

Турбомолекулярный насос JFB-400/4201

Архитектура, параметры и системная интеграция.
Руководство по проектированию вакуумных систем.

[Document Type]:	Detailed Engineering Deck
[Flange]:	DN400 ISO-K (LF)
[Target Audience]:	Vacuum System Engineers

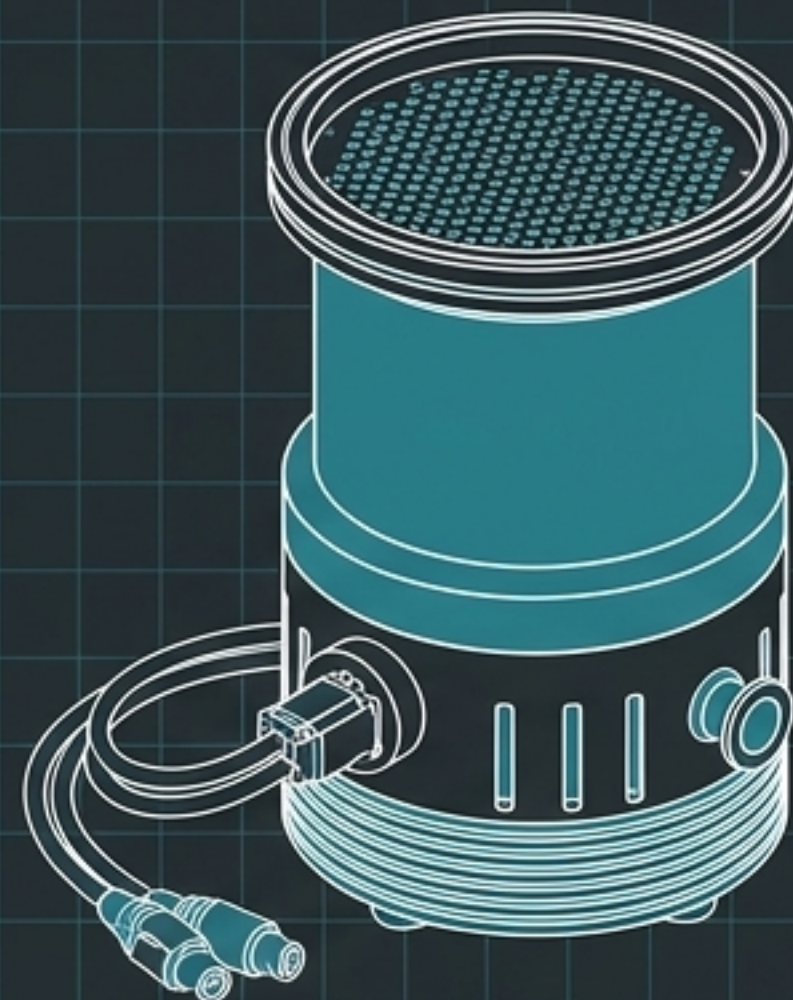
Ключевой узел: Обзор системы JFB-400/4201

4200 л/с (N2) — базовая скорость откачки.



Интегрированная версия (JFB-VI-A):

- Встроенный контроллер
- Масса: ~95 кг
- Макс. мощность: 2200 Вт



Сплит-версия (JFB-VI):

- Раздельный контроллер
- Масса: ~90 кг
- Макс. мощность: 1500 Вт

Физика сверхвысоких скоростей: 18 000 об/мин



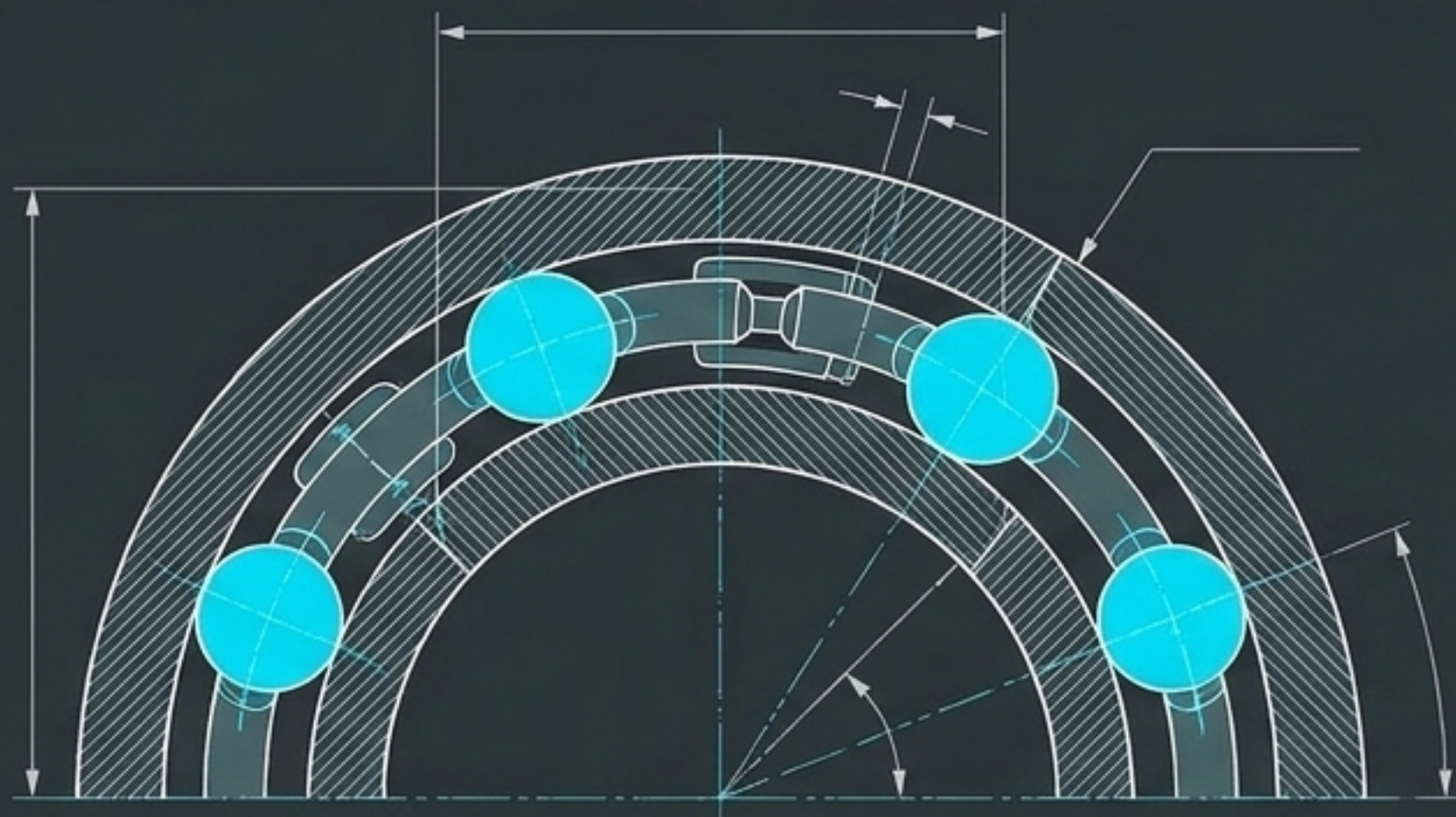
- Механика: Ротор вращается с частотой 300 Гц (18 000 об/мин).
- Передача импульса: Откачка в молекулярном режиме за счет направленного соударения лопаток ротора с молекулами газа.



Жесткие требования к виброизоляции. Допустимый уровень вибрации: менее 0,25 мкм. Высокая скорость требует идеальной балансировки.

Архитектура опорного узла: Керамические подшипники

Использование прецизионных тел качения из нитрида кремния.



Нитрид кремния

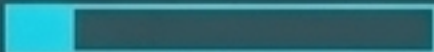
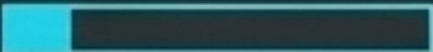
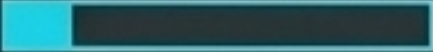
Меньшая плотность

Снижение центробежной
нагрузки при 18 000 об/мин

Снижение риска теплового
заклинивания в вакууме

Насос HE является **безмасляным**. Керамические подшипники требуют **обязательной консистентной смазки**. Ресурс напрямую зависит от соблюдения температурного режима и отсутствия загрязнений.

Технологический ландшафт: Выбор опор ротора

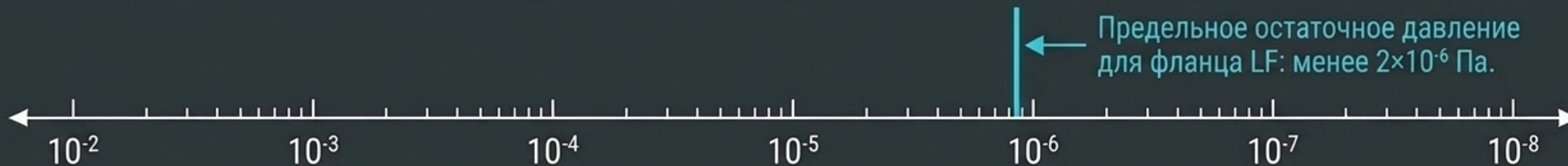
[Критерий]	Керамические подшипники (JFB-400)	Магнитный подвес	Традиционные стальные подшипники
[Сложность управления]	Низкая 	Высокая 	Низкая 
[Устойчивость к ударным газовым нагрузкам]	Высокая 	Низкая/Срыв  	Средняя 
[Необходимость механического контакта и смазки]	Да ✓	Нет ✕	Да ✓
[Стоимость системы]	Средняя 	Очень высокая 	Низкая 

Керамические подшипники предлагают оптимальный баланс между механической надежностью при срывах вакуума и стоимостью, компромиссом выступает необходимость периодической замены смазки.

Вакуумная динамика: Газозависимые характеристики

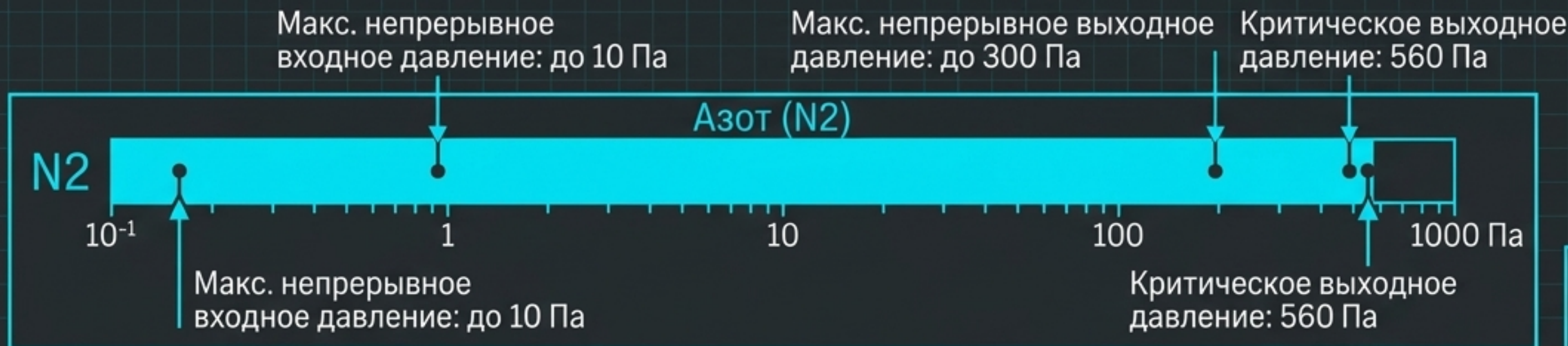


Физика процесса диктует снижение скорости откачки для легких газов из-за их высокой тепловой скорости и меньшего сечения взаимодействия с лопатками.



(Внимание: предельное давление реальной камеры зависит от натекания и газовой нагрузки).

Термодинамика сжатия: Окно рабочих давлений



Степень сжатия:

N₂: 10⁸

He: 10³



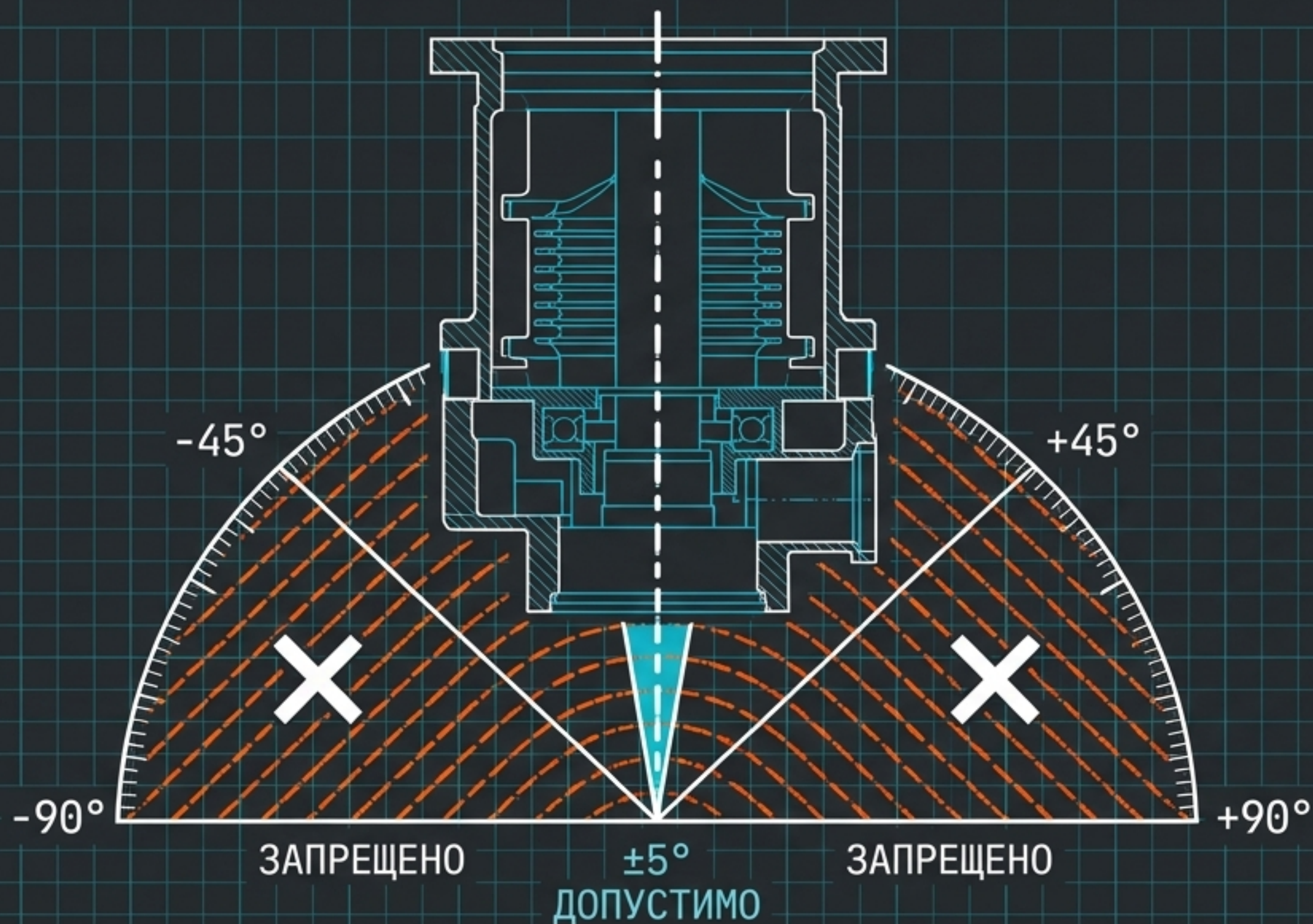
Для гелия окно рабочих давлений значительно уже. Проектирование тракта должно вестись по самому легкому газу в системе.

Топология вакуумного тракта: Схема подключений



Насос является элементом системы.
Откачка требует предварительного
разряжения форвакуумным насосом.

Пространственные ограничения: Строго вертикальный монтаж



Допустимое отклонение от вертикальной оси — не более $\pm 5^\circ$.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ установка под произвольным углом, горизонтально или в перевернутом виде (не переносить параметры младших моделей JFB на серию 400).

Отклонение разрушает баланс распределения смазки в прецизионных подшипниках и приводит к катастрофическому разрушению ротора при 18 000 об/мин.

Тепловой баланс: Водяное охлаждение

Высокий вакуум — идеальный теплоизолятор. Тепло от газового трения и работы двигателя отводится исключительно через конструкцию насоса в охлаждающий контур.



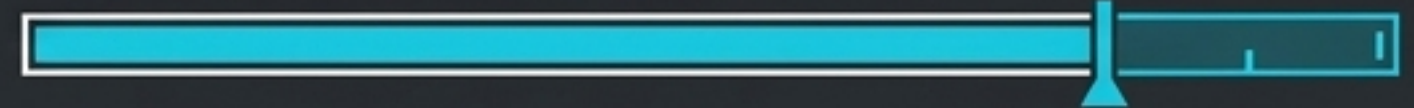
Структурная теплопередача



Теплообмен в вакууме
(Конвекция)
НЕВОЗМОЖЕН

Расход: не менее 3 л/мин

3 л/мин



Температура воды: не выше 20 °C

≤ 20 °C



Давление: 0,15 МПа

0,15 МПа

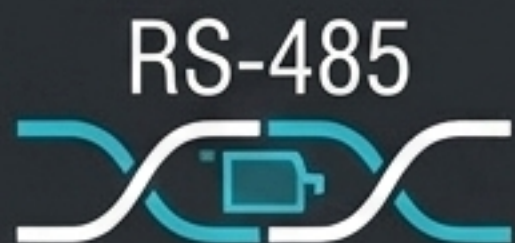


Интерфейс: трубка внешним диаметром 10 мм.

Вода должна быть чистой, без масел
и взвешенных частиц (pH 6–8) для
предотвращения кальцинации контура.

Электроника, управление и внешняя среда

Электропитание и Связь



- Питание: 220В AC $\pm 10\%$, 50/60 Гц.
- Протокол связи: RS-485 (встроенный в контроллер JFB-VI-A или внешний JFB-VI).

Ограничения окружающей среды



- Магнитное поле: Не более 3 мТл.
Вихревые токи нагревают ротор!
- Атмосфера: Строгое отсутствие сильнокоррозионных газов и выраженной пыли.
- Акустика: Уровень шума ≤ 60 дБ.

Эксплуатационный цикл: Разгон и Выбег

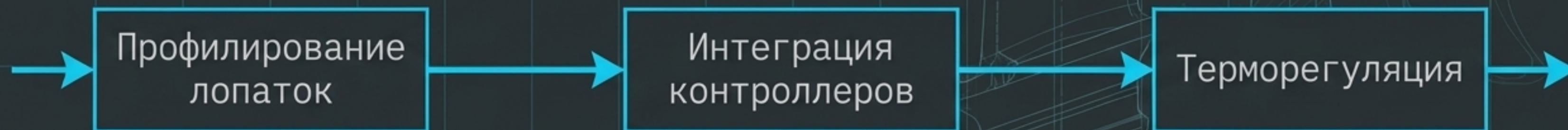


Разгон: до 20 минут до выхода на номинальные 18 000 об/мин.

Выбег (остановка): не более 30 мин (для сплит-версии) / не более 25 мин (интегрированная версия).

 Насос должен запускаться только при обеспечении надлежащего форвакуума. Остановка должна сопровождаться правильным алгоритмом продувки для предотвращения обратного потока масла из форвакуумной линии.

Технологический ландшафт и эволюция решений



Патентная база вокруг турбомолекулярной откачки отражает непрерывную эволюцию аэродинамики лопаток и терморегуляции.

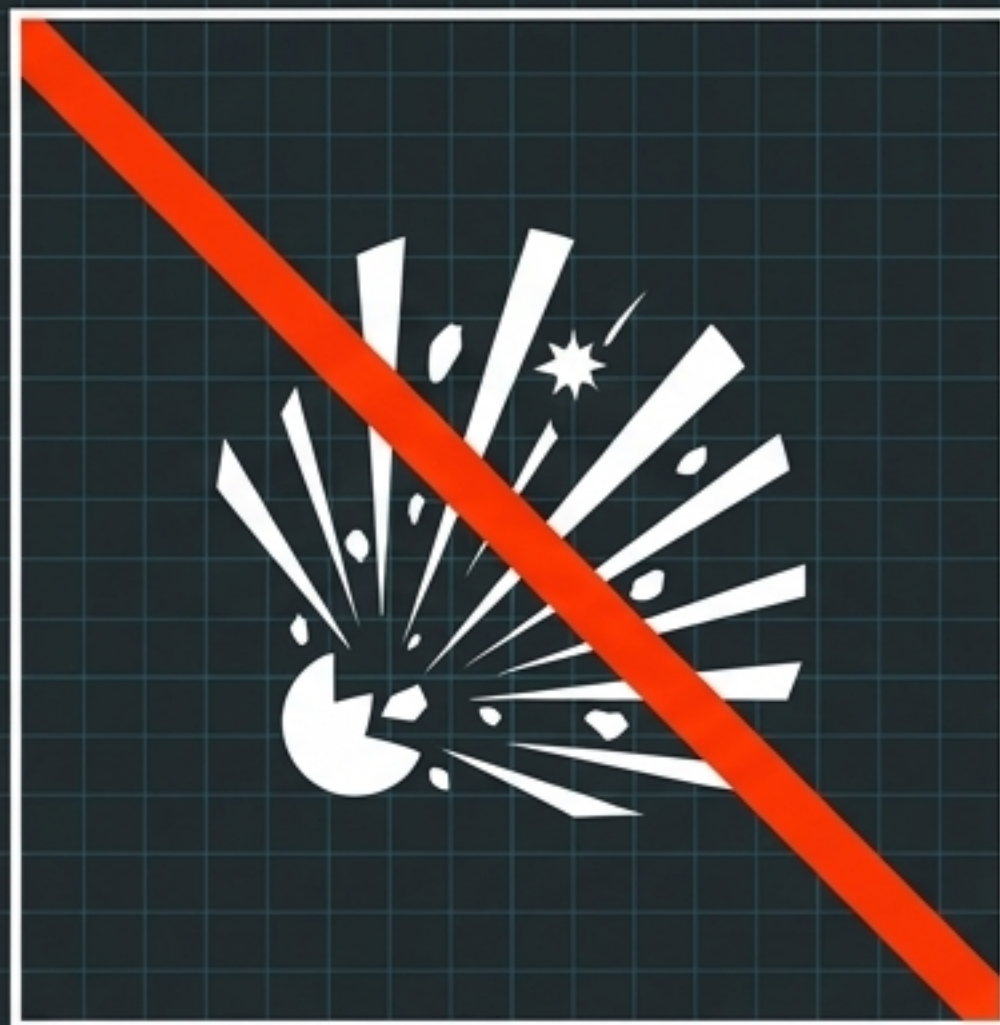
JFB-400/4201 объединяет проверенные индустрией решения (керамические гибридные подшипники, геометрию лопастей для высокой компрессии, оптимизированный теплоотвод) в единую платформу, опираясь на фундаментальную базу развития вакуумной техники.

(Патенты отражают развитие технической мысли, а не эксклюзивные маркетинговые преимущества конкретного узла).

Регламент безопасности: Критические ограничения



НЕ откачивать жидкости и конденсируемые пары.



НЕ использовать для откачки взрывоопасных смесей.

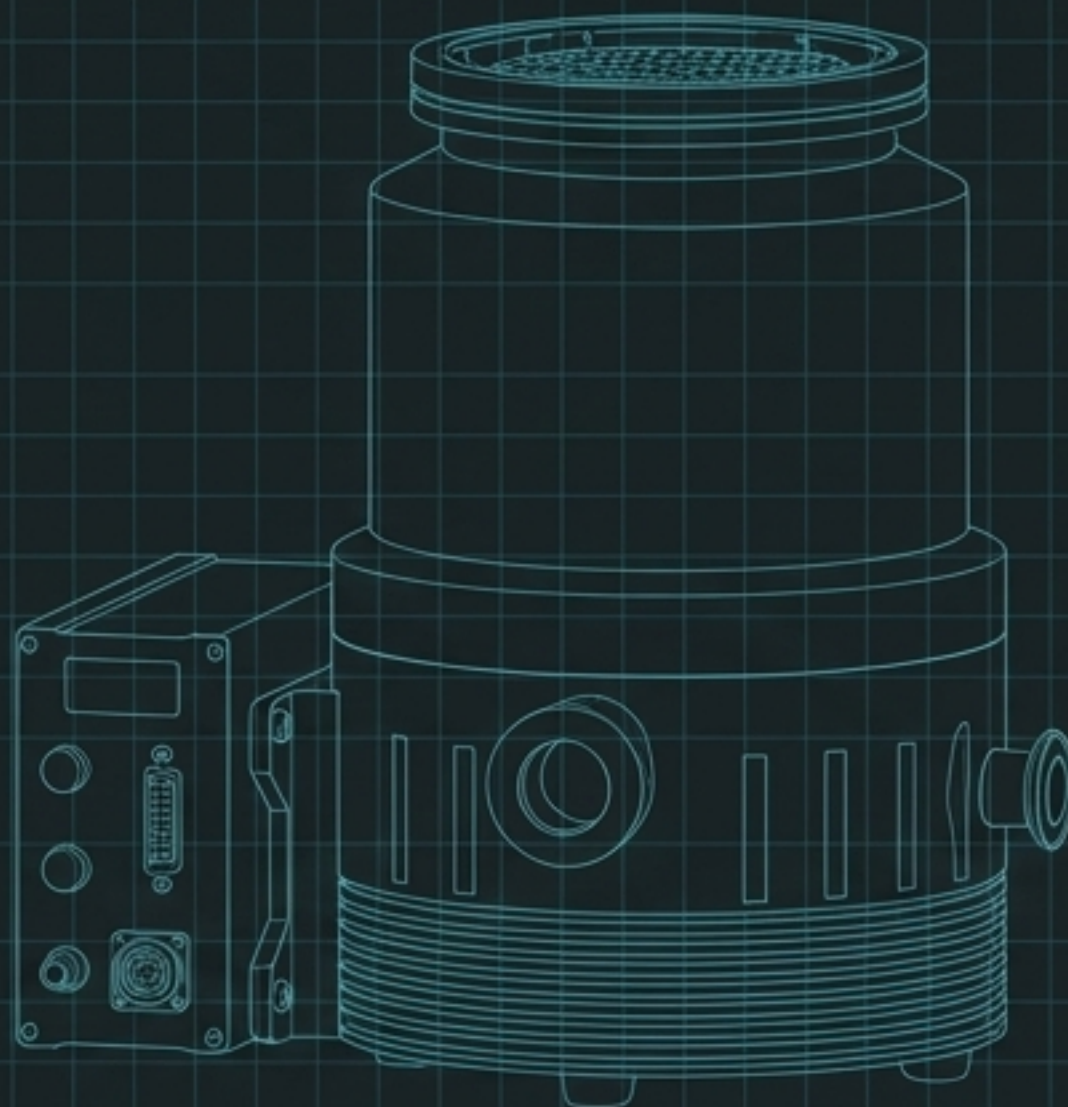


НЕ допускать падения твердых предметов в рабочую камеру (используйте защитные сетки).

Оборудование требует регулярного регламентного обслуживания обученным персоналом, включая инспекцию подшипников и обновление консистентной смазки.

Чек-лист проектировщика: Синтез интерфейсов

- ☐ Вход: DN400 LF |
Выход: KF40 |
Продувка: KF16
- ☐ Монтаж: Строго
вертикально ($\pm 5^\circ$)
- ☐ Форвакуум:
30–70 л/с
(гарантированно)



- ☐ Охлаждение: Вода
10 мм | ≥ 3 л/мин |
 $\leq 20^\circ\text{C}$ | 0.15 МПа
- ☐ Питание/Управление:
220V | RS-485
- ☐ Среда: Магнитное
поле ≤ 3 мТл

Убедитесь, что магистраль до форвакуумного насоса не ограничивает эффективную скорость откачки (проводимость трубы). Подробные CAD-модели и гайды по интеграции доступны во внутренней базе знаний LeakLab.