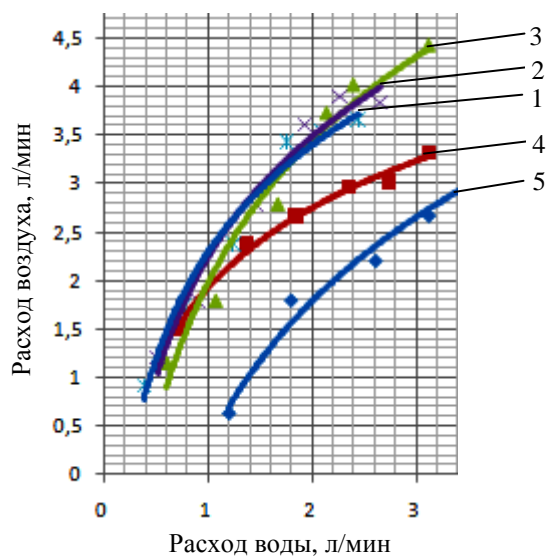


Рисунок 3. – Работа струйного насоса с поршневым движением жидкости в зоне смешения

**Результаты и обсуждения.** В работе [4] на основе анализа упрощенной математической модели работы насоса с пульсирующей подачей жидкости было показано, что производительность насоса по воздуху должна увеличиваться с ростом расхода жидкости и величины коэффициента заполнения импульсов  $\kappa$  – доли времени периода пульсаций водяного потока, в течение которого в насосе формируется воздушный пузырь.

На рисунке 4 представлена зависимость расхода воздуха от расхода воды при постоянной (кривая 5) и пульсационной подаче жидкости (кривые 1–4).



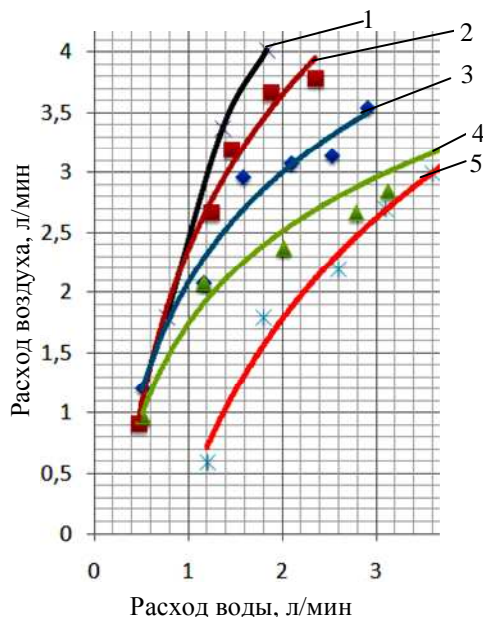
1 – 0,035 с; 2 – 0,045 с; 3 – 0,052 с; 4 – 0,029 с; 5 – непрерывная подача воды

Рисунок 4. – Зависимость расхода воздуха от расхода воды при различных периодах пульсаций

Из графика видно, что при всех используемых периодах пульсации (от 0,029 до 0,053 с) производительность насоса существенно увеличивается по сравнению с производительностью без пульсаций. Кроме этого, в используемых диапазонах частот пульсаций потока значение периода существенно не влияет на производительность по засасываемому воздуху.

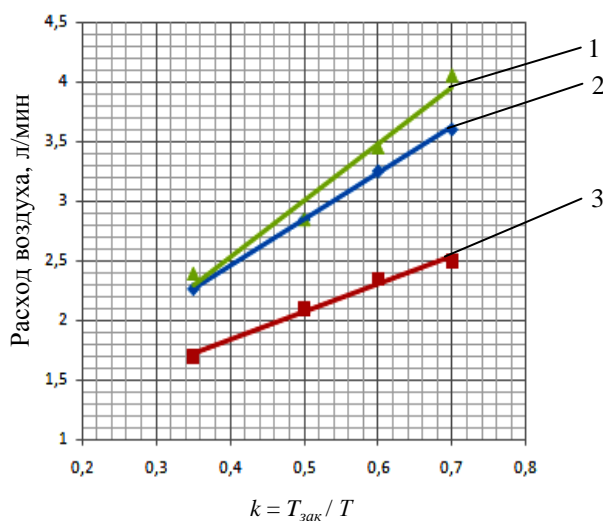
Экспериментальные данные зависимости количества засасываемого воздуха от  $\kappa$  представлены на рисунке 5. Откуда видно, что с ростом нагрузок по жидкости производительность по засасываемому воздуху растет при всех значениях  $\kappa$ . Так, например, при  $Q_{вод} = 1,5$  л/мин  $\kappa = 0,7$ , производительность по воздуху увеличивается практически в 4 раза по сравнению с отсутствием пульсаций (кривая 5).

Для более наглядного представления был построен график (рис. 6) зависимости производительности по воздуху непосредственно от коэффициента  $\kappa$ .



1 – 0,7; 2 – 0,6; 3 – 0,5; 4 – 0,35; 5 – непрерывная подача воды

Рисунок 5. – Зависимость расхода воздуха от расхода воды при различных значениях коэффициента  $k$



1 – 1,8 л/мин; 2 – 1,5 л/мин; 3 – 1 л/мин

Рисунок 6. – Зависимость расхода воздуха от значения  $k$  при различных нагрузках по жидкости

Из графика видно, что интенсивность воздействия  $k$  на производительность по воздуху проявляется в большей степени при наибольших значениях нагрузки по жидкости. Это, скорее всего, связано с увеличением классической составляющей работы струйного насоса. Работу насоса можно характеризовать не только производительностью по воздуху, но и уровнем остаточного давления, которое может быть достигнуто в емкости, из которой струйный насос откачивает воздух.

На рисунке 7 показана зависимость остаточного давления в емкости от величины  $k$ , из которого видно, что с увеличением  $k$  остаточное давление повышается. Такую зависимость можно объяснить тем, что при высоких значениях  $k$  размеры водяных «поршней», а соответственно, их инерционность, уменьшаются, и они в меньшей степени могут противостоять разрежению в емкости, из которой откачивается воздух. Заметим, что с ростом  $k$  увеличивается производительность насоса по откачиваемому воздуху (см. рис. 6). Таким образом, определяется область применения струйного насоса с прерывистой подачей жидкости – откачки газовой (паровой) фазы при ее интенсивном образовании. Например, паров из ректификационной колонны.

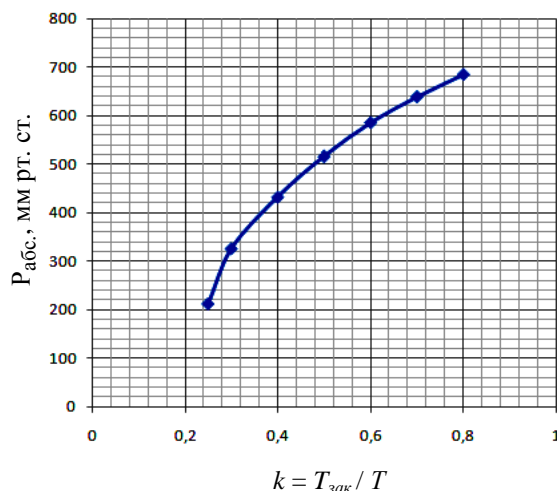


Рисунок 7. – Зависимость остаточного давления в емкости от величины  $k$

Проанализировав полученные зависимости, характеризующие работу струйного насоса, можно сделать следующие **выводы**:

1) экспериментальное исследование пульсационного движения жидкости в зоне смешения струйного насоса существенно увеличивают его производительность по воздуху, как это и предполагалось при анализе упрощенной математической модели [4];

2) изучение влияния частотных характеристик показало, что наибольшее влияние на увеличение производительности оказывает величина  $k$  – доля времени периода колебаний, при котором происходит засасывание воздуха в струйный насос. Изменение самого значения периода колебаний на производительность практически не влияет;

3) при увеличении нагрузки по жидкости влияние величина  $k$  растет быстрее;

4) при больших расходах по воде и частоте пульсаций коэффициент эжекции поршневого режима приближается к значению коэффициента при классической работе струйного насоса. Возможно, это связано с тем, что клапан при больших нагрузках и частоте не успевает обрабатывать корректно, струя воды полностью не разрывается и не образуется полноценных «поршней» воды, поэтому для большего эффекта необходимо использование более совершенного и более мощного клапана;

5) с увеличением производительности насоса при увеличении  $k$  уменьшается возможность насоса создавать остаточное давление в закрытой емкости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов, Е.Я. Струйные аппараты / Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер. – 3-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
2. Авторское свидетельство (СССР) № 281730, F 04F5/04; опубл. // Бюл. изобретений и открытий. – 1969.
3. Авторское свидетельство (СССР) № 549600, F 04F5/04; опубл. // Бюл. изобретений и открытий. – 1977.
4. Зинькевич, К.А. Оценка возможности увеличения производительности струйного водовоздушного насоса за счет организации пульсационной подачи воды / К.А. Зинькевич, Е.М. Шестопапов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф, Строительство. Прикладные науки. – 2014. – № 16. – С. 66–69.

Поступила 31.03.2016

#### EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING THE PERFORMANCE OF AIR ASSISTED JET PUMP DUE TO THE PULSATION OF THE WATER SUPPLY

*E. SHESTOPALOV, K. ZINKEVICH, S. SHALAVIN*

*An experimental investigation of pulsating condition water delivery influence on water-air jet pump discharge is accomplished. It is shown, that the pulsating condition water delivery considerably allows increasing of the air pump capacity. The frequency characteristics influence on the pump capacity is analyzed.*

**Keywords:** *water-air jet pump, pulsation water delivery, ejection coefficient, frequency characteristics.*