

Грузоподъемность ПНУ G_s определяется по выражению приведенному ниже:

$$G_s(S) = p_c \cdot \eta \frac{SS}{I_s(S)}$$

где p_c – максимальное давление в гидроцилиндрах ПНУ; η – общий КПД ПНУ; SS – площадь поршней двух гидроцилиндров.

Из этого следует, что характеристика грузоподъемности обратно пропорциональна передаточному числу МН, что проиллюстрировано на рис. 3.

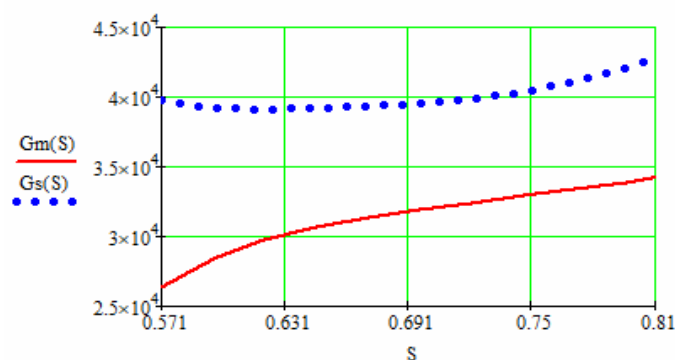


Рис. 3. График зависимости приведенной нагрузки, кН, от обобщенной координаты

Представленная на рис. 3 характеристика грузоподъемности на оси подвеса (сплошная красная линия) нужна для сравнения ПНУ различных универсальных средств.

Таким образом, используя процедуры геометрического и кинематического анализа ПНУ, мы имеем возможность рассчитывать грузоподъемность не только СЭУ-350, но и других мобильных энергетических средств.

Литература

1. Попов, В. Б. Расчет грузоподъемности подъемно-навесного устройства универсального энергетического средства третьего поколения / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2012. – № 3. – С. 43–48.
2. Попов, В. Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2000. – № 2. – С. 25–29.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Н. О. Капинский

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

Научный руководитель П. П. Повжик

Приведены описания скважин Припятского прогиба с горизонтальным окончанием, проанализированы технология наклонно-горизонтального бурения и многостадийного

разрыва пласта как наиболее успешно внедряемые на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами углеводородов.

Ключевые слова: наклонно-направленное бурение, Припятский прогиб, боковой ствол, гидравлический разрыв пласта.

С началом разработки в Республике Беларусь нефтяных месторождений стоял вопрос о совершенствовании технологии строительства скважин для более эффективного извлечения углеводородов из продуктивных горизонтов. Наиболее перспективными в этом направлении являются скважины с большим отходом от вертикали. В настоящее время подавляющая часть нефтяных месторождений Республики Беларусь находится на последней стадии разработки. В связи с этим для удержания ежегодного объема добычи поставлена задача поиска, разведки и разработки залежей нефти не только в традиционных коллекторах, но и в ультранизкопроницаемых плотных трещиноватых карбонатных отложениях нетрадиционных коллекторов [1]. К нетрадиционным коллекторам в Республике Беларусь относятся межсолевые плотные ультранизкопроницаемые карбонатные отложения верхнего девона, и прежде всего отложения I–III пачки петриковско-елецкого горизонта межсолевых отложений. На территории Республики Беларусь в пределах Припятского прогиба данные отложения наиболее перспективны на Речицком нефтяном месторождении. ERD (скважины с большим отходом от вертикали) – принято считать такие скважины, у которых отход от вертикали превышает в два раза глубину по вертикали.

Цель работы – краткий обзор промыслового применения на скважинах с большим отходом от вертикали Припятского прогиба технологий горизонтального наклонно-направленного бурения и гидроразрыва пласта.

Существует международный учет скважин ERD. С 1990 года базу данных вела компания Бритиш Петролиум (BP), с 2018 г. – организация IADC. Наиболее распространена классификация сложности скважин по соотношению отхода по вертикали к глубине по вертикали компании K&M Technology Group. Согласно данной классификации, скважина с горизонтальным окончанием 4000–5000 м на Речицкой площади попадает под категорию высокой сложности. Для оценки возможности проводки данных скважин были приняты условия: траектория скважины была основана на 426gРечицкая с удлиненным горизонтальным окончанием до 4000 м, что соответствует 6110 м по стволу. Конструкция скважины из мирового опыта строительства скважин ERD включает кондуктор, техническую колонну 324 мм, техническую колонну 245 мм в кровлю межсолевой толщи и эксплуатационную колонну 140 мм.

Наклонно-направленная скважина с углом искривления ствола 800 и выше называется горизонтальной. Горизонтальная часть ствола вскрывает продуктивный пласт вдоль и остается необсаженной. Длина горизонтального участка равна одному долблению. По радиусам кривизны стволов различают три типа профиля горизонтальных скважин: большой радиус (более 300 м); средний радиус (100–300 м); малый радиус (менее 10–60 м).

Горизонтальные с большим радиусом могут быть реализованы при кустовом способе бурения с большими отходами и при длине горизонтального участка в 1000 м и более. При этом используется стандартная техника и технология наклонно направленного бурения, позволяющая получать интенсивность искривления до 2,0–2,5 /10 м. Горизонтальные скважины с малым радиусом успешно используются при разбуривании месторождений, находящихся на поздней стадии эксплуатации, а также при бурении вторых стволов из ранее пробуренных скважин. Для этого вырезают окно

либо пользуются фрезерным участком обсадной колонны в 8–10 м. В этих условиях насосное оборудование помещают в основном стволе, причем желательно, чтобы значение зенитного угла на участке его установки и выше не превышало 200. Интенсивность искривления таких стволов может быть 1–200 на 1 м при радиусах 10–30 м, а длина горизонтального участка до 90–150 м. Если бурение по большому радиусу не требует специального оборудования, то проводка стволов со средним и коротким радиусом может быть осуществлена только с применением специальных буровых труб и укороченных и коротких забойных двигателей, которые позволяют искривлять стволы с радиусом кривизны 25–50 м (вместо 250 м и более). Проектирование горизонтальной скважины начинают с определения протяженности, формы и направления горизонтального участка [2]. Эти параметры зависят от степени неоднородности продуктивного пласта, его толщины, литологии, твердости и устойчивости, угла падения пласта, т.е. от геологической характеристики пласта.

В настоящее время состояние нефтяной отрасли характеризуется вступлением все большего числа крупных и уникальных месторождений в позднюю и завершающую стадии разработки, что приводит к значительному снижению добычи нефти и росту обводненности продукции. На фоне постепенного падения уровней добычи нефти основные перспективы на зрелых месторождениях Припятского прогиба (рис. 1) во многом связаны с вовлечением в активную разработку низкопроницаемых коллекторов с трудноизвлекаемыми запасами нефти (ТРИЗ).

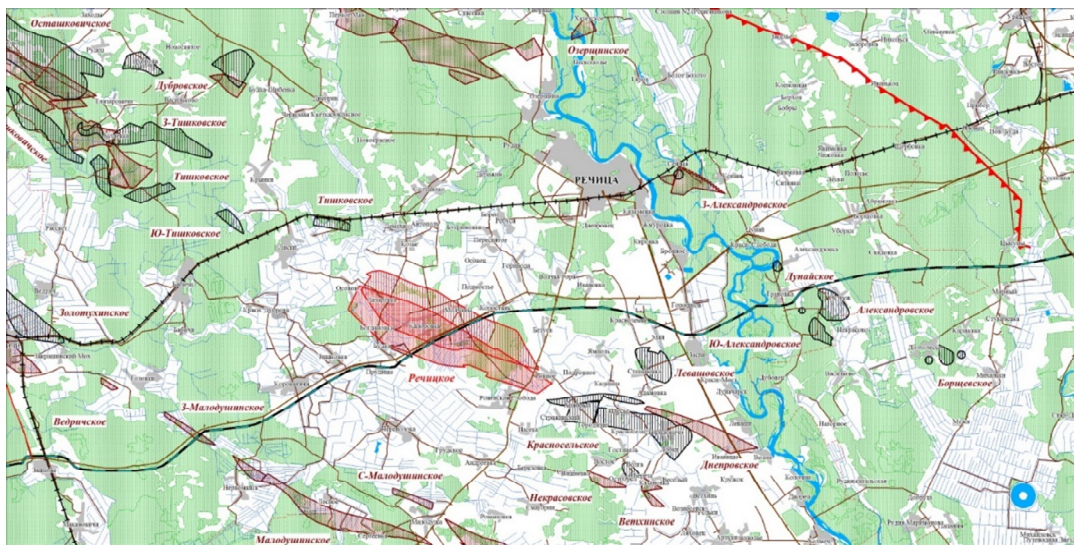


Рис. 1. Схема размещений нефтяных месторождений, расположенных на Припятском прогибе

Одной из наиболее критических технологий является гидроразрыв пласта (ГРП), включающий программное обеспечение моделирования, пропант, флот ГРП (рис. 2) и др. Учитывая современные тенденции в нефтегазовой отрасли Республики Беларусь, одной из наиболее актуальных задач является изучение опыта применения горизонтальных скважин с многостадийным ГРП (МГРП) [3]. Бурение горизонтальных скважин повышает требования к техническому оснащению буровых установок, что связано с увеличением нагрузок на колонну в процессе бурения горизонтальной части ствола скважины.



Рис. 2. Флот гидроразрыва пласта

Повышенные требования и увеличение времени бурения скважины приводит к росту стоимости скважин, наряду с увеличением рисков потери устойчивости ствола и снижения эффективности проходки по коллектору (в случае «потери» продуктивного пласта). Стоимость бурения скважины довольно часто линейно зависит от общей длины, которая ограничена возможностями буровой установки. В процессе разработки горизонтальные скважины менее управляемы: узкий круг возможных геолого-технических мероприятий и исследований, что в большей степени, связано с высокой стоимостью работ. При разработке горизонтальными скважинами с МГРП возникают риски соединения трещин между добывающими и нагнетательными скважинами (авто-ГРП).

В данный момент технология горизонтального бурения и многостадийного ГРП успешно применяется на месторождениях Припятского прогиба. Данные технологии показали свою эффективность на скважинах, которые ранее считались неперспективными. Технологии горизонтального бурения и многостадийного гидроразрыва пласта и далее будут модернизироваться, чтобы повысить их эффективность.

Литература

1. Повжик П. П. Прогноз продуктивности межселевых и подселевых карбонатных коллекторов нефтяных месторождений Припятского прогиба с целью применения эффективной технологии бурения и освоения скважин / П. П. Повжик, С. Н. Кадол // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 3. – С. 47–51.
2. Демяненко, Н. А. Технологии интенсификации добычи нефти. Перспективы и направления развития / Н. А. Демяненко, П. П. Повжик, Д. В. Ткачев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – 288 с.
3. Мироненко, К. В. Текущий статус и перспективы развития технологии ГРП в Республике Беларусь / К. В. Мироненко // Нефтяник Полесья. – 2022. – № 2 (42). – С. 88–97.