В качестве исходного материала для оценки деформаций земной поверхности возможно использовать вертикальные геологические разрезы и структурные карты по каждому продуктивному пласту, сводный геолого-геофизический разрез, стратиграфическую колонку, данные о физико-механических свойствах горных пород, данные геодинамических исследований. Основным методом интерпретации геодинамических наблюдений является решение обратных задач – установление глубинного источника аномальных движений по данным измерений на земной поверхности.

В результате интерпретации динамических исследований зоны Речицкого разлома установлено, что по морфологии построенные по полевым данным кривые похожи и представляют собой локальные изгибы вниз земной поверхности. Максимумы кривых соответствуют проекции разломов на земную поверхность. Сложность кривой вертикальных смещений соответствует сложности тектонического строения локальной зоны.

Аномалии выявляются только в разломных зонах широтной и квазиширотной ориентации, в зонах разломов квазимеридиональной ориентировки они отсутствуют [1].

Определение деформаций земной поверхности при добыче нефти вызвано необходимостью предотвращения риска функционирования технических сооружений государственного значения.

Литература

1. Кузьмин, Ю. О. Актуальные проблемы идентификации результатов наблюдений в современной геодинамике / Ю. О. Кузьмин // Физика Земли. – 2014. – № 5. – С. 51–64.

УДК 662.276

ОПТИМИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОФИЛЕЙ СКВАЖИН С ПРОТЯЖЕННЫМ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ОКОНЧАНИЕМ

Д. И. Байковский

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

А. М. Жуковский, Р. Е. Гутман

БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», г. Гомель

Учитывая значительное увеличение объемов горизонтального бурения и существенную стоимость строительства скважин с протяженным горизонтальным окончанием, а также текущую технико-технологическую оснащенность и экономически эффективные методы и технологии освоения, необходима разработка нового подхода к проектированию профилей таких скважин для каждого конкретного месторождения и поставленных задач. Это позволит выбрать наиболее оптимальные параметры траектории и как следствие – обеспечить наиболее эффективную геометрию ствола скважины. Выделено, что такая геометрия в отличие от типовых траекторий дает возможность уменьшить силы сопротивления, оптимизирует процесс бурения, сократит риски возникновения технологических проблем, улучшит показатели разработки горизонтальных скважин и в целом создаст положительный экономический эффект.

Ключевые слова: трудноизвлекаемые запасы, горизонтальное бурение, новый подход, проектирование профилей, траектория.

OPTIMIZED APPROACH TO DESIGNING WELL PROFILES WITH AN EXTENDED HORIZONTAL END

D. I. Baikovsky

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

A. M. Zhukovsky, R. E. Gutman

BelNIPIneft RUF "Production Association "Belorusneft", Gomel

Considering the significant increase in horizontal drilling volumes and the significant cost of constructing such wells, as well as the current technical and technological equipment and cost-effective methods and technologies for development, it is necessary to develop a new approach to designing well profiles with an extended horizontal end, for each specific field and the tasks set, allowing you to select the most optimal trajectory parameters and, as a result, ensure the most effective wellbore geometry. Such geometry, in contrast to typical trajectories, will reduce resistance forces, optimize the drilling process, reduce the risks of technological problems, improve the development indicators of horizontal wells and, in general, provide a positive economic effect.

Keywords: hard-to-recover reserves, horizontal drilling, design of profiles, trajectory.

К траекториям скважин с протяженным горизонтальным окончанием (ПГО) предъявляются определенные требования и ограничения. Как считают авторы, конфигурация плановой траектории скважин с ПГО должна не только удовлетворять всем этим требованиям и ограничениям, но и обеспечивать наикратчайший путь в первую проектную точку. К основным параметрам, определяющим конфигурацию траектории, можно отнести: глубину отклонения от вертикали, интенсивность набора и значение предельных зенитных углов (ЗУ) ствола скважины в интервале установки и работы внутрискважинного оборудования. Авторами выделены два параметра в траектории, где изменение установленных пределов и ограничений позволит оптимизировать типовой профиль скважин с ПГО и, как следствие, увеличит эффективность таких скважин, – это глубина отклонения от вертикали и предельные ЗУ по надсолевым отложениям. На текущий момент времени в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» при проектировании профилей горизонтальных скважин отклонение от вертикали по надсолевой толще используется в исключительных случаях, а предел ЗУ по этим отложениям установлен в 15°.

Цель работы – оптимизация плановой траектории скважин с ПГО для повышения рентабельности разработки трудноизвлекаемых запасов (ТриЗ) елецко-петриковского возраста на месторождениях Припятского прогиба.

Методология. Для определения граничной глубины отклонения от вертикали и предельного ЗУ по надсолевым отложениям проведен ряд методологических и аналитических исследований на основе реализации следующих основных этапов:

- геомеханическое моделирование;
- анализ результатов бурения скважин Речицкого месторождения нефти;
- анализ сил сопротивления возникающий при движении гибкой насосно-компрессорной трубы (ГНКТ) и компоновки низа буровой колонны (КНБК) с винтовым забойным двигателем (ВЗД) в скважине при помощи специализированного программного обеспечения;
- влияние параметров траектории на динамику изменения осевой нагрузки;
- разработка проектных профилей скважин с протяженным горизонтальным окончанием и оптимальными параметрами траектории, обеспечивающих уменьшение сил сопротивления движению КНБК и ГНКТ.

Критерии новизны. По результатам выполнения работы для Речицкого нефтяного месторождения были определены:

1. Новые предельные ЗУ при направленном бурении по надсолевым отложениям с учетом азимута бурения и установившихся параметров бурового раствора, применяемого при бурении надсолевой толщи. Предел в 30° может быть достигнут в I–III четверти (по направлению минимального горизонтального напряжения), а 20° – II–IV четверти;

2. Граничная глубина отклонения от вертикали – в 400 м.

С учетом соляно-купольной тектоники Речицкого месторождения и в зависимости от технологической и экономической эффективности включения набора зенитного угла по надсолевым отложениям, а также на основании новых ограничений предложен комплексный подход для проектирования профилей скважин с протяженным горизонтальным окончанием. Такой подход позволяет определять эффективность отклонения от вертикали в надсолевых отложениях и производить выбор наиболее оптимальных параметров траектории для этих отложений.

Практическая ценность. В отличие от текущего подхода к проектированию профилей скважин с ПГО при оптимизированном подходе (с учетом обновленных требований и ограничений по предельному зенитному углу для надсолевых отложений и граничной глубины отклонения от вертикали) мы получим ряд положительных эффектов, которые позволят увеличить рентабельность разработки ТриЗ, сосредоточенных в нетрадиционных низкопроницаемых коллекторах елецко-петриковского возраста:

1. Меньшую силу сопротивления, что, в свою очередь, обеспечит увеличение глубины бурения КНБК с ВЗД нагрузкой 120 кН и увеличение глубины продвижений ГНКТ.

2. Сокращение общей протяженности скважины при такой же эффективной длине, либо увеличение эффективной длины при такой же общей протяженности.

3. В частных случаях – сокращение интервальности траектории.

4. Предпочтительный азимут бурения для надсолевых отложений с точки зрения стабильности и устойчивости стенок скважины.

5. Более уверенное разведение стволов на малых глубинах при эшелонном бурении.

6. Четкие критерии включения набора угловых параметров по надсолевой толще.

7. Алгоритм определения наиболее эффективного зенитного угла для надсолевых отложений.

В настоящее время предлагаемый подход использовался при проектировании проектных профилей скважин с ПГО на I–III пачках Речицкого месторождения (скважины № 477, 478, 479, 711).

Авторы выражают благодарность сотрудникам отдела строительства скважин (ОСС) БелНИПИнефть за выполнение расчетов по оценке возможности строительства скважины, а также сотрудникам цеха по повышению нефтеотдачи пластов (ПНП) Управления по повышению нефтеотдачи пластов и ремонту скважин (УПНПиРС) за выполнение расчетов по доведению необходимой осевой нагрузки на разрушающий инструмент ГНКТ $\varnothing 50,8 \times 4$ мм в 3 кН для фрезерования последней композитной пакер-пробки, спускаемой в скважину при освоении МГРП по технологии Plug&Perf в обсадную колонну $\varnothing 140$ мм.