

*А.В. Волков, С.Б. Захаржевский,
В.В. Попов, Ю.В. Родионов*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ЖИДКОСТНОКОЛЬЦЕВОГО ВАКУУМ-НАСОСА

В народном хозяйстве страны постоянно ощущается потребность в жидкостнокольцевых машинах, работающих при давлениях всасывания ниже 10 кПа. Решается эта задача двумя путями: созданием двухступенчатых жидкостнокольцевых вакуум-насосов (ЖВН) или созданием агрегатов из последовательно соединенных воздушного эжектора и одноступенчатого ЖВН. При давлениях всасывания от 15,5 до 2,5 кПа целесообразно применять двухступенчатые ЖВН, а при давлении всасывании ниже 2,5 кПа – агрегаты из последовательно соединенных вакуум-насоса и воздушного эжектора [1].

Основными затруднениями при подходе к расчету и вообще к исследованию двухступенчатых ЖВН является отсутствие данных о форме жидкостного кольца во второй ступени и ее соответствие с жидкостным кольцом первой ступени. Исследования [2] формы жидкостного кольца одноступенчатого насоса не дают основания считать этот вопрос решенным, так как давление всасывания и температурные режимы между ступенями различны у двухступенчатого ЖВН.

Отсюда вытекает вторая задача экспериментального исследования двухступенчатого ЖВН – выбор промежуточного давления. Ранее эта задача решалась расчетно-экспериментальным путем. Для эксперимента использовали последовательное соединение двух одноступенчатых ЖВН. Промежуточное давление принималось равным давлению нагнетания первой ступени [3]. На двухступенчатом ЖВН подобных исследований еще не проводилось. Кроме этого, в зависимости от промежуточного давления важно подобрать ширину второй ступени. Не исследовалось экспериментально и влияние размеров нагнетательного и всасывающего окон во второй ступени насоса.

При помощи экспериментального двухступенчатого ЖВН (рис. 1) становится возможным фиксировать форму жидкостного кольца фото- и видеосъемкой, а также экспериментально установить ее зависимость от промежуточного давления и других режимных параметров. Это позволит точнее определять необходимую глубину погружения лопаток в рабочую жидкость, форму нагнетательного и всасывающего окон. Полученные зависимости сделают возможным более эффективно оптимизировать режимные и конструктивные параметры насоса, так как они учитывают форму жидкостного кольца как в первой, так и во второй ступенях. Кроме того, определение промежуточного давления позволит вычислить давление всасывания второй ступени, что необходимо при проектировании двухступенчатого ЖВН.

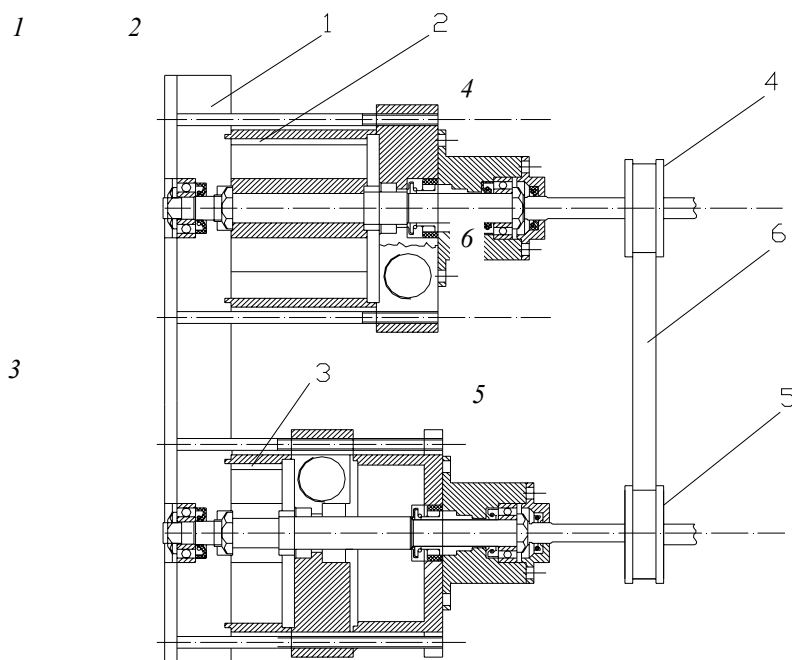


Рис. 1 Экспериментальный двухступенчатый жидкостнокольцевой вакуум-насос:

1 – прозрачная крышка; *2* – первая ступень; *3* – вторая ступень; *4* – шкив на валу первой ступени; *5* – шкив на валу второй ступени; *6* – ременная передача

Известно, что для достижения вакуума глубиной до 20 кПа эффективнее использовать одноступенчатый ЖВН, так как в данном режиме он обладает большей быстротой действия, нежели двухступенчатый ЖВН, за счет уменьшения потерь на перетечки газа из зоны нагнетания в зону всасывания. Необходимость во второй ступени возникает лишь для достижения более глубокого вакуума. Поэтому в целях экономии энергии и увеличения быстроты действия следует организовать процесс вакуумирования с последовательным включением ступеней.

Вторая ступень автоматически включается при достижении определенной глубины вакуума. Аналогичным образом необходимо автоматически регулировать размеры нагнетательного и всасывающего окон. Сокращение площади нагнетательного окна второй ступени приведет к увеличению степени сжатия и, следовательно, к достижению более глубокого вакуума.

В работе [2] приведены рекомендации выбора оптимальной скорости вращения ротора второй ступени. В традиционных конструкциях двухступенчатых ЖВН роторы первой и второй ступеней укреплены на одном валу и вращаются с одинаковой скоростью.

Для пополнения жидкостного кольца каждый жидкостнокольцевой вакуум-насос постоянно потребляет рабочую жидкость. Расход подаваемой жидкости, ее напор и давление определяются лишь опытным путем для конкретного насоса [2]. На экспериментальной установке планируется провести замеры вышеуказанных характеристик в различных режимах работы насоса и на основе полученных данных создать методику расчета расхода потребляемой рабочей жидкости [2]. Кроме того, существующие методики расчета двухступенчатых ЖВН не учитывают влияния газосодержания подаваемой жидкости и жидкостного кольца.

Для ответа на эти вопросы разработан экспериментальный двухступенчатый ЖВН, который может быть включен в ранее разработанную на кафедре ТММ и ДМ экспериментальную установку [4].

Экспериментальный двухступенчатый жидкостнокольцевой вакуум-насос представлен на рис. 1. В нем первая *2* и вторая *3* ступени имеют общую прозрачную крышку *1*, которая позволяет вести фото- и видеосъемку жидкостного кольца. Как уже указывалось выше, она позволяет визуально определять глубину погружения лопаток в жидкость. На валах первой и второй ступеней могут устанавливаться шкивы *4*, *5* ременной передачи *6*. Путем замены шкива на валу второй ступени можно изменять число оборотов ротора второй ступени. Помимо этого, данная конструкция позволяет запускать вторую ступень насоса лишь при достижении вакуума определенной глубины, что повышает экономичность установки на различных режимах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Караганов Л.Т. Определение предпочтительной области применения жидкостнокольцевых вакуум-насосов и агрегатов на их базе по давлениям всасывания: Сб. науч. тр. ВНИИКомпрессормаш. Сумы, 1974. Вып. 6. С. 64 – 69.

2 Тетерюков В.И. Ротационные вакуум-насосы и компрессоры с жидкостным поршнем. М.: Гос. науч.-техн. изд-во, 1960.

3 Автономова И.В. Определение промежуточного давления в двухступенчатых жидкостнокольцевых вакуум-насосах // Известия вузов. Машиностроение, 1983. № 3. С. 87 – 90.

4 Родионов Ю.В., Максимов В.А., Шестаков В.Е. Разработка экспериментальной установки для исследований двухступенчатых жидкостнокольцевых вакуум-насосов: Труды ТГТУ. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. Вып. 13. С. 24 – 28.