

Шарипов Т.Р.,
руководитель отдела нефтегазовых технологий
АНО ВО «Университет Иннополис», Россия, г.Уфа.
E-mail: SharipovTR@gmail.com

К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ ТИПА «SEVERE SLUGGING» В ПОДЪЕМНИКАХ МОРСКИХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Аннотация: В большинстве математических моделей анализа и управления пульсациями давления типа «severe slugging» морских нефтяных скважин конструкции «шельфовая скважина-трубопровод-райзер» рассматриваются газожидкостные потоки без учета разгазирования нефти – как процесс накопления газа внизу райзера и его периодический прорыв вверх в виде газовой пробки. Закрытие штуцера райзера создает противодавление, стабилизирующее пульсирующий режим, тогда как открытие вызывает пульсации, снижая безопасность и рентабельность добычи. В работе исследуется разгазирование нефти в подъемниках скважин на суше, шельфе и море как фактор, способствующий возникновению пульсационных режимов.

Ключевые слова: морские нефтяные скважины, пульсации давления, severe slugging, моделирование.

ON THE MODELING OF PRESSURE PULSATIONS OF THE “SEVERE SLUGGING” TYPE IN RISERS OF OFFSHORE OIL WELLS

T.R. Sharipov
Head of Oil and Gas Technologies Department,
Innopolis University, Russia, Ufa.
E-mail: SharipovTR@gmail.com

Abstract: Most mathematical models for analyzing and managing severe slugging pressure pulsations in offshore oil wells with offshore well-pipeline-riser designs consider gas-liquid flows without considering oil degassing – a process of gas accumulation at the bottom of the riser and its periodic upward breakthrough, forming a gas lock. Closing the riser choke creates backpressure, stabilizing the pulsating regime, while opening it causes pulsations, reducing production safety and profitability. This paper examines oil degassing in well lifts on land, offshore, and offshore as a factor contributing to the occurrence of pulsating regimes.

Keywords: oil wells, pressure pulsations, severe slugging, modeling.

Гидродинамическое описание многофазных потоков в скважинах является основой для проектирования и оптимизации различных технологических режимов эксплуатации систем добычи. Особое значение для обеспечения безопасной и рентабельной добычи нефти имеют прогнозирование и предотвращение нежелательных событий. Одним из восьми таких событий, введенных в классификации [1], является «Severe slugging» («сильное пробкование»¹, далее SS) [2, 3] при эксплуатации морских подъемников (райзеров) на шельфовых и глубоководных месторождениях. Данный неустойчивый режим течения характеризуется циклическими изменениями давления и расходов при определенных соотношениях скоростей жидкости и газа, преимущественно в условиях пробкового режима течения.

Технологическая особенность морских нефтяных скважин состоит в наличии протяжённого горизонтального или с небольшим наклоном подводного трубопровода (до тысяч метров в длину), который собирает многофазную продукцию одновременно от нескольких скважин, пробуренных непосредственно в шельфе (шельфовые скважины). Трубопровод соединяется с райзером, представляющим собой вертикальный подъемник, обеспечивающую доставку продукции шельфовых скважин на поверхность подводного добычного комплекса.

Большинство исследований, посвященных математическим моделям анализа и управления неустойчивыми режимами типа SS в нефтяных скважинах, сосредоточены на газожидкостных потоках без учета влияния процессов разгазирования нефти. Более того, анализ процессов в подъемниках отдельно не выделяется – вместо этого внимание исследователей уделяется системе трубопровод-райзер в целом, что объясняет преобладание в литературе описаний механизмов, относящихся к пробковому режиму течения и прорыву газа из трубопровода в райзер.

В данной работе рассматриваются процессы разгазирования нефти как фактор, способствующий возникновению пульсационных режимов в вертикальных или наклонно-направленных подъемниках (шельфовые скважины, райзеры). Цель исследований заключается в описании механизмов, приводящих к процессам типа SS, а также в разработке и адаптации соответствующих математических моделей [4, 5] для условий эксплуатации с отсутствием искусственных источников колебаний – при добыче с постоянной частотой электроцентробежного насоса или при фонтанном способе добычи.

¹ В русскоязычных публикациях термин «Severe slugging» ранее не встречался и его перевод является интерпретацией авторов

Литература

1. Vargas R.E.V., Munaro C.J., Ciarelli P.M. [и др.] A realistic and public dataset with rare undesirable real events in oil wells // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2019. Vol. 181. P. 106223. DOI: 10.1016/j.petrol.2019.106223. – Текст : непосредственный.
2. Alameedy U., Al-Sarkhi A., Abdul-Majeed G. Comprehensive review of severe slugging phenomena and innovative mitigation techniques in oil and gas systems // *Chemical Engineering Research and Design*. 2025. Vol. 213. P. 78–94. DOI: 10.1016/j.cherd.2024.11.034. – Текст : непосредственный.
3. Chen S., Zeng L., Zhang Z., Xiaocong Y. Progress and outlook on severe slugging mitigation techniques for offshore hydrocarbon production: A systematic review // *Geoenergy Science and Engineering*. 2025. Vol. 246. P. 213546. DOI: 10.1016/j.geoen.2024.213546. – Текст : непосредственный.
4. Шарипов Т.Р. Имитационная модель неустойчивых режимов течения в НКТ при разгазировании нефти // *Золотухинские чтения. Нефть, газ и энергетика в Арктическом регионе: материалы III Международной научно-практической конференции (16–18 апреля 2025 г.)*. – Текст : непосредственный.
5. Holmes J.A. Application of a Multisegment Well Model to Simulate Flow in Advanced Wells // *SPE Journal*. 1998. Vol. 22. P. 1570–1584. DOI: 10.2118/186105-PA. – Текст : непосредственный.