

УДК 621.521

Влияние частоты вращения роторов НВВ и работы перепускных клапанов на температуру откачиваемого газа в выходном сечении насоса

Коваль Евгений Геннадьевич¹Ласкин Арсений Александрович^{1,2}

arseni0602@gmail.com

Бурмистров Алексей Васильевич¹¹ КНИТУ, Республика Татарстан, Казань, Россия² АО «Вакууммаш», Республика Татарстан, Казань, Россия

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования влияния частоты вращения роторов НВВ на температуру откачиваемого газа на выходе из насоса. Разработан и изготовлен экспериментальный стенд. Перечислено оборудование и описана методика проведения эксперимента. В ходе эксперимента получено подтверждение существенного влияния работы перепускных клапанов на температуру газа и потребляемую насосом мощность.

Ключевые слова: винтовой вакуумный насос, перепускной клапан, винтовой ротор, пережатие газа.

Введение. Винтовые вакуумные насосы (НВВ) являются ключевым типом насосов во многих промышленных процессах, где требуется создание и поддержание низкого и среднего безмасляного «сухого» вакуума [1]. Их эффективность и надежность во многом определяются условиями эксплуатации, например: род откачиваемого газа, его температура, продолжительность работы на каком-то конкретном входном давлении, качество охлаждения насоса и т. д. Каждый из перечисленных параметров эксплуатации неизменно оказывает влияние на температуру откачиваемого газа на выходе из насоса. Кроме того, экспериментальные зависимости температуры откачиваемого газа от различных параметров необходимы для уточнения и повышения точности расчетов новых НВВ в математических моделях в качестве граничных условий.

Методы и материалы; результаты. Основной нагрев газа происходит из-за его сжатия при прохождении через проточную часть при работе НВВ. Следовательно, при откачке газа определенного рода и состава, при условии, что температура этого газа на входе в насос постоянна или ее колебания незначительны, наибольшее влияние на интенсивность нагрева газа оказывает частота вращения роторов, так как она определяет количество порций газа, проходящих через проточную часть насоса в единицу времени.

Конструкция НВВ, как правило, включает в себя один или несколько перепускных клапанов, которые в свою очередь, играют роль регуляторов, позволяя при работе на высоких входных давлениях перепускать газ из проточной части напрямую на выхлоп насоса, тем самым, не допуская или снижая паразитное пережатие газа и его перегрев [2].

Вакуумная схема экспериментального стенда представлена на рис. 1.

На рис. 2 представлена зависимость температуры газа на выходе из насоса от давления на входе в насос хорошо видно давление всасывания ($1 \cdot 10^4$ – $2 \cdot 10^4$ Па), при котором начинает открываться перепускной клапан. Через этот клапан газ из полостей сжатия, минуя последние «ступени» проточной части, поступает напрямую в выхлопной патрубок, тем самым снижается нагрузка на насос при высоких давлениях.

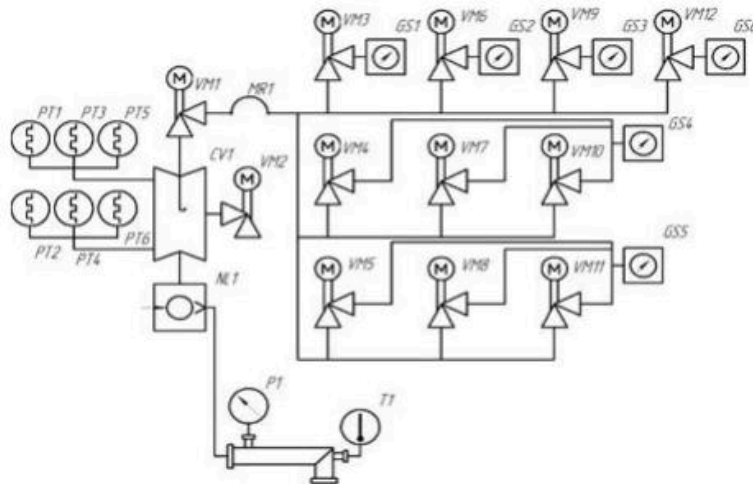


Рис. 1. Вакуумная схема стенда:

CV1 — измерительная камера по ГОСТ 32974.1–2016; NL1 — испытуемый насос НВВ, VM1-VM12 — клапаны вакуумные с электромеханическим приводом, PT1..PT6 — вакуумметры мембранно-емкостные Inficon SKY CDG045D (ВПИ 1000 Torr, ВПИ 10 Torr, ВПИ 0,1 Torr), GS1-GS3, GS6 — расходомеры газа тепловые EL-FLOW, GS4 — счетчик газа ротационный RABO G40 — У (0,6...3,25 м³/ч), (3,25...65,0 м³/ч); GS5 — счетчик газа ротационный RABO G400 — У (6,5...32,5) м³/ч, (32,5...650) м³/ч; P1 — Манометр ТМ—510, T1 — термометр сопротивления ТС716А с измерителем температуры Термодат-19Е6-Е; MR1 — металлорукав

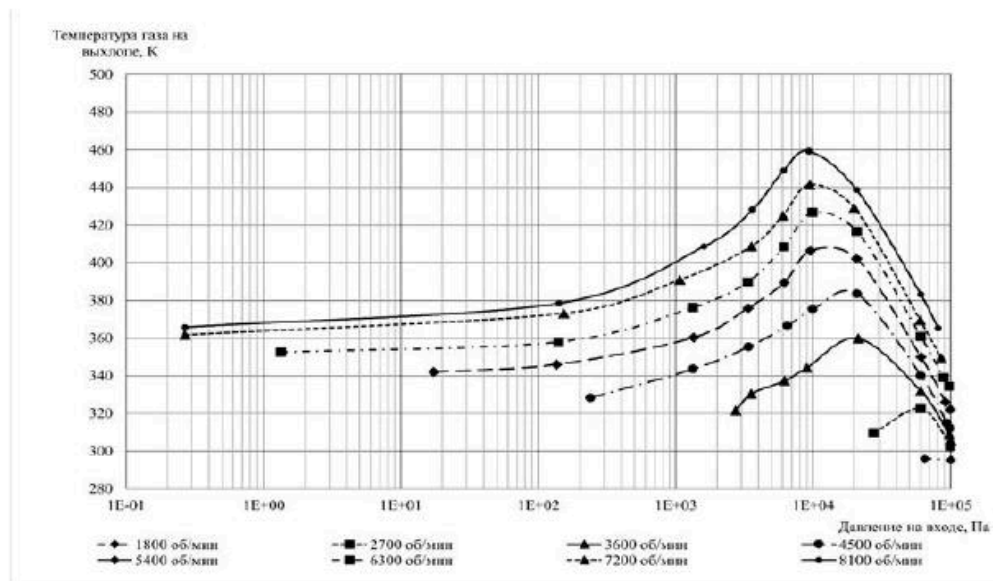


Рис. 2. Зависимость температуры газа на выхлопе из насоса от давления на входе в НВВ

Заключение. Частота вращения винтовых роторов, а как следствие — количество перемещаемого насосом в единицу времени газа оказывает прямое влияние на температуру газа в выходном сечении насоса. С повышением входных давлений температура растет при любых частотах вращения роторов. Однако, при открытии перепускных клапанов, температура начинает снижаться, сходит на нет явление пережата. Полученные данные целесообразно учитывать при разработке математических моделей работы НВВ.

Список источников

- [1] Hoffman D.M. Handbook of vacuum science and technology. San Diego, CA, Academic Press, 1998, 835 p.
- [2] Ласкин А.А., Капустин Е.Н., Райков А.А., Бурмистров А.В. Экспериментальное исследование откачных характеристик винтового вакуумного насоса. *Вакуумная техника и технологии-2024. 31-я Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. уч.: материалы*. Санкт-Петербург, Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2024, с. 118–122.