УДК 553.981.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ПРОДУКТИВНОСТИ СКВАЖИН МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

RESULTS OF USING HYDRODYNAMIC MODELING TO PREDICT WELL PRODUCTIVITY IN ARCTIC SHELF FIELDS

Овечкин Алексей Васильевич
генеральный директор ООО «Газпром недра»
office@nedra.gazprom.ru

Хоштария Владислав Николаевич
кандидат геолого-минералогических наук,
начальник Управления организации геологоразведочных работ на шельфе ООО «Газпром недра»
v.khoshtariya@nedra.gazprom.ru

Фоминых Олег Валентинович
доктор технических наук,
доцент,
профессор кафедры разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений,
Тюменский индустриальный университет
fominyhov@tyuiu.ru

Аннотация. Данная статья посвящена анализу результатов применения гидродинамического моделирования для прогноза продуктивности скважин по результатам испытания скважин опробователями пласта на кабеле-гидродинамического каротажа и сопоставления полученных данных с результатами испытания пласта в колонне. В статье приводится методика прогнозирования продуктивности и анализ результатов её применения на примере нескольких продуктивных пластов шельфа Карского моря.

Ключевые слова: Шельф, скважина, испытание в колонне, опробование, ОПК-ГДК, гидродинамические параметры, продуктивность.

Ovechkin Alexey Vasilievich
General Director of Gazprom Nedra LLC
office@nedra.gazprom.ru

Khoshtaria Vladislav Nikolaevich
Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Head of the Department for Organizing Geological Exploration Work on the Shelf,
Gazprom Nedra LLC
v.khoshtariya@nedra.gazprom.ru

Fominykh Oleg Valentinovich
Doctor of Technical Sciences,
Associate Professor,
Professor of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields,
Tyumen Industrial University
fominyhov@tyuiu.ru

Annotation. This article is devoted to the analysis of the results of using hydrodynamic modeling to predict well productivity based on the results of testing wells by formation testers using wireline hydrodynamic logging and comparing the obtained data with the results of testing the formation in a column. The article presents a methodology for predicting productivity and an analysis of the results of its application using the example of several productive formations of the Kara Sea shelf.

Keywords: Shelf, well, column testing, sampling, OPC-GDK, hydrodynamic parameters, productivity.

Для сокращения сроков проведения работ по испытанию скважин месторождений арктического шельфа и повышения качества получаемой информации в ООО «Газпром недра» активно используются современные приборы гидродинамического каротажа-опробователи пласта на кабеле (ГДК-ОПК). Их применение на этапе геологоразведочных работ регламентировано «Методическими рекомендациями по обоснованию подсчётных параметров залежей в терригенных отложениях по данным ГИС и новым методам ГДК-ОПК при постановке на учет и переводе УВС в промышленные категории запасов» [1] (далее Методика). Одним из элементов Методики является прогноз продуктивности и потенциального дебита скважины, который выполняется в программных комплексах гидродинамического моделирования.

В качестве примера использования этого элемента Методики рассмотрим прогноз продуктивности и потенциального дебита скважины № 4 Ленинградского ГКМ по продуктивному газонасыщенному пласту ХМ6-7 яронгской свиты нижнего мела и сопоставление полученных данных с данными ИПТ. Гидродинамическое моделирование производилось путем построение отдельной модели по пласту ХМ6-7 с целью упрощения и ускорения расчетов. Геометрические размеры модели составили 5000 × 5000 м по латерали. Вертикальное разрешение ячеек было задано равным 0.2 м. Дополнительно выполнено измельчение сетки ячеек вблизи скважины. Таким образом была построена гидродинамическая модель размерами 65 × 65 × 230 ячеек. На рисунке 1 приведено изображение 3Д модели с выводом значений горизонтальной эффективной проницаемости по пропласткам.

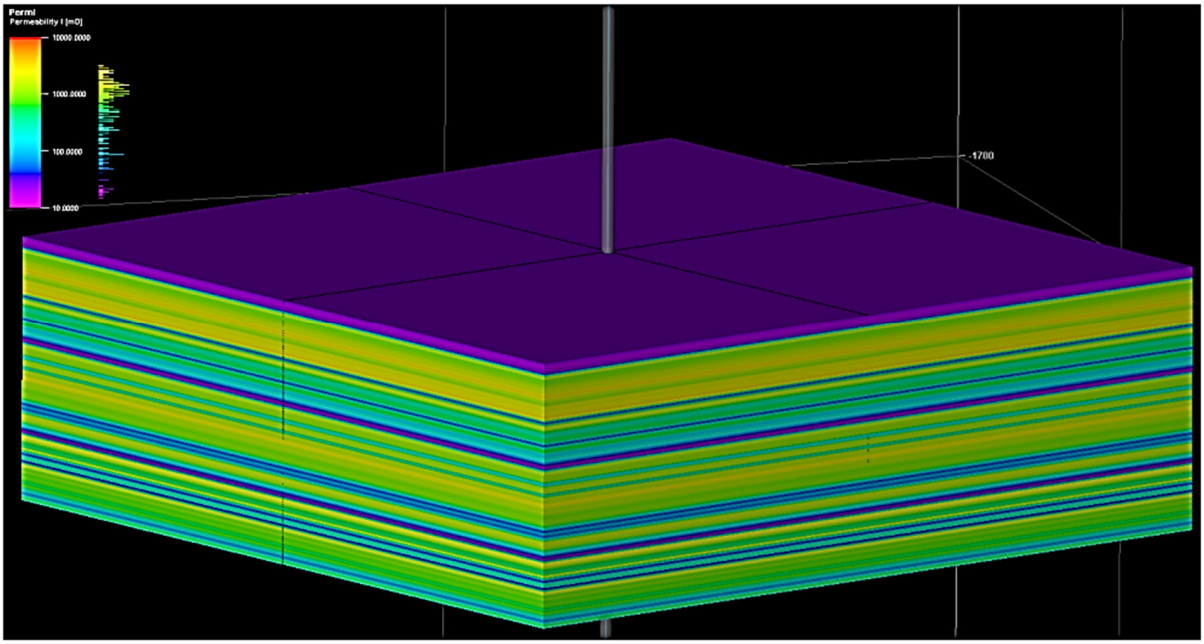

Рисунок 1 – Изображение 3Д модели пласта ХМ6-7 в скважине №4 Ленинградского ГКМ

Контроль работы скважины при гидродинамическом моделировании осуществлялся путем изменения значений забойного давления. Так как интегрирование результатов ОПК-ГДК выполнялось на интервал перфорации, в котором производилось испытание в эксплуатационной колонне, был использован шаг изменения забойного давления, аналогичный шагу работы скважины на установившихся режимах после смены штуцеров. Для учета скин-фактора, были проанализированы результаты испытаний в эксплуатационной колонне газонасыщенных интервалов по скважинам № 3 и № 4 Ленинградского ГКМ, скважины № 6 Русановского ЛУ и скважины № 1 Скуратовской площади расположенных в акватории Карского моря на шельфе полуострова Ямал, получена гистограмма частот распределения значений скин-фактора (рис. 2), согласно которой медианное значение скин-фактора составило 0.7.

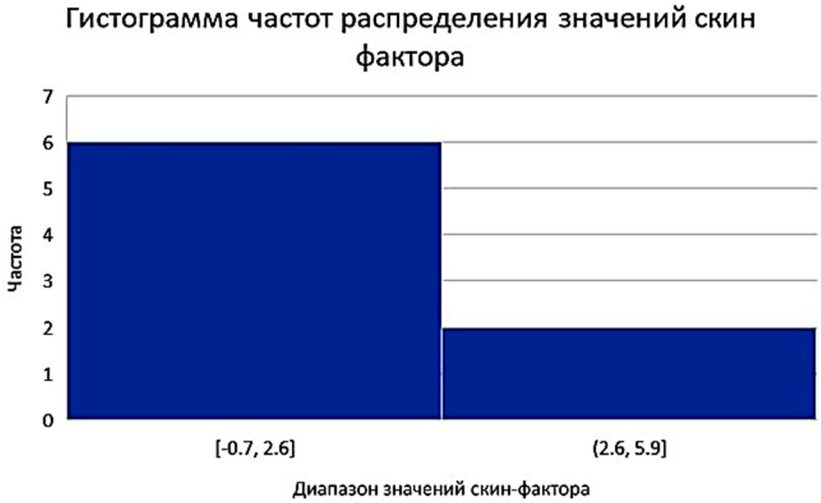

Рисунок 2 – Гистограмма частот распределения значений скин-фактора

На значение скин-фактора, зависящего от дебита, наибольшее влияние оказывает величина проницаемости. Для учета этого влияния построена гистограмма частот распределения значений скин-фактора, (рис. 3), медианное значение составило 0.0054 (тыс. $м^3$/сут)$^{-1}$.

Результатом выполненного гидродинамического моделирования являются расчётные дебиты и продуктивности скважины на определённый интервал, которые сравниваются с результатами испытания скважины (табл. 1).

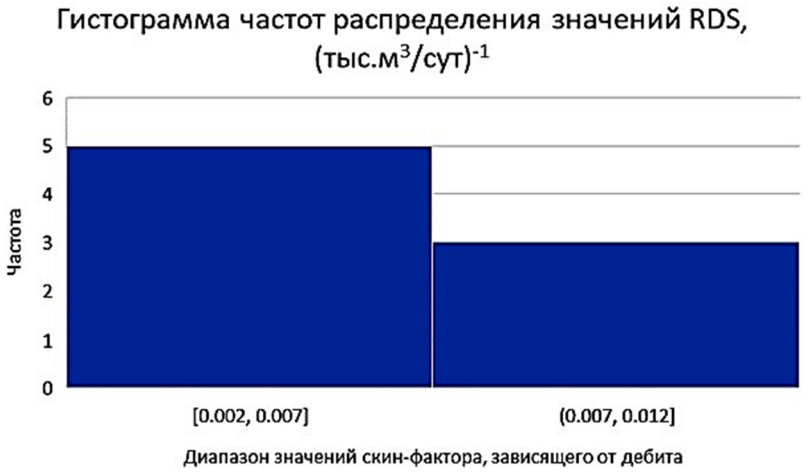

Рисунок 3 – Гистограмма частот распределения значений скин-фактора, зависящего от дебита

Таблица 1 – Численные результаты гидродинамического моделирования в пласте ХМ6-7 и сопоставление с результатами ИПТ

ИПТ		Моделирование		Погрешность на каждом режиме, %
Давление на середину интервала перфорации, МПа	Дебит газа, т.м^3/сут	Давление на середину интервала перфорации, МПа	Расчетный дебит газа, т.м^3/сут	
17.192	0	17.19	0.0	0
17.13	370.8	17.13	350.2	5.6
17.1	537	17.10	489.5	8.9
17.06	710.7	17.06	659.3	7.2
17.03	830.6	17.03	774.9	6.7
17.01	924	17.01	846.5	8.4
17.03	840.6	17.03	764.5	9.1
17.05	730.9	17.05	679.5	7.0
Осредненная погрешность				6.6

Таким образом, гидродинамическое моделирование испытания пласта ХМ6-7 в скважине № 4 Ленинградского ГКМ показало хорошую сходимость с результатами испытаний скважины в колонне. Расхождение фактического дебита с расчётным по ОПК-ГДК составило в среднем 6,6 %

Необходимо отметить, что Методика может быть использована и для получения гидродинамических параметров транзитных залежей УВС на разрабатываемых месторождениях, планируемых к вводу в разработку после завершения разработки основного ниже залегающего объекта разработки, при прохождении этих залежей эксплуатационными скважинами во время бурения.

Список литературы:

1. Методические рекомендации по обоснованию подсчётных параметров залежей в терригенных отложениях по данным ГИС и новым методам ГДК-ОПК при постановке на учет и переводе УВС в промышленные категории запасов. – М. : ПАО «Газпром», 2015.

List of references:

1. Methodological recommendations for substantiating the calculated parameters of deposits in terrigenous deposits using GIS data and new GDK-OPK methods when registering and transferring hydrocarbons to industrial categories of reserves. – M. : PJSC Gazprom, 2015.