно (в процентах или долях единицы) определить содержание закачиваемых (X) и пластовых (1-X) вод в попутно добываемых [4].

Следует отметить, что для таких расчетов необходимо иметь данные по полным химическим анализам вод. В последнее время в РУП «ПО «Беларуснефть» в целях экономии времени и финансовых затрат все чаще производят сокращенные химанализы. Кроме того, программа KANAL установлена только в БелНИПИнефть и с ней может работать ограниченное число подготовленных специалистов. Более высокой степени оперативности решения рассматриваемой задачи можно добиться путем разработки и внедрения в практику весьма простых методов, позволяющих выдавать заключения не только сотрудникам БелНИПИнефть, но и геологам промыслов, геологической службы НГДУ «Речицанефть», Упргеологии. С этой целью была предпринята попытка использовать сведения о составе пластовых и

закачиваемых вод для определения граничных значений каких-то водорастворенных элементов, позволяющих количественно определить природу попутных вод.

Анализ гидрохимической информации указывает на то, что использование (как это принято) для этих целей сведений по содержанию хлор-иона и ионов натрия, а также рекомендуемый А. Р. Ахундовым метод по использованию средних значений по всем анализируемым компонентам для условий нефтяных месторождений Беларуси является неприемлемым. Наиболее подходящим компонентом для этого является кальций [1, 4]. Содержание данного элемента не зависит от протекающего в продуктивных пластах при разработке нефтяных месторождений Припятского прогиба широкомасштабного процесса растворения катагенетического галита, а отмечающиеся изменения сульфат- и гидрокарбонат кальциевого равновесия практически на два порядка оказываются меньшими чем по NaCl, т. е. ошибка в определении доли смешивающихся вод по кальцию за счет растворения и/или выпадения карбонатов и сульфатов кальция не может превышать первых единиц процента.

Таким образом, для количественной оценки соотношения смешивающихся вод может быть использована модификация ранее предложенных методик (прямолинейная зависимость по уравнению А. Н. Ольгиви) с той лишь разницей, что в качестве критерия будет использоваться ион кальция.

По химическому составу пластовые воды межсолевой залежи Осташковичского месторождения представляют собой хлоркальциевые рассолы со средней минерализацией 352 г/л. Средняя плотность составляет 1,24 г/см³, pH – 5,45. Среди ионов выделяются своими высокими концентрациями анионы хлора – в среднем 218 г/л, катионы кальция – 59-60 г/л и натрия с калием – 64 г/л и более. В водах обнаруживаются также относительно большие концентрации брома – 2,6 г/л (таблица 1).

Таблица 1

Химический состав пластовой и закачиваемой вод осташковичского нефтяного месторождения (межсолевая и подсолевые залежи)

Месторождение	Нефтегазоносный комплекс	Химический состав вод, мг/л (сбалансированный и осредненный состав по [3])										
		Плотн. г/см ³	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Br	Минер.
Осташковичское	МС	1,242	5,45	217684	177	266	59523	6734	56676	7863	2635	352
	ПСК	1,249	4,63	222951	186	124	64753	6758	54581	10216	3182	361
	Закачиваемая вода	1,070	6,5	67355	324	173	14228	1549	24657	–	–	108,3

Пластовые воды воронежского, семилукского и саргаевского продуктивных горизонтов характеризуются минерализацией в среднем 361 г/л. Содержание катиона кальция по сравнению с межсолевой залежью в них повышено – 64,7 г/л. Значительны также содержания хлора – 222,9 г/л, натрия и калия – 65 г/л, брома – 3,1 г/л; плотность вод – 1,249 г/л.

Для поддержания пластового давления в нефтяные залежи Осташковичского месторождения в настоящее время закачивается смесь попутной и пресной вод плотностью 1,04-1,09 г/см³. По химическому составу эти воды резко отличаются от пластовых. Их минерализация составляет в среднем 108 г/л, pH – 6,5. Содержание Cl⁻ – 60-70 г/л, Ca²⁺ – 14-15 г/л, Na⁺ и K⁺ – 23-24 г/л, Mg²⁺ – 2г/л (таблица 1). Иногда для проведения геолого-технических мероприятий в скважины закачивают пресные воды (технические). Но при гидрохимическом анализе, как правило, эти воды не учитываются.

Использование вышерассмотренного подхода, а также имеющиеся сведения по химическому составу пластовых и закачиваемых вод позволили разработать своеобразный классификатор определения содержания пластовой воды в попутно добываемой для Осташковичского нефтяного месторождения (табл. 2).

Таблица 2.

Содержание пластовой воды в попутно добываемой
(по Осташковичскому месторождению)

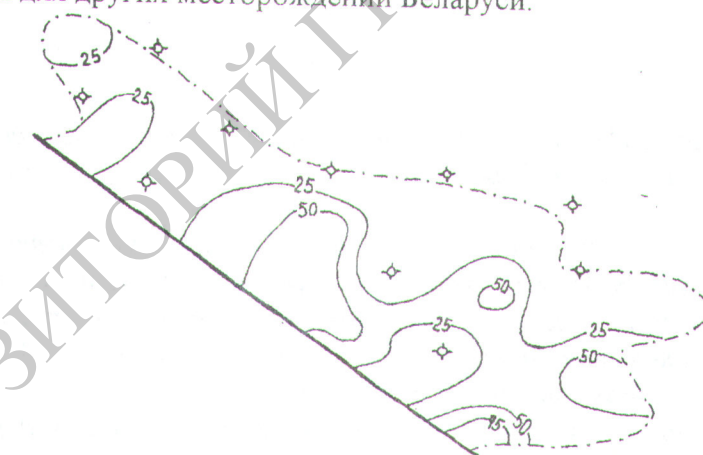
Место- рож- дение	Залежь нефти	Кол-во пласто- вой воды	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
Осташко- вичское	задонско- елецкая	Содержа- ние Ca^{2+} , мг/л	14228- 23287	23287- 32346	32346- 41405	41405- 50464	50464- 59523
	воронеж- ская, семилук- ская		14228- 24333	24333- 34438	34438- 44543	44543- 54648	54648- 64753

Представленный классификатор очень просто применять на практике. Для определения процентного содержания пластовой воды в попутной (с шагом в 20%, при необходимости шаг может быть изменен) достаточно установить в какой интервал процентного содержания пластовой воды попадает значение, отражающее содержание кальция в попутных водах.

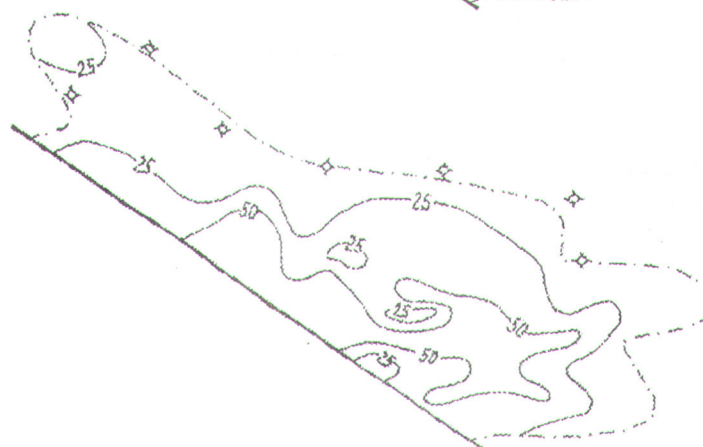
С помощью данного классификатора нами построены схематические карты участия пластовых рассолов в попутно добываемых водах межсолевой залежи Осташковичского месторождения (рисунок), позволяющие уточнить существующие представления об особенностях ее разработки с тем, чтобы использовать их для принятия рациональных технологических и управленческих решений.

Предложенный методический подход позволяет практически любому специалисту делать оперативные заключения о природе попутно добываемых с нефтью вод по каждой скважине Осташковичского месторождения и процентном смешении пластовых и закачиваемых вод. Использование такого подхода позволяет разработать подобный вышеприведенному классификатор и для других месторождений Беларуси.

а)



б)



в)

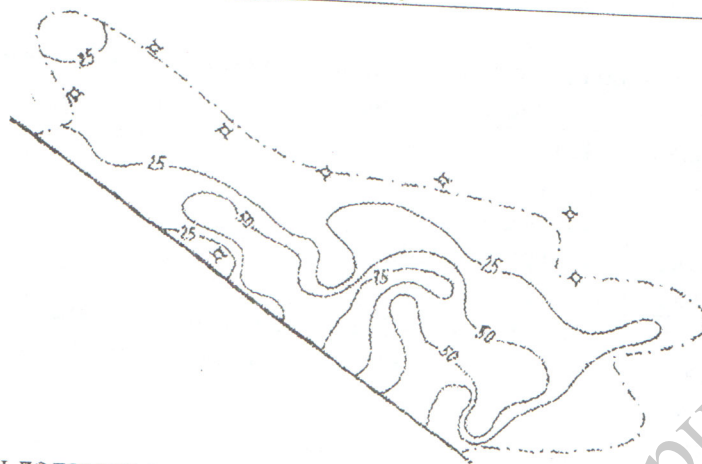


Рис. Карты-схемы долевого участия пластовых вод в попутно добываемых водах
а) 1973–1978 гг.; б) 1980–1990 гг.; в) 1990–2002 гг.

Условные обозначения:

- — — — — первоначальный контур ВНК;
- — — — — тектонические нарушения;
- — — — — — нагнетательные скважины;
- 25 — — — — — изолинии содержания пластовых вод в процентах в попутно добываемых водах

Abstract. The author considers some ways of estimation of the quantity of layer brines in passing extracted waters (example of the Ostashkovichi deposit), offers a new solution of this problem, presents a set of maps.

Литература

1. В. Д. Порошин, *Изменение емкостных и фильтрационных свойств пород коллекторов в процессе разработки нефтяных месторождений Беларуси*, Геология нефти и газа, № 9 (1996), 43–48.
2. А. А. Карцев, А. М. Никаноров, *Нефтепромысловая гидрогеология*, Москва, Недра, 1983.
3. В. Д. Порошин, В. П. Хайнак, А. Г. Морозов, *Гидрохимические методы контроля за разработкой подсолевых и межсолевых нефтяных залежей (на примере месторождений Беларуси) Часть 1. Определение природы попутно добываемых вод*, Изобретения и рациональные изобретения в нефтегазовой промышленности, № 3 (2002), 61–68.
4. В. Д. Порошин, В. П. Хайнак, *Взаимодействие в системе порода-вода при разработке залежей нефти в подсолевых и межсолевых отложениях (на примере Припятского прогиба)*, Литология и полезные ископаемые, № 5 (2000), 544–553.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступило 30.03.05