

Окончание

Тип исследований	Поисково-разведочные мероприятия	Обоснование
Геохимические	f-радиография определение уран-ториевого отношения; анализ на содержание ионов аммония, йода во флюиде	Возможные предпосылки содержания ОВ
Геомеханические	Определение механических свойств: жесткости, сопротивляемости, прочности и т. д.	Разработка способов для опробования, испытания и разработки залежей в нетрадиционных коллекторах (КФ)
Бурение	Бурение с отбором керна в интервалах 50–500 м	Изучение литологии, выявление разуплотненных зон

Литература

1. Мировая энергетика – 2050 (Белая книга) / под ред. В. В. Бушуева, В. А. Каламанова. – М. : ЭНЕРГИЯ, 2011. – 360 с.
2. Краюшкин, В. А. К проблеме небиогенной природы нефти и природного газа / В. А. Краюшкин, Н.Б. Шевченко // Геология и полезные ископаемые мирового океана. – 2018. – № 2. – С. 65–85.
3. Халимов, Ю. Э. Промышленная нефтегазоносность фундамента в гранитоидных коллекторах / Ю. Э. Халимов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – № 4. – 17 с.
4. Кошляк, В. А. Гранитоидные коллекторы нефти и газа : автореф. дис. ... д-ра геолого-минерал. наук : 25.00.12 / В. А. Кошляк ; науч.-произв. фирма «Геофизика». – Уфа, 2004. – 51 с.
5. Аналитическая записка по изучению нефтегазоперспективности пород кристаллического фундамента / РУП ПО «Белоруснефть» НГДУ «Речицанефть» ; сост. Е. Г. Паремский [и др.]. – Гомель, 2020. – 68 с.

УДК 622.24

ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН (НА ПРИМЕРЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА)

Н. В. Бочаров, В. М. Ткачев, Т. В. Атвиновская

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Представлено исследование программного обеспечения «Агрегатор цифрового бурения» на базе платформы «Унофактор» ООО НПО «СНГС» на предмет функциональности и независимой оценки возможности применения данного программного обеспечения для решения задач интерактивного управления жизненным циклом нефтяных месторождений Припятского прогиба.

Ключевые слова: бурение, информация, системы автоматизации, встроенный интеллект, цифровизация.

FEATURES OF DIGITALIZATION OF WELL DRILLING (USING THE EXAMPLE OF OIL FIELDS OF THE PRIPYAT TROUGH)

N. V. Bocharov, V. M. Tkachev, T. V. Atvinovskaya

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The paper presents a study of the software “Digital Drilling Aggregator” based on the “Unofactor” platform of LLC NPO “SNGS” for functionality and an independent assessment of the possibility of using this software to solve problems of interactive management of the life cycle of oil fields in the Pripyat Trough.

Keywords: drilling, information, automation systems, built-in intelligence, digitalization.

В настоящее время анализ процесса бурения скважин для добычи углеводородов характеризуется существенным увеличением объемов производственной информации о происходящих изменениях в условиях разработки нефтяных месторождений и их текущем состоянии. При этом на нефтепромыслах стремительно развиваются технологии контроля и управления разработкой, объективно учитывающие все основные структурные особенности месторождения и его эксплуатации [1]. С этой целью внедряются разнообразные системы автоматизации, телемеханики и компьютерных сетей, где главным фактором является наличие встроенного интеллекта [2].

Интеллектуальная система управления разработкой месторождений углеводородного сырья представляет себя систему, в которой выработка и реализация управляющих воздействий на процесс извлечения из продуктивного пласта и подготовки к транспортировке добываемой продукции (нефти, газа и другого углеводородного сырья), осуществляется с использованием элементов интеллектуальной поддержки принимаемых технологических решений и оценки возможных рисков. Различные компании таким технологиям дают свои собственные корпоративные названия, например:

- «Умное» месторождение – Smart Field (Shell);
- «Интеллектуальное» месторождение – i-field (Chevron);
- Месторождение «будущего» – Field of the future (BP);
- «Цифровое» нефтяное месторождение будущего – Digital oil field of the future.

Автоматизация и оптимизация планирования всех мероприятий позволят исключить ошибки, вызванные человеческим фактором, а моделирование процессов разработки месторождений – получить максимальный эффект от их выполнения в кратчайшие сроки. Внедрение систем контроля за затратами на транспортные и энергетические расходы даст возможность расставить приоритеты в работе с наиболее затратными объектами. В целом запуск проекта «Цифровое месторождение» значительно снизит себестоимость добываемой нефти за счет уменьшения затрат на эксплуатацию объектов и повышения эффективности выполняемых мероприятий.

Цель работы – оценить состояние и перспективы цифровизации процесса строительства скважин и добычи нефти и провести тестирование «Агрегатора цифрового бурения» на платформе «Унофактор» на скважинах Припятского прогиба.

Основными задачами внедрения интеллектуальной системы «цифровое месторождение» ставятся увеличение добычи нефти за счет внедрения инновационных технологий, повышение производительности труда геологов и технологов, снижение себестоимость добычи на месторождениях НГДУ «Речицанефть» благодаря оптимизации производственных процессов.

Буровой корпус компании с каждым годом наращивает количество горизонтальных, субгоризонтальных, многоствольных и многозабойных объектов. Усложняются их конструкции. Внедряются современные способы заканчивания новых скважин. Технология освоения Plug&Perf позволила закладывать полноценные горизонтальные скважины с протяженностью горизонтального участка более 2200 м для выработки низкопроницаемых коллекторов.

Буровой корпус компании с каждым годом наращивает количество горизонтальных, субгоризонтальных, многоствольных и многозабойных объектов. Усложняются их конструкции. Внедряются современные способы заканчивания новых скважин. Технология освоения Plug&Perf позволила закладывать полноценные горизонтальные скважины с протяженностью горизонтального участка более 2200 м для выработки низкопроницаемых коллекторов.

В общей сложности за 2023 г. проходка составила 198 890 м горных пород, построена 61 скважина, в том числе 26 горизонтальных скважин. Работы велись на Речицкой, Мармовичской, Северо-Домановичской, Вишанской и Ново-Кореневской площадях. Протяженность горизонтальных стволов в сумме составила 37 518 м.

Планируемая к внедрению информационно-аналитическая система «Планировщик бурения» должна стать инструментом, который поможет в планах построить максимально эффективный график ведения буровых работ исходя из заданных целей и имеющихся ресурсов. Внедряемая информационно-аналитическая система предполагает учет доступности буровых бригад, логистику перемещения буровых установок, а также мониторинг выполнения сроков строительства и освоения скважин, осуществление контроля за затратами на строительство скважин.

В 2022 г. в НГДУ «Речицанефть» стартовал проект «Цифровая платформа управления бурением скважин», который является частью общей стратегии цифровизации в «Белоруснефти». Идея заключается в оптимизации буровых работ благодаря интегрированному планированию всех процессов.

В 2022 г. в НГДУ «Речицанефть» создан центр геолого-технологического сопровождения бурения. Специалисты сформированной группы специалистов по геонавигации скважин прошли обучение практической геомеханике в ведущих мировых компаниях.

В 2023 г. команду геонавигаторов планируется оснастить системой онлайн-передачи данных на основе протокола WITSML.

В цехе подготовки и перекачки нефти в рамках подготовительных мероприятий, ведущихся по внедрению интегрированной системы «Цифровое месторождение» НГДУ «Речицанефть» все параметры работы оборудования – температура, давление, расход и другие – выводятся в диспетчерской на видеостену. Данные мероприятия позволяют организовать мониторинг технологических процессов установки подготовки нефти, непрерывно и комплексно получать информацию о работе оборудования в режиме реального времени. Это значительно улучшит оперативность реагирования персонала при принятии решений.

Оценка функциональности и возможности применения «Агрегатора цифрового бурения» на базе платформы «Унофактор» для решения задач интерактивного управления жизненным циклом нефтяных месторождений Припятского прогиба проводилась по данным геолого-технологических исследований (ГТИ) бурения скважины № 75 Северо-Домановичского месторождения и проекту строительства, предоставленным отделом строительства скважин БелНИПИнефть.

Бурение данной скважины велось в «Белоруснефти» в рамках программы опытно-промышленных испытаний технологии бурения с совместным вскрытием надсолевого и соленосного комплекса.

75-я Северо-Домановичская стала самой быстрой по продолжительности бурения скважиной в «Белоруснефти». На строительство этого объекта глубиной 2393 м понадобилось всего 27 суток при проектной продолжительности 44,4 суток. Скорость бурения составила 2659 м/ст. мес.

При загрузке в базу данных платформы «Унофактор» в силу низкого качества данных ГТИ, столкнулись с многочисленными проблемами. Ниже представлены некоторые из них:

1. Параметр «нагрузка на долото» на глубине 203 м отражается в отрицательных значениях – минус 13,9 т, что противоречит действительным данным.

2. Данные, поступающие со станции ГТИ, передаются через 2 секунды. Для более точного определения операций требуются входные данные с периодичностью в 1 секунду.

3. При подъеме КНБК (в некоторых случаях и на спуске) присутствует остаточное давление на входе (2,9 МПа), что сбивает алгоритм определения спуска/подъемов. На диаграмме видно, что идет СПО на вира, но операция определяется как «иное».

4. Отсутствует нумерация и мера свечей.

5. Параметр «расход на входе» местами отсутствует – нет значений (NULL).

6. При СПО присутствует много отрицательных значений параметра «нагрузка на долото» (до 55 т). Данный параметр в данном технологическом этапе должен соответствовать значению – 0.

Низкое качество данных ГТИ объясняется недостаточным контролем за их записью, так как эти данные в дальнейшем не используются для какой-либо аналитики.

В настоящее время на скважинах белорусских месторождений на станции ГТИ работают геолог, описывающий буровой шлам, и геофизик, который управляет оборудованием для газового каротажа. Для записи всех параметров ГТИ и ННБ необходима дополнительная отладка оборудования и вызов супервайзера и сотрудника КИПа.

Таким образом, изучив возможности информационной системы Агрегатор цифрового бурения на базе платформы «Унофактор» и проведя тестовую апробацию на предоставленных БелНИПИнефть данных ГТИ и ГТН бурения скважины № 75 Северо-Домановичского месторождения, авторами работы сделан вывод о возможности адаптировать данный программный продукт на скважинном фонде РУП «ПО Белоруснефть». При этом выработаны следующие рекомендации: для реализации всех возможностей тестируемого программного продукта необходимо в РУП «ПО Белоруснефть» разрабатывать более детальную программу бурения скважин; для записи корректных данных ГТИ и ННБ для Агрегатора цифрового бурения необходимы коренные изменения в работе станций ГТИ на скважинах белорусских месторождений, а при отсутствии такой возможности на начальном этапе, предпринять попытку программной корректировки данных; ввиду увеличения бурения количества и протяженности горизонтальных стволов с последующим освоением многостадийным ГРП по технологии Plug&Perf целесообразно рассмотреть возможность доработки тестируемого ПО для контроля и формирования отчетов по данной технологии.

Литература

1. Березина, А. А. Целесообразность перехода к концепции интеллектуального месторождения в условиях современных проблем нефтегазодобывающего комплекса / А. А. Березина // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2015. – № 2. – С. 42–46.
2. Воробьев, А. Е. Цифровизация нефтяной промышленности: «интеллектуальный» нефтепромисел / А. Е. Воробьев, Тчаро Хоноре, К. А. Воробьев // Вестн. евраз. науки. – 2018. – № 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-neftyanoj-promyshlennosti-intellektualnyy-neftepromysel>. – Дата доступа: 16.10.2023.