

Безмасляные вакуумные насосы Рутса

Технический обзор принципа работы, различий между одноступенчатым бустером и многоступенчатым сухим насосом, а также ключевых требований к подбору и эксплуатации.



Принцип работы

Два ротора приблизительно восьмёрочной формы синхронно вращаются в противоположных направлениях. Зазоры между роторами и корпусом исключают механический контакт. Газ захватывается в объёмах между ротором и корпусом и переносится от входа к выпуску.

Безмасляная рабочая камера не означает, что во всём насосе нет масла. В типовой конструкции масло может использоваться в отдельных камерах шестерён и подшипников, изолированных от газового тракта.

Два класса оборудования

Критерий	Одноступенчатый Roots-бустер	Многоступенчатый сухой Roots
Основная роль	Повышение скорости действия насосной системы	Самостоятельная форвакуумная откачка
Работа от атмосферы	Обычно нет; требуется форвакуумный насос или байпас	Да, при соответствующей конструкции
Число ступеней	Одна	Несколько пар роторов последовательно
Сжатие	Ограничено перепадом давления и обратным перетеканием	Распределено по ступеням
Защита	Байпас, перепускной клапан, частотное управление	Контроль температуры, продувки и выпуска
Типовые задачи	Покрывтия, металлургия, вакуумные печи, ускорение откачки	Load-lock, анализаторы, чистые процессы, форвакуум для ТМН

Почему ограничивают перепад давления

У одноступенчатого Roots-бустера нет внутреннего клапана выпуска и значительного внутреннего сжатия. При слишком большом перепаде давления возрастают обратный поток, мощность и нагрев. Допустимый перепад задаёт производитель, а автоматика защищает насос байпасом, перепускным клапаном или управлением частотой вращения.

Стандартный Roots-бустер не заменяет форвакуумный насос. Исключение составляют специальные газоохлаждаемые конструкции, рассчитанные на работу с большим перепадом.

Подбор системы и процессная совместимость

Эффективная быстрота действия у камеры определяется насосом и проводимостью линии:

$$1 / S_{эфф} = 1 / S_{насоса} + 1 / S_{линии}$$

Для ориентировочной оценки времени откачки чистого объёма используют $t \approx V / S_{эфф} \times \ln(p_0 / p_1)$.
Реальная откачка дольше из-за газовыделения, десорбции, течей, меняющейся быстроты действия и проводимости.

Среда / режим	Что предусмотреть
Конденсируемые пары	Температурный режим, продувка, газобалласт, очистка выпуска
Пыль и частицы	Входной фильтр, улавливатель, регламент осмотра
Коррозионные газы	Материалы, защитное покрытие, инертная продувка, безопасный выпуск
Токсичные или горючие газы	Герметичный привод, мониторинг, нейтрализация и проектная оценка риска
Непрерывный режим	Тепловой баланс, охлаждение, резервирование и сервисные интервалы
Форвакуум для ТМН	Давление запуска, допустимое давление на выпуске ТМН и совместная автоматика

Минимальные данные для расчёта

- Объём камеры, начальное и конечное давление, требуемое время откачки.
- Газовая нагрузка, расход процесса, пары, частицы и состав газа.
- Нужен ли отдельный Roots-бустер или многоступенчатый насос от атмосферы.
- Допустимое противодавление, охлаждение, продувка, материалы и интерфейс управления.

Это общий инженерный обзор, а не паспорт модели CBVAC. В официальном каталоге CBVAC отдельная серия Roots не заявлена; поэтому в документе нет вымышленных моделей, цен или характеристик.