

После адаптации результатов фильтрационных исследований уточненные параметры (адсорбция, эффективная вязкость, остаточный фактор сопротивления, недоступный поровый объем) были использованы для моделирования опытного участка на полномасштабной модели с целью выбора оптимального варианта применения технологии и оценки эффективности.

#### Литература

1. Lake, L.W. 1989. Enhanced Oil Recovery, 43-77 Englewood Cliffs: New Jersey Prentice-Hall.

2. Van Quy, N., Labrid, J., A Numerical Study of Chemical Flooding- Comparison with Experiments, Paper SPE 10202. Presented at the 1981 SPE Annual Technical conference and Exhibition, San Antonio, Soc. Pet. Eng. J., 1983.

УДК 622.276

**Н.И. Будник**

(РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»,  
БелНИПИнефть)

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ЗАСОЛОНЕННЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ НА БЕРЕЗИНСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ)**

В настоящее время на разрабатываемых месторождениях Припятского прогиба около 65 % всех остаточных извлекаемых запасов Припятской нефтегазоносной области относятся к трудноизвлекаемым. Более 50 % из которых приурочены к низкопроницаемым породам-коллекторам. Низкая проницаемость пород-коллекторов обусловлена литолого-фациальными условиями осадконакопления, тектонической активностью бассейна седиментации, а также вторичными процессами катагенетической минерализации.

Засолонённость низкопроницаемых пластов (катагенетическая кольматация пустотного пространства пород-коллекторов галитом и другими минералами) характерна для подсолевых и межсолевых залежей нефти многих нефтесоленосных районов мира (Триасовая провинция в Алжире, бассейн Мичиган в США, Иркутский амфитеатр и Тунгусский бассейн в России) в том числе и для Припятского прогиба в Беларуси [4]. Как правило, наряду с галитом, в порах, трещинах

и кавернах пород-коллекторов присутствуют ангидрит, доломит и кальцит. Однако эти минералы, в отличие от галита, характеризуются весьма низкой растворимостью в пресной воде и не представляют значительного интереса для совершенствования технологии разработки залежей нефти. [1]. Катагенетическая галитизация обусловила значительное снижение пористости и проницаемости пород-коллекторов на многих нефтяных месторождениях Припятского прогиба [2].

Наиболее интенсивное проявление вторичного галитообразования имело место на территории Северной зоны прибортовых уступов (СЗПУ) Припятского прогиба. Галит, наряду с вторичными кальцитом и ангидритом, обусловил значительное снижение первичной пористости и проницаемости горных пород [4]. На площади СЗПУ открыты и разрабатываются Прохоровское, Судовицкое, Березинское, Восточно-Березинское, Северо-Березинское, Отрубовское и Геологическое месторождения нефти.

После всестороннего изучения проблемы катагенетической минерализации пород-коллекторов нефтяных месторождений Припятского прогиба коллективом специалистов института БелНИПИнефть (В.Г. Жогло, Н.А. Демяненко, Н.И. Будник, Н.М. Виницкая) была предложена отечественная технология разработки засоленных низкопроницаемых пород-коллекторов. Суть предложенной технологии заключается в том, что скважина, вскрывшая засоленный низкопроницаемый пласт, переводится на циклический режим работы, каждый цикл которой включает этапы закачки в пласт пресной или слабоминерализованной воды, закрытия (остановки) скважины на время растворения галита, содержащегося в пласте, и последующего отбора жидкости из пласта через эту же скважину [3]. Данная технология была зарегистрирована в федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатент) изобретением «Способ повышения проницаемости засоленного низкопроницаемого нефтяного пласта».

На основании запатентованной технологии разработки низкопроницаемых засоленных коллекторов спроектированы и выполняются опытно-промысловые работы (ОПР) на скважинах 3, 7, 17, 21 Березинских (I, II, III и IV блоки Березинского месторождения). Для проведения опытных работ выбраны данные скважины, исходя из наименьших экономических затрат для закачки пресной воды. Также вскрытая мощность пород-коллекторов и их параметры в скважинах соответствуют всем геолого-гидродинамическим и геохимическим критериям проведения технологии.

Программа ОПР для скважин Березинского месторождения в общем виде состоит из следующих этапов:

- остановка добывающей скважины с проведением необходимых предварительных испытаний;
- организация закачки воды в добывающую скважину;
- остановка нагнетания и осуществление контроля распределения давления;
- ввод скважины в добычу с отбором попутно добываемых вод, причем объем добычи жидкости должен быть в 1,1-1,5 раз больше объема нагнетаемой пресной воды;
- проведение необходимых исследований и подведение итогов выполненных работ.

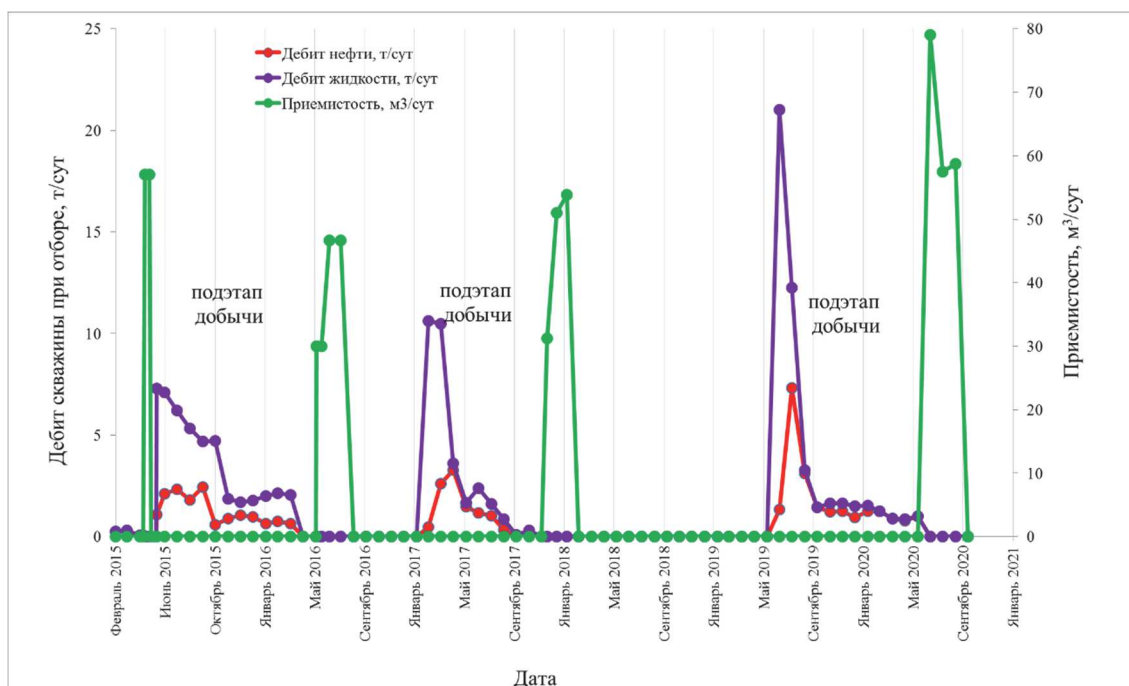
Каждая программа ОПР для скважин, вскрывших засоленные низкопроницаемые коллектора, утверждается руководством РУП «Производственное объединение «Белоруснефть».

На примере скважины 17 Березинской ниже будут представлены результаты ОПР. Всего на скважине 17 было реализовано 4 этапа ОПР (рисунок 1). С каждым последующим этапом происходит увеличение объема нагнетания пресной воды и, соответственно, объем добытой жидкости (нефти). Всего было закачено 8900 м<sup>3</sup> пресной воды. Дополнительная добыча нефти за 4 этапа ОПР по скважине 17 Березинская получена в объеме 1,2 тыс. тонн.

Для оценки изменения фильтрационных характеристик пласта на каждом этапе ОПР проводятся гидродинамические исследования (ГДИ) в скважинах. По результатам интерпретации ГДИ отмечается увеличение коэффициента продуктивности и радиуса промытой зоны в результате закачки пресной воды, что свидетельствует о происходящем процессе растворения галита в засоленном пласте-коллекторе. Специалистами БелНИПИнефть в ходе ОПР осуществлялся отбор и мониторинг проб для определения природы попутной воды в течение этапа эксплуатации скважины. Химический анализ проб показал, что пробы представляет собой смесь пресной технологической воды и пластовых рассолов, обогащенную большим количеством растворенного галита. Данный результат еще раз подтверждает наличие катагенетического галита и процесс растворения его закачиваемой пресной водой.

В настоящее время в институте БелНИПИнефть освоена технология гидродинамического моделирования процесса рассолонения, учитывающая изменение пористости и проницаемости пород в процессе взаимодействия пресной воды и породы. По результатам расчетов на геолого-гидродинамических моделях месторождения за счет

опытно-промышленных работ по рассолонению в скважинах 3,7,17,21 Березинских в 2021 году дополнительная добыча нефти может составить свыше 1 тыс. тонн.



**Рисунок 1 – Динамика работы скважины 17 Березинского месторождения в ходе проведения ОПР**

В настоящее время ОПР по рассолонению пород-коллекторов внедряются на скважине 42 Северо-Береинского месторождения. Положительные результаты ОПР по освоению новой технологии на скважинах Березинского нефтяного месторождения свидетельствуют о перспективности данного направления и о необходимости тиражирования данной технологии на других объектах.

Основные выводы:

1) Катагенетическая минерализация (галитизация) пород-коллекторов нефтяных месторождений широко развита в пределах подсолевых и межсолевых залежей нефти Припятского прогиба, в том числе и на Березинской площади;

2) Технология разработки низкопроницаемых засоленных коллекторов предложена коллективом специалистов института БелНИПИнефть и запатентована изобретением «Способ повышения проницаемости засоленного низкопроницаемого нефтяного пласта»;

3) Согласно изобретению спроектированы и выполняются ОПР на скважинах 3, 7, 17, 21 Березинского месторождения;

4) Технико-экономический эффект в ходе ОПР показал перспективность данной технологии (дополнительная добыча нефти по скважинам 3, 7, 17, 21 Березинским составила 4,4 тыс. тонн);

5) Внедрение предлагаемой методики освоения и эксплуатации скважин, сложенных низкопроницаемыми засоленными коллекторами, позволит: увеличить интегральную проницаемость (продуктивность) пород-коллекторов в зоне нагнетания пресной воды; интенсифицировать добычу нефти в засоленных низкопроницаемых залежах; получать весомый экономический эффект при незначительных затратах на опытно-промысловые работы.

6) Перспективными объектами для внедрения данной технологии являются скважины Восточно-Березинского, Славянского, Судовицкого, Прохоровского месторождений, вскрывших засоленные низкопроницаемые коллектора.

7) По результатам расчётов на геолого-гидродинамических моделях месторождений за счет опытно-промысловых работ по рассолению в скважинах 3, 7, 17, 21 Березинских в 2021 году дополнительная добыча нефти может составить свыше 1 тыс. тонн.

#### Литература

1. Жогло, В.Г. К вопросу о влиянии галитовой минерализации на особенности разработки залежей нефти в низкопроницаемых породах-коллекторах Припятского прогиба / В.Г. Жогло, А.А. Махнач, Я.Г. Грибик [и др.] // Природные ресурсы. – 2014.–№1 – С. 14-21.

2. Жогло, В.Г. Оценка влияния галитовой минерализации на особенности разработки Березинского месторождения нефти в Припятском прогибе / В.Г. Жогло, Н.И. Будник, А.А. Махнач, [и др.] // Природные ресурсы. – 2015.–№2 – С. 40-51.

3. Жогло, В.Г. Способ повышения проницаемости засоленного низкопроницаемого нефтяного пласта [Текст]: пат. 2538549 Российская Федерация МПК E21B 43/00, E21B 43/22 / В.Г. Жогло [и др.] ; заявитель и патентообладатель Республиканское унитарное предприятие «Производственное объединение «Белоруснефть» (ВУ). – № 2013126327/03; заявл. 07.06.2013; опубл. 10.01.2015, – 9 с.

4. Жогло В.Г. Об одной типовой проблеме разведки и разработки залежей нефти в соленосных бассейнах (на примере Геологического месторождения Беларуси) / В.Г. Жогло, А.А. Махнач, Н.А. Демяненко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – №2 – С. 58-63.

5. Махнач, А.А. Катагенез и подземные воды / А.А. Махнач. – Минск: Наука и техника, 1989. – 335 с.