

## ebm-papst Muldingen GmbH & Co. KG

Бахмюле, 2  
Мульфинген, 74673  
Германия  
Телефон +49 7938 81-0  
Факс +49 7938 81-110  
[info1@de.ebmpapst.com](mailto:info1@de.ebmpapst.com)  
[www.ebmpapst.com](http://www.ebmpapst.com)

Коммандитное товарищество • Штаб-квартира в Мульфингене  
Окружной суд Штутгарта • Код в реестре субъектов хозяйственной деятельности,  
раздел «А» 590344  
Главный партнер Elektrobau Muldingen GmbH • Штаб-квартира в Мульфингене  
Окружной суд Штутгарта • Код в реестре субъектов хозяйственной деятельности,  
раздел «В» 590142

## Содержание

<b>1. Применение</b>	<b>1</b>
<b>2. Правила техники безопасности</b>	<b>1</b>
2.1. Уровни опасности на предупредительных надписях	1
2.2. Квалификация персонала	1
2.3. Основные правила техники безопасности	1
2.4. Порядок транспортировки и обращения	2
<b>3. Монтаж и подключение</b>	<b>2</b>
3.1. Монтажное пространство	2
3.2. Монтажное положение и крепление вентиляторов RadiPac с опорным кронштейном	2
3.3. Монтажное положение и крепление вентиляторов RadiPac кубической конструкции	3
<b>4. Вибропоглощающие элементы</b>	<b>4</b>
4.1. Основные принципы	4
4.2. Выбор вибропоглощающих элементов	4
4.2.1. Минимальная частота вращения	4
4.2.2. Последствия выбора неподходящих вибропоглощающих элементов	4
4.3. Особенности параллельной работы в FanGrid	5
4.4. Рекомендации по электрическому подключению FanGrid	5
<b>5. Ввод в эксплуатацию</b>	<b>6</b>
5.1. Измерение вибраций на месте монтажа	6
5.1.1. Измерение вибраций на RadiPac кубической конструкции	6
5.1.2. Измерение вибраций на RadiPac с опорным кронштейном	6
5.2. Меры, принимаемые в случае чрезмерной вибрационной нагрузки	6

## 1. ПРИМЕНЕНИЕ

Настоящее руководство предназначено исключительно для оказания помощи в монтаже центробежных вентиляторов из линейки продуктов серии RadiPac компании ebm-papst в системах вентиляции или в установках кондиционирования воздуха.

Его не следует использовать вместо инструкции по эксплуатации вентилятора.

## 2. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Внимательно прочтите настоящее руководство по монтажу перед началом работы. Соблюдайте следующие предупреждения для предотвращения неисправностей или опасности для людей. Допускается копирование и распространение настоящего руководства по монтажу с целью информирования о потенциальных опасностях и их предотвращения. Также следует соблюдать правила техники безопасности, указанные в инструкции по эксплуатации вентилятора. Проверьте, чтобы инструкция по эксплуатации вентилятора всегда находилась в месте его установки.

### 2.1. Уровни опасности на предупредительных надписях

В настоящем руководстве по монтажу используются следующие уровни опасности для обозначения потенциально опасных ситуаций и важных правил техники безопасности:



#### ОПАСНО

Обозначает неизбежно опасную ситуацию, которая приведет к серьезным травмам или даже летальному исходу, если указанные меры не будут приняты. Соблюдение указаний является обязательным условием.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Обозначает потенциально опасную ситуацию, которая приведет к серьезным травмам или даже летальному исходу, если указанные меры не будут приняты. Будьте предельно осторожны во время работы.



#### ОСТОРОЖНО

Обозначает потенциально опасную ситуацию, которая приведет к легким или незначительным травмам или повреждению имущества, если указанные меры не будут приняты.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Потенциально опасная ситуация может произойти и, если ее не предотвратить, привести к материальному ущербу.

### 2.2. Квалификация персонала

Транспортировка, распаковка, монтаж, эксплуатация, техническое обслуживание и иное использование устройства должны производиться подготовленным и уполномоченным техническим персоналом соответствующей квалификации. Только уполномоченные специалисты допускаются к установке устройства, выполнению пробного пуска и работ по электромонтажу.

### 2.3. Основные правила техники безопасности

Угрозы безопасности, связанные с устройством, необходимо повторно оценить после монтажа в конечном изделии.

В устройство не должны вноситься изменения или преобразования, и никакое дополнительное оборудование не должно устанавливаться на него без одобрения компании ebm-papst.



## 2.4. Порядок транспортировки и обращения

- Примите меры, предотвращающие повреждение рабочего колеса во время транспортировки и монтажа. Рабочее колесо не должно подвергаться нагрузке.
- Расположите вентилятор на подходящей поверхности для предотвращения любых повреждений.
- Не подвергайте рабочее колесо воздействию любых ударных нагрузок, поскольку это может привести к повреждению подшипника или, например, к повреждению, возникающему в результате разбалансировки.
- Используйте соответствующее подъемное оборудование для предотвращения повреждения рабочего колеса или опорной конструкции.
- Обратите внимание на информацию, указанную на устройстве и в инструкции по эксплуатации вентилятора.

## 3. МОНТАЖ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ

### 3.1. Монтажное пространство

В результате монтажа могут возникать потери производительности в случае установки центробежного вентилятора в ограниченном пространстве. Потери ожидаемой производительности вентилятора можно оценить на основании графика, представленного на рис. 1.

В случае блоков с квадратным поперечным сечением гидравлический диаметр рассчитывается по ширине и высоте, а затем полученное значение делится на диаметр рабочего колеса.

После чего поправочный коэффициент в отношении воздушного потока можно определить на графике на основе данного значения.

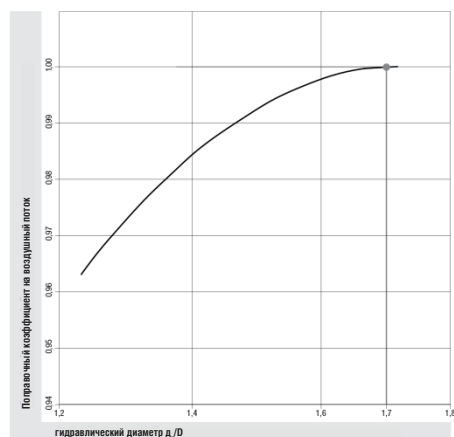
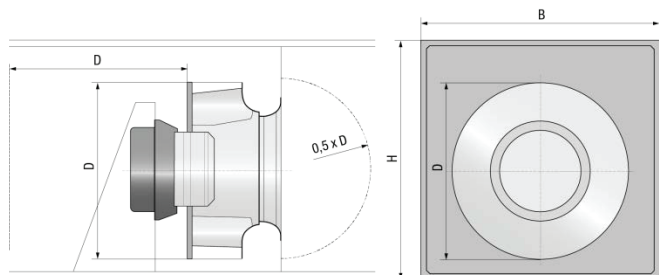


Рис. 1: Определение потери производительности в ограниченном монтажном пространстве для вентиляторов RadiPac

Д <sub>г</sub>	Гидравлический диаметр: $d_g = 2 \times \text{Ш} \times \text{В} / (\text{Ш} + \text{В})$
Ш	Ширина монтажного пространства
В	Высота монтажного пространства
Д	Наружный диаметр вентилятора

В случае наличия препятствий с приточной стороны шумовое излучение, вызванное ими, может быть снижено путем установки решетки воздухозаборника FlowGrid производства компании ebm-papst.

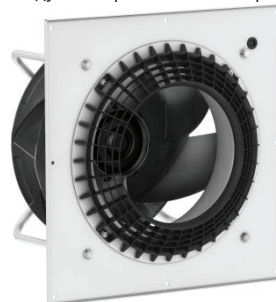


Рис. 2: Решетка FlowGrid для центробежных вентиляторов

### 3.2. Монтажное положение и крепление вентиляторов RadiPac с опорным кронштейном

Устройства RadiPac с опорным кронштейном могут устанавливаться с горизонтальным или вертикальным положением вала и расположением ротора вниз.

- Вертикальное положение вала с расположением ротора вверх возможно только по запросу.
- В случае установки с горизонтальным положением вала сварной шов между опорными стойками и опорной пластиной двигателя всегда должен располагаться перпендикулярно.
- Кабельные сальники всегда должны быть обращены вниз для предотвращения попадания влаги.

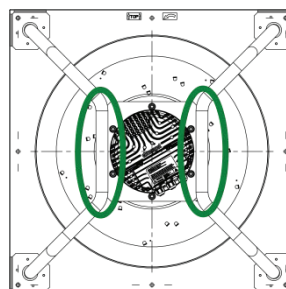


Рис. 3: Перпендикулярный шов при настенном монтаже

- Обратите внимание на информацию, указанную на вентиляторе и в инструкции по эксплуатации вентилятора.
- RadiPac с опорным кронштейном предназначен для установки на стенке устройства.
- Изоляция вентилятора вибропоглощающими элементами не предусмотрена.

#### Крепление вентилятора к несущей стенке

- В результате установки вентилятора образуется новая конструкция, подверженная колебаниям.
- Такая конструкция не должна подвергаться недопустимо сильным вибрациям в диапазоне регулирования частоты вращения.
- Предельные значения см. в разделе 4.
- Также следует избегать передачи вибрации на вентилятор от внешних частей монтажа.
- Механическая конструкция несущей стенки или воздуховода должна обеспечивать отсутствие возникновения резонанса в предполагаемом диапазоне регулирования частоты вращения.

Для предотвращения утечки рекомендуется обеспечить уплотнение между вентилятором и воздуховодом или несущей стенкой.

#### Уплотнение с помощью профиля защиты кромок

В случае RadiPac с опорным кронштейном защитное уплотнение может быть реализовано в виде уплотнительных кромок. Профиль защиты кромок крепится к краю опорной пластины.

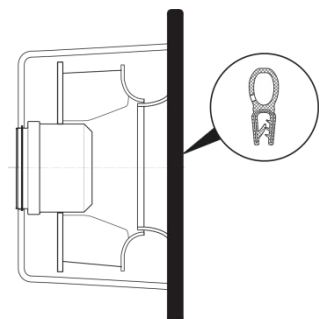


Рис. 4: Вид сбоку вентилятора RadiPac с опорным кронштейном и профилем защиты кромок на стороне впуска

#### Уплотнение с помощью упругого уплотнительного материала

Уплотнение может достигаться путем нанесения подходящего уплотнительного материала на переднюю часть вентилятора.

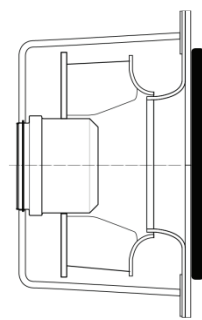


Рис. 5: Вид RadiPac со стороны впуска с уплотнителем из пеноматериала

### 3.3. Монтажное положение и крепление вентиляторов RadiPac кубической конструкции

Центробежные вентиляторы RadiPac кубической конструкции предназначены исключительно для установки на днище устройства. Они могут устанавливаться с горизонтальным или вертикальным положением вала и расположением ротора вниз. Вертикальное положение вала с расположением ротора вверх предоставляется только по запросу. Для установки с горизонтальным положением вала предусмотрены два варианта монтажа:

- Фиксированный напольный монтаж с гибким соединением на стороне впуска.
- Напольный монтаж с вибропоглощающими элементами и гибким соединением на стороне впуска

Кубическая конструкция не подходит для монтажа на стенке. Кабельные сальники на управляющей электронике должны быть обращены вниз.

#### Крепление вентилятора к несущей стенке

- Проверьте устойчивость конструкции устройства.
- В результате установки вентилятора образуется новая конструкция, поверженная колебаниям.
- Такая конструкция не должна подвергаться недопустимо сильным вибрациям в диапазоне регулирования частоты вращения.
- Предельные значения см. в разделе 4.
- Это также относится к передаче вибрации на вентилятор от внешних частей монтажа.

Для предотвращения утечки рекомендуется обеспечить уплотнение между вентилятором и несущей стенкой.

#### Уплотнение с помощью упругих соединительных элементов

В случае RadiPac кубической конструкции могут использоваться гибкие вставки.

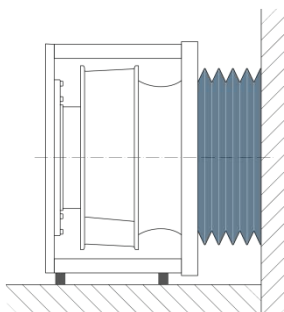


Рис. 6: Вид сбоку вентилятора RadiPac кубической конструкции с гибкой вставкой на стороне впуска

#### Уплотнение с помощью уплотнительного материала

Уплотнение может достигаться путем нанесения подходящего уплотнительного материала на переднюю часть вентилятора.

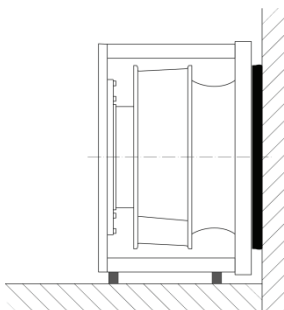


Рис. 7: Вид RadiPac со стороны впуска с уплотнительным материалом

## 4. ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

### 4.1. Основные принципы

Вибрационные нагрузки на вентиляторы с вибропоглощающими элементами во время запуска представлены тремя диапазонами:

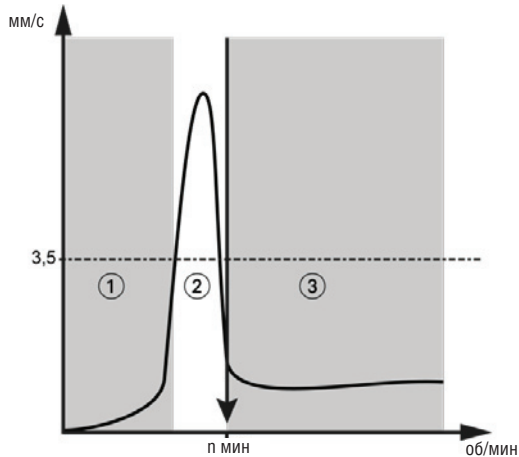


Рис. 8: Пример кривой вибраций в диапазоне частоты вращения вентилятора с вибропоглощающими элементами

#### ① Диапазон ниже резонансной частоты:

В данном диапазоне интенсивность вибраций ниже допустимого предельного значения 3,5 мм/с. Эксплуатация вентилятора возможна в данном диапазоне, но вибропоглощающие элементы не будут иметь никакого влияния по физическим причинам.

#### ② Диапазон, близкий к резонансной частоте:

В данном диапазоне частоты вращения скорость вибрации иногда значительно превышает допустимое предельное значение. Устройство не получает немедленного повреждения, но длительная эксплуатация в данном диапазоне сократит общий срок службы.

**Возникает высокий уровень шума.**

**Данный диапазон частоты вращения следует пройти как можно быстрее! Постоянной эксплуатации в данном диапазоне всегда следует избегать!**

#### ③ Диапазон выше резонансной частоты:

Диапазон частоты вращения, при котором уровень вибраций значительно ниже предельного значения, начинается достаточно далеко от резонансного пика.

В данном диапазоне, превышающем минимальную частоту вращения (п мин.), вибропоглощающие элементы способны изолировать вентилятор от воздействия вибраций установки или здания.

### 4.2. Выбор вибропоглощающих элементов

При установке систем вентиляции на зданиях или в зданиях зачастую не обращается внимание на то, что вибрации здания, имеющейся системы вентиляции и вентилятора влияют друг на друга.

Вентиляторы кубической конструкции могут устанавливаться на вибропоглощающие элементы (резиновые амортизаторы или пружины). Целью применения вибропоглощающих элементов является изоляция устройства или здания от вибраций, вызываемых вентиляторами.

В каталоге RadiPac представлены вибропоглощающие элементы, предлагаемые в качестве вспомогательного оборудования производства компании ebm-papst.

Соответствующие минимальные значения частоты вращения также можно найти в каталоге.

Однако следует помнить, что использование вибропоглощающих элементов создает новую, дополнительную пружинно-массовую систему, которая может вести себя иначе, чем отдельный вентилятор.

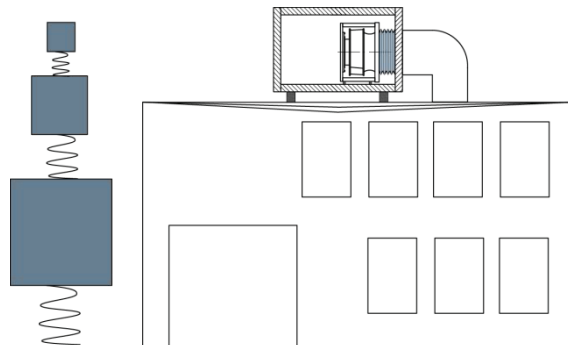


Рис. 9: Конфигурация колебательной системы: Вентилятор, вентиляционная установка, здание

Таким образом, выбор соответствующих качающихся элементов возможен только после измерения вибраций на месте монтажа в смонтированном состоянии (см. раздел 5.1).

**Как правило, применяются следующие общие указания:**

- При выборе вибропоглощающих элементов для вентиляторов важно знать рабочую частоту вращения вентилятора по месту его установки.
- Измерение вибраций должно выполняться при вводе в эксплуатацию (см. раздел 5).
- Вибрации должны измеряться во всех соответствующих рабочих условиях (например, разные значения частоты вращения, переменное противодавление).
- Для всех вентиляторов скорость вибрации должна быть ниже предельного значения 3,5 мм/с в рамках планируемых диапазонов рабочей частоты вращения.
- Необходимо обеспечить, чтобы вибрация всей установки не оказывала никакого негативного воздействия на работу вентилятора RadiPac.
- Не допускается размещение нескольких вентиляторов на одном наборе вибропоглощающих элементов.

#### 4.2.1. Минимальная частота вращения

Минимальная частота вращения, указанная в каталоге, всегда относится к одному вентилятору с вибропоглощающими элементами без учета внешних воздействий, например, от устройства, в котором должен быть установлен вентилятор.

Установка вентилятора с вибропоглощающими элементами в устройстве создает новую колебательную систему с собственными вибрационными характеристиками.

Это может вызывать смещение диапазона резонансной частоты и, следовательно, минимальной частоты вращения. Это, как правило, трудно предугадать.

Поэтому после установки вентилятора важно всегда выполнять измерение вибраций.

#### 4.2.2. Последствия выбора неподходящих вибропоглощающих элементов

Неправильно подобранные вибропоглощающие элементы не обеспечивают надлежащего предотвращения передачи структурного шума. Это может вызывать резонанс всей системы вентиляции, что приводит к высокому уровню шума и повреждению вентилятора.

Вентилятор может быть поврежден непредвиденными резонансными частотами, вызываемыми установкой в целом или другими вентиляторами.

### 4.3. Особенности параллельной работы в FanGrid

#### RadiPac кубической конструкции

Высокая эффективность кондиционирования воздуха может быть достигнута путем параллельного подключения нескольких вентиляторов. Тем не менее, важно оставить достаточное пространство между вентиляторами при установке. Для параллельной работы несколько вентиляторов располагаются рядом друг с другом и друг над другом в соединении (FanGrid).

В таких случаях каждый отдельный вентилятор должен устанавливаться отдельно. Для этой цели механическая конструкция должна быть надлежащим образом измерена. Если предполагается использование вибропоглощающих элементов, каждый вентилятор должен быть изолирован индивидуально.

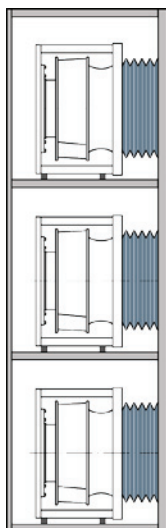


Рис. 10: Пример установки FanGrid с RadiPac кубической конструкции

#### RadiPac с опорным кронштейном

RadiPac с опорным кронштейном крепится непосредственно к несущей стенке.

В данном случае соединение с несущей стенкой и сама несущая стенка должны быть достаточно устойчивыми, чтобы поглощать вибрации отдельных вентиляторов, а также установки в целом.

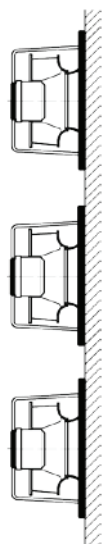


Рис. 11: Пример установки FanGrid с RadiPac с опорным кронштейном

### 4.4. Рекомендации по электрическому подключению FanGrid



#### ОПАСНО

Вентиляторы RadiPac должны быть снабжены индивидуальной защитой питающей линии.

Следуйте инструкции по эксплуатации соответствующего вентилятора в отношении выбора предохранителей защиты линии.

Самая простая форма подключения вентиляторов RadiPac предполагает наличие отдельного соединения с источником питания для каждого вентилятора RadiPac и подключение всех входов 0-10 В параллельно.

- При подключении входов 0-10 В обратите внимание на следующее: Подсоедините все входы 0-10 В параллельно (например, с помощью патч-панели).
- Индивидуальное включение вентиляторов RadiPac возможно с помощью контроллера EC ebm-papst (изделие №: CCC000-AD06-02). Контроллер EC обеспечивает индивидуальное регулирование и отдельный контроль каждого вентилятора (см. также инструкцию по эксплуатации контроллера EC).
- При подключении ШИНЫ обратите внимание на следующее: Последовательное проводное подключение RS485 (RSA, RSB, GND) с концевой заделкой в соответствии со спецификациями MODBUS.org (спецификация MODBUS на последовательной линии).

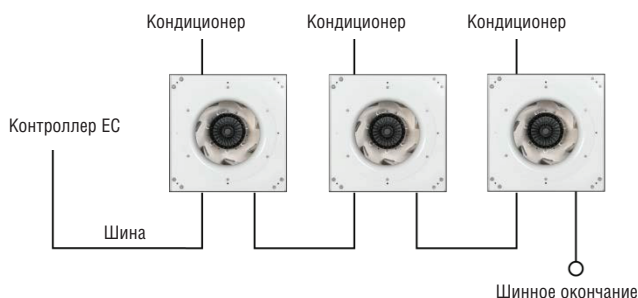


Рис. 12: Пример подключения с контроллером EC



## 5. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

### 5.1. Измерение вибраций на месте монтажа

Резонансные характеристики вентиляторов должны проверяться при эксплуатации и во взаимодействии с окружающей средой и при необходимости изменяться.

Необходимо определить уровень вибраций и избегать областей выше предельного значения (см. раздел 4.2). Также должны быть определены точки резонанса, и необходимо обеспечить, чтобы при нормальной работе резонансные частоты достигались лишь на короткие промежутки времени (не в постоянном режиме).

Необходимо проводить регулярное наблюдение за данными точками резонанса, по меньшей мере, с периодичностью, указанной в инструкции по эксплуатации. Уровень вибрации вентилятора должен измеряться с помощью подходящего датчика вибраций.

Вибрационные характеристики должны определяться, по меньшей мере, в осевом направлении и в направлении, перпендикулярном ему.

Рекомендуется измерение вибрации по всем трем осям, и оно должно выполняться во всем диапазоне частоты вращения для получения полной картины вибраций, возникающих в процессе работы вентилятора.

- Периодичность измерений: каждые 6 месяцев.
- Увеличивайте частоту вращения постепенно, например, на 5% и записывайте показания в таблицу.

Частота вращения в %	Частота вращения в об/мин	Скорость вибрации в осевом направлении в мм/с (среднеквадратичное значение)	Скорость вибрации перпендикулярно осевому направлению в мм/с (среднеквадратичное значение)
10%			
15%			
...			
...			
100%			

Предложение по протоколу измерений

- Класс точности балансировки вентиляторов RadiPac ebm-papst составляет G6.3 и, следовательно, подпадает под действие стандарта ISO 14694 «Промышленные вентиляторы – Характеристики качества балансировки и уровней вибрации - категория применения BV-3».
- Для вентиляторов с гибким креплением компания ebm-papst рекомендует применять значения скорости вибрации менее 3,5 мм/с (среднеквадратичное значение) в соответствии с классами BV-3.
- Для вентиляторов с жестким креплением компания ebm-papst рекомендует применять значения скорости вибрации менее 2,8 мм/с (среднеквадратичное значение) в соответствии с классами BV-3.

#### 5.1.1. Измерение вибраций на RadiPac кубической конструкции

Подходящим методом является измерение по диаметру крепления двигателя на опорной плите двигателя в направлении оси вращения двигателя и перпендикулярно ему.

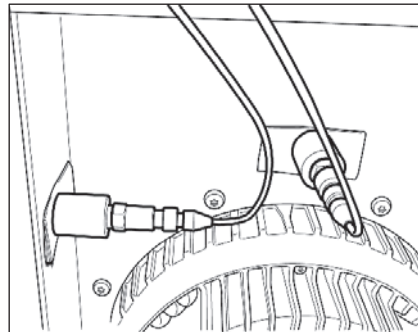


Рис. 13: Измерение вибраций на RadiPac кубической конструкции. Расположение датчиков зависит от соответствующего устройства и условий монтажа.

#### 5.1.2. Измерение вибраций на RadiPac с опорным кронштейном

В случае опорного кронштейна датчики могут быть подсоединены в осевом направлении, как для кубической конструкции. Измерения могут проводиться перпендикулярно оси двигателя путем установки железного блока кубической формы с магнитом на опорной плите двигателя. Затем магнитный датчик вибраций крепится к этому железному блоку.

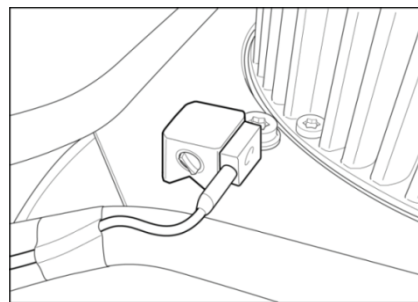


Рис. 14: Магнит в качестве средства измерения

Более удобный способ заключается в использовании датчика вибраций, который выполняет измерения во всех трех направлениях от одной точки измерения (трехосный датчик)

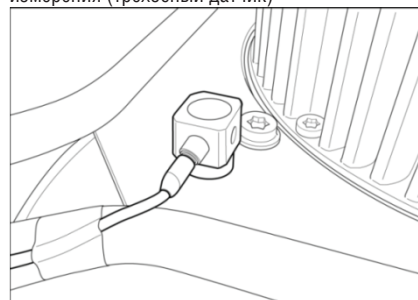


Рис. 15: Трехосный датчик

### 5.2. Меры на случай чрезмерной вибрационной нагрузки

- Более точный выбор вибропоглощающих элементов
- Избегать падения частоты вращения ниже минимального значения
- Быстрый проход через точку резонанса при запуске
- Следует всегда избегать работы в режиме резонансной частоты.
- Внесение изменений в конструкцию устройства/установки, например, использование усиливающих скоб.
- Обратиться к экспертам компании ebm-papst.