

Опыт применения динамического моделирования потока в OLGA для анализа проблем эксплуатации морского мультифазного трубопровода

Данил Лебский,
 технический руководитель группы, Шлюмберже

Еще в 70-х годах XX века в связи с началом масштабного освоения шельфовых месторождений сформировалась отдельная инженерная дисциплина «Обеспечение стабильности потока» («Flow Assurance»). В сегодняшнем понимании данная дисциплина включает набор различных инструментов по предотвращению проблем с добычей и транспортом углеводородов. Инженеры расчетным путем обосновывают, а затем внедряют следующие методы обеспечения стабильности потока: регулирование термобарических условий транспорта, разработка регламентов безопасной эксплуатации объектов добычи и транспорта, закачка химических реагентов, использование дополнительного оборудования (депульсаторы, регуляторы расхода и др.).

Применение любых из этих методов требует тщательного моделирования влияния технических решений на процессы, происходящие в системе добычи и транспорта. Для этого у инженеров по обеспечению стабильности потока есть набор симуляторов и лабораторных стендов. Основными инструментами для решения задач стабильности потока во всех нефтегазодобывающих компаниях и проектных институтах являются либо средства для стационарных гидравлических расчетов (например, PIPESIM*), либо система динамического моделирования мультифазных потоков OLGA*. Выбор системы моделирования зависит от предполагаемых проблем при добыче и транспорте.

Ниже рассмотрен пример, как моделирование в OLGA* позволяет проверить проектное решение для подводной системы транспорта и выявить потенциальные риски для стабильности потока.

В работе был рассмотрен транспорт мультифазной смеси (нефть+газ+вода+парафин) по подводному трубопроводу про-

тяженностью около 8 км. Помимо проведения стандартного гидравлического расчета (расчет перепада давления, температуры, скорости фаз при заданном диаметре) требовалось проверить систему на возможность пробкообразования, выпадения парафинов и гидратов.

Результаты моделирования показали, что при данных свойствах транспортируемого флюида система при прогнозируемых расходах добываемой продукции будет находиться в пробковом режиме. Для более стабильной эксплуатации дальнейшего оборудования по подготовке продукции необходима установка депульсатора, объем которого определен расчетом по максимальным пульсациям расхода жидкости.

По графику видно, что расход жидкости (красная линия) постоянно падает до 0 и остается таким в течение 8 минут. Это значит, что в течение 8 минут в райзере (морской стояк, соединяющий подводный трубопровод с оборудованием на платформе) копится жидкостная пробка, которая затем выносится на сепаратор. Одновременно прекращается и поступление газа на приемное оборудование (черная линия). Во время накопления жидкости в райзере ее температура (синяя линия на графике) зимой падает до 27°C при наличии теплоизоляции всей системы. При температуре помутнения нефти 43°C это приведет к отложению парафина на стенке райзера. Также подобный режим негативно сказывается на работе сепарационного и насосного оборудования. При выносе жидкостной пробки накопившимся за ней газом скорость жидкости достигает 8 м/с, что может вызвать гидроудар.

Стандартный стационарный расчет при этом показывает усредненные значения, которые говорят о приемлемом режиме транспорта смеси. Так, например, стационарный профиль тем-

пературы прогнозирует ее в конце трубы как раз на уровне, равном 43°C. Только динамический анализ работоспособности трубопровода показывает риск нанесения вреда приемному оборудованию и риск блокировки трубы отложениями АСПО. Таким образом, по результатам динамического моделирования был сделан вывод о высоких рисках эксплуатации системы при малых расходах, а также о необходимости установки электроподогрева и лучшей теплоизоляции райзеров и обвязки оборудования на платформе.

* Марка Шлюмберже

Рисунок 1.
 Динамика пульсаций температуры, расходов жидкости и газа на выходе трубопровода на минимальный расход

