

СИСТЕМА ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА СПОСОБА ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ НЕФТИ

М.И. Кузьмин¹, н.т.н., А.Н. Бублик¹, П.С. Муzychuk¹, Л.Б. Рудник¹,
А.В. Сушков², В.Э. Нестеренко², Э.А. Потапова²

¹ Научно-Технический Центр «Газпром нефти» (ООО «Газпромнефть НТЦ»),
² ООО «Газпромнефть-Цифровые решения»

Электронный адрес: Kuzmin.MI@gazpromneft-ntc.ru Bublik.AN@gazpromneft-ntc.ru,
Muzichuk.PS@gazpromneft-ntc.ru, Rudnik.LB@gazpromneft-ntc.ru, Sushkov.AV@gazprom-neft.ru,
Nesterenko.VE@gazprom-neft.ru, Potapova.EA@gazprom-neft.ru

В статье рассматривается информационная система, использующая новую комплексную методику выбора способа эксплуатации скважин на основе критериев применимости и граничных условий по различным параметрам технологий механизированной добычи. Представлен механизм выбора технологий, состоящий из фильтрации общего реестра технологий по выбранным параметрам, экспертной оценки результатов и последующей экономической оценки совокупной стоимости владения на месторождениях компании. Рассмотрен процесс формирования и обновления базы технологий, критериев применимости и их граничных условий. Приведены графические материалы, иллюстрирующие прототип данной системы. Разработанная методика ускорит процесс внедрения новых технологий добычи, что, в свою очередь, приведет к положительным экономическим эффектам – снижению совокупной стоимости оборудования для добычи нефти на активах компании.

Ключевые слова: механизированная добыча, матрица применимости технологий, расчет ССВ, нефтепромысловое оборудование, информационная система, выбор способа эксплуатации, критерии применимости, граничные условия

THE SYSTEM OF SUBSTANTIATION OF THE CHOICE OF THE WELL OPERATION METHOD BASED ON THE MATRIX OF APPLICABILITY OF OIL PRODUCTION TECHNOLOGIES

M.I. Kuzmin¹, A.N. Bublik¹, P.S. Muzichuk¹, L.B. Rudnik¹, A.V. Sushkov²,
V.E. Nesterenko², E.A. Potapova²

¹ Gazpromneft NTC LLC, RF, Saint-Petersburg, ² Gaspromneft-DS

An information system is proposed that uses a new complex methodology for choosing a method for well operation based on applicability criteria and boundary conditions for the parameters of mechanized productivity technologies. A mechanism for selecting technologies is presented, which consists of filtering the general register of technologies according to the selected parameters for assessing the total cost of ownership at the Company's fields. The process of forming and updating the technology base, criteria of applicability and their boundary conditions is considered. Graphic materials illustrate the prototype of this system. The developed methodology will speed up the process of introducing new production technologies, which in turn will lead to a positive economic effect – a decrease in the total cost of ownership of equipment for oil production at the Exploration and Production Block.

Keywords: artificial lift, technologies applicability matrix, total cost of ownership calculation, oilfield equipment, information system, choice of operation method, applicability criteria, boundary conditions

DOI: 10.7868/S2587739920040126

ВВЕДЕНИЕ

Ускорение процесса развития технологий является повсеместным в нефтедобывающей отрасли, но не всегда процесс внедрения новых и более эффективных технологий на производстве происходит быстро. Матрица применимости технологий (МПТ) добычи служит инструментом, который способен повлиять на данную ситуацию. Использование

информации о граничных критериях применимости новых технологий различных производителей позволяет не только выбрать оптимальный способ механизированной добычи для конкретных геолого-физических условий, но и подобрать наиболее технологически и экономически эффективное оборудование с расчетом и обоснованием совокупной стоимости владения данным оборудованием.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МАТРИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ

МПТ представляет собой не только базу, содержащую данные по технологиям, но и инструменты для их удобного поиска, выбора и проведения экономической оценки с целью обоснования дальнейшего внедрения на активах компании. Добавление новых технологий в систему может быть инициировано как пользователями в периметре компании, так и производителями оборудования, заинтересованными в применении своей технологии, при этом постоянно ведется проверка данных с привлечением экспертов функции «Добыча». Для удобства пользователей предусматривается алгоритм нечеткого поиска по текстовым полям, который позволяет находить в матрице информацию по интересующему оборудованию. Каждая технология имеет свой собственный паспорт (рис. 1), содержащий:

- краткое описание и принцип работы технологии;
- таблицу граничных условий применимости;
- информацию о производителе, поставщике и владельце лицензии;
- предыдущий опыт испытаний и внедрения технологии на месторождениях компании;
- текущий статус технологии, зависящий от результатов испытаний.

Также предусмотрено поле тэгов, описывающих осложняющие факторы, при которых применяется та или иная технология, и ее особенности. Идея выбора способа эксплуатации на основе построения карт применимости технологий добычи не нова. В работах [1, 2] рассматривается

Паспорт технологии			
ID	Наименование технологии	Статус:	
826	УЭЦН с расширенной рабочей зоной LEX	Испытана, рекомендована	
Производитель	Поставщик	Класс оборудования	Дата актуализации
Лепсе, ОАО	Лепсе, ОАО	Насос	30.05.2020
Тип лицензии	Владелец лицензии	Проведенные ОПИ	
Без ограничений	Лепсе, ОАО		
Теги			
#высокогазосодержание #вн #низкийприток #высокаятемпература #маленькаябариты			
Внедрение технологии		Экономические показатели	
		Полученная ранее совокупная стоимость владения:	
		ОрЕх: 11 522 тыс. руб.	
		СарЕх: 13253 тыс. руб.	
Расчет ССВ			

Рис. 1. Прототип паспорта технологий

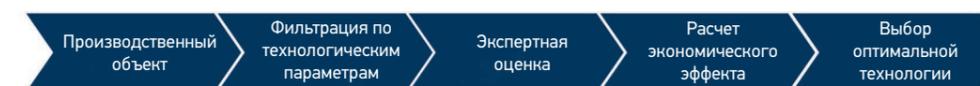


Рис. 2. Схема выбора оптимальной технологии

построение карт применимости в плоскостях нескольких технологических параметров для разных способов механизированной добычи. Новизной матрицы применимости технологий добычи является то, что технология рассматривается не как общий способ добычи, а как полная типоразмерная линейка конкретной модели оборудования определенного производителя. Весь процесс выбора состоит из трех этапов: фильтрация по граничным параметрам, экспертная оценка и расчет экономических эффектов внедрения технологии (рис. 2). Данная система позволяет подобрать подходящую технологию и ускорить процесс внедрения новых технологий, прошедших успешные испытания на месторождениях компании, отвечающих критериям максимальной экономической и технологической эффективности.

МЕТОДИКА УСКОРИТ ПРОЦЕСС ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ, ЧТО ПРИВЕДЕТ К ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ЭКОНОМИЧЕСКИМ ЭФФЕКТАМ – СНИЖЕНИЮ СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА АКТИВАХ КОМПАНИИ.

ФИЛЬТРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ГРАНИЧНЫМ ПАРАМЕТРАМ

Для эффективной фильтрации общего реестра технологий в матрице все нефтепромысловое оборудование, связанное с механизированной добычей, распределено по классам оборудования. Каждый класс обладает своим уникальным набором параметров – критериями фильтрации, характеризующими данный вид оборудования, по которым происходит поиск и выбор технического решения. Все технологии, имеющиеся в базе, составляют общий реестр, содержащий информацию об их предыдущих испытаниях и достигнутых показателях эффективности (рис. 3).

Процесс фильтрации основан на сравнении значений, вводимых пользователем, с границами применимости оборудования по соответствующим критериям. Все оборудование разделено на 10 классов (табл. 1).

В интерфейсе ввода параметров пользователю предоставляется возможность ввести предполагаемые условия эксплуатации в виде точных значений или диапазонов представленных критериев по классу оборудования, кроме того,

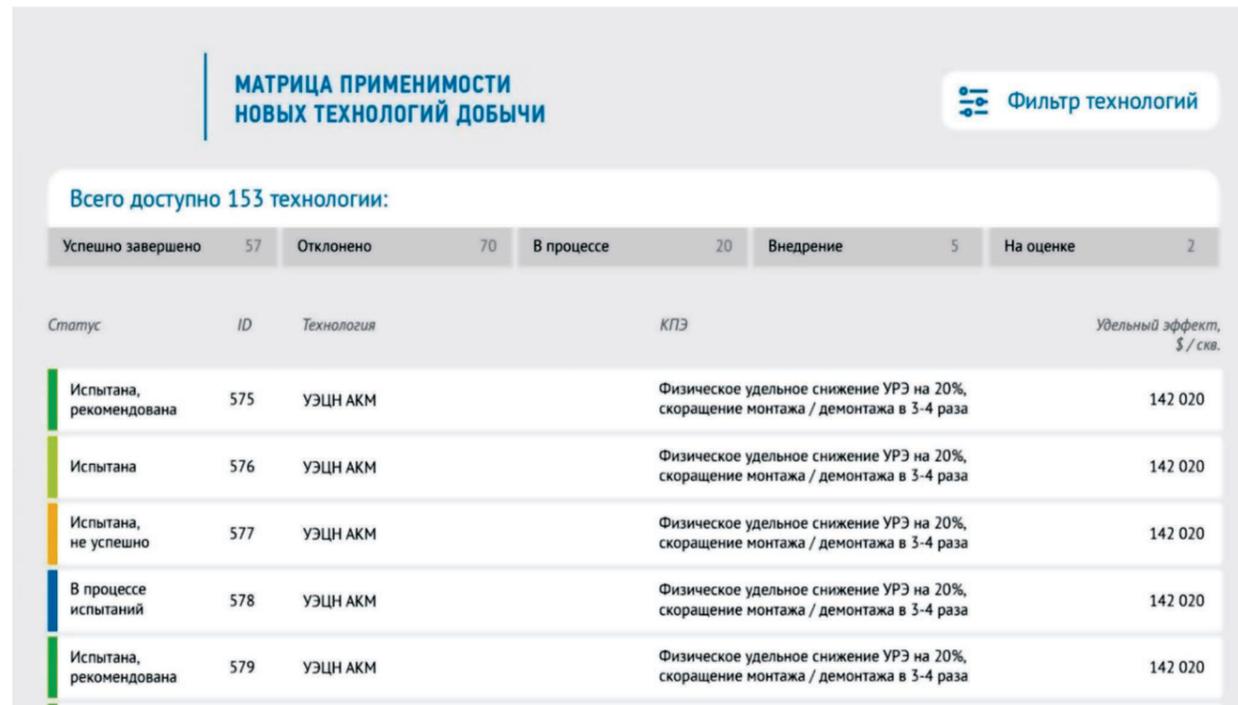


Рис. 3. Вариант концепции страницы с условными показателями

Фильтр технологий

Обводненность, %: 20 - 80

Дебит жидкости, м³/сутки: 20 - 30

Газовый фактор, м³/м³: 300 - 600

Содержание КВЧ, мг/л: 0 - 100

Набор угла наклона, °/м: 0 - 50

Содержание CO₂, мг/л: 0 - 100

Содержание H₂S, мг/л: 0 - 100

Наличие АСПО: 0 - 100

Применить

Рис. 4. Окно ввода параметров для фильтрации

предусмотрено поле поиска по тэгам. На рис. 4 представлено окно ввода параметров неполного набора фильтров для погружного насосного оборудования:

Результатом применения фильтра является уменьшенный список, в котором остаются лишь технологии, полностью удовлетворяющие критериям фильтрации. Рассмотрим пример анализа результата полученного при использовании матрицы применимости технологий добычи. На рис. 5 приведены гистограммы, иллюстрирующие результат фильтрации по 4 параметрам

Таблица 1. Выделенные классы оборудования

Класс
Насосы
НКТ и сопутствующее оборудование
Станции управления
Оборудование для газлифта
Электродвигатели
Фильтры
Клапаны
Оборудование для измерений
Оборудование для ОРЭ
Кабельные линии

матрицы для нескольких насосов различных производителей. Голубым цветом отмечен диапазон применимости технологии, черной точкой соответствуют условия скважины, к которой подбирается оборудование.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что оптимальной в данном случае является эксплуатация скважины винтовым насосом. Кроме того, исходя из попадания в диапазон по температуре жидкости, система оставит в итоговом списке только модель УЭВН, предлагаемой производителем Б.

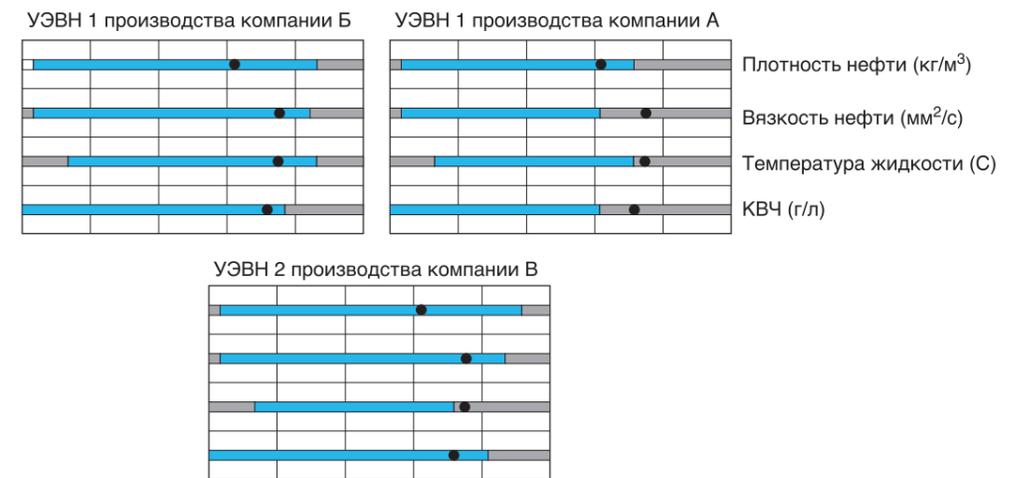


Рис. 5. Гистограмма параметров для насосов различных производителей

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ПРЕДЛОЖЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На данном этапе пользователь матрицы имеет возможность убрать из числа удовлетворяющих условиям поиска технологий наименее перспективные по критериям, не охваченным матрицей. Основываясь на экспертных знаниях плюсов и недостатков [3] различных способов добычи, а также на предыдущем опыте применения технологий, можно сократить перечень технологий для дальнейшей их экономической оценки совокупной стоимости владения.

СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

Финальным этапом отбора технологий является расчет основных экономических показателей эффективности внедрения при помощи методики расчета совокупной стоимости владения (ССВ). Данный метод позволяет рассчитать прибыль, доходность проекта, а также удельный расход электроэнергии на поднятие тонны жидкости, учитывая при этом все категории затрат в процессе установки и обслуживания оборудования. Расчет возможен как для варианта с прокатом оборудования, так и для случая его приобретения в собственность компании. Для сравнения технологий рассчитываются следующие показатели:

- объем инвестиций;
- удельная стоимость добычи (lifting cost);
- удельная стоимость владения;
- затраты жизненного цикла технологии.

В работах [4, 5] предложены методы отбора, основанные на сравнении экономических критериев. Методика расчета ССВ является оптимальной, так как позволяет наиболее полно посчитать все расходы при эксплуатации скважины, схожая методика представлена в работе [6]. На основании экономической оценки проводится окончательный выбор оптимальной технологии добычи нефти по заданным критериям и удельным затратам.

ВЫВОДЫ

В статье предложена комплексная система подбора оптимальной технологии механизированной эксплуатации скважин с учетом технологических и экономических параметров добычи нефти. Ее использование позволяет исключить субъективные факторы при выборе оптимального способа добычи и ускорить процесс внедрения новых технологий, доказавших свою эффективность на активах компании. Кроме того, предложенный подход к рассмотрению технологии как продукту не зависимо от производителей оборудования вендора дает возможность решить одну из главных проблем аналогичных систем – необходимость постоянного обновления существующей базы, так как производители сами заинтересованы во внесении новых технологий в систему, для их дальнейшего внедрения.

Список литературы

1. Кудряшов С.И., Хасанов М.М., Краснов В.А., Хабидуллин Р.А., Семенов А.А. Шаблоны применения технологий – эффективный способ систематизации знаний // Журнал Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 11.
2. Хабидуллин Р.А., Краснов В.А. Метод построения карт применимости технологий механизированной добычи. SPE-176673-RU. 2015.
3. Clegg J.D., Bucaram S.M., Heln Jr N.W. Recommendations and Comparison for Selecting Artificial-Lift Methods. SPE24834, December 1993, JPT.
4. Esprin D.A., Gasbarri S., Chacin J.E. Expert system for selection of optimum artificial lift method. Paper SPE26967 presented at 1994 SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, Buenos Aires, Argentina, 27–29 April.
5. Valentin E.P., Hoffman F.C. OPUS: An expert adviser for artificial lift, paper presented at the 1998 SPE Annual Technical Conference and Exhibition Houston, 2–5 October.
6. Kol H., Lea J.F. Selection of the most effective artificial lift system for Priobskoe field. 1992. SPE ESP Workshop, Houston, 26–28 April.

References

1. Kudryashov S.I., Khasanov M.M., Krasnov V.A., Khabibullin R.A., Semenov A.A. Technology Application Patterns – an effective way to organize knowledge. *Neftianoe khoziaistvo [Oil Industry Journal]*. 2007, no.11, pp. 7–9. (In Russ.)
2. Khabibullin R.A., Krasnov V.A. An Approach for Artificial Lift Applicability Maps Construction (Russian). *SPE Russian Petroleum Technology Conference, 26–28 October, Moscow, Russia, 2015*. (In Russ.)
3. Clegg J.D., Bucaram S.M., Heln Jr N.W. Recommendations and Comparison for Selecting Artificial-Lift Methods. *Journal of Petroleum Technology*. 1993, vol. 45, iss. 12, pp. 1128–1167.
4. Esprin D.A., Gasbarri S., Chacin J.E. Expert System for Selection of Optimum Artificial Lift Method. *SPE Latin America/Caribbean Petroleum Engineering Conference, 27–29 April, Buenos Aires, Argentina, 1994*.
5. Valentin E.P., Hoffman F.C. OPUS: An Expert Adviser for Artificial Lift. *SPE Annual Technical Conference and Exhibition, 2–5 October, Houston, Texas, 1998*.
6. Kol H., Lea J.F. Selection of the Most Effective Artificial Lift System for Priobskoe field. *SPE ESP Workshop, Houston, 26–28 April, 1992*.

СООБЩЕСТВО ПЕТРОФИЗИКОВ. ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМА ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ И ТИРАЖИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ

Е.Н. Максимова, Е.Г. Викторов, Е.О. Беляков, Б.В. Белозеров
Научно-Технический Центр «Газпром нефти» (ООО «Газпромнефть НТЦ»)

Электронный адрес: Maksimova.EN@gazpromneft-ntc.ru

Качество прогноза фильтрационно-емкостных свойств на месторождениях со сложным геологическим строением напрямую зависит от корректного построения петрофизической модели и подбора алгоритмов интерпретации ГИС. Последнее неразрывно связано с уровнем компетенций каждого петрофизика и с процессом обмена знаниями между экспертами и молодыми специалистами компании. Цель данной статьи – поделиться уникальным опытом Научно-Технического Центра «Газпром нефти» по созданию онлайн-площадки для развития компетенций сообщества петрофизиков.

Ключевые слова: профессиональное сообщество, петрофизика, менеджмент знаний, развитие компетенций

SOCIETY OF PETROPHYSICISTS. ONLINE-PLATFORM FOR KNOWLEDGE MANAGEMENT AND SHARING

E.N. Maksimova, E.G. Viktorov, E.O. Belyakov, B.V. Belozerov
Gazpromneft NTC LLC, RF, Saint-Petersburg

The geology of oilfields is becoming more complex, which leads to uncertain distribution of petrophysical properties. Quality of reservoir properties prediction depends on petrophysical models and log interpretation algorithms. It is also connected with the level of expertise of each petrophysicist as well as knowledge sharing among experts and young specialists. The aim of this paper is to present Gazprom Neft Science and Technical Centre approach to development of petrophysical competences with communities of practice.

Keywords: professional society, petrophysics, knowledge management, competency development

DOI: 10.7868/S2587739920040138

ВВЕДЕНИЕ

Петрофизическая модель и алгоритмы интерпретации геофизических исследований скважин (ГИС) являются важными инструментами интегрированного проекта на каждом этапе жизни месторождения, начиная от стратегии разведки и оценки запасов и заканчивая его активной разработкой. Эффективность решений, принимаемых на основе результатов петрофизического моделирования, напрямую зависит от корректности подобранных петрофизических уравнений для оценки свойств пласта (ФЕС). Существует несколько факторов, которые могут повлиять на качество петрофизической модели:

- объем и качество входных данных;
- опыт и навыки специалиста;
- функциональность программного обеспечения;
- обнаружение ошибок на ранних этапах петрофизического моделирования;
- корректный подбор петрофизических зависимостей с учетом геологических или иных условий.

Вышеупомянутые параметры в той или иной степени контролируются специалистами в ходе повседневной работы.

Немаловажным фактором, влияющим на качество петрофизической модели, является профессиональный опыт, который специалист-петрофизик приобретает в ходе работы и в процессе обучения. Но существует несколько трудностей, с которыми специалисты могут сталкиваться при решении текущих рабочих задач (**табл. 1**).

Для фиксации знаний может быть использован целый спектр инструментов, но зачастую разработки остаются доступными только конкретному специалисту-петрофизику. При таком подходе обмен знаниями обычно затруднен. Дополнительной сложностью в ходе работы может стать поиск сотрудников, которые обладают определенными компетенциями, навыками и готовы поделиться знаниями с другими. Кроме того, некоторые профессиональные семинары и тренинги могут быть недоступны в формате онлайн, что затрудняет освоение нового материала без отрыва от производственных задач.