

УДК 532.546

ХУСАИНОВА Г.Я., СФ БГУ
Стерлитамак

К ЗАДАЧЕ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БАРАБАННОГО НЕФТЕСБОРЩИКА

К настоящему времени один из основных методов технологического сбора нефтяных пятен с поверхности водоемов и рек основан на явлении увлечения пленок вращающимся барабаном. Многие аспекты процесса увлечения жидкостей с различной реологией движущейся поверхностью изучено в [1]. В [2] рассмотрено движение пленки по поверхности пористого тела произвольной формы при наличии фильтрации.

В работе [3] разработана теория барабанного нефтесборщика с постоянным радиусом.

Настоящая работа посвящена некоторым особенностям течения в процессе разделения пленки нефти от воды с помощью вращающегося цилиндра, поверхность которого хорошо смачивается с жидкостью в пленке и имеет разные формы рифлености. Рифленость приводит к увеличению смачивающей "живой" поверхности, что, в свою очередь, должен привести к увеличению производительности нефтесборщика.

В работе [4] подробно рассмотрены и получены аналитические выражения для вычисления производительности для трех видов поверхности барабана с периодической рифленостью с характерным масштабом l и образующая линия имеет: 1) вид синусоида; 2) пилообразный вид; 3) П – образные выступы.

Целью данной работы является: на основе аналитических выражений, полученных в [4], проводить численный эксперимент и анализировать результаты.

В общем случае производительность барабана вычисляется по формуле [4]:

$$M^* = \frac{2}{3} L \sqrt{\frac{\omega^3 R_0^3 \mu}{\rho g \cos \varphi_0}} \chi \quad (1)$$

где параметр χ отвечает влияние рифлености на эффективность барабана.

В частности, параметр χ для барабана, образующая линия которого имеет вид синусоида вычисляется по формуле:

$$\chi = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sqrt{(1 - \varepsilon \sin \varphi)^3 \left(1 + \left(\frac{2\pi \varepsilon R_0 N}{L}\right)^2\right)} d\varphi, \quad (2)$$

где $\varphi = \frac{2\pi z}{l}$, $\varepsilon = \frac{\Delta R}{R_0}$.

В случае второго типа барабана, когда образующая линия имеет пилообразный вид, зависимость радиуса барабана от осевой координаты для одного элемента можно записать в виде:

$$\begin{aligned} R &= R_0 + \Delta R \left(\frac{4z}{l} \right) && \text{при } 0 \leq z \leq \frac{l}{4}, \\ R &= R_0 + \Delta R \left(2 - \frac{4z}{l} \right) && \text{при } \frac{l}{4} \leq z \leq \frac{3l}{4}, \\ R &= R_0 + \Delta R \left(\frac{4z}{l} - 4 \right) && \text{при } \frac{3l}{4} \leq z \leq l. \end{aligned} \quad (3)$$

Тогда для барабана, содержащего N таких «зубчиков», параметр χ имеет вид:

$$\chi = \int_0^l \sqrt{(1 + \varepsilon(2Z - 1))^3 \left(1 + \left(\frac{4\varepsilon R_0 N}{L}\right)^2\right)} dZ, \quad (4)$$

где $Z = \frac{z}{l}$.

Для третьего типа барабана с П – образными выступами расход, приходящий на один элемент рифленой поверхности, состоит из трех составляющих:

1) расход, приходящийся к участку с радиусом, $R = R_0 + \Delta R$ и с протяженностью выступа $l_{(+)}$ обозначим $m_{(+)}$;

2) расход, соответствующий к участку с радиусом $R = R_0 - \Delta R$ и с протяженностью выступа $l_{(-)}$ обозначим $m_{(-)}$;

3) расход, приходящий на боковую поверхность выступа, обозначим $m_{(-)}^{(+)}$.

Тогда, для барабана с N такими элементами коэффициент, отвечающий за производительность вычисляется по формуле :

$$\chi = \left(\frac{L_{(-)}}{L} \sqrt{(1 - \varepsilon_{(-)})^3} + \left(1 - \frac{L_{(-)}}{L}\right) \sqrt{(1 - \varepsilon_{(+)})^3} + \frac{2NR_0}{L} (\varepsilon_{(-)} + \varepsilon_{(+)}) \right) \quad (5)$$

На основе полученных аналитических выражений для безразмерного параметра, определяющего эффективность рифленой поверхности барабана, проведен численный эксперимент.

На рисунке 1 представлены результаты зависимости χ от параметра ε , который определяет размеры выступы для синусоидальной рифлености.

Числа на кривых 1, 2, 3, 4 соответствуют количеству элементов $N=5, 10, 20, 30$.

Для геометрических параметрах барабана приняты следующие значения: $L=2\text{ м}$, $R=0,2\text{ м}$, $\omega=3,14\text{ с}^{-1}$, $\varphi_0=\frac{\pi}{4}$.

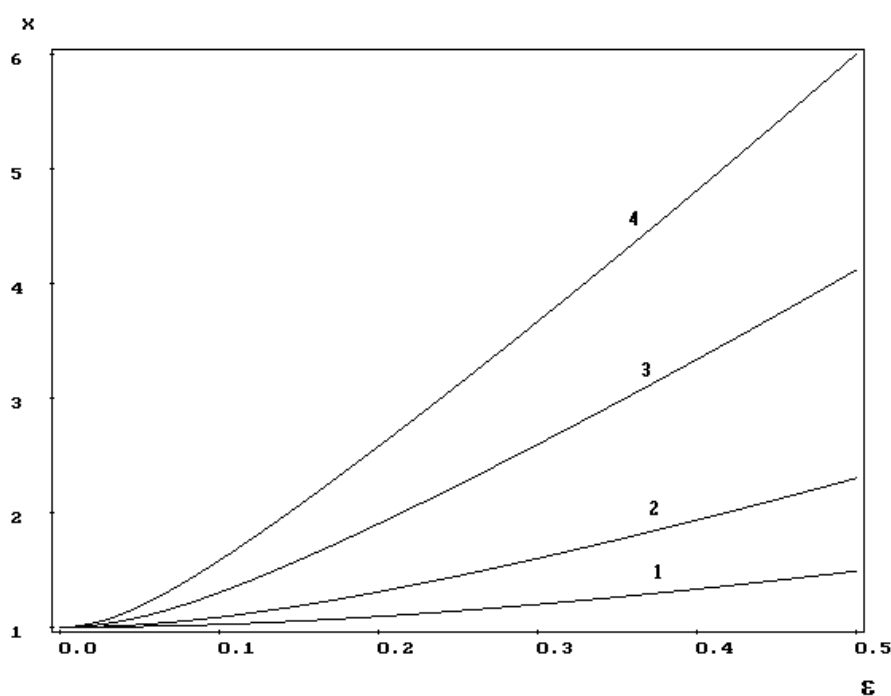


Рис. 1. Влияние синусоидальной рифлености на производительность барабана.

Расчеты показывают, рост количества элементов, а так же рост относительного радиуса выступа приводит к увеличению производительности.

Литература

- 1.Шульман З.П., Байков В.И. Реодинамика и тепломассообмен в пленочных течениях. Минск: Наука и техника, 1979.
2. Лейбензон, Л.С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде / Л.С. Лейбензон – М.: ОГИЗ, 1947. – 187 с.

3. Ахмадиев Ф.Г., Ибяттов Р.И. Гидродинамика жидкой пленки на поверхности движущегося пористого тела // Теор. основы хим. технол. 1998. Т.32. 1.С5.

4. Шагапов В.Ш., Хасанов И.Ю., Хусаинова Г.Я. Моделирование процесса удаления нефти с поверхности воды методом прилипания // Экологические системы и приборы. № 5. 2003. С. 33- 35.

5. Хусаинова Г.Я. Математическое моделирование барабанного нефтесборщика с рифленой поверхностью // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2017 г. – № 60; URL: <http://novainfo.ru/article/11455>.

6. Хусаинов И.Г. Динамика релаксации давления в полости с плоско-параллельными стенками после ее опрессовки // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 5; URL: <http://www.science-education.ru/119-15159> (дата обращения: 31.10.2014).

7. Хусаинов И.Г. Оценка качества перфорации скважины акустическим методом // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/119-14505> (дата обращения: 09.09.2014).