

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОРУЖНОГО ВИНТОВОГО НАСОСА ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Кудачинова К.В.

Научный руководитель - профессор Л.А. Саруев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время погружные винтовые насосы широко используются для подъема жидкостей с глубины 2000 м и глубже в нефтяных и газовых скважинах. Внутренний элемент сконструирован таким образом, чтобы всегда находиться в контакте с внешним элементом. Число заходов статора на одну больше чем ротора [1]. Движение, приводящее к образованию “замкнутых полостей”, достигается перемещением объема без деформации в спиральном движении вдоль внешнего элемента при вращении ротора. Поперечные сечения элементов состоят из парных профилей, достигаемых комбинацией эпициклоидов и гипоциклоидов, образующие круги которых имеют диаметр той же длины, что и продольная ось двух винтовых элементов.

Таблица 1

Геометрические параметры погружного винтового насоса

Интерференция между ротором и статором (мм)	-0.37
Диаметр ротора (мм)	39.878
Эксцентриситет (мм)	4.039
Шаг статора (мм)	119.99

На рис. 1 показаны профили скоростей и распределение давления для двумерной закрученной (винтовой) модели, предполагающей, что жидкость является ньютоновской и имеет вязкость 133 сПз, с осевой скоростью 30 см/с. Перепад давления между входным и выходным отверстиями равен нулю. На рис. 1 показано, что движущийся ротор вытесняет всю жидкость внутри насоса без увеличения давления. Этот результат показал, что насос работает аналогично относительно движению параллельных пластин, создавая поток Куэтта. Жидкость перемещается в осевом направлении без увеличения давления, как и все объемные насосы. Увеличение давления в выпускном отверстии приводит к миграции жидкости из этой зоны в полость, открытую для выпуска. Эта миграция жидкости вызывает повышение давления в открытой полости, демонстрируя, что насос реагирует на давление, а не генерирует его. Затем ротор должен выталкивать жидкость до тех пор, пока она не будет вытеснена [4].

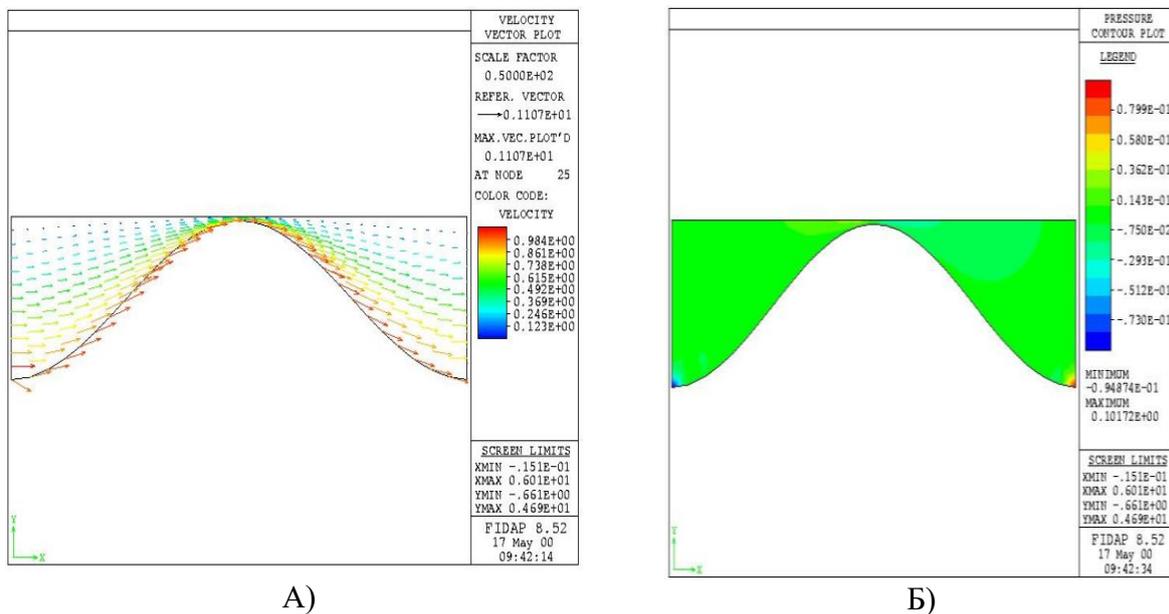


Рис. 1 Результаты моделирования 2D-винтовой модели. Тангенциальная скорость 30 см/с, вязкость жидкости 133сПз и нулевое давление нагнетания: А) распределение вектора скорости, Б) распределение давления [3].

На рис. 2 показаны результаты моделирования погружного винтового насоса с зазором для жидкости с вязкостью 133 сПз. Показано, что максимальная скорость жидкости достигается на большей части площади поперечного сечения полости.

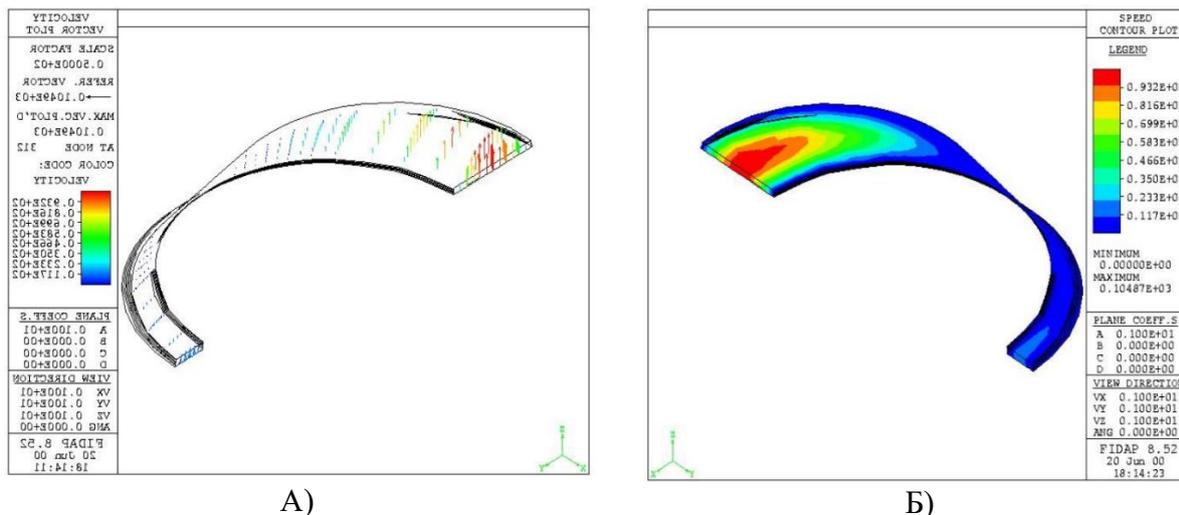


Рис. 2 Результаты моделирования течения с зазором. Модель скольжение жидкости в погружном винтовом насосе: А) распределение вектора скорости, Б) контуры скорости для той же области [3].

Моделирование течения жидкости показало, что поток уменьшается с большим перепадом давления через насос из-за обратного потока при более высокой разности давлений. Такое линейное снижение расхода не наблюдалось для жидкостей с низкой вязкостью. Рисунок 3 иллюстрирует эту нелинейность в случае жидкостей с низкой вязкостью. Увеличение вязкости также приводило к увеличению расхода [2].

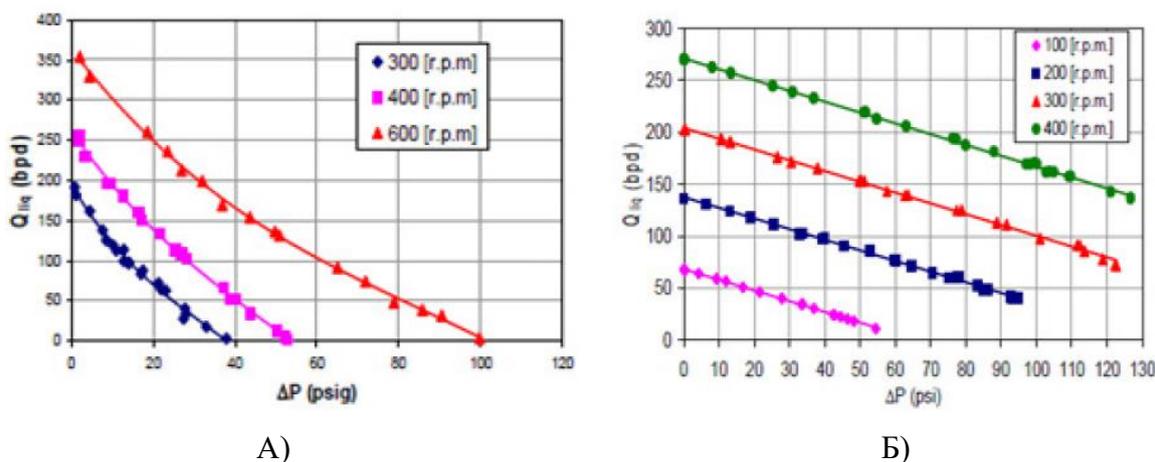


Рис. 3 Кривые расхода и давления. А) 1сПз; Б) 42 сПз [3].

Основными проблемами пользования погружным винтовым насосом будут скорость потока, эффективность и среднее время наработки на отказ. Отказ насоса в основном определяется отказом эластомерного статора, который имеет свойство разбухать в следствие высоких температур. Другими возможными причинами отказа могут быть износ уплотнений, выход из строя подшипников и высокое давление нагнетания [5].

Литература

1. Балденко Д.Ф. Одновинтовые Гидравлические машины [Тест] / Д.Ф. Балденко, Ф.Д. Балденко, А.Н. Гноевых. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2005. – Т. 1. Одновинтовые насосы. – 488 с.
2. Сызранцева К.В. Компьютерный анализ нагруженности и деформативности элементов нефтегазового оборудования. – М.: ТюмГНГУ, 2009. – 124 с.
3. Shankar, B. Narayanan. Fluid dynamic and performance behavior of multiphase progressive cavity pumps [Text] / Shankar, B. Narayanan / National Institute of Technology Karnataka. – 2012. – P. 15–27.
4. Рязанцев В.М. Роторно-вращательные насосы с циклоидальными зацеплениями. – М.: Машиностроение, 2005, 345 с.
5. Валовский В. М. Винтовые насосы для добычи нефти: учебное пособие. – М. «Нефтяное хозяйство», 2012, – 248 с.