

Auslegungsbedingungen / Условия для производства расчета

Allgemeine Angaben

Sämtliche im Katalog aufgeführten Ventilatoren sind einstufiger Bauart und in geschweißter Industrieausführung hergestellt. Je nach Ventilatorbauform besteht ein gemeinsamer Unterbau für Gehäuse, Lagerung und Antriebsmotor aus Stahlprofilen und Blechen. Die Laufräder sind nach den neuesten Erkenntnissen der Strömungstechnik konstruiert und berechnet.

Die Leistungswerte beziehen sich auf eine Ansaugtemperatur von 20°C bei einem Luftdruck von 101.325 Pa entsprechend der Dichte von 1,205 kg/m³.

Die Ventilatoren und das Zubehör sind unter Berücksichtigung der gültigen EN-Normen konzipiert. Die technische Ausführung entspricht der DIN 24166 „Technische Lieferbedingungen für Ventilatoren“. Ein Qualitätsmanagementsystem wurde im April 1995 eingeführt. Seitdem ist unser Unternehmen nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert.

Umgebungstemperatur

Die mechanischen Antriebselemente sind für eine Dauerumgebungstemperatur von -10°C bis +40°C konzipiert. Bei abweichenden Temperaturen ist anzufragen.

Temperatur Fördermedium (Fördertemperatur)

Alle vom Fördermedium berührten Ventilatorbauteile sind standardmäßig für eine Temperatur des Fördermediums von -10°C bis +80°C ausgeführt. Die Ventilatorbauform MX, KX, RG und RH sind bei Einbau einer Kühlscheibe für Temperaturen bis +180°C geeignet. Bei abweichenden Temperaturen ist anzufragen.

Auswuchttechnik

Alle Ventilatorlaufräder und sonstige sich drehende Teile sind elektrodynamisch in zwei Ebenen ausgewuchtet. Die Bestimmung der zulässigen Restunwucht ist entsprechend der Richtlinie DIN ISO 1940 Teil 1 „Anforderungen an die Auswuchtgüte starrer Rotoren“ festgelegt worden. Die Auswuchtgütestufe der kompletten Ventilatereinheit beträgt G 6,3. Bei besonderen Anforderungen können andere Gütestufen geliefert werden, Mehrpreis auf Anfrage. Alle Verbindungen mit Paßfeder sind nach DIN EN 60034-14 mit Halbkeilwuchtung ausgeführt.

Schwingungstechnik

Alle Ventilatoren erfüllen die schwingungstechnischen Anforderungen hinsichtlich dynamischer Steifigkeit, Laufruhe, Geräuschabstrahlung und dergleichen. Die Bewertung der Schwingung erfolgt nach DIN ISO 10816-3 „Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht rotierenden Teilen“. Weitere relevante Richtlinien: DIN ISO 10816 und DIN ISO 13373-1.

Общие данные

Все приведенные в каталоге вентиляторы являются одноступенчатыми и выпускаются в сварном промышленном варианте. В зависимости от конструкции вентиляторов они располагают общим основанием для корпуса, подшипников и приводного двигателя из стального профиля и листовой стали. Рабочие колеса конструируются и рассчитываются в соответствии с последними достижениями технической аэрогидродинамики.

Значения производительности относятся к температуре на всасе в 20°C при давлении воздуха в 101.325 Pa и соответствующей плотности в 1,205 кг/м³.

Вентиляторы и комплектующие разработаны с учетом действующих норм EN. Техническое исполнение соответствует DIN 24166 «Технические условия поставки вентиляторов». Система менеджмента качества была введена в апреле 1995г. С этого момента наше предприятие сертифицировано согласно DIN EN ISO 9001.

Температура окружающей среды

Механические приводные элементы рассчитаны на продолжительную температуру окружающей среды от -10°C до +40°C. При отклоняющихся температурах необходим дополнительный запрос.

Температура перемещаемой среды

Все вступающие в контакт с перемещаемой средой узлы вентилятора выполнены стандартно с расчетом на температуру перемещаемой среды от -10°C до +80°C. Вентиляторы конструкции MX, KX, RG и RH при установке диска охлаждения подходят для работы при температуре до +180°C. При отклоняющихся температурах необходим дополнительный запрос.

Техника балансировки

Все рабочие колеса вентиляторов и прочие вращающиеся узлы балансируются электродинамически в двух плоскостях. Допустимый остаточный дисбаланс определяется в соответствии с нормативами DIN ISO 1940, часть 1, «Требования по качеству балансировки жестких роторов». Класс качества балансировки вентилятора составляет G 6,3. При наличии особых требований может быть проведена балансировка и другого класса качества, дополнительная стоимость по запросу. Все соединения с призматическими шпонками выполнены с полуклиновой балансировкой согласно DIN EN 60034-14.

Вибрация

Все вентиляторы отвечают вибрационно-техническим требованиям относительно динамической жесткости, спокойного хода, акустического излучения и т.д. Оценка вибрации осуществляется согласно DIN ISO 10816-3 «Оценка вибрации машин с помощью замеров на невращающихся узлах». Прочие важные нормы: DIN ISO 10816 и DIN ISO 13373-1.

Auslegungsbedingungen / Предпосылки для производства расчетов

Mechanische Beanspruchung

Im Interesse hoher Verfügbarkeit müssen sämtliche Ventilatorbauteile allen auftretenden Beanspruchungen standhalten. Besonders die Laufräder gehören als zentrales Bauteil zu den am höchsten beanspruchten Komponenten. Das Laufrad eines Ventilators unterliegt neben den statisch wirkenden Kräften stets noch dynamischen Zusatzbeanspruchungen. Besonders hohe Lastwechsel hervorgerufen durch permanente Regelintervalle sowie aerodynamische Anregung durch Anlagenkomponenten können die Lebensdauer eines Laufrades sowie mechanisch beanspruchter Bauteile erheblich vermindern. Es ist deshalb sicherzustellen, dass Lastwechsel möglichst klein gehalten werden. Lastwechsel können auf unterschiedlichste Art hervorgerufen werden:

- durch drehzahlabhängige Anregung z.B. häufiger Anlauf aus dem Stillstand, betriebsbedingte Regelung durch einen Frequenzumrichter, Motor polumschaltbar usw.
- durch aerodynamische Anregung Voraussetzung ist, dass das Gesamtsystem in Resonanz und instationären Volumenstrom oder Druckstörungen kommt, hervorgerufen durch instabile Betriebspunkte (z.B. Pumpen der Anlage, ständig wechselnde Betriebspunkte usw.)
- durch schwingungsbedingte Anregung z.B. hervorgerufen durch Schwingungen des kompletten Wellenstranges (Motor, Kupplung, Ventilatorwelle, Laufrad usw.) s. VDI 3840 „Schwingungen von Wellensträngen“.

Damit die Stoß- und Wechselbelastungen auf die mechanischen Teile klein bleiben, sind größere Schalthäufigkeiten zu vermeiden. Sie treten immer dann auf, wenn sprunghafte Drehzahländerungen vorgesehen sind, z.B. Anlauf aus dem Stillstand, Drehzahländerungen bei polumschaltbaren Motoren, sowie permanente Regelintervalle durch Frequenzumrichter usw. Es ist deshalb sicherzustellen, dass Schalthäufigkeiten von max. 6- bis 8-mal pro Tag nicht überschritten werden. Bei höheren Schalthäufigkeiten ist grundsätzlich nachzufragen.

Transporthinweise

Transportmittel zum Ventilatortransport entsprechend den örtlichen Gegebenheiten verwenden. Das Anheben und Transportieren des Ventilators darf nur an den dafür vorgesehenen Aufhängeösen (Kranaugen) oder mittels Hubstapler (Gabelstapler) erfolgen. Der Ventilator darf nicht an der Ansaug- bzw. Drucköffnung oder am Motor angehoben werden. Alle Öffnungen (Stützen, Flansche usw.) sind ausreichend fest zu verschließen, um Schäden bei Transport und Lagerung durch Eindringen von Fremdkörpern, Feuchtigkeit, Staub usw. zu verhindern.

Gewährleistungsansprüche

Für sämtliche in dieser Liste aufgeführten Angaben behalten wir uns technische Änderungen vor. Gewährleistungsansprüche infolge von technischen Änderungen sind ausgeschlossen. Grundsätzlich sind vor Montagebeginn und Inbetriebnahme die Sicherheitsvorschriften und die jeweiligen Betriebsanleitungen zu beachten. Bei längerem Einlagern vor Ort sind Konservierungsmaßnahmen erforderlich. Konservierungsrichtlinien können angefordert werden.

Механическая нагрузка

В интересах высокой надежности все узлы вентилятора должны выдерживать действующие на них нагрузки. К узлам, подвергаемым максимальной нагрузке, относятся рабочие колеса как центральный узел вентилятора. На рабочее колесо наряду со статическими силами постоянно воздействуют и дополнительные динамические нагрузки. Особенно частые изменения нагрузки, вызванные постоянными интервалами в регулировании, а также аэродинамическим возбуждением со стороны компонентов установки могут значительно сократить срок службы рабочего колеса и узлов, подверженных механическим нагрузкам. Поэтому необходимо обеспечить, по возможности, минимальные изменения нагрузки. Изменения нагрузки могут возникать по различным причинам:

- из-за зависящего от числа оборотов возбуждения, напр. из-за частых пусков, обусловленной эксплуатационными требованиями регулятора с помощью преобразователя частоты, многоскоростного двигателя и т.д.
- из-за аэродинамического возбуждения создается предпосылка для того, что вся система начинает резонировать и выходит на нестационарные значения расхода или давления, вызванные нестабильными рабочими точками (напр., помпаж на установке, постоянно меняющиеся рабочие точки и т.д.)
- из-за вибрационного возбуждения, напр., вызванного вибрацией всего комплекса передачи (двигатель, муфта, вал вентилятора, рабочее колесо); см. по этому вопросу VDI 3840 «Вибрация карданных передач».

Для уменьшения нагрузок на механические узлы необходимо избегать частых пусков. Эти нагрузки возникают всегда в тех случаях, когда речь идет о скачкообразных изменениях числа оборотов, напр., при разгоне после остановки, при изменении числа оборотов на многоскоростных двигателях, при интервалах регуляции с помощью преобразователя частоты и т.д. Поэтому необходимо, чтобы частота включения не превышала 6 – 8 пусков в день. При необходимости более частого включения нужно обратиться к производителю.

Указания по транспортировке

Для транспортировки вентиляторов необходимо использовать транспортные средства, соответствующие местным условиям. Подъем и транспортировка вентилятора разрешается только с использованием предназначенных для этого проушин или вилочного погрузчика. Вентилятор нельзя поднимать за всасывающее или напорное отверстие или двигатель. Все отверстия должны быть плотно закрыты во избежание нанесения ущерба при транспортировке и складировании из-за попадания вовнутрь посторонних предметов, сырости, пыли и т.д.

Гарантийные требования

По всем приведенным в данном реестре данным мы сохраняем за собой право на технические изменения. Гарантийные требования вследствие технических изменений исключаются. Принципиально перед началом работ по монтажу и по вводу в эксплуатацию необходимо учитывать требования инструкции по технике безопасности и соответствующих инструкций по эксплуатации. При продолжительном складировании на месте установки необходимо принять меры по консервации. Указания по проведению консервации могут быть предоставлены по требованию.

Auslegungsbedingungen / Условия для проведения расчета

Notwendige Angaben des Bestellers

Sofern der Besteller sich nicht auf Katalogangaben bezieht, sind zur Auslegung des geeigneten Ventilatorstyps und des notwendigen Zubehörs folgende Angaben erforderlich:

1. Umgebungsbedingungen (z.B. Umgebungsdruck bzw. Aufstellungshöhe, Umgebungstemperatur und relative Luftfeuchte).
2. Ansaugtemperatur bzw. Ansaugdichte
3. Totaldruckerhöhung
4. Volumenstrom (er wird stets auf den Ansaugzustand bei Temp. t_1 und dem stat. Druck p_{st1} bezogen).
5. Fördermedium bzw. Art des zu fördernden Gases und dessen Zusammensetzung (Gaskonstante). Angaben, ob z.B. explosionsfähig, aggressiv, korrodierend, staub- oder tropfenhaltig, giftig oder radioaktiv; Art, Zusammensetzung und Korngrößenverteilung des im Fördermedium enthaltenen Staubes, wenn der Staubinhalt des zu fördernden Gases wesentlich größer ist als der der Außenluft in Industriegebieten ($> 5 \text{ mg/m}^3$) (z.B.: schleißend, klebend, anbackend, hygroskopisch).
6. Angaben über Verwendungszweck wie Art der Anlage, der Maschine oder des Gerätes; Einbau- und Aufstellungsverhältnisse, einzuhaltende Einbaumaße.
7. Einbauart und Anschlussart: – A, B, C oder D, siehe Blatt PB 15.
8. Betriebsbedingungen wie Dauerbetrieb, Aussetzbetrieb, längere Unterbrechungen, Schalthäufigkeit, Frequenzregelung.
9. Art der Antriebsmaschine, Einschaltart des Motors – siehe unsere Blätter PB 12 bis PB 14.
10. Spannung, Frequenz, besondere Netzverhältnisse – Bei 60Hz-Netz unbedingt die Änderung der Drehzahl und die daraus resultierenden Leistungsänderungen beachten. – Rückfrage bei uns ist erforderlich.
11. Ausführungsmerkmale wie z.B. Radialventilator, Gehäusestellung, Antriebsart (z.B. Riemen oder Kuppelung) und Anordnung, gegebenenfalls Regel- oder Steuerorgane.
12. Ob Abdichtung des Gehäuses und des Wellendurchganges notwendig sind und gegebenenfalls der Eintritt oder Austritt von Gas verhindert werden muss.
13. Sonstige allgemeine Angaben (z.B. Korrosionsschutz, Werkstoffangaben, Lebensdauer der Lager, Anschlusskräfte, Erdbeben- und Erschütterungsbelastung, druckstoßfest oder gasdicht). Zubehör (z.B. Berührungsschutzeinrichtung, elastische Verbindungsstücke, Regel- und Absperreinrichtungen, Saugkästen).

Bei Garantieabgabe zu beachten

Wir als Lieferant kennen das jeweilige Anlagenkonzept und die Örtlichkeiten nicht. Es sind deshalb vom Anlagenplaner bzw. Projektant die Bestelldaten an uns soweit aufzubereiten, dass die anlagenspezifischen Besonderheiten und Örtlichkeiten bereits berücksichtigt werden. D.h. unsere Garantieangaben beziehen sich auf Einzelwerte und Prüfstandsbedingungen entsprechend den jeweils gültigen DIN-Richtlinien bzw. Norm- und Regelwerken. Eine Umrechnung auf Betriebszustand bei vorgegebenen Örtlichkeiten ist also unumgänglich. Für Einbauteile unseres Lieferumfanges wie z.B. Übergangsstücke, Drosselorgane, Ansaugkästen, Rundfilter, Schutzgitter, Schalldämpfer usw. sind die jeweiligen Einbauwertstände vom Anlagenplaner zu bestimmen und bei der Typenfestlegung einzurechnen.

Необходимые данные со стороны заказчика

Если заказчик не опирается на данные каталога, то для расчета подходящего типа вентилятора и соответствующих комплектующих необходимы следующие данные:

1. Условия окружающей среды (давление окружающей среды и высота установки, темп-ра окр. среды и относительная влажность воздуха).
2. Температура и плотность на всасе
3. Общее повышение давления
4. Расход воздуха (относ. параметров всасыв. среды при температуре t_1 и со статическим давлением p_{st1}).
5. Перемещаемая среда или вид перемещ. газа и его состав (газовая постоянная). Данные, напр., о том, насколько он взрывоопасный, агрессивный, корродирующий, содержит ли он пыль или капли, ядовит ли он или радиоактивен; вид, состав и распределение частиц содержащ. в перемещ. среде пыли по их крупности, если содержание пыли в перемещ. газе намного выше, чем в окр. воздухе в пром. районах ($> 5 \text{ мг/м}^3$) (напр. приводящая к износу, прилипающая, пригорающая, гигроскопическая пыль).
6. Данные о назначении, напр., вид установки, машины или агрегата; условия монтажа и расположения, подлежащие соблюдению установочные размеры.
7. Вид встраивания и присоединения – A, B, C или D, см. лист PB 15.
8. Условия эксплуатации, напр., непрер. эксплуатация, повторно-кратковр. режим работы, длительные остановки, частота включений, регулировка частоты.
9. Вид приводного двигателя, включение двигателя – см. листы PB 12 – PB 14.
10. Напряжение, частота, особенности электросети – при частоте в сети 60 Гц учитывать изменение числа оборотов и вытекающие отсюда изменения мощности. Необходимы консультации с нами.
11. Отличительные черты исполнения, напр., рад-ный вент-р, положение корпуса, вид привода (ременная передача или муфта) и расположение, регулирующие или управляющие органы
12. Нужны ли уплотнения на корпусе и на проходе вала и есть ли необходимость предотвращения попадания или утечки газа.
13. Проч. данные (защита от коррозии, данные по мат-лу, срок службы подш-ков, присоед. силы, нагрузки от землетрясений или вибрации, устойчивость к скачкам давления или газонепроницаемость). Комплектующие (напр., защитн. устр-ва от прикосновения, эласт. соед. элементы, рег. и зап. приспособления, всасывающие короба).

При предоставлении гарантии учитывать следующее:

Мы не знакомы с концепцией конкретной установки и с местом ее нахождения. Поэтому проектировщик установки должен подготовить материалы таким образом, чтобы в них были учтены особенности установки и ее местонахождения. Т.е. наши данные по гарантии касаются отдельных показателей и условий на испытательном стенде в соответствии с действующими нормами DIN и др. нормами и требованиями. Их пересчет на рабочее состояние на месте установки является таким образом обязательным. Для встроенных деталей из объема нашей поставки, напр., переходников, дросс. органов, всасыв. коробов, цилиндрических фильтров, защитных решеток, шумоглушителей и т.д., все монтажные приспособления должны быть определены проектировщиком установки и учитываться при выборе типа.

PB 4 Radialventilatoren / Радиальные вентиляторы
 Produktbeschreibung / Описание продукта

Bauformen / Конструктивные формы / модели

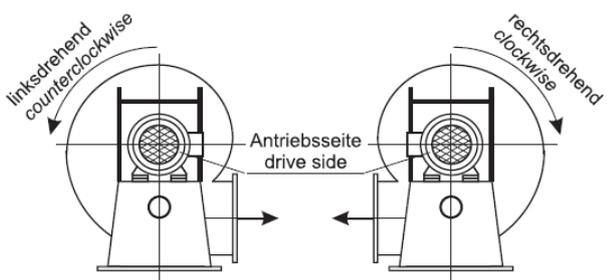
Typenbezeichnung bzw. Artikel Nr.	Обозначение типа или номер артикула
siehe Blatt PB 4.1	см. лист PB 4.1

Wichtige Daten zur Bearbeitung eines Auftrages / **Важные данные для обработки заказа**

- 1. Ventilatorbauformen / модели вентилятора**
- | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> MXE | <input type="checkbox"/> RHE | siehe Blatt PB 5
см. лист PB 5 |
| <input type="checkbox"/> MAE | <input type="checkbox"/> RGE | |
| <input type="checkbox"/> KXE | | |



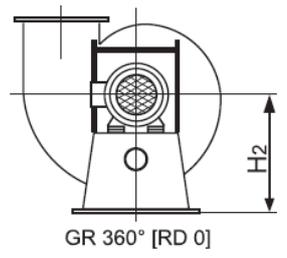
2. Drehrichtung / Направление вращения



- (von der Antriebsseite aus gesehen) siehe Blatt PB 6
 (если смотреть со стороны привода) см. лист PB 6
- rechtsdrehend / Правое вращение
 Linksdrehend / Левое вращение

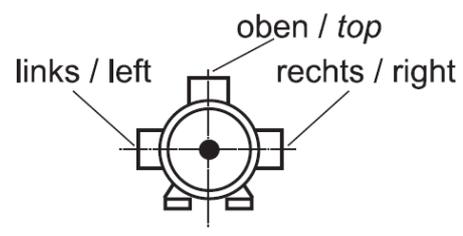
- (nur bei Bauform RGE) (только для модели RGE)
- rechts / справа siehe Blatt PB 7
 см. лист PB 7
- links / слева

3. Gehäusestellung / Положение корпуса



- G
- zum Beispiel GR 360° siehe Blatt PB 6
- Например 360° см. лист PB 6

6. Anordnung des Klemmenkastens / Расположение клеммовой коробки



- oben / сверху
- links / слева
- rechts / справа

gesehen auf das Wellenende des Motors
 если смотреть на окончание вала двигателя.

Achtung!
 Die Drehrichtung des Ventilators wird von der Antriebsseite in Blickrichtung zum Motorkühlflügel (in der Regel des B-Lagers des Motors) gesehen. Die Motordrehrichtung wird von der Seite des Motorwellenstumpfes (in der Regel das A-Lager des Motors) gesehen, also von der gegenüberliegenden Seite des Kühlflügels. Wird die Drehrichtung des Ventilators als – rechtsdrehend – angegeben, ist die Drehrichtung des Motors entgegengesetzt, also – linksdrehend!

Внимание!
 Для определения направления вращения вентилятора нужно смотреть со стороны привода в направлении крыльчатки охлаждения двигателя (как правило, подшипника В двигателя). Направление вращения двигателя определяется, если смотреть со стороны концевой цапфы вала двигателя (как правило, подшипника А двигателя), т.е. с противоположной стороны от крыльчатки охлаждения двигателя. Если указано правое направление вращения вентилятора, то двигатель вращается в противоположном направлении, т.е. в левом.

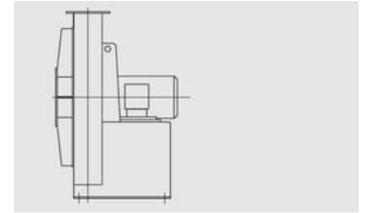
Bauformen / Конструктивные формы / модели**Bauform MXE**

Direkter Antrieb durch die Motorwelle, auf der das Laufrad montiert wird. Der Motor ist in Fußausführung (IMB3) auf der Konsole abgestützt.

Модель MXE

Непосредственный привод через вал двигателя, на котором смонтировано рабочее колесо. Двигатель выполнен в варианте на ножках (IMB3) с опорой на кронштейн.

MXE

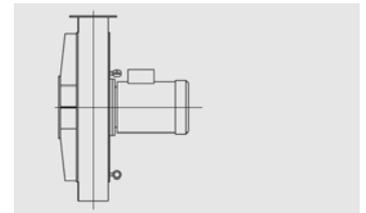
**Bauform MAE**

Direkter Antrieb durch die Motorwelle, auf der das Laufrad montiert wird, geeignet zum Aufbau und Anbau auf Abscheider, Filter usw. Der Motor ist als Flanschausführung (IMB5, IMV1) direkt an das Ventilatorgehäuse geflanscht.

Модель MAE

Непосредственный привод через вал двигателя, на котором смонтировано рабочее колесо, подходит для установки на сепараторах, фильтрах и т.д. Двигатель во фланцевом исполнении (IMB5, IMV1) крепится на фланце непосредственно к корпусу вентилятора.

MAE

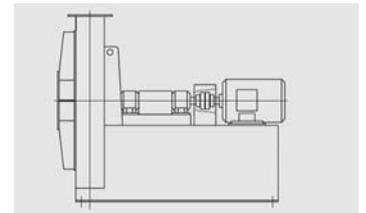
**Bauform KXE**

Der Antrieb erfolgt von der Motorwelle zur Ventilatorwelle über eine Kupplung. Die Ventilatorwelle ist in zwei Wälzlagern gelagert.

Модель KXE

Привод от вала двигателя на вал вентилятора осуществляется через муфту. Вал вентилятора установлен на двух подшипниках качения.

KXE

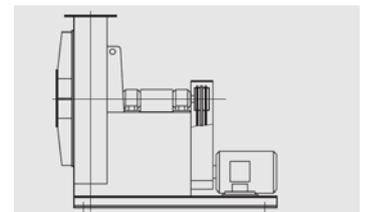
**Bauform RHE**

Der Antrieb erfolgt von der Motorwelle zur Ventilatorwelle über einen Riemenantrieb. Die Ventilatorwelle ist in zwei Wälzlagern gelagert. Anordnung des Motors erfolgt hinten auf dem Grundrahmen.

Модель RHE

Привод от вала двигателя на вал вентилятора осуществляется с помощью ременного привода. Вал вентилятора установлен на двух подшипниках качения. Двигатель расположен сзади на раме основания.

RHE

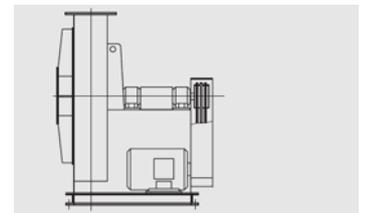
**Bauform RGE**

Der Antrieb erfolgt von der Motorwelle zur Ventilatorwelle über einen Riemenantrieb. Die Ventilatorwelle ist in zwei Wälzlagern gelagert. Anordnung des Motors erfolgt seitlich auf dem Grundrahmen.

Модель RGE

Привод от вала двигателя на вал вентилятора осуществляется с помощью ременного привода. Вал вентилятора установлен на двух подшипниках качения. Двигатель расположен сбоку на раме основания.

RGE



Ausführungsformen / Конструктивные формы

Drehrichtung

Einstufige Radialventilatoren werden in zwei Drehrichtungen geliefert. Von der Antriebsseite aus gesehen bedeutet:

GR = rechtsdrehend [RD]*

GL = linksdrehend [LG]*

*Bezeichnung in [.....] nach EUROVENT

Направление вращения

Одноступенчатые радиальные вентиляторы поставляются с двумя направлениями вращения. Если смотреть со стороны привода, то это означает:

GR = правое вращение [RD]*

GL = левое вращение [LG]*

*обозначение в [.....] согласно EUROVENT

Gehäusestellungen

Die Gehäusestellung bzw. die Richtung des Austrittstutzens wird nach dem Winkel in Grad bezeichnet.

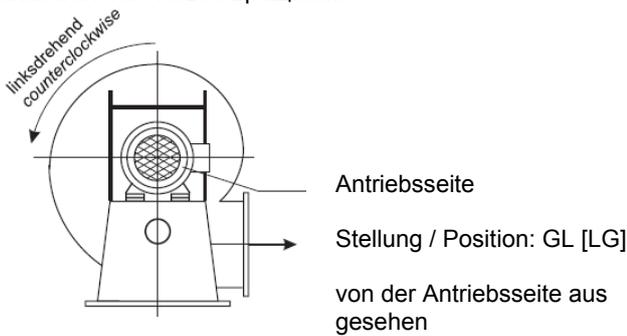
Die Drehrichtung bzw. der Laufraddehnsinn wird grundsätzlich von der Antriebsseite aus gesehen angegeben (VDMA 24 165).

Положение корпуса

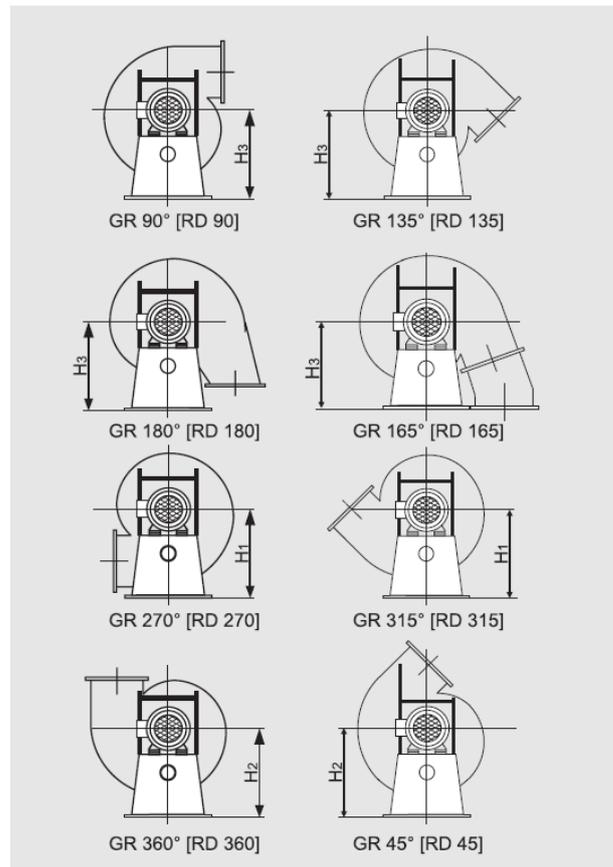
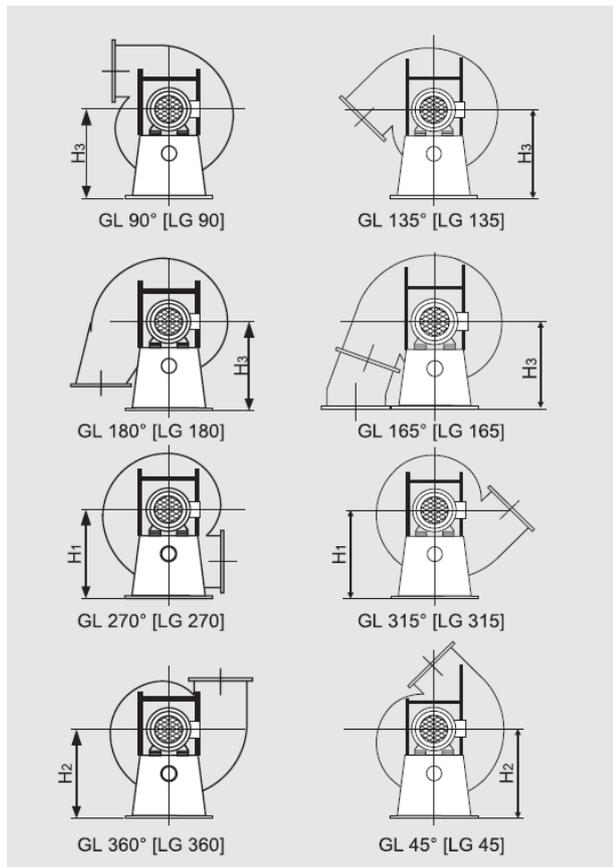
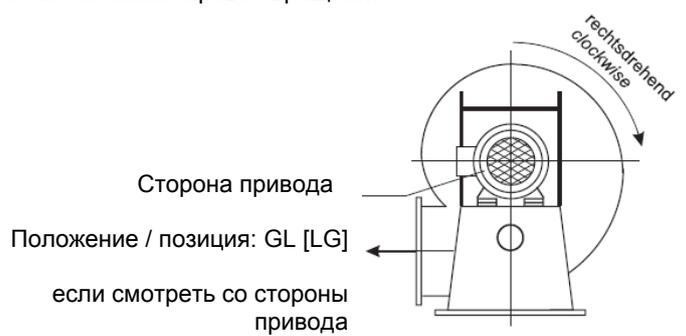
Положение корпуса или направление выходного патрубка определяется углом в градусах.

Направление вращения или направление вращения рабочего колеса указывается принципиально со стороны привода (VDMA 24 165; VDMA = Объединение немецких машиностроительных предприятий).

linksdrehend / левое вращение



rechtsdrehend / правое вращение



PB 7 Radialventilatoren / Радиальные вентиляторы
 Produktbeschreibung / Описание продукта

Motoranordnung / Расположение двигателя

Bei der Bauform „RG“ kann der Antriebsmotor rechts oder links angeordnet werden.

На модели „RG“ приводной двигатель может располагаться справа или слева.

Ausführung r

Anordnung des Motors rechts auf dem Grundrahmen, gesehen von der Antriebsseite.

Вариант исполнения r

Расположение двигателя справа на раме основания, если смотреть со стороны привода.

Ausführung l

Anordnung des Motors links auf dem Grundrahmen, gesehen von der Antriebsseite.

Вариант исполнения l

Расположение двигателя слева на раме основания, если смотреть со стороны привода.

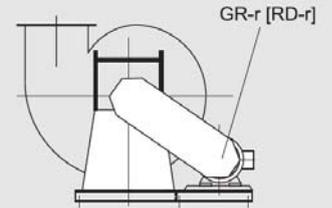
Ausführungsvarianten

Motoranordnung und Drehrichtung bei der Bauform **RG**

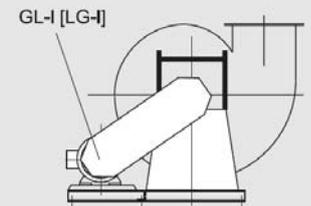
Варианты исполнения

Расположение двигателя и направление вращения на модели **RG**

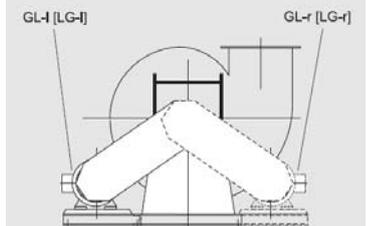
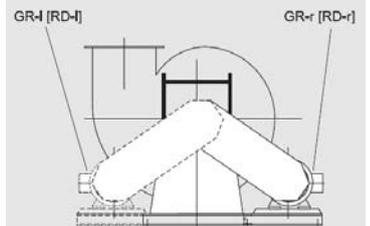
RGE



RGE



RGE



Anordnung der Inspektionsöffnung (IÖ) / Расположение инспекционного отверстия (IÖ)

Beispiel / Пример 1:

Gehäusestellung GR [RD] 360°
 Anordnung der IÖ bei 45°

Положение корпуса GR [RD] 360°
 Расположение IÖ на 45°

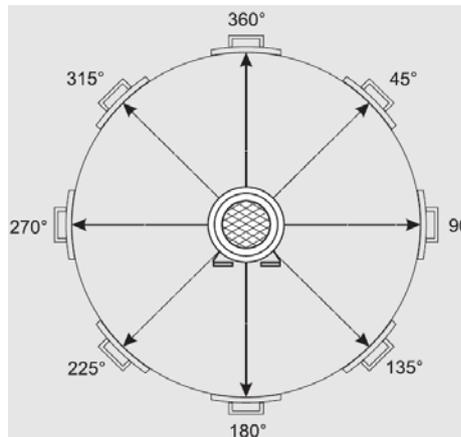
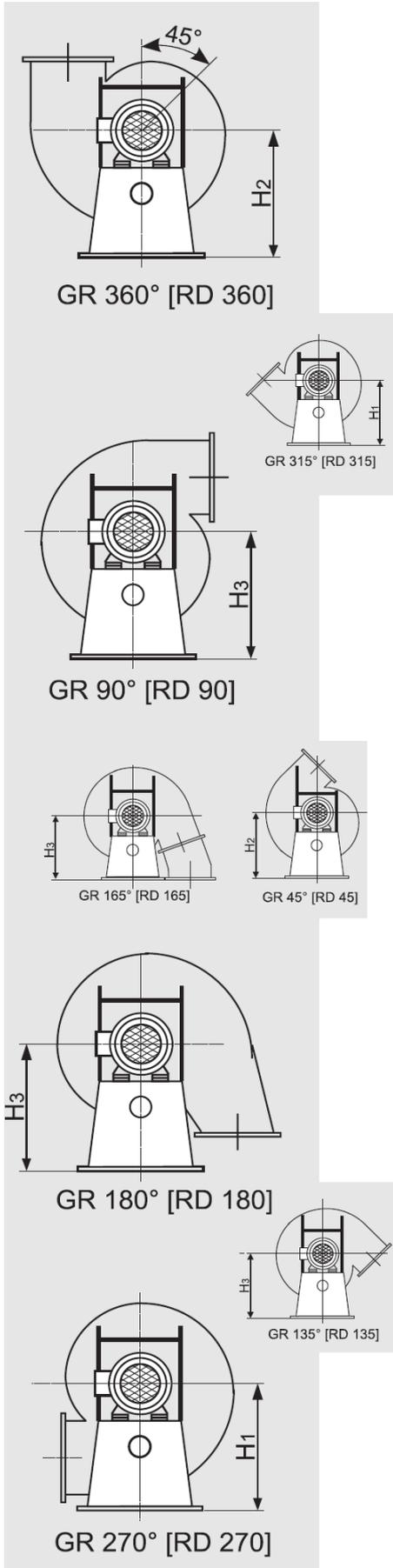
Beispiel / Пример 2:

Gehäusestellung GL [LG] 360°
 Anordnung der IÖ bei 315°

положение корпуса GL [LG] 360°
 Расположение IÖ на 315°

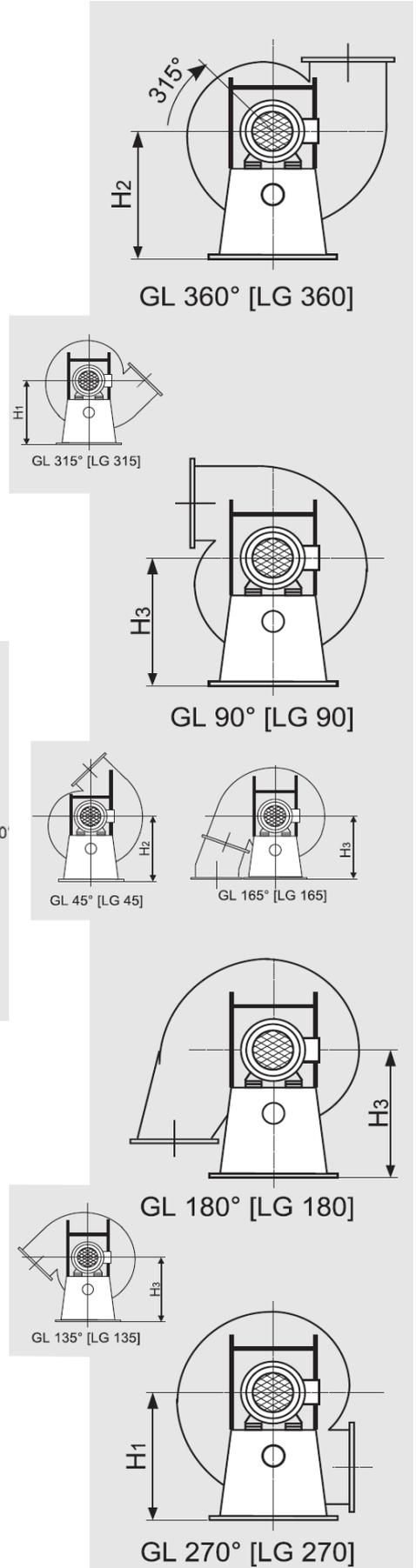
Anordnungsmöglichkeiten
 mit Blickrichtung auf den Motor

Возможности расположения
 если смотреть на двигатель.



Die Anordnung der Inspektionsöffnung wird grundsätzlich nach dem Anordnungswinkel in Grad angegeben. Die Drehrichtung immer im Uhrzeigersinn (rechts) von der Antriebsseite gesehen. Die Drehrichtung des Ventilators bleibt dabei unberücksichtigt.

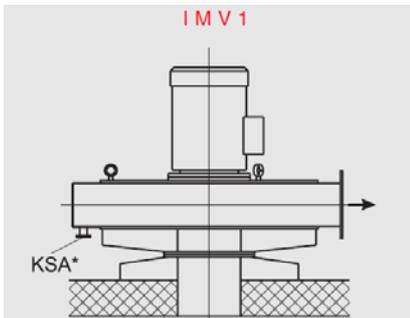
Расположение инспекционного отверстия обозначается принципиально углом в градусах. Направление вращения всегда по часовой стрелке (правое), если смотреть со стороны привода. Направление вращения вентилятора при этом не принимается во внимание.



Ausführungsformen für die Bauform MAE / Конструктивные формы для модели MAE

Einbau- bzw. Anbaumöglichkeiten und zugehörige Motorbauformen

Возможности встройки или пристройки и соответствующие модели двигателя



oben / сверху
zugehörige Motorbauform
nach DIN IEC 34.7
Соответствующая модель
двигателя согласно DIN IEC 34.7

**Ventilatoranordnung
Расположение вентилятора**

Drehrichtung von der Antriebsseite
aus gesehen rechtsdrehend = GR
[RD]

Направление вращения, если
смотреть со стороны привода
правое = GR [RD]

*KSA = Kondensatablassstutzen.
Bei Bedarf erfolgt die Anordnung wie
skizziert.

*KSA = патрубок для слива
конденсата При необходимости
расположение может быть
выполнено, как указано на
рисунке.

**Ventilator-drehrichtung und
Anordnungsmöglichkeiten der
Inspektionsöffnung (IÖ)**

**Направление вращения
вентилятора и возможности
расположения инспекционного
отверстия (IÖ)**

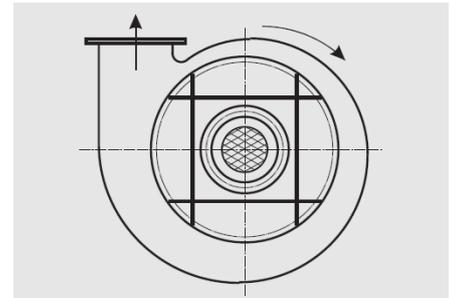
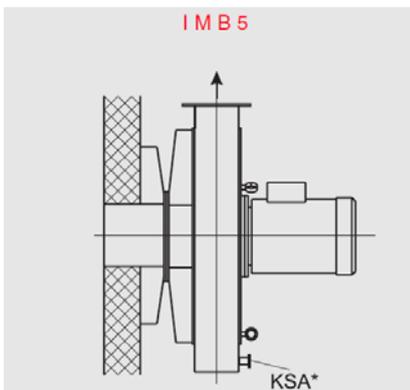


Bild 1
Рис.1



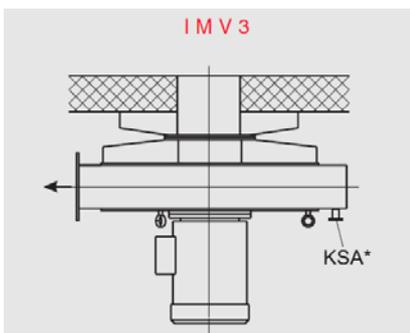
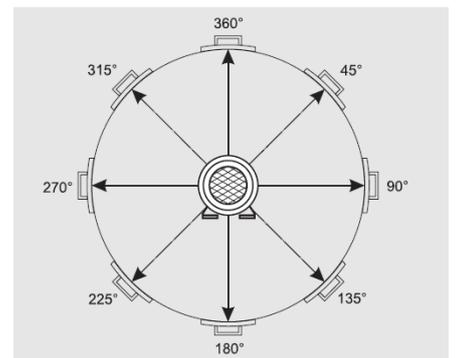
seitlich / сбоку
zugehörige Motorbauform
nach DIN IEC 34.7
Соответствующая модель
двигателя согласно DIN IEC 34.7

Anordnungsmöglichkeiten der IÖ mit
Blickrichtung auf den Motor bezogen
auf die Bilder 1 und 2

Возможности расположения IÖ,
если смотреть на двигатель
относительно рис. 1 и 2.

Anordnung der IÖ immer im Uhr-
zeigersinn von der Antriebsseite ge-
sehen. Die Drehrichtung des Ventila-
tors bleibt dabei unberücksichtigt.

Расположение IÖ всегда по
часовой стрелке, если смотреть со
стороны привода. Направление
вращения вентилятора при этом не
принимается во внимание.



unten / снизу
zugehörige Motorbauform
nach DIN IEC 34.7
Соответствующая модель
двигателя согласно DIN IEC 34.7

Drehrichtung von der Antriebsseite
aus gesehen linksdrehend = GL [LG]

Направление вращения, если
смотреть со стороны привода,
левое = GL [LG]

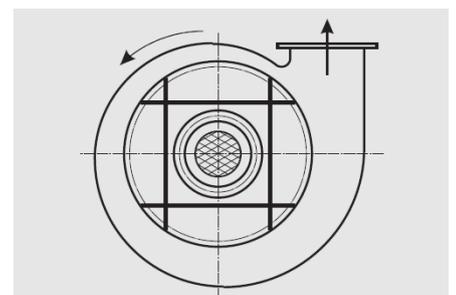


Bild 2
Рис.2

Konstruktionsmerkmale / Конструктивные особенности

Gestaltung der Radeinströmung

Um die Einströmung zum Laufrad aerodynamisch optimal zu gestalten und um gute Wirkungsgrade zu erreichen, erfolgt die Einströmung über Ansaugstutzen, Einlaufkonus und Raddüse.

- 1 – Ansaugstutzen
- 2 – Einlaufkonus
- 3 – Raddüse
- 4 – Laufrad
- 5 – Ventilatorgehäuse
- 6 – Wellendichtung

Конструкция участка притока на рабочее колесо

Для оптимального притока на рабочее колесо с аэродинамической точки зрения и для достижения высокого КПД, приток среды осуществляется через всасывающий патрубок, входной конус и диффузор рабочего колеса.

- 1 – всасывающий патрубок
- 2 – входной конус
- 3 – диффузор рабочего колеса
- 4 – рабочее колесо
- 5 – корпус вентилятора
- 6 – уплотнение вала

Gestaltung der Ventilatoranschlüsse

Die Anschlüsse des Ventilators sind mit Flachflanschen nach DIN 24154 R2 Ausgabe Juli '90 bzw. mit Flachrahmen nach DIN 24193 R3 versehen.

Sind Kompensatoren mit Schlauchschellen vorgesehen, so kann auf Wunsch eine Stutzenausführung entsprechend den Maßen auf den Maßskizzenblättern geliefert werden.

Исполнение присоединений вентилятора

Присоединения вентилятора осуществляются с помощью плоских фланцев согласно DIN 24154 R2, издание июль 1990г. или плоских рам согласно DIN 24193 R3.

Если предусмотрены гибкие вставки с хомутками, то по желанию может быть поставлен вариант патрубка в соответствии с размерами на габаритных чертежах.

Abdichtung des Wellendurchganges

Der Wellendurchgang ist in der Standardausführung bis zu einer Fördertemperatur von +80°C mit einer Filzscheibe und ab einer Fördertemperatur >80°C mit einer asbestfreien Flachdichtscheibe abgedichtet.

Diese Art der Abdichtung ist nicht absolut dicht.

Deshalb ist bei besonderen Einsatzbedingungen eine höherwertige Wellenabdichtung anzufordern.

- 1 – Gehäuserückwand
- 2 – Flachdichtung
- 3 – Laufradnabe
- 4 – Dichtbrille
- 5 – Befestigungsschraube

Уплотнение прохода вала

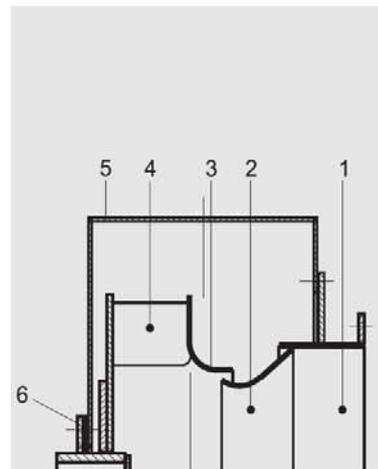
Проход вала в стандартном исполнении при температуре перемещаемой среды в +80°C уплотняется войлочным диском, а начиная с температуры перемещаемой среды >80°C – безасбестовой плоской уплотнительной шайбой.

Этот вид уплотнения не является полностью герметичным.

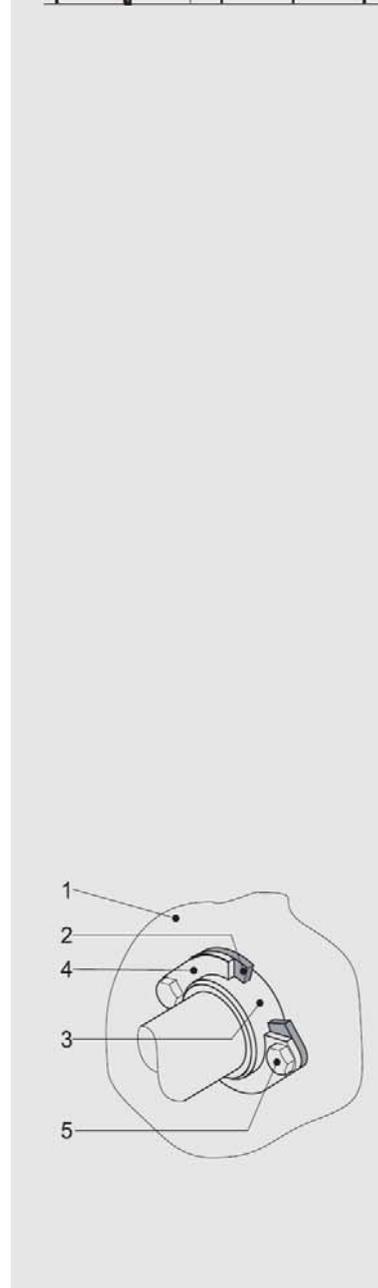
Поэтому при особых условиях эксплуатации необходимо запросить более эффективное уплотнение вала.

- 1 – задняя стенка корпуса
- 2 – плоское уплотнение
- 3 – ступица рабочего колеса
- 4 – нажимная крышка уплотнения
- 5 – соединительный болт

Radeinströmung / Входящий поток на рабочее колесо



Wellendurchgang / Проход вала



Konstruktionsmerkmale / Конструктивные особенности

Lagerung der Ventilatorwelle

Bei der Bauform KX, RH und RG ist die Ventilatorwelle in zwei Wälzlagern gelagert. Die Lagergehäuse sind mit Nachschmiereinrichtung und Fettmengenscheibe ausgerüstet.

Je nach Lagertyp sind die Lager auf der Ventilatorwelle als konische Lager mit Spannhülsen oder mit zylindrischem Lagersitz befestigt.

Lager mit Spannhülse (Bild 1)

Lager mit zylindrischer Bohrung (Bild 2)

Blocklager mit zylindrischer Bohrung (Bild 3)

1 – Wälzlager als Kugel- oder Rollenlager ausgelegt

2 – Stehlagergehäuse

3 – Fettmengenscheibe

4 – Wellenmutter

5 – Flachschiernippel

6 – Filzdichtung

7 – Stillstandsichtung

Установка вала вентилятора на подшипниках

На моделях KX, RH и RG вал вентилятора устанавливается на двух подшипниках качения. Корпуса подшипников оборудованы приспособлением для дополнительной смазки и дозатором для консистентной смазки.

В зависимости от их типа подшипники закрепляются на валу вентилятора как конические подшипники с помощью зажимной втулки или цилиндрической посадки подшипников.

Подшипник с зажимной втулкой (рис.1)

Подшипник с цилиндрическим отверстием (рис.2)

Неразъемный подшипник с цилиндрическим отверстием (рис.3)

1 – подшипник качения в виде шарикоподшипника или роликового подшипника

2 – корпус подшипника

3 – дозатор для консистентной смазки

4 – гайка вала

5 – пресс-масленка с плоской головкой

6 – войлочное уплотнение

7 – стояночное уплотнение

Kühleinrichtung

Bei Fördermedien über 80°C wird eine Wärmeableitscheibe (Kühlscheibe) aus einer Aluminiumgusslegierung aufgebaut.

Diese Wärmeableitscheibe reduziert mit ihren wärmeableitenden Flächen den Wärmefluss in die Lager. (Bild 4)

1 – Ventilatorgehäuse

2 – Stehlagergehäuse

3 – Ventilatorwelle

4 – Wellendichtung

5 – Wärmeableitscheibe

6 – Berührungsschutz

Устройство для охлаждения

При температурах перемещаемой среды выше 80°C устанавливается диск для отвода тепла (диск охлаждения) из алюминиевого литейного сплава.

Этот диск для отвода тепла уменьшает за счет своей теплоотводящей площади тепловой поток на подшипники (рис.4)

1 – корпус вентилятора

2 – корпус подшипника

3 – вал вентилятора

4 – уплотнение вала

5 – диск для отвода тепла

6 – защита от прикосновения

Lagerung / Подшипники

Bild 1 / fig.1

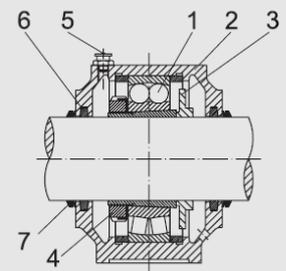


Bild 2 / fig.2

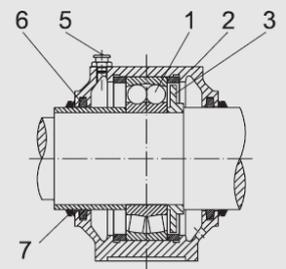


Bild 3 / fig.3

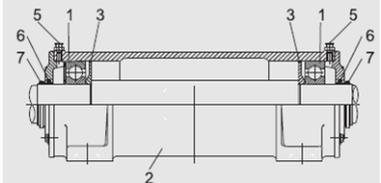
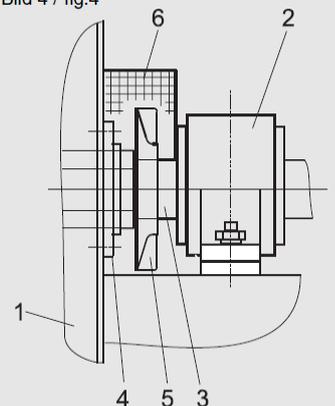


Bild 4 / fig.4



Kühlung / Охлаждение

Antriebsmotor / Приводной двигатель

Auswahl der Antriebsmotoren

Für den Antrieb werden Drehstrom-Norm-Motoren bester Markenfabrikate in der Schutzart IP 55 eingesetzt. Die Motoren sind aufgrund eines Sicherheitszuschlages zum Leistungsbedarf ausreichend dimensioniert. Werden die Antriebsmotoren in Räumen installiert, in denen die Temperatur der Kühlluft mehr als 40°C beträgt, so ist eine Leistungsminderung zu berücksichtigen (Werte sind den Motorenkatalogen der Hersteller zu entnehmen).

Motorschutzeinrichtungen

Motorschutzeinrichtungen haben die Aufgabe, die Motoren vor unzulässiger Erwärmung zu bewahren, sie vor Schäden zu schützen und die Ausfallzeiten elektrischer Antriebe auf ein Mindestmaß zu begrenzen. Die Leistungsfähigkeit eines Motorschutzes reicht je nach Aufwand von den einfachsten Geräten, welche nur die größten Fehlerquellen und dazu noch mangelhaft erfassen, bis zu den aufwändigen und teuren Einrichtungen, die es gestatten, alle denkbaren Gefahrenmöglichkeiten zu beherrschen. Durch den hohen Anlaufstrom, der grundsätzlich bei Radialventilatoren vorhanden ist, werden Ständer- und Läuferwicklungen schnell erwärmt und nehmen innerhalb weniger Sekunden hohe Temperaturen an. Deshalb ist es wichtig, bei der Projektierung die Anlaufzeiten zu berücksichtigen. Bei Anlaufzeiten von 6 bis 10 s spricht man von Normalanlauf (dabei muss die Auslösezeit des verwendeten Schutzgerätes in jedem Fall größer sein, als die Anlaufzeit des Ventilators), bei darüberliegenden Anlaufzeiten von Schweranlauf

Richtwert $t_A \approx 6...10s = \text{Normalanlauf}$
 $t_A \geq 6...10s = \text{Schweranlauf}$

Was müssen Motorschutzgeräte leisten?

Die wichtigste Aufgabe eines Motorschutzgerätes ist das rechtzeitige Ansprechen, bevor der Motor seine Grenzübertemperatur überschreitet. Jedoch dürfen Motorschutzgeräte nicht ansprechen, wenn der Motor

- im Dauerbetrieb mit Nennleistung gefahren wird,
- während der zulässigen Hochlaufzeit mit dem zulässigen Anzugsstrom
- mit einem nach DIN VDE 0530 zulässigen 1,5 fachen Nennstrom während 2 min im warmen Zustand überlastet wird.

Explosionsschutz

Zur Aufrechterhaltung des Explosionsschutzes im Betrieb muss jeder Motor mit einem Leistungsschalter für den Motorschutz versehen sein, der auf den Motornennstrom eingestellt ist. Bei der Auswahl des Leistungsschalters ist zu beachten, dass dieser – entsprechend seiner Auslösekennlinie im kalten Zustand (20°C) – im Kurzschlussfall des Motors (d.h. bei festgebremsten Läufer) innerhalb der auf dem Leistungsschild angegebenen tE-Zeit auslösen muss. Mit Rücksicht auf die in den Prüfbestimmungen festgesetzte Erwärmungszeit tE müssen die Anlaufverhältnisse bei Motoren in Schutzart „e“ besonders sorgfältig nachgeprüft werden. Die für Motoren in Schutzart „e“ allgemein zulässige Anlaufzeit beträgt:

$$t_A <= 1,7 \times t_E$$

Bei Anlaufzeiten tA in der Größenordnung der tE-Zeit wird der Schutz stromüberwachter Motoren schwierig, weil z.B. bei einer Wiederholung des Anlaufes eine unnötige Auslösung des Überlastungsschutzes möglich ist, oder weil trotz Überschreitung der Grenztemperatur der Ständer oder Läuferwicklung die erforderliche Auslösung unterbleibt, da sich der Überlastauslöser infolge seiner kleineren thermischen Zeitkonstante in der Zwischenzeit schneller abgekühlt hat als der Motor. Rückfragen beim Motorlieferanten sind erforderlich.

Выбор приводных двигателей

Для привода используются станд. трехф. электродвигатели известных производителей с защитой IP 55. Благодаря заложеному запасу параметры двигателей достаточны для обеспечения требуемой мощности. Если двиг-ли устанавливаются в помещениях, в к-рых температура охлад. воздуха > 40°C, то необходимо принимать во внимание ухудшение рабочих характеристик (значения указаны в каталогах производителей двигателей).

Защитные устройства двигателей

Задачей устр-в является защита двигателей от перегрева, от ущерба и сокращение времени простоя. Работоспособность защ. устройства двигателя простирается от использования простейших аппаратов, которые фиксируют только самые грубые ошибки, до применения дорогостоящего оборудования, которое позволяет справляться с любыми источниками опасности. Из-за высокого пускового тока, который характерен для радиальн. вентил-ров, обмотки статора и ротора быстро нагреваются и достигают в течение нескольких секунд высоких температур. Поэтому важно, чтобы при проектировании принималась во внимание продолжительность разбега. При продолжительности разбега от 6 до 10 секунд разгон считается нормальным (при этом время срабатывания используемого защитного устройства в любом случае должно быть больше, чем время разбега вентилятора), при более высоких промежутках времени речь уже идет о тяжелом разбеге.

Ориентировочные значения $t_A \approx 6...10s = \text{нормальный разбег}$
 $t_A \geq 6...10s = \text{тяжелый разбег}$

Что должны обеспечивать устройства защиты двигателя?

Задачей защитного устройства является своевременное срабатывание, прежде чем двигатель превысит предельное значение температуры. Однако защитные устройства двигателя не должны срабатывать,

- когда двигатель эксплуатируется в непрерывном режиме с номинальной мощностью,
- во время допустимого времени разгона с допустимым начальным пусковым током,
- когда двигатель перегружается согласно DIN VDE 0530 допустимым 1,5 – разовым номинальным током в течение 2 мин. в разогретом состоянии.

Взрывозащита

Для обеспечения взрывозащиты во время работы каждый двигатель должен быть оснащен сил. вык-лем для защиты двигателя, который настроен на его номинальный ток. При выборе силового вык-ля иметь в виду, что он – в соответствии с его характеристической срабатывания в холодном состоянии (20°C) – при коротком замыкании двигателя (т.е. при заторм. роторе) должен срабатывать в течение указанного на фирменной табличке времени tE. Принимая во внимание установленные правилами испытаний время нагрева tE, необходимо особенно тщательно проверить ситуацию с разгоном на двигателях со степенью защиты „e“. Допустимое для двигателей со степенью защиты „e“ время разгона, в общем, составляет:

$$t_A <= 1,7 \times t_E$$

При времени разгона tA в порядке величины времени tE защита двигателей с контролем тока затрудняется, т.к. при повторении разгона, например, возможно ненужное срабатывание защиты от перегрузки, или, несмотря на превышение предельной температуры обмоток статора или ротора не происходит необходимого срабатывание защитного устройства, поскольку защита от перегрузки – вследствие своей меньшей термической постоянной времени – быстрее остыла тем временем, чем двигатель. Необходимы консультации с производителем двигателей.

Anlaufverhalten / Характеристика разбега

Anlauf von Radialventilatoren

Ventilatoren sind schwer anlaufende Maschinen. Beim Anlauf muss der Antriebsmotor das Massenträgheitsmoment des Laufrades und beim Anfahren gegen den Anlagenwiderstand zusätzlich das Gegenmoment bzw. Lastmoment des Ventilators überwinden. Radialventilatoren haben ein quadratisch ansteigendes Lastmoment (siehe Diagramm Drehmomentenverlauf). Daraus können sich unzulässige Anlaufzeiten und je nach Schaltungsart (direkt oder Stern-Dreieck) Anlaufschwierigkeiten ergeben (Möglicherweise läuft der Ventilator nicht hoch). Ventilatoren sind deshalb möglichst gegen ein geschlossenes Drosselorgan (Drallregler, Regelklappe, Drosselklappe, Drosseljalousie oder Schieber) anzufahren.

Sämtliche in unserer Liste empfohlenen Motorgrößen sind dementsprechend festgelegt worden.

Die in den Typenauswahlblättern angegebenen Anlaufzeiten wurden für Motoren gerechnet, bei denen das Anzugsmoment $[MA = 2,2 \times \text{Nennmoment}]$ ist. Abweichende Anzugsmomente je nach Fabrikat ergeben andere Anlaufzeiten.

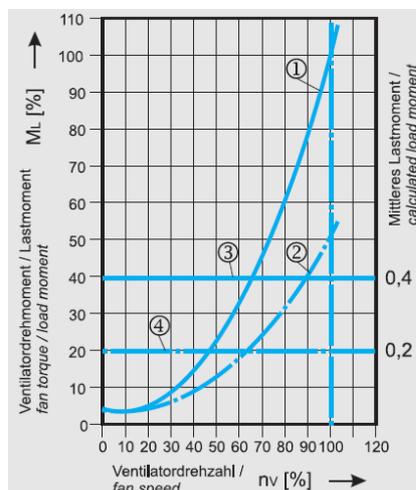
Drehmomentenverlauf

Anlaufdaten im NP*

1. Lastmoment bei offenem DO $ML = 9550 \times (Pw/nv)$
2. Lastmoment bei geschlossenem DO $ML = 9550 \times (Pw/nv) \times 0,5$
3. Mittleres Lastmoment bei offenem DO $MLm = 9550 \times (Pw/nv) \times 0,4$
4. Mittleres Lastmoment bei offenem DO $MLm = 9550 \times (Pw/nv) \times 0,2$

*NP = Nennpunkt

*DO = Drosselorgan



Пусковые характеристики в NP*

1. Момент нагрузки при открытом DO (дроссельном органе) $ML = 9550 \times (Pw/nv)$
2. Момент нагрузки при закрытом DO $ML = 9550 \times (Pw/nv) \times 0,5$
3. 3. средний момент нагрузки при открытом DO $MLm = 9550 \times (Pw/nv) \times 0,4$
4. 4. средний момент нагрузки при открытом DO $MLm = 9550 \times (Pw/nv) \times 0,2$

*NP = Номинальная точка

*DO = дроссельный орган

Bei Motorbestellung sind folgende Daten dem Motorhersteller vor der Motorauswahl zu übermitteln:

1. Ventilatorrehzahl
2. Massenträgheitsmoment des Ventilator-Laufrades
3. Leistungsbedarf im NP (Nennpunkt)
4. **Anfahren des Motors:**
 - a) bei offenem Drosselorgan
 - b) bei geschlossenem Drosselorgan
5. **Anlauf des Motors:**
 - a) im Stern-Dreieck
 - b) direkte Einschaltung
6. Schalzhäufigkeit bzw. Zahl der Anläufe pro Stunde

Erst nach Prüfung durch den Motorhersteller kann endgültig die Motorbaugröße und Anlaufart festgelegt werden.

Разбег радиальных вентиляторов

Вентиляторы относятся к машинам с тяжелым разбегом. При разбеге приводной двигатель должен преодолеть момент инерции массы рабочего колеса и при пуске против сопротивления установки еще дополнительно и нагрузочный момент или момент нагрузки вентилятора. Радиальные вентиляторы характеризуются квадратично увеличивающимся моментом нагрузки (см. диаграмму «Характеристика вращающего момента»). Отсюда может вытекать недопустимое время разгона и – в зависимости от вида включения (непосредственное или звезда-треугольник) – возникать проблемы при разбеге (не исключено, что вентилятор не выйдет на рабочие обороты). Поэтому вентиляторы, по возможности, должны включаться при закрытом дроссельном органе (регуляторе закрутки, регулирующей заслонке, дроссельной заслонке, дроссельных жалюзи или шибере).

Все рекомендованные в нашем реестре мощности двигателя определены в соответствии с этими требованиями.

Указанные в каталоге для выбора типа данные по времени разгона были рассчитаны для двигателей, у которых начальный пусковой момент составляет $[MA = 2,2 \times \text{номинальный крутящий момент}]$. Другие начальные пусковые моменты – в зависимости от изделия – имеют другие значения времени разгона.

Характеристика вращающего момента

При заказе двигателя заводу-производителю необходимо предоставить следующие данные перед выбором двигателя:

1. Число оборотов вентилятора
2. Момент инерции массы рабочего колеса вентилятора
3. Потребная мощность в NP (номинальной точке)
4. **Запуск двигателя:**
 - a) при открытом дроссельном органе
 - b) при закрытом дроссельном органе
5. **Включение двигателя:**
 - a) звезда-треугольник
 - b) прямое включение
6. количество включений в час

Только после проверки всех данных на заводе-изготовителе двигателей может быть определен типоразмер двигателя и тип разгона.

Anlauf / Время разгона

Anlaufzeit

Die Anlaufzeit ist unter anderem abhängig vom Beschleunigungsmoment. Das Beschleunigungsmoment ergibt sich aus der Differenz von Motormoment und Lastmoment. Eine genaue Bestimmung ist nur mit Hilfe der Integralrechnung möglich. Für die Praxis genügt es, das mittlere Beschleunigungsmoment zu bestimmen und damit die Hochlaufzeit zu errechnen.

Время разгона зависит, среди прочего, от ускорительного момента. Ускорительный момент представляет собой разность между крутящим моментом двигателя и моментом нагрузки. Точное определение возможно лишь с помощью интегрального исчисления. Для практических нужд достаточно определить средний ускорительный момент, чтобы рассчитать время разгона.

Diagramm: Mittleres Beschleunigungsmoment

MBm	= mittleres Beschleunigungsmoment
MMm	= mittleres Motormoment
MLm	= mittleres Lastmoment
MA	= Anzugsmoment
MS	= Sattelmoment
MK	= Kippmoment
MM	= Motormoment
MN	= Nennmoment
ML	= Lastmoment
PM	= Motorleistung in kW
PW	= Wellenleistung in kW
nM	= Motordrehzahl (Nennzahl)
n0	= Leerlaufzahl

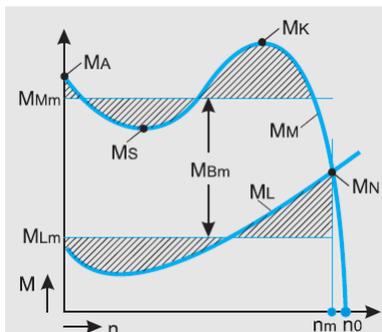


Diagramm: mittlerer uскорительный момент

=	средний ускорительный момент
=	средний крутящий момент двигателя
=	средний момент нагрузки
=	начальный пусковой момент
=	минимальный пусковой момент
=	опрокидывающий момент
=	крутящий момент двигателя
=	номинальный крутящий момент
=	момент нагрузки
=	мощность двигателя в кВт
=	мощность на валу в кВт
=	число оборотов двигателя (номинальное)
=	число оборотов холостого хода

Anlauf bei Stern-Dreieck-Schaltung

Bei Stern-Dreieck-Anlauf wird in der Stern-Schaltung vom Antriebsmotor nur noch ca. 1/3 des Anzugsmoments aufgebracht. Ab einer bestimmten Anlaufdrehzahl wird das Lastmoment des Ventilators größer als das Anzugsmoment des Motors. Der Motor läuft nicht hoch. Es muss deshalb während des Anlaufs rechtzeitig in Direkt-Schaltung umgeschaltet werden. Das hat jedoch immer eine Stromspitze zur Folge

Разгон при соединении по схеме звезда-треугольник

При разгоне с соединением «звезда-треугольник» при соединении двигателя по схеме «звезда» используется только 1/3 начального пуск. момента. С определенного числа пусковых оборотов момент нагрузки вент-ра становится выше, чем нач. пуск. момент дв-ля. Дв-ль не увеличивает число об-тов. Поэтому во время разгона необходим своевр. переход на непосредр. включение. Следствием этого является всегда появление пика тока.

Anlaufstrom

Das Stromnetz sowie Schalt- und Überwachungsgeräte sind grundsätzlich kundenseitig bezüglich Anlaufart und Stromspitze zu prüfen und ausreichend zu dimensionieren. Insbesondere ist der Anlaufstrom bei direkter Einschaltung zu beachten. Er beträgt je nach Läuferklasse das 6- bis 8-fache des Nennstroms und muss während des Hochlaufens elektrisch abgesichert sein.

Пусковой ток

Электросеть, а также комм. аппараты и контр.-изм. устройства должны быть проверены клиентом на вид разгона и пика тока и иметь соотв. параметры. Особое внимание обратить на пуск. ток при прямом включении. В зависимости от класса ротора он может в 6-8 раз превышать номинальный ток и должен быть обеспечен электросетью во время увеличения числа оборотов.

Anlaufprobleme

Der Motor kann mit dem Ventilator nur dann anlaufen, wenn über den gesamten Anlaufbereich bis zur Nennzahl ein ausreichendes Beschleunigungsmoment vorhanden ist. Nachträgliche Änderungen am absoluten Verlauf des Motormomentes sind nicht möglich, deshalb muss die richtige Wahl des Motors einschließlich der zugehörigen Schalt- und Überwachungsorgane bereits in der Planung erfolgen. Als Motorschutz werden Kaltleiterfühler empfohlen.

Проблемы при разгоне

Двигатель может только тогда разогнаться с вент-ром, если по всей зоне разгона до ном. числа об-тов наличествует достат. ускор. момент. Изменения задним числом в абсол. протекании крут. момента двигателя невозможны, поэтому уже на стадии планирования нужен правильный выбор дв-ля, вкл. соответств. коммут. аппараты и контр.-изм. устройства. В качестве защиты электродвигателя рекомендуется использовать терморез. чувствит. элемент.

Zu hoher Anlaufstrom

Bei zu schwachen örtlichen Netzen muss in der Planungsphase eine Anlaufkupplung vorgesehen bzw. Umrichtertechnik eingesetzt werden (Maßänderungen am Ventilator berücksichtigen).

Слишком высокий пусковой ток

При наличии слабых местных электрических сетей на стадии планирования необходимо предусмотреть пусковую муфту или использовать преобразователь частоты (учитывать изменения в размерах вентилятора)

Einsatz von Anlaufkupplungen

Bei den meisten Anlaufkupplungen – hydraulisch oder mechanisch mit Fliehgewichten – ist das von der Kupplung übertragbare Drehmoment (Reibungsmoment) proportional dem Quadrat der Drehzahl. Für die Beschleunigung des Motorläufers steht die Differenz aus Motor- und Kupplungsmoment zur Verfügung. Der Motor läuft nahezu leer hoch. Die Anlaufzeit ist nicht viel größer als die Leerlaufzeit. Der hohe Anlaufstrom ist dementsprechend nur von sehr kurzer Dauer. Erst anschließend, wenn das Kupplungsmoment größer als das Lastmoment geworden ist, beschleunigt das konstante Schlupfmoment der Kupplung gegen das Lastmoment der Arbeitsmaschine. Wesentlichen Einfluss auf deren Hochlaufzeit hat die Größe des zusätzlichen Trägheitsmomentes. Der Hochlauf kann z. B. etwa 5 s oder 100 s dauern.

Использование пусковых муфт

На большинстве пусковых муфт – гидравлических или механических – передаваемый муфтой крутящий момент (момент трения) пропорционален квадрату числа оборотов. Ускорение ротора двигателя осуществляется за счет разности между крут. моментом двигателя и моментом сцепления. Двигатель разгоняется почти впустую. Время разгона не намного превышает время холостого хода. Таким образом, высокий пуск. ток наличествует только короткое время. И только затем, когда момент сцепления превышает момент нагрузки, постоянный момент скольжения муфты придает ускорение моменту нагрузки рабочей машины. Важным фактором, влияющим на ее время разгона, является величина доп. момента инерции. Разгон может длиться, например, от 5 до 100 секунд.

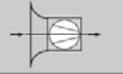
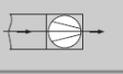
Betriebsbedingungen / Производственные условия

Einbauarten

Ventilatoren können innerhalb einer lufttechnischen Anlage unterschiedlich eingebaut sein. Es sind grundsätzlich folgende 4 Einbauarten möglich. (Bez. nach DIN 24 163 T1)

Виды установки

На воздухотехнической установке вентиляторы могут встраиваться по-разному. Возможны следующие четыре вида установки (определение согласно DIN 24 163 T1).

Beschreibung der Einbauart / Описание вида установки Saugseite / Строна всаса	Druckseite / Напорная сторона	Bild / Рис.	Betriebsart / Режим работы
A Frei saugend Свободный всас	Frei ausblasend Свободный выход		Für Radialventilatoren nicht zulässig! Motor wird überlastet. Для радиальных вентиляторов недопустимо! Перегрузка двигателя
B Frei saugend Свободный всас	Druckseitig angeschlossen Присоединение на напорной стороне		Drückend Напорный
C Saugseitig angeschlossen Присоединение на стороне всаса	Frei ausblasend Свободный выход		Saugend всасывающий
D Saugseitig angeschlossen Присоединение на стороне всаса	Druckseitig angeschlossen Присоединение на напорной стороне		saugend und drückend Всасывающий и напорный

Aufstellung

Es wird empfohlen, Ventilatoren grundsätzlich mit Kompensatoren zu versehen. Kompensatoren verhindern die Übertragung von Körperschall und Schwingungskräften. Außerdem soll vermieden werden, dass Kräfte von angeschlossener Rohrleitungen auf den Ventilator übertragen werden. Gleichzeitig werden Fluchtfehler der anzuschließenden Rohrleitung ausgeglichen. Die Anordnung der Kompensatoren sollte immer direkt am Ventilatoranschlussflansch erfolgen (Ausnahme bei Anschluss eines Drallreglers am Ventilator). Bei Aufstellung des Ventilators auf Schwingenelemente müssen grundsätzlich saug- und druckseitig Kompensatoren vorgesehen werden.

Установка

Вентиляторы устанавливаются с гибкими вставками. Они препятствуют переносу корпусного шума и вибрационных нагрузок. Нельзя допускать, чтобы на вентилятор передавались силы от присоединенных трубопроводов. Одновременно компенсируются недостатки в соосности с присоединяемым трубопроводом. Гибкие вставки должны всегда устанавливаться непосредственно на присоедин. фланце вентилятора (исключение – при присоединении к вентилятору регулятора (закрытки)). При установке вентилятора на виброгасителях гибкие вставки предусматриваются как на стороне всаса, так и на напорной стороне.

Instandhaltung

Die Wälzlager bei den Bauformen KX, RH, RG sind fettgeschmiert und so bemessen, dass sie eine theoretische Lebensdauer von mindestens 40.000 Betriebsstunden erreichen. Bei der Antriebsart „R“ ist der Riemenantrieb mit genormten Schmalkeilriemen mit einer Lebensdauer von mindestens 25.000 Betriebsstunden ausgerüstet. Zu den wesentlichen Wartungsstellen gehören Lager, Kuppelungen, Riemenantrieb, Wellenabdichtungen und Verschleißteile wie z. B. das Laufrad. Zur Zustandskontrolle des Laufrades unbedingt eine Inspektionsöffnung vorsehen bzw. mitbestellen. In regelmäßigen Zeitabständen, die sich nach dem Verschleiß bzw. Verschmutzungsgrad des Fördermediums richten, muss das Laufrad auf Verschleiß bzw. Staub- und Schmutzansatzung kontrolliert werden. Dabei ist das Laufrad, insbesondere die Schweißnähte auf Rissbildung zu untersuchen. Wichtiger Gesichtspunkt ist die Zugänglichkeit der zu wartenden Teile. Entsprechende Hebezeuge und erforderlicher Platzbedarf für die Montage und Demontage sind gegebenenfalls vorzusehen. Insbesondere muss das Laufrad leicht zugänglich sein.

Поддержание в исправном состоянии

Подшипники качения на моделях KX, RH, RG имеют консист. смазку и рассчитаны так, что теорет. срок их службы составляет не менее 40.000 раб. часов. При приводе „R“ ременный привод оснащен нормированным узким клиновым ремнем со сроком службы не менее 25.000 раб. часов. Самыми важными узлами, нуждающимися в техническом уходе, являются подшипники, муфты, ременный привод, уплотнения вала и быстроизнашивающиеся детали, например, раб. колесо. Для дополнит. контроля состояния раб. колеса необходимо предусмотреть или заказать инспекционное отверстие. С интервалами, к-рые зависят от степени износа оборудования или от загрязнения перемещаемой среды, необходимо проверять раб. колесо на предмет износа, налипания пыли или грязи. При этом раб. колесо, особенно сварные швы, необходимо проверять на наличие трещин. Важным является фактор доступности узлов, подлежащих техн. уходу. При известных условиях необходимо предусмотреть наличие соответствующих подъемных механизмов для монтажа и демонтажа. В частности, рабочее колесо должно быть легко доступным.

Überwachung

Die Frage der Überwachung eines Ventilators richtet sich in erster Linie nach seiner Funktion und Bedeutung innerhalb einer Anlage. So ist je nach Wichtigkeit für die Anlage abzuwägen:

- Ersatzventilator bzw. Standby-Einheit
- Überwachungseinrichtung wie
 - Lagertemperatur- und Lagerzustandsüberwachung
 - Drehzahlüberwachung
 - Schwingungsüberwachung usw.

Um eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten, ist es sinnvoll, Ventilatoren, die besonderen Beanspruchungen unterliegen, mit einer Schwingungsüberwachungsanlage abzusichern. Die Anlage kann so eingestellt werden, dass schon bei geringfügiger Unregelmäßigkeit ein Voralarm oder Hauptalarm ausgelöst wird oder automatisch abgeschaltet wird. Eine optimale Lebensdauer und sicheren Betrieb erreicht man jedoch nur durch eine gewissenhafte Wartung und regelmäßige Kontrolle der gefährdeten Teile. Die Wartungs- und Inspektionsanweisungen sind daher genau zu beachten.

Контроль

Контроль вентилятора зависит, в первую очередь, от его функции и значения в структуре всей установки. По важности для установки необходимо определить с вентилятором:

- Вентилятор для замены или Standby-вентилятор
- Контрольные приспособления, такие как
 - контроль температуры подшипников и их состояния
 - контроль числа оборотов
 - контроль вибрации и т.д.

Для эксплуатац. надежности имеет смысл оборудовать вентиляторы с большими нагрузками, системой контроля вибрации. Эта система может быть установлена таким образом, что уже при незначительных отклонениях подается предупред. сигнал или сигнал тревоги, или же вентилятор автоматически отключается. Оптим. срок службы оборудования и его надежная эксплуатация достигаются только благодаря добросовестному техн. обслуживанию и регулярным проверкам узлов, к-рые могут быть повреждены. Поэтому необходимо неукоснительно соблюдать соответствующие указания.

Betriebsbedingungen / Производственные условия

Kompressionserwärmung im Ventilator bezogen auf den Nennpunkt (NP)

Aufgrund der Kompressibilität der Luft wird bei der Verdichtung im Ventilator die Luft von der Ansaugtemperatur t_1 auf die Austrittstemperatur t_2 erwärmt. Die Differenz zwischen Ein- und Austrittstemperatur ist die Temperaturerhöhung bzw. Kompressionserwärmung Δt mit $\Delta t = t_2 - t_1$ in °C.

Bei vorgegebenen Ventilatorwirkungsgrad lässt sich die Temperaturerhöhung näherungsweise einfach errechnen mit:

$$\Delta t = \frac{\Delta p_t}{121 \cdot \eta_i} \cdot K$$

Δt in °C
 Δp_t in daPa

K = Kompressionsfaktor (i. Diagramm wurde mit 1 gerechnet)
 η_i = innerer Ventilatorwirkungsgrad

Компрессионное нагревание вентилятора относительно номинальной точки (NP)

По причине сжимаемости воздуха он при уплотнении в вентиляторе нагревается от температуры на всасе t_1 до температуры на выходе t_2 . Разность между входной и выходной температурой представляет собой повышение температуры или компрессионное нагревание Δt , где $\Delta t = t_2 - t_1$ в °C.

При заданном КПД вентилятора повышение температуры можно приблизительно вычислить по следующей формуле:

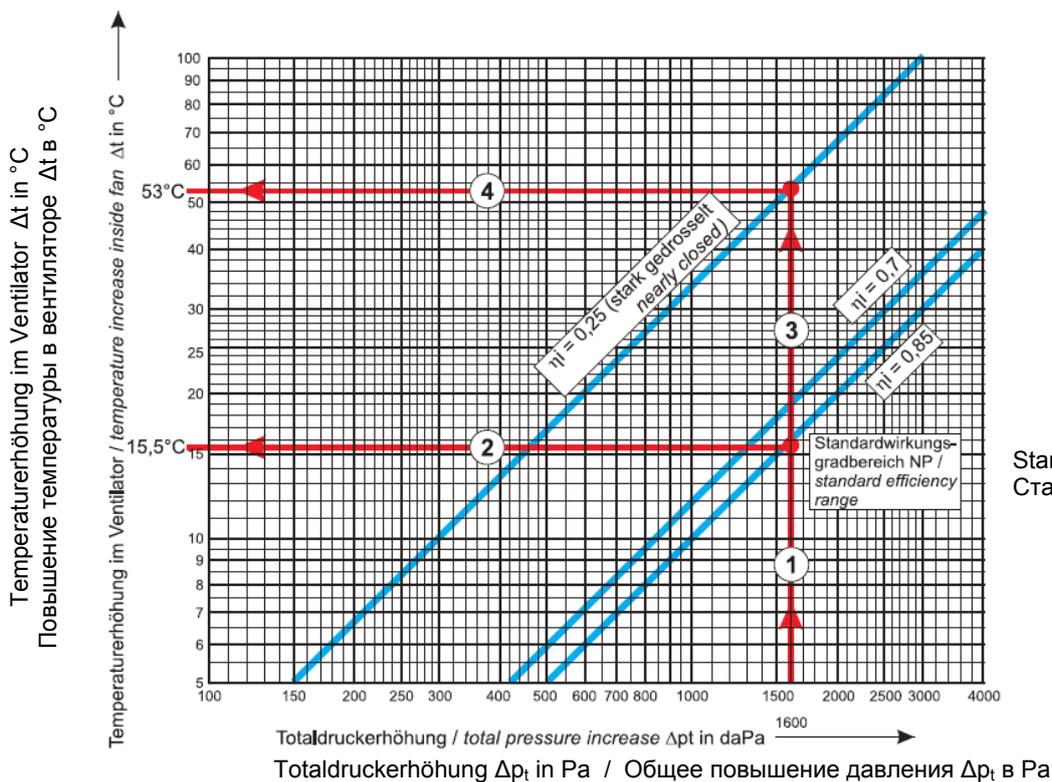
$$\Delta t = \frac{\Delta p_t}{121 \cdot \eta_i} \cdot K$$

Δt в °C
 Δp_t в daPa

K = коэффициент сжатия (в диаграмме расчет велся с 1)
 η_i = внутренний КПД вентилятора

Temperaturerhöhung im Ventilator bezogen auf NP in Abhängigkeit von der Totaldruckerhöhung

Повышение температуры в вентиляторе относительно NP в зависимости от общего повышения давления



Wichtiger Hinweis zur Maschinensicherheit

Bei starker Drosselung (Abweichung von Nennpunkt) wird der Ventilatorwirkungsgrad schlechter, die Temperatur steigt somit stetig an. Bei Hochdruckventilatoren mit einer Totaldruckerhöhung von $\Delta p_{t2} > 1000$ daPa können Temperaturen an der Gehäuseoberfläche auftreten, die weit über 50°C liegen können. Aus Unfallschutzgründen ist dieses zu beachten. Im Diagramm ist mit $\eta_i = 0,25$ ein Richtwert für starke Drosselung angegeben. Bei Nullförderung (Klappenstellung absolut zu) ist in jedem Fall die max. Temperaturerhöhung abzuschätzen.

Важное указание по надежности машины

При сильном дросселировании (отклонении от номинальной точки) КПД вентилятора уменьшается, тем самым температура постоянно повышается. На вентиляторах высокого давления с общим повышением давления от $\Delta p_{t2} > 1000$ daPa на поверхности корпуса могут возникать температуры, значительно превышающие 50°C. Во избежание несчастных случаев это необходимо иметь в виду. В диаграмме с помощью $\eta_i = 0,25$ указано ориентировочное значение для сильного дросселирования. При нулевой подаче (заслонки полностью закрыты) повышение температуры будет максимальным.

Betriebsverhalten / Поведение в процессе эксплуатации

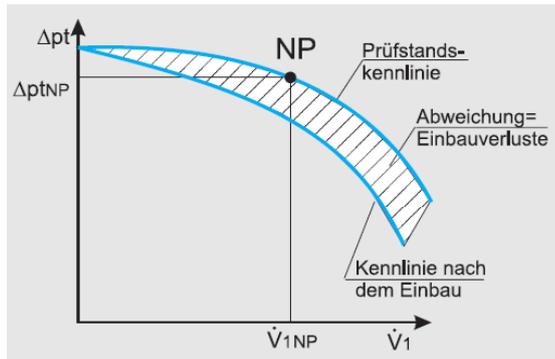
Einbauverluste

Ventilator und Anlage sind Teil eines strömungstechnischen Gesamtsystems und beeinflussen einander. Es entsteht somit nach dem Einbau in einer Anlage eine Abweichung von der Normkennlinie je nach Ausbildung der Zu- und Abströmbedingungen. Die Abweichungen werden als Einbauverluste ausgewiesen.

Потери после встраивания в установку

Вентилятор и вся установка являются частью цельной аэрогидродинамической системы и взаимно влияют друг на друга. Таким образом, после встраивания вентилятора в установку возникает отклонение от номинальной характеристики в зависимости от условий на притоке и оттоке. Данные отклонения определяются как потери после встраивания в установку.

Abweichung von der Normkennlinie



Отклонения от стандартной характеристики

Prüfstandskennlinie

Характеристическая кривая на испытательном стенде

Abweichung = Einbauverlust

Отклонение = потеря из-за встраивания в установку

Kennlinie nach dem Einbau

Характеристическая кривая после встраивания в установку

Um die Einbauverluste möglichst klein zu halten sind folgende häufig auftretende Störquellen zu vermeiden:

- Krümmer direkt vor oder nach dem Ventilator
- Drosselklappen direkt vor dem Ansaugstutzen
- Kompensatoren mit eingengtem Querschnitt
- zu kurze Ansaugstrecke
- unsachgemäße Übergangsstücke
- Druckverlust durch Ansaugkasten
- Eintrittsdrall durch Bauteile in der Zu- und Abströmung
- Leckverluste der Rohrleitungen und Anlagenbauteile
- Anlagenbedingter Strömungsabriss
- dynamischer Druck am Ventilatoraustritt (Diffusor)

Для минимизации потерь после встраивания вентилятора в установку необходимо избегать следующих часто возникающих источников помех:

- Колена труб непосредственно перед или за вентилятором
- Дроссельные заслонки непосредственно перед всасывающим патрубком
- Гибкие вставки с суженным поперечным сечением
- Слишком короткий участок на всасе
- Ненадлежащим образом выполненные переходники
- Потеря давления из-за всасывающего короба
- Завихрения на входе из-за узлов, находящихся в зоне притока
- Утечки в трубопроводах и на узлах установки
- Обрыв потока из-за недостатков в самой установке
- Динамическое давление на выходе вентилятора (диффузор)

Normkennlinie

Unter der Normkennlinie eines Ventilators versteht man nach DIN 24163 den auf einem Prüfstand unter exakten Versuchsbedingungen gemessenen Zusammenhang zwischen der Druckerhöhung Δp_t des Ventilators und dem angesaugten Volumenstrom V_1 . Zur Vervollständigung der Betriebsdaten wird noch die aufgenommene Leistung P_W mit angegeben.

Alle Angaben in Katalogen, Prospekten, technischen Unterlagen usw. beziehen sich grundsätzlich auf diese Normkennlinie. Die Charakteristik der Normkennlinie ist abhängig von vielen geometrischen und lufttechnischen Größen. Der Auslegungs- bzw. Berechnungspunkt der Kennlinie wird als Nennpunkt (NP) bezeichnet und liegt im optimalen Bereich des Wirkungsgrades. Alle lufttechnischen Ventilatorordaten sind auf folgende Bezugszustandsgrößen bezogen:

Luftdruck $p_0 = p_a = 10132,5 \text{ daPa}$
 Eintrittstemperatur $t_0 = t_1 = 20^\circ\text{C}$
 Eintrittsdichte $\rho_0 = \rho_1 = 1,205 \text{ kg/m}^3$

Стандартная характеристика

Под стандартной характеристикой вентилятора подразумевается согласно DIN 24163 замеренная на стенде в точных условиях испытаний взаимозависимость между повышением давления Δp_t вентилятора и всасываемым объемом воздуха V_1 . Для комплектации эксплуатационных параметров указывается также и потребленная мощность P_W .

Все данные в каталогах, проспектах, технической документации и т.д. касаются принципиально этой стандартной характеристики. Стандартная характеристика зависит от многих геометрических и воздухо-технических параметров. Точка расчета характеристики называется номинальной точкой (NP) и расположена в оптимальной зоне КПД. Все воздухо-технические данные вентилятора касаются следующих исходных стандартных величин:

Давление воздуха $p_0 = p_a = 10132,5 \text{ daPa}$
 Температура на входе $t_0 = t_1 = 20^\circ\text{C}$
 Плотность на входе $\rho_0 = \rho_1 = 1,205 \text{ kg/m}^3$

Ventilator Kennlinie / Характеристическая кривая вентилятора

Allgemeine Angaben

Die Ventilator Kennlinie gibt für den jeweiligen Volumenstrom den zugehörigen Druck an. Der angegebene Druck ist immer die Totaldruckerhöhung Δp_{t2} . Bei der Ermittlung des statischen Druckes p_{st} ist jeweils der dynamische Druck p_d von Δp_{t2} zu subtrahieren. Der Kennlinienverlauf ist abhängig von vielen geometrischen und lufttechnischen Größen. Es ist deshalb für jeden Ventilator Typ auf den Typenauswahlblättern der Kennlinientyp angegeben. Die Charakteristik ist dem jeweiligen Kennlinienblatt zu entnehmen (siehe Blätter TA 43 bis TA 49).

Nennpunkt NP

Die in unseren Typenauswahlblättern angegebenen technischen Daten liegen im optimalen Bereich des Wirkungsgrades und werden als Nennpunkt NP bezeichnet.

Anlagenkennlinie

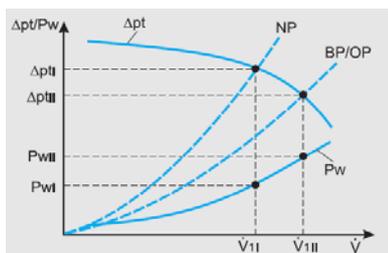
Jede Anlage bringt dem Ventilator einen Widerstand entgegen. Beim größten Teil der lufttechnischen Anlagen verläuft der Widerstand in Form einer Parabel. Diese Kennlinie ist vom Besteller genau zu berechnen.

Betriebspunkt BP

Da der Ventilator auf jedem Punkt seiner Kennlinie arbeiten kann, je nach Anlagenwiderstand, wird der tatsächliche Arbeitspunkt in der Anlage als Betriebspunkt BP bezeichnet.

Zusammenspiel von Anlagen und Ventilator

Der Schnittpunkt von Ventilator Kennlinie und Anlagenkennlinie ist der tatsächliche Betriebspunkt BP. Im Idealfall liegt er in der Nähe des Nennpunktes NP. Falls der Anlagenwiderstand niedriger liegt als berechnet (Δp_{tII}), stellt sich im Betriebspunkt BP ein größerer Volumenstrom ein (V_{1II}). Das hat zur Folge, dass der aufgebaute Motor überlastet wird und Schaden erleidet. Gerade bei Ventilatoren mit stetig ansteigendem Leistungsbedarf (KL Typ 1, 2 und 3) steigt schon bei kleinster Überschreitung des Nennpunktes der Leistungsbedarf an.



NP = Nennpunkt = Listendaten = Katalogdaten
NP = nominale точка = данные списков = данные каталога

BP = Betriebspunkt = Arbeitspunkt in der Anlage
BP = рабочая точка = рабочая точка на установке

Leistungszuschlag

Es wird daher empfohlen, einen Motor mit ausreichender Reserve einzusetzen. Erfahrungsgemäß empfiehlt es sich, die Antriebsleistung um ca. 15-30 % größer zu wählen als die Wellenleistung.

$$P_M = P_w + 15\% \text{ bis } 30\%$$

Общие данные

В характеристической кривой вентилятора указывается для определенного расхода воздуха соответствующее ему давление. Указанное давление представляет собой всегда общее повышение давления Δp_{t2} . При определении статического давления p_{st} необходимо соответственно вычесть динамическое давление p_d из Δp_{t2} . Прохождение характеристической кривой зависит от многих геометрических и воздухотехнических величин. Поэтому для каждой модели вентилятора в каталогах указывается тип характеристики. Характеристическую кривую можно найти в соответствующих каталогах характеристик (см. каталоги TA 43 – TA 49).

Номинальная точка NP

Указанные в наших каталогах по выбору типа технические данные находятся в оптимальной зоне КПД и называются номинальной точкой NP.

Характеристическая кривая установки

Любая установка оказывает сопротивление вентилятору. На большинстве воздухотехнических установок данное сопротивление имеет вид параболы. Эта характеристика должна быть совершенно точно рассчитана заказчиком.

Рабочая точка BP

Поскольку вентилятор может работать в любой точке своей характеристической кривой – в зависимости от сопротивления установки – , то фактическая точка, в которой работает вентилятор в установке, называется рабочей точкой BP.

Взаимосвязь установок и вентилятора

Точка пересечения характеристики вентилятора и характеристики установки является фактической рабочей точкой BP. В идеальном случае она находится поблизости от номинальной точки NP. В случае, если сопротивление установки меньше, чем оно было рассчитано (Δp_{tII}), в рабочей точке BP возникает больший расход воздуха (V_{1II}). Вследствие этого двигатель подвергается перегрузке и ему может быть нанесен ущерб. Именно на вентиляторах с постоянно растущей потребляемой мощностью (KL тип 1, 2 и 3) уже при малейшем превышении номинальной точки увеличивается потребляемая мощность.

Резерв мощности

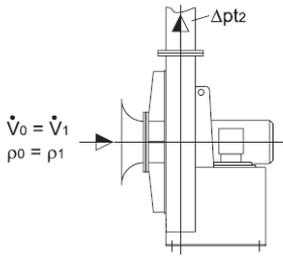
Поэтому рекомендуется использовать двигатель с достаточно большим резервом. Опыт подсказывает, чтобы приводная мощность выбиралась примерно на 15-30 % выше, чем мощность на валу.

$$P_M = P_w + 15\% \text{ до } 30\%$$

Druckverlauf bei verschiedenen Betriebsarten / Изменение давления в различных режимах работы

Betriebsart „drückend“

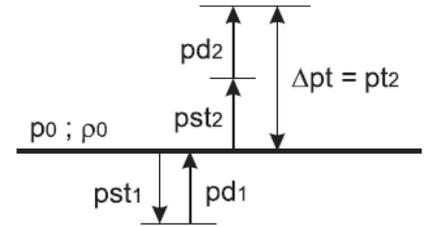
Режим работы «напорный»



$$\Delta pt = pst_2 + pd_2$$

$$pst_2 = \Delta pt - pd_2$$

(Anlagenwiderstand = сопротивление установки)

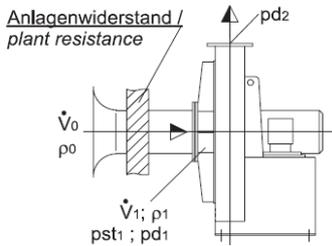


- ρ_0 = Bezugsdichte
- p_0 = Bezugsdruck
- Δp_t = Totaldruckerhöhung - druckseitig
- p_{st2} = statischer Druck - druckseitig
- p_{d2} = dynamischer Druck – druckseitig

- ρ_0 = исходная плотность
- p_0 = исходное давление воздуха
- Δp_t = общее повышение давления – на напорной стороне
- p_{st2} = статическое давление – на напорной стороне
- p_{d2} = динамическое давление – на напорной стороне

Betriebsart „saugend“

Режим работы «всасывающий»



$$\Delta pt = pst_1 + pd_2 - pd_1$$

$$pst_1 = \Delta pt - pd_2 + pd_1$$

- Δp_t = Totaldruckerhöhung - saugseitig
- p_{st1} = statischer Druck – saugseitig (Vorzeichen bei p_{st1} (-) beachten)
- p_{d1} = dynamischer Druck – saugseitig
- p_{d2} = dynamischer Druck – druckseitig

- Δp_t = общее повышение давления – на всасе
- p_{st1} = статическое давление – на всасе (учитывать знак при p_{st1} (-))
- p_{d1} = динамическое давление – на всасе
- p_{d2} = динамическое давление – на напорной стороне

Beim Saugbetrieb ist immer darauf zu achten und anzugeben, welcher Volumenstrom abgesaugt werden soll. Der Volumenstrom V_0 an der Einsaug- oder Absaugseite ist immer geringer als der Volumenstrom V_1 am Ventilator.

При режиме всасывания необходимо постоянно обращать внимание на то и указывать, какой объем воздуха должен быть откачан. Расход воздуха V_0 на стороне всасывания или откачивания всегда меньше, чем расход воздуха V_1 на вентиляторе.

$$V_1 \times \rho_1 = V_0 \times \rho_0 \quad V_0 = V_1 \times f_{v0} \quad f_{v0} = \rho_1 / \rho_0$$

Änderung der Dichte

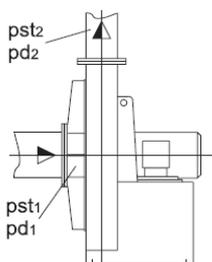
Изменение плотности

Bei Totaldruckerhöhung ab $\Delta p_t = 250$ daPa macht sich die Änderung der Dichte von druckseitigem auf saugseitigen Betrieb bemerkbar. Es sind deshalb in den Typenauswahlblättern die jeweiligen Totaldruckerhöhungen für saugseitigen Betrieb Δp_t1 und für druckseitigen Betrieb Δp_t2 angegeben.

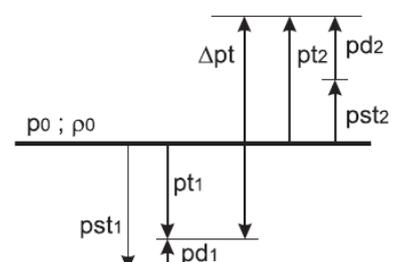
При общем увеличении давления от $\Delta p_t = 250$ daPa становится ощутимым изменение плотности при переходе с напорного режима на всасывающий режим работы. Поэтому в каталогах для выбора типа указаны соответствующие значения общего повышения давления для всасывающего режима работы Δp_t1 и для напорного режима работы Δp_t2 .

Betriebsart „saugend und drückend“

Режим работы «всасывающий и напорный»



$$\Delta pt = pst_2 + pst_1 + pd_2 - pd_1$$



Kennlinienverlauf bei verschiedenen Betriebsarten / Характеристическая кривая при различных режимах работы

Betriebsart „drückend“

Режим работы «напорный»

$$\Delta pt_2 = pst_2 + pd_2$$

$$pst_2 = \Delta pt_2 - pd_2$$

Richtwert / Richtwert
 Ориентировочное значение/
 Ориентировочное значение

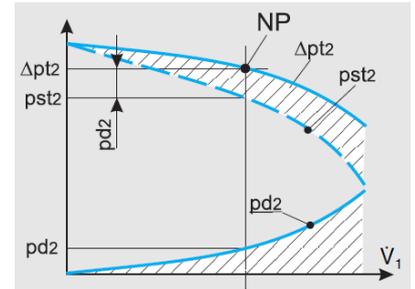
Tatsächlicher Wert
 Фактическое значение

$$pd_2 = \frac{q_2}{20} \cdot \left(\frac{\dot{V}_1}{60 \cdot A_2} \right)^2$$

$$pd_2 = \frac{q_2}{20} \cdot \left(\frac{\dot{V}_2}{60 \cdot A_2} \right)^2$$

A2 = Fläche der Drucköffnung

A2 = Площадь напорного
 отверстия



Betriebsart „saugend“

Режим работы «всасывающий»

$$\Delta pt_1 = \Delta pt_2 \cdot \rho_0 / \rho_1$$

$$pst_1 = pst_2 + pd_2 - pd_1$$

$$Pst_1 = \Delta pt_1 - pd_2 + pd_1$$

$$q_2 = \frac{(\rho_0 + pst_2) \cdot 10}{R \cdot T}$$

$$pd_1 = \frac{q_0}{20} = \left(\frac{\dot{V}_1}{60 \cdot A_1} \right)^2$$

$$\Delta pd = pd_2 - pd_1$$

wenn
 если

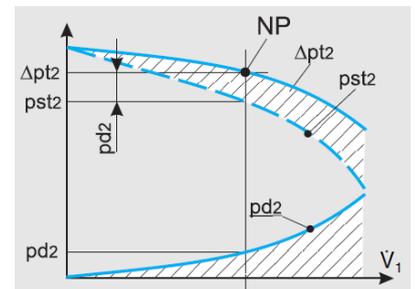
$$A_1 = A_2$$

dann
 тогда

$$\Delta pd = 0$$

A1 = Fläche der Ansaugöffnung

A1 = площадь всасывающего
 отверстия



Betriebsart „saugend und drückend“

Режим работы «всасывающий и напорный»

$$\Delta pt = pst_2 + pst_1 + pd_2 - pd_1$$

$$\Delta pd = pd_2 - pd_1$$

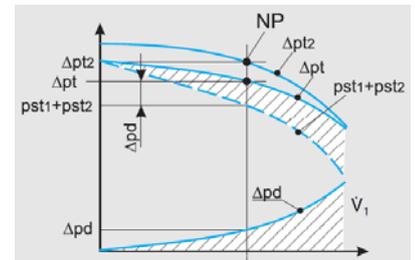
wenn
 если

$$A_1 = A_2$$

dann
 тогда

$$\Delta pd = 0$$

$$\Delta pt = pst_2 + pst_1$$



Formelzeichen

Символы формулы

Δpt	Totaldruckerhöhung
pst	statischer Druck
pd	dynamischer Druck
V1	Volumenstrom in m³/min
A	Fläche in m²
NP	Nennpunkt des Ventilators
ρ0	Bezugsdichte = 1,205 kg/m³
ρ	Dichte in kg/m³
T	Thermodynamische Temperatur in K
t	Temperatur in °C
R	Gaskonstante für Luft = 287 J/kg · K

Δpt	общее повышение давления
pst	статическое давление
pd	динамическое давление
V1	Расход в м³/мин
A	площадь в м²
NP	номинальная точка вентилятора
ρ0	исходная плотность = 1,205 кг/м³
ρ	плотность в кг/м³
T	термодинамическая температура в K
t	Температура в градусах
R	Газовая постоянная для воздуха = 287 J/kg · K

Index:

0	Bezugszustandsgröße
1	Saugseite
2	Druckseite

Индекс:

0	Исходная базовая величина
1	Сторона всаса
2	Напорная сторона

Toleranzen / Допуски

Grundsätzliche Kriterien

Infolge unvermeidlicher Auslegungs-, Berechnungs- und Fertigungstoleranzen – zusammenfassend als Bautoleranzen bezeichnet – sind Abweichungen von den vereinbarten Betriebswerten zulässig. Die zulässigen Abweichungen richten sich nach der Genauigkeitsklasse, in die der Ventilator einzuordnen ist. Welche Genauigkeitsklasse im konkreten Fall zugrunde zu legen ist, hängt von verschiedenen Kriterien ab, so dass ggf. entsprechende Vereinbarungen zu treffen sind. Unsicherheiten bei der Bestimmung der Betriebswerte infolge besonderer Einbautfälle (z. B. Störungen im Zu- und Abströmbereich) sind in den Bautoleranzen nicht enthalten und müssen zusätzlich berücksichtigt werden. Siehe hierzu unsere Broschüre „Ventilatoren in der Praxis“.

Принципиальные критерии

Вследствие наличия неизбежных допусков при конструировании, расчете и изготовлении, обозначаемых в целом как конструктивные допуски, допустимы отклонения от оговоренных рабочих параметров. Допустимые отклонения определяются по классу точности, к которому относится вентилятор. Какой класс точности должен быть положен в основу в каждом конкретном случае, зависит от различных критериев, так что при известных условиях необходимо достижение определенных договоренностей. Неопределенность при определении рабочих параметров по причине особенностей встраивания оборудования (напр., наличие помех в районе притока и оттока струи) не содержится в конструктивных допусках и должны учитываться дополнительно. См. по этому вопросу нашу брошюру «Вентиляторы на практике».

Toleranz in Abhängigkeit von der Genauigkeitsklasse

Genauigkeitsklasse nach DIN 24166 Класс точности согласно DIN 24166			0	1	2	3
Volumenstrom	Расход	V₁	± 1%	± 2,5%	± 5%	± 10%
Totaldruckerhöhung	общее повышение давления	Δp_t	± 1%	± 2,5%	± 5%	± 10%
Wellenleistung	Мощность на валу	P_w	+ 2%	+ 3%	+ 8%	+ 16%
Wirkungsgrad	КПД	η_{tw}	- 1%	- 2%	- 5%	-
Schallwerte	Уровень шума	L_w, L_p	+ 3dB	+ 3dB	+ 4dB	+ 6dB

Допуски в зависимости от класса точности

Sind keine besonderen Vereinbarungen getroffen worden, gelten folgende Genauigkeitsklassen:

Wellenleistung **P_w > 50kW** Klasse 1
 Wellenleistung **P_w < 50kW** Klasse 2

Если не достигнуты специальные договоренности, то силу имеют следующие классы точности:

Мощность на валу **P_w > 50кВт**, класс 1
 Мощность на валу **P_w < 50кВт**, класс 2

Für Sonderventilatoren unabhängig von der Wellenleistung (z.B. Transportlaufräder, gummierte Ausführung, stark veränderter Schaufelwinkel usw.) gilt die Klasse 3. Bei leicht modifizierten Laufrädern bzw. veränderten Einströmungsbedingungen gilt die Klasse 2.

На вентиляторы специального назначения, вне зависимости от мощности на валу (напр., транспортирующие рабочие колеса, гуммированное исполнение, сильно измененный угол установки лопаток и т.д.), распространяется класс 3. Для слегка модифицированных рабочих колес или для измененных условий входящего потока действителен класс 2.

Betriebszustand

Die Toleranzen gelten nur für den Auslegungspunkt bzw. Nennpunkt (NP) des Ventilators der hinsichtlich Drehzahl, Volumenstrom, Druck, Dichte und Fördermedium festgelegt ist.

Рабочее состояние

Допуски распространяются только на расчетную точку или номинальную точку (NP) вентилятора, которая установлена относительно числа оборотов, расхода, давления, плотности и перемещаемой среды.

Bautoleranzen

Die zulässigen Abweichungen in den Maßskizzenblättern entsprechen DIN 7168.

Конструктивные допуски

Допустимые отклонения в габаритных чертежах соответствуют DIN 7168.

Nennmaßbereich (mm) Диапазон номинальных размеров (мм)		über / свыше					
		30	120	315	1000	2000	4000
	6						
	30			bis / до			
		120	315	1000	2000	4000	8000
Toleranz / Допуск	+1	+1,5	+2	+3	+4	+5	+8

Schallverhalten / Звуковые характеристики

Bei der Planung und Ausführung von lufttechnischen Anlagen ist zum Schutz der Anlieger vor Geräuschbelästigung die Einhaltung vorgegebener Geräuschwerte notwendig. Insbesondere ist der Ventilator eine der kritischen Geräuschquellen in einer kompletten Anlage, die vom Planer besondere Aufmerksamkeit verdient. Um die vereinbarten Schallwerte einzuhalten bzw. nachzuweisen, ist es notwendig, unter vorgegebenen einheitlichen Richtlinien zu messen. Für den Schallnachweis an Ventilatoren gelten einheitliche Bestimmungen, die in der DIN 45635 Bl. 1 „Geräuschmessung an Maschinen“ bzw. DIN 45635 Teil 38 „Geräuschmessung an Ventilatoren“ enthalten sind. Die Norm schafft die Voraussetzung dafür, dass das vom Ventilator unmittelbar an die umgebende Luft abgestrahlte Geräusch (Geräuschmission) nach einheitlichen Verfahren ermittelt werden kann, so dass die Ergebnisse vergleichbar sind. Das in der Norm beschriebene Messverfahren gilt nur für freie Schallausbreitung, d. h. im reflexionsfreien Raum. Diese optimalen Bedingungen sind jedoch in der Praxis meistens nicht vorhanden, d. h. die unter Betriebsbedingungen im Einbauzustand gemessenen Schallwerte weichen von den im reflexionsfreien Raum gemessenen Werten mehr oder weniger ab. Die jeweiligen Betriebsbedingungen sowie Aufstellungsart und der Umgebungseinfluss führen meist zu erheblichen Pegelerhöhungen. Für eine Garantieabgabe an den Endkunden müssen deshalb anlagenbedingte Zuschläge gemacht werden bzw. ist eine akustische Berechnung unentbehrlich.

Ventilator Schallpegel in der Anlage	=	Ventilator Schall- pegelangabe REITZ	+	Zuschlag* (Kor- rektur)
--	---	--	---	----------------------------

*Zuschläge von 3 bis 9 dB, dB(A) sind durchaus realistisch

Die Zuschläge sind vom Anlagenplaner bzw. vom Akustiker zu bestimmen und zu berechnen. Die Erfahrungswerte für den Zuschlag sind abhängig von der Anzahl der beeinflussbaren Parameter.

Beeinflussung der Geräusche unter Betriebsbedingungen

Um den unter optimalen Bedingungen gemessenen Ventilator auf praxisbezogene Bedingungen umzurechnen, sind folgende Störquellen unbedingt zu beachten und zu berücksichtigen:

- Geräusche der Antriebsmotoren
- Fremdgeräusche durch andere Maschinen
- Pegelerhöhung durch Raumeinfluss (Reflexion)
- Pegelerhöhung durch Abweichung vom Nennpunkt (Ventilator weicht in der Anlage von seinen Bestellwerten ab)
- Pegelerhöhung durch Drosselorgane (Drallregler, Klappen, Schieber usw.)
- Pegelerhöhung durch Kompensatoren (es entsteht ein Schallloch im System)
- Pegelerhöhung durch anlagenbedingte Bauteile wie Rohrleitungen, Krümmer, Umlenkungen, Ansaugkästen, Querschnittsänderungen, Übergangsstücke usw.
- Pegelerhöhung durch Strömungsabriss in der Anlage

Die anlagenbedingten Störquellen sowie der Aufstellungseinfluss (Örtlichkeiten) sind grundsätzlich vom Anlagenplaner zu berechnen und zu bestimmen. Bitte beachten Sie unsere Broschüre „Schallauslegung für die Praxis“. Die detaillierten Ausführungen dieser Broschüre dienen der Vermeidung von Auslegungs- und Planungsfehlern.

При проектировании и исполнении воздухотехнических установок для защиты от шумового воздействия необходимо соблюдать предписанные значения шумовой нагрузки. Для соблюдения оговоренных звуковых значений и для их подтверждения необходимо производить замеры с использованием единых норм. Для подтверждения звуковых характеристик вентиляторов служат единые требования в DIN 45635, лист 1, «Замеры шумов на машинах» и в DIN 45635, часть 38, «Замеры шумов на вентиляторах». Нормы создают предпосылки для того, чтобы излучаемый вентилятором шум мог быть определен на основе единого метода, с тем чтобы результаты можно было сравнивать. Описанный в нормах способ измерения действителен только для свободного распространения звука, т.е. для помещений без отражения звука. Данные оптимальные условия на практике, как правило, отсутствуют, т.е. значения звука, замеренные в производственных условиях на встроеном оборудовании в большей или меньшей степени отличаются от тех значений, которые получены при замерах в помещениях без отражения звука. Соответствующие производственные условия, а также способ установки и воздействие окружающей среды приводят, как правило, к значительному увеличению уровня шума. Поэтому при передаче оборудования клиенту должны быть сделаны обусловленные установкой надбавки к значениям или же проведены акустические расчеты.

Вентилятор Уровень звука на установке	=	Вентилятор Данные по уровню звуча от фирмы РАЙТЦ	+	Надбавка* (корректировка)
---	---	--	---	------------------------------

*надбавки от 3 до 9 dB, dB(A) представляются вполне реальными

Размер надбавок должны определяться и рассчитываться проектировщиком установки или акустиком. Эмпирические данные по надбавкам зависят от количества подверженных воздействию параметров.

Воздействие на шумы в производственных условиях

Для перерасчета параметров вентилятора, замеренных в оптимальных условиях, на практически производственные условия необходимо в обязательном порядке учитывать следующие источники помех:

- Шум приводных двигателей
- Посторонние шумы от других машин
- Повышение уровня шума из-за рефлексии в помещении
- Повышение уровня шума из-за отклонения от номинальной точки (вентилятор на установке отклоняется от своих заданных параметров)
- Повышение уровня шума из-за дроссельных органов (регулятора закрутки, заслонок, шиберов)
- Повышение уровня шума из-за гибких вставок (в системе возникает «звуковая дыра»)
- Повышение уровня шума из-за узлов установки, таких как трубопроводы, колена, поворотные элементы, всасывающие короба, изменения поперечного сечения Переходники и т.д.
- Повышение уровня шума из-за обрыва потока

Источники помех со стороны установки, а также влияние особенностей самого места установки оборудования должны учитываться проектировщиком установки. Обратите внимание на брошюру «Расчет звуковых параметров на практике». Материал этой брошюры поможет избежать ошибок в расчетах и проектировании.

Formeln und Einheiten / Формулы и единицы измерения

SI-Einheit für den Druck

Ein Pascal ist gleich dem auf eine Fläche gleichmäßig wirkenden Druck, bei dem senkrecht auf die Fläche 1 m² die Kraft 1N ausgeübt wird.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ daPa} = 1,02 \text{ mm WS (Wassersäule)}$$

Alle Drücke in dieser Liste sind in daPa angegeben.

Totaldruckerhöhung Δt

Die Totaldruckerhöhung ist die Differenz aus dem Totaldruck am Austritt p_{t2} und dem Totaldruck am Eintritt p_{t1} .

$$\Delta p_t = p_{t2} - p_{t1}$$

Statischer Druck p_{st}

Es ist der innere Druck eines Gases und wird senkrecht zur Rohrwand ausgeübt.

$$p_{st1} ; p_{st2}$$

Dynamischer Druck pd

Er entspricht der kinetischen Energie eines strömenden Gases, seine Abhängigkeit von der Geschwindigkeit "c" ergibt sich nach der Formel:

$$pd = \frac{1}{2} c^2 \cdot \rho \quad \text{mit } c \text{ in m/s}$$

Единица SI для давления

Один паскаль равен давлению, равномерно действующему на какую-либо площадь, при котором на площадь 1м² вертикально действует сила 1N.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ daPa} = 1,02 \text{ mm wc (water column)}$$

Все значения давлений в этом реестре (списке) указаны в daPa.

Общее повышение давления Δt

Общее повышение давления представляет собой разницу между общим давлением на выходе p_{t2} и общим давлением на входе p_{t1} .

$$\Delta p_t = p_{t2} - p_{t1}$$

Статическое давление p_{st}

Оно представляет собой внутреннее давление газа и направлено вертикально к стенке трубы.

$$p_{st1} ; p_{st2}$$

Динамическое давление pd

Оно соответствует кинетической энергии протекающего газа, его зависимость от скорости «с» вытекает из формулы:

$$pd = \frac{1}{2} c^2 \cdot \rho \quad \text{mit } c \text{ in m/s}$$

gesucht gegeben	daPa	Pa N/m ²	mbar	bar	mmWS kp/m ²	Torr
	daPa	Pa N/m ²	mbar	bar	mmWS kp/m ²	Torr
1 daPa	1	10	0,1	10 ⁻⁴	1,02	7,5 x 10 ⁻²
1 Pa 1 N/m ²	0,1	1	10 ⁻²	10 ⁻⁵	0,102	0,75 x 10 ⁻²
1 mbar	10	10 ²	1	10 ⁻³	0,102 x 10 ²	0,75
1 bar	10 ⁴	10 ⁵	10 ³	1	0,102 x 10 ⁶	750
1 mm WS 1 kp/m ²	0,981	9,81 ≈ 1 daPa	9,81 x 10 ⁻²	9,81 x 10 ⁻⁵	1	735 x 10 ⁻⁴
1 Torr	1,33 x 10 ²	1,33 x 10 ²	1,33	1,33 x 10 ⁻³	13,6	1

Volumenstrom

Der Volumenstrom V ist das Produkt aus Volumen und der zugehörigen Zeit.

$$V [\text{m}^3/\text{s}, \text{m}^3/\text{min}, \text{m}^3/\text{h}]$$

Er wird stets auf den Ansaugzustand bezogen, d. h. auf den statischen Druck p_{st1} im Eintrittsstutzen und auf die Ansaugtemperatur t_1 .

$$\dot{V}_1 = \frac{\dot{m}}{\rho_1}$$

Bei betriebsbedingten Temperaturänderungen bleibt jedoch der Volumenstrom konstant.

Расход

Расход V представляет собой продукт, состоящий из объемного расхода и соответствующего промежутка времени.

$$V [\text{m}^3/\text{s}, \text{m}^3/\text{min}, \text{m}^3/\text{h}]$$

Он постоянно соотносится с состоянием на всасе, т.е. со статическим давлением p_{st1} во входном патрубке и с температурой t_1 на всасе.

$$\dot{V}_1 = \frac{\dot{m}}{\rho_1}$$

При обусловленных производственными требованиями изменениях температуры расход остается постоянным.

Formeln und Einheiten / Формулы и единицы измерения

Massenstrom m

Der Massenstrom ist das Produkt aus Masse und der zugehörigen Zeit.

$$m = V \times \rho \text{ [kg/s, kg/min, kg/h]}$$

Normkubikmeter

Der Volumenstrom in Normkubikmeter bezieht sich auf den physikalischen Normzustand mit einer Temperatur von 0°C und einem Luftdruck von 101.325 Pa.

$$V_N \text{ (Nm}^3\text{/s ; Nm}^3\text{/min ; Nm}^3\text{/h)}$$

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_N \cdot \frac{\rho_N}{\rho_1} \text{ bzw. } \dot{V}_N = \dot{V}_1 \cdot \frac{\rho_1}{\rho_N}$$

ρ_1 in kg/m³ = Dichte im Betriebszustand

ρ_N in kg/m³ = Normdichte 0°C und 101.325 Pa

Spezifische totale Förderarbeit Y_t

Die spezifische totale Förderarbeit ist die auf die Masse bezogene nutzbare Energiedifferenz zwischen Ein- und Austrittsstutzen.

$$Y_t = K \cdot \frac{\Delta p_t}{\rho_1} \text{ (J/kg ; daJ/kg)}$$

$$Y_t = \frac{\Delta p_t}{\rho_m} \text{ (J/kg ; daJ/kg)}$$

K = Kompressionsfaktor

ρ_m = mittlere Dichte

Kompressionsfaktor K

Der Kompressionsfaktor berücksichtigt die Kompressibilität der Luft.

$$K = \rho_1 \cdot \frac{Y_t}{\Delta p_t}$$

Er kann über die mittlere Dichte ρ_m bestimmt werden.

$$K = \frac{\rho_1}{\rho_m}$$

Faustformel zur Berechnung von K

$$K \approx 1 - 0,31 \cdot \frac{\Delta p_{st}}{p_a} \quad ; \quad \frac{\Delta p_{st}}{p_a} \leq 0,1$$

$$K \approx 0,994 - 0,25 \cdot \frac{\Delta p_{st}}{p_a} \quad ; \quad \frac{\Delta p_{st}}{p_a} > 0,1 \leq 0,3$$

Δp_{st} = statische Druckdifferenz

p_a = absoluter Druck

Produktivität des Ventilators nach Masse m

Produktivität des Ventilators nach Masse stellt sich als Produkt dar, bestehend aus der verdrängten Masse in dem entsprechenden Zeitintervall.

$$m = V \times \rho \text{ [kg/s, kg/min, kg/h]}$$

Normaler Kubikmeter

Der Verbrauch in normalen Kubikmetern bezieht sich auf den physikalischen Normzustand mit einer Temperatur von 0°C und einem Luftdruck von 101.325 Pa.

$$V_N \text{ (Nm}^3\text{/s ; Nm}^3\text{/min ; Nm}^3\text{/h)}$$

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_N \cdot \frac{\rho_N}{\rho_1} \text{ bzw. } \dot{V}_N = \dot{V}_1 \cdot \frac{\rho_1}{\rho_N}$$

ρ_1 in kg/m³ = Dichte im Betriebszustand

ρ_N in kg/m³ = Normdichte 0°C und 101.325 Pa

Uдельная общая работа по перемещению среды Y_t

Uдельная общая работа по перемещению среды представляет собой относительную к массе полезную разность энергий между входным и выходным патрубком.

$$Y_t = K \cdot \frac{\Delta p_t}{\rho_1} \text{ (J/kg ; daJ/kg)}$$

$$Y_t = \frac{\Delta p_t}{\rho_m} \text{ (J/kg ; daJ/kg)}$$

K = коэффициент сжатия

ρ_m = средняя плотность

Коэффициент сжатия K

Коэффициент сжатия учитывает сжимаемость воздуха.

$$K = \rho_1 \cdot \frac{Y_t}{\Delta p_t}$$

Он определяется по средней плотности ρ_m .

$$K = \frac{\rho_1}{\rho_m}$$

Эмпирическая формула для расчета K

$$K \approx 1 - 0,31 \cdot \frac{\Delta p_{st}}{p_a} \quad ; \quad \frac{\Delta p_{st}}{p_a} \leq 0,1$$

$$K \approx 0,994 - 0,25 \cdot \frac{\Delta p_{st}}{p_a} \quad ; \quad \frac{\Delta p_{st}}{p_a} > 0,1 \leq 0,3$$

Δp_{st} = статическая разность давлений

p_a = абсолютное давление

Formeln und Einheiten / Формулы и единицы измерения

Totale Förderleistung P_t

Die totale Förderleistung ist das Produkt aus dem Massenstrom m und der spezifischen totalen Förderarbeit Y_t .

$$P_t = \frac{\dot{m} \cdot Y_t}{100} \text{ [kW]} \quad \begin{array}{l} \dot{m} \text{ [kg/s]} \\ Y_t \text{ [daJ/kg]} \end{array}$$

Общая производительность P_t

Общая производительность представляет собой продукт, состоящий из производительности вентилятора по массе m и удельной общей работы по перемещению среды Y_t .

$$P_t = \frac{\dot{m} \cdot Y_t}{100} \text{ [kW]} \quad \begin{array}{l} \dot{m} \text{ [kg/s]} \\ Y_t \text{ [daJ/kg]} \end{array}$$

Gesamt- bzw. totaler Wirkungsgrad η_{tw}

Unter dem Wirkungsgrad ist das Verhältnis der totalen Förderleistung P_t zur Wellenleistung P_w zu verstehen, jedoch ohne Riementriebsverluste.

$$\eta_{tw} = \frac{P_t}{P_w} \quad P_t, P_w \text{ [kW]}$$

Общий КПД η_w

Под КПД подразумевается соотношение общей производительности P_t и мощности на валу P_w , но без потерь на ременном приводе.

$$\eta_{tw} = \frac{P_t}{P_w} \quad P_t, P_w \text{ [kW]}$$

Wellenleistung P_w

Die Wellenleistung P_w ist die an der Ventilatorwelle aufgenommene Leistung einschließlich der jeweiligen mechanischen Verluste, wie Lagerreibung und Kupplungsverluste.

$$P_w = \frac{\dot{m} \cdot Y_t}{100 \cdot \eta_{tw}} \text{ [kW]} \quad \begin{array}{l} \dot{m} \text{ [kg/s]} \\ Y_t \text{ [daJ/kg]} \end{array}$$

$$P_w = \frac{\dot{V}_1 \cdot \Delta p_t}{6000 \cdot \eta_{tw}} \cdot K \text{ [kW]} \quad \begin{array}{l} \Delta p_t \text{ [daPa]} \\ \dot{V}_1 \text{ [m}^3\text{/min]} \end{array}$$

η_{tw} = totaler Wirkungsgrad des Ventilators bezogen auf die Ventilatorwelle.

Für Gesamtdrücke bis $\Delta p_{t2} = 355$ daPa kann der Kompressionsfaktor vernachlässigt werden.

$$P_w = \frac{\dot{V}_1 \cdot \Delta p_t}{6000 \cdot \eta_{tw}} \text{ [kW]} \quad \text{für } \Delta p_{t2} \leq 355 \text{ daPa}$$

Мощность на валу P_w

Мощность на валу P_w представляет собой принимаемую на валу вентилятора мощность, включая соответствующие механические потери, такие как трение в подшипниках или потери на муфте.

$$P_w = \frac{\dot{m} \cdot Y_t}{100 \cdot \eta_{tw}} \text{ [kW]} \quad \begin{array}{l} \dot{m} \text{ [kg/s]} \\ Y_t \text{ [daJ/kg]} \end{array}$$

$$P_w = \frac{\dot{V}_1 \cdot \Delta p_t}{6000 \cdot \eta_{tw}} \cdot K \text{ [kW]} \quad \begin{array}{l} \Delta p_t \text{ [daPa]} \\ \dot{V}_1 \text{ [m}^3\text{/min]} \end{array}$$

η_{tw} = общий КПД вентилятора относительно вала вентилятора

Для общих значений давления до $\Delta p_{t2} = 355$ daPa коэффициентом сжатия можно пренебречь.

$$P_w = \frac{\dot{V}_1 \cdot \Delta p_t}{6000 \cdot \eta_{tw}} \text{ [kW]} \quad \text{für } \Delta p_{t2} \leq 355 \text{ daPa}$$

Wirkungsgrad η_{twv} (ohne Kompressionsfaktor)

$$\eta_{twv} = \frac{\Delta p_t \cdot \dot{V}_1}{6000 \cdot P_w} \text{ [kW]} \quad \begin{array}{l} \Delta p_t \text{ [daPa]} \\ \dot{V}_1 \text{ [m}^3\text{/min]} \\ P_w \text{ [kW]} \end{array}$$

КПД η_{twv} (без коэффициента сжатия)

$$\eta_{twv} = \frac{\Delta p_t \cdot \dot{V}_1}{6000 \cdot P_w} \text{ [kW]} \quad \begin{array}{l} \Delta p_t \text{ [daPa]} \\ \dot{V}_1 \text{ [m}^3\text{/min]} \\ P_w \text{ [kW]} \end{array}$$

Wirkungsgrad η_{tw} (mit Kompressionsfaktor)

$$\eta_{tw} = \eta_{twv} \cdot K$$

КПД η_{tw} (с коэффициентом сжатия)

$$\eta_{tw} = \eta_{twv} \cdot K$$

Formeln und Einheiten / Формулы и единицы измерения

Einfluss der Dichte

Für ideale Gase kann die Dichte aus der allgemeinen Gasgleichung bestimmt werden.

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

p = Druck [Pa]
 T = Thermodynamische Temperatur [K]
 R = Gaskonstante [J/kgK]

Bei anderer Luftdichte ändert sich der Druck und die Wellenleistung proportional zur Dichte. Der Volumenstrom bleibt dagegen konstant.

$$\frac{\Delta p_{tI}}{\Delta p_{tII}} = \frac{\rho_I}{\rho_{II}}; \frac{P_{wI}}{P_{wII}} = \frac{\rho_I}{\rho_{II}}$$

Einfluß des Luftdruckes

In Abhängigkeit der Aufstellungshöhe (Ortshöhe) ändert sich der absolute Luftdruck und somit auch die jeweilige Dichte der Luft.

$$p_a = p_0 \cdot \left[1 - \frac{6,5 \cdot h}{273 + t} \right]^{5,256} \text{ [Pa]}$$

p_a = absoluter Luftdruck in „h“ m Höhe [Pa]
 p_0 = Bezugsluftdruck in „0“ m Höhe [Pa]
 = 101.325 Pa
 h = Aufstellungshöhe [km]
 t = Temperatur [°C]

$$\rho_a = \frac{p_a}{R \cdot T} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Änderung der Drehzahl

Der Volumenstrom ändert sich proportional zur Drehzahl.

$$\frac{\dot{V}_{11}}{\dot{V}_{111}} = \frac{n_I}{n_{II}}$$

Der Druck ändert sich proportional zu dem Quadrat des Drehzahlverhältnisses.

$$\frac{\Delta p_{tI}}{\Delta p_{tII}} = \left(\frac{n_I}{n_{II}} \right)^2$$

Die Wellenleistung ändert sich proportional zu der dritten Potenz des Drehzahlverhältnisses.

$$\frac{P_{wI}}{P_{wII}} = \left(\frac{n_I}{n_{II}} \right)^3$$

Index: I = Ausgangszustand
 II = geänderter Zustand

Влияние плотности

Для идеальных газов плотность может быть определена по общему уравнению.

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

p = давление [Pa]
 T = термодинамическая температура [K]
 R = газовая постоянная [J/kgK]

При других значениях плотности воздуха изменяется давление и мощность на валу пропорционально плотности. Расход остается, однако, без изменений.

$$\frac{\Delta p_{tI}}{\Delta p_{tII}} = \frac{\rho_I}{\rho_{II}}; \frac{P_{wI}}{P_{wII}} = \frac{\rho_I}{\rho_{II}}$$

Влияние атмосферного давления

В зависимости от высоты установки (высоты места установки) изменяется абсолютное атмосферное давление и тем самым соответствующая плотность воздуха.

$$p_a = p_0 \cdot \left[1 - \frac{6,5 \cdot h}{273 + t} \right]^{5,256} \text{ [Pa]}$$

p_a = абсолютное атмосферное давление на „h“ м высоты [Pa]
 p_0 = исходное атмосферное давление на „0“ м высоты [Pa]
 = 101.325 Pa
 h = высота установки [км]
 t = температура [°C]

$$\rho_a = \frac{p_a}{R \cdot T} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Изменение числа оборотов

Расход воздуха изменяется пропорционально числу оборотов.

$$\frac{\dot{V}_{11}}{\dot{V}_{111}} = \frac{n_I}{n_{II}}$$

Давление изменяется пропорционально квадрату передаточного числа.

$$\frac{\Delta p_{tI}}{\Delta p_{tII}} = \left(\frac{n_I}{n_{II}} \right)^2$$

Мощность на валу изменяется пропорционально третьей степени передаточного числа.

$$\frac{P_{wI}}{P_{wII}} = \left(\frac{n_I}{n_{II}} \right)^3$$

Индекс: I = исходное состояние
 II = измененное состояние