

УДК 621.524.1

Разработка системы смазки для ротационно-пластинчатого вакуумного насоса

Киреев Александр Русланович^(*)

kireev.cfif@gmail.com

Епанешникова Анастасия Максимовна

eam963@yandex.com

Погорелый Даниэль Олегович

d.pogorelyi.d@mail.ru

Свичкарь Елена Владимировна

svic@bk.ru

SPIN-код: 4532-7592

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена разработка системы смазки с принудительной подачей масла для ротационно-пластинчатого вакуумного насоса. Представлена конструкция встроенного масляного насоса, обеспечивающего стабильное уплотнение при сниженном общем уровне смазочного материала. Показано, что предложенное решение позволяет уменьшить объем масла без ухудшения вакуумных характеристик. Сделаны выводы, что разработанная система повышает энергоэффективность и надежность насоса, снижает эксплуатационные расходы.

Ключевые слова: ротационно-пластинчатый вакуумный насос, смазка, масло, насос, система

Development of a lubrication system for a rotary vane vacuum pump

Kireev Alexander Ruslanovich^(*)

kireev.cfif@gmail.com

Epaneshnikova Anastasiya Maksimovna

eam963@yandex.com

Pogorelyi Daniel Olegovich

d.pogorelyi.d@mail.ru

Svichkar Elena Vladimirovna

svic@bk.ru

SPIN-code: 4532-7592

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The development of a forced-feed lubrication system for a rotary vane vacuum pump is considered. The design of a built-in oil pump that ensures stable sealing with a reduced overall lubricant level is presented. It is shown that the proposed solution reduces the oil volume without degrading the vacuum performance. Conclusions are made that the developed system improves the energy efficiency and reliability of the pump, while reducing operating costs.

Keywords: rotary vane vacuum pump, lubrication, oil, pump, system

Введение. Ротационно-пластинчатые вакуумные насосы (РПВН) являются одним из наиболее распространенных типов объемных вакуумных машин, широко применяющихся в промышленности, научных исследованиях и медицине. Их надежность, производительность и долговечность в решающей степени зависят от эффективности и бесперебойности работы системы смазки [1].

Актуальность данной работы обусловлена постоянно растущими требованиями к надежности, энергоэффективности, компактности и экономичности вакуумного оборудования.

Новизна исследования заключается в разработке и анализе встроенной системы смазки с собственным масляным насосом, являющимся частью конструкции ротационно-пластинчатого вакуумного насоса. Такой подход позволяет создать замкнутую, независимую от внешних факторов систему, обеспечивающую меньший объем масла и принудительную подачу его к важным узлам трения.

Целью данной статьи является теоретическое обоснование и проектирование эффективной системы смазки на основе встроенного масляного насоса для ротационно-пластинчатого вакуумного насоса, обеспечивающей уменьшение объема масла в насосе.

Материалы и методы. В масляных насосах масло выступает в качестве ограждающего вещества и уплотнителя. Оно находится в емкости и перемещается по трубопроводам устройства. Клапаны препятствуют попаданию смазки в перекачиваемый поток. Благодаря ловушкам происходит сокращение потерь масла. При работе масляных роторно-пластинчатых насосов нужно следить за уровнем смазки [2].

В ротационно-пластинчатых вакуумных насосах, оснащенных масляным уплотнением, уровень масла должен поддерживаться выше отметки клапана нагнетания (рис. 1) [3]. Наличие встроенного масляного насоса гарантирует непрерывную подачу смазочного материала в рабочую полость. Данная техническая особенность позволяет оптимизировать расход масла, сокращая его необходимый объем в системе, без увеличения показателя предельного остаточного давления.

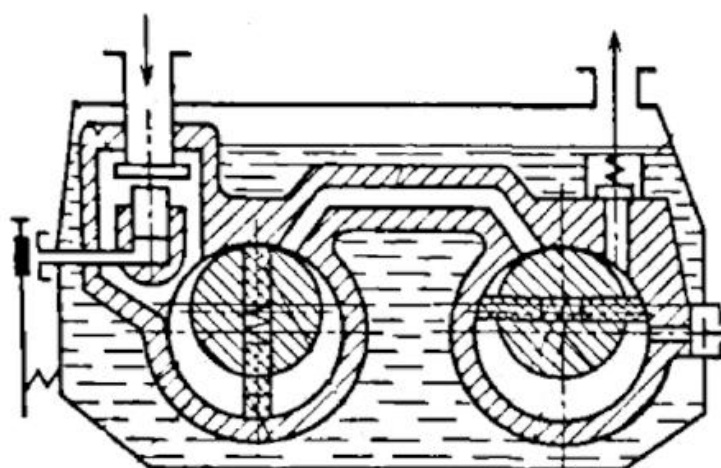


Рис. 1. РПВН с масляным уплотнением

Результаты. В рамках статьи была разработана специализированная система смазки для ротационно-пластинчатого вакуумного насоса. Ключевым элементом данной системы является масляный насос, обеспечивающий при-

нудительную подачу смазочного материала. Конструкция и расположение насоса представлены на рис. 2.

Для РПВН, характеризующегося быстротой действия 3,33 л/с и предельным остаточным давлением 0,5 Па, требуемый объем масла составляет от 0,55 до 1,1 л. Контроль данного параметра является критически важным для обеспечения штатного функционирования насоса. Визуальное представление рекомендуемого уровня масла в картере насоса приведено на рис. 3.

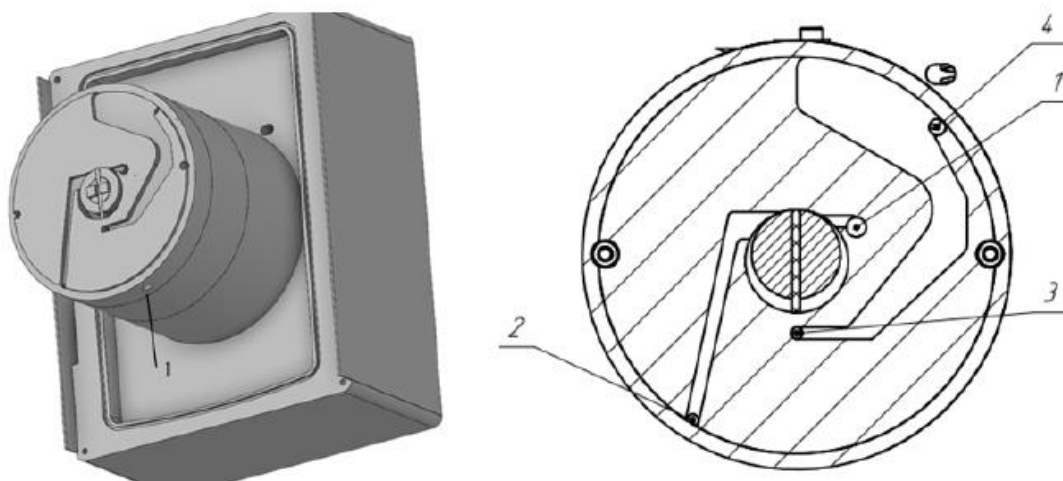


Рис. 2. Масляный насос:

1 — всасывание масла в масляный насос из наружной полости, заполненной маслом; 2 — канал подачи масла в первую ступень; 3 — масляный канал со второй ступени; 4 — канал подачи масла в клапан на всасывании

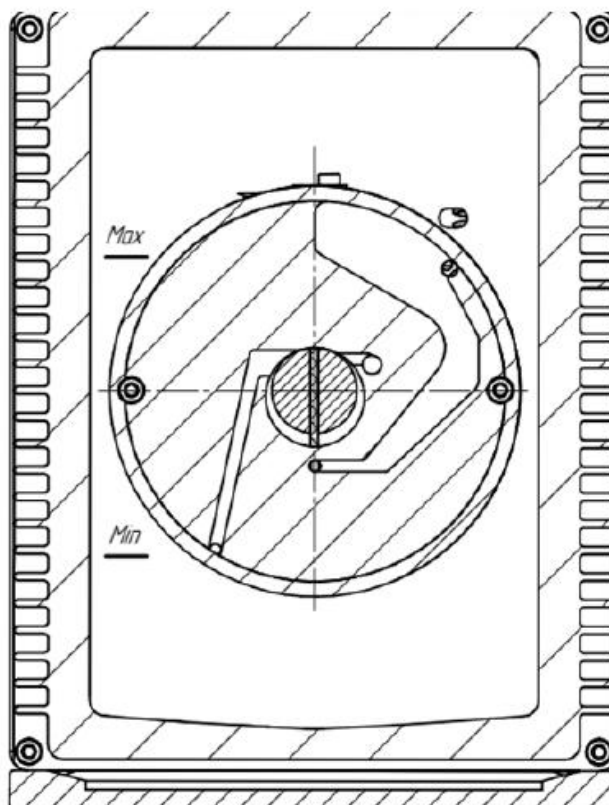


Рис. 3. Уровень масла в РПВН

Обсуждение полученных результатов. В рамках проведения исследовательских работ была разработана усовершенствованная система смазки для ротационно-пластинчатого вакуумного насоса. Конструктивной особенностью данной системы является возможность обеспечения стабильной и бесперебойной работы оборудования при сниженном уровне расхода смазочного материала без ухудшения характеристик, в частности без повышения уровня остаточного давления. Аналогичное техническое решение реализовано в продукции китайского производителя вакуумного оборудования — компании Baosi [4]. Следует отметить, что на текущий момент в открытых источниках отсутствуют детальные независимые исследования и исчерпывающие данные, подтверждающие эффективность данной конструктивной схемы

Заключение. Проведенное исследование подтвердило возможность и эффективность реализации встроенной системы смазки с отдельным масляным насосом для ротационно-пластинчатого вакуумного насоса. Поставленная цель работы достигнута: разработана и теоретически обоснована конструкция, позволяющая снизить объем масла в системе без ухудшения вакуумных характеристик. Полученные результаты соответствуют теоретическим ожиданиям и подтверждают гипотезу о том, что принудительная подача масла позволяет поддерживать стабильное уплотнение при уменьшенном уровне смазочного материала.

Разработанное решение имеет значительный практический потенциал. Внедрение повысит энергоэффективность и экономичность вакуумных насосов за счет снижения гидравлических потерь. Это актуально для областей, требующих длительной и непрерывной работы оборудования. Также уменьшение объема масла снижает эксплуатационные расходы и повышает экологичность [5].

Перспективы дальнейших исследований видятся в оптимизации геометрии масляных каналов для минимизации гидравлических потерь, а также в экспериментальной валидации полученных результатов на реальных установках для определения точных зависимостей между производительностью, объемом масла и предельным остаточным давлением.

Список источников

- [1] *Объединение производителей «Росвакуум»*. URL: <https://vacuumpro.ru/vakuumnyj-nasos/vybor> (дата обращения 01.09.2025).
- [2] *Сайт компании Mosnasos*. URL: <https://mosnasos.com/articles/printsip-raboty-plastinchato-rotornogo-vakuumnogo-nasosa/> (дата обращения 01.09.2025).
- [3] Фролов Е.С., Минайчев В.Е., Александрова А.Т. *Вакуумная техника: справочник*. Москва, Машиностроение, 1992, 480 с.
- [4] *Сайт компании Baosi vacuum*. URL: <http://vac.cnbaosi.com/en/products.php?tid=20> (дата обращения 02.09.2025).
- [5] *Сайт компании ООО «Траст сервис»*. URL: <https://vacuum-group.ru/blog/vakuumnye-nasosy/plastinchato-rotornye-nasosy-printsip-raboty> (дата обращения 03.09.2025).