

0.0.0.02

Allgemeine technische Informationen

General technical information



punker GmbH

Niewark 1
24340 Eckernförde
Germany

Fon: +49.4351.472.0
Fax: +49.4351.472.740

info@punker.com ▶ www.punker.com

punker LLC

914, 25th Street SE
Hickory
North Carolina 28602

Fon: +1.828.322.1951
Fax: +1.828.328.1336

Festigkeit von Ventilatorrädern

Definition - Prüfung – Berechnung

1. Einleitung – Allgemeines

Ventilatorräder sind technische Produkte, deren Funktionsfähigkeit und -tauglichkeit nicht nur von der durch uns gewährleisteten Qualität, sondern vor allem auch von der Einsatzart und den Einsatzbedingungen beim Kunden und dessen Abnehmern abhängt. Eine festigkeitsmäßig richtige Konstruktion von Ventilatorrädern setzt die Kenntnis der Belastungsverhältnisse und der sich ergebenden Beanspruchungen an den Radkörper voraus. In der Praxis sind solche Informationen aufgrund der komplexen Betriebsverhältnissen meist selbst dem Kunden nicht bekannt. So ist eine anwendungsspezifische Auslegung bzw. Empfehlung von Rädern oftmals auch nur auf Annahmen angewiesen, die im statistischen Sinne für den relevanten Einsatz vorzunehmen ist, sofern keine besondere Vereinbarung zwischen dem Kunden und der Fa. Punker erfolgt. Die hierbei nicht definierbaren oder spezifizierbaren Einflüsse – insbesondere auf die Festigkeit der Räder – werden von uns statistisch durch einen Sicherheitsfaktor berücksichtigt.

Diese Überlegung gilt insbesondere für die Standardausführungen, die für unterschiedlichste Anwendungen nach Katalogangaben ausgelegt sind. Um das Restrisiko zu minimieren ist vom Kunden ein Test unter realen Betriebsbedingungen durchzuführen. Wir weisen ausdrücklich auf die Notwendigkeit solcher Tests hin, um unsere Empfehlung zu verifizieren.

2. Definition einer ausreichenden Festigkeit

Ein Ventilatorrad gilt als ausreichend dimensioniert, wenn es mit einer ausreichend hohen Wahrscheinlichkeit den unter Pkt. 3 aufgeführten Belastungsverhältnissen während der vorgesehenen Lebensdauer unter den uns bekannten Betriebsbedingungen und den unten angeführten Prüfbedingungen standhält.

3. Kräfte und Beanspruchungen

Die an den Radkörper einwirkenden Kräfte und Beanspruchungen lassen sich wie folgt nach Entstehung bzw. Ursache aufteilen:

3.1 Beim Transport und Einbau

- ▶ Erschütterungen und Stöße beim Transport
- ▶ Krafteinwirkung beim Einbau wie:
Aufschieben, Aufpressen, Auftreiben auf die Welle etc.

3.2 Im Betrieb durch:

- ▶ die Fliehkraft u. Druckkraft
- ▶ Ein- / Ausschalten bzw. Beschleunigung/Verzögerung während des Anfahr-/Auslaufvorgangs
- ▶ anlagenseitige Erschütterungen und Stöße
- ▶ dynamische Schwingungen
- ▶ Temperatureinwirkung
- ▶ Fördermedium
- ▶ Korrosion und Verschleiß im Betrieb und Stillstand

Fan-wheel strength

Definition – testing – calculation

1. Introduction – general information

Fan wheels are technical products. Their ability to function and their suitability for certain applications depend on the guaranteed qualities and the types and conditions of use customers and other users expose them to.

Load conditions and resulting stresses on wheel bodies must be known before it is possible to specify fan wheel strengths. Complex conditions of use in practice, however, make the procurement of such information difficult. Application-specific designs and wheel recommendations – if no other special agreement has been concluded with customers – are therefore frequently founded on assumptions made on the basis of available statistics for the relevant application. Safety margins – particularly in regard to wheel strengths – based on statistics are usually incorporated into specifications to take account of effects that cannot be determined or specified.

Such safety margins are usually calculated for standard wheels designed for a variety of uses as depicted in the catalogue. Remaining risks may only be eliminated if customers test the wheels in real conditions. We expressly draw attention to the necessity of such tests to verify our recommendations.

2. Definition of sufficient strength

Fan wheels will be properly dimensioned if they fulfil the requirements outlined in Point 3 with sufficient probability during their intended life spans under the conditions we were made aware of and in the test conditions set out below.

3. Forces and loads

The forces and loads wheel bodies are exposed to may be divided according to the following causes:

3.1 During transport and installation

- ▶ Vibrations and shocks during transport
- ▶ Forces applied during installation, e.g. sliding on, pressing on, driving onto the shaft, etc.

3.2 During use through

- ▶ Centrifugal and pressure forces
- ▶ Switching on/off and acceleration/deceleration during the starting and slowing down procedures
- ▶ Plant vibrations and shocks
- ▶ Dynamic vibrations
- ▶ Temperature
- ▶ Medium handled
- ▶ Corrosion and wear during use and during stoppages etc.



0.0.0.02

Allgemeine technische Informationen

General technical information



punker GmbH

Niewark 1
24340 Eckernförde
Germany

Fon: +49.4351.472.0
Fax: +49.4351.472.740

info@punker.com ▶ www.punker.com

punker LLC

914, 25th Street SE
Hickory
North Carolina 28602

Fon: +1.828.322.1951
Fax: +1.828.328.1336

- ▶ Restunwucht:
Anfangsunwucht des Rades und deren ev. Vergrößerung beim Einbau (passungsbedingte Unwucht) und im Laufe des Gebrauchs, z.B. Verzug durch Setzen des Materials und Temperatureinwirkung, Fremdkörperablagerung, Verschleiß etc. Aufgrund der sich u.U. ändernden Restunwucht im Betrieb ist eine regelmäßige Überprüfung und ggf. ein Nachwuchten des Rades erforderlich.
- ▶ Drehschwingungen im Betrieb durch Antrieb oder Resonanz
- ▶ Überlagerung der Eigenfrequenzen von anderen Anlagenteilen

Alle o. a. Kräfte sind grundsätzlich von instationärer und dynamischer Natur und lassen sich sehr schwer genau erfassen oder vorher berechnen. Ein wichtiger Hinweis auf erhöhte zusätzliche Belastung ist eine erhöhte Schwinggeschwindigkeit. Durch geeignete Maßnahmen ist sicher zustellen, daß die zusätzlichen Belastungen so gering wie möglich gehalten werden.

4. Prüfmethode und Festigkeitsstudie

Die Punker Laufräder des Standardprogramms werden experimentell mittels so genannten Schleudertests in Kombination mit einem Beschleunigungstest auf die Radfestigkeit geprüft. Hierbei handelt es sich um einen Versuch, in dem das Laufrad auf einer Welle aufgespannt wird und bei konstanter Drehzahl (unter Einwirkung der Fliehkraft) läuft. Die von der Drehzahl abhängige Verformung wird dann gemessen. Ergänzend hierzu wird – je nach Radgröße – der Prüfling auf einer Sondermaschine einem wechselnden Belastungsvorgang zwischen Beschleunigung und Verzögerung für bestimmte Zeit ausgesetzt. Basierend auf diesen Testergebnissen wird dann die so genannte kritische Drehzahl $n_{0,5}$ ermittelt, bei der sich das Rad an irgendeiner Stelle um maximal 0,5 mm plastisch verformt hat. Es handelt sich hierbei um ein von der Radgröße bzw. Geometrie unabhängiges Verformungsmaß. Aus dieser kritischen Drehzahl $n_{0,5}$ ergibt sich unter Einbeziehung eines Sicherheitsfaktors die maximale zulässige Drehzahl, die im Katalog angegeben worden ist.

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die maximal zulässige Drehzahl eines Ventilatorrades im Katalog einen Wert für einen „normalen“ allgemeinen gehaltenen Betrieb im statistischen Sinne darstellt, wobei die Unsicherheiten bzw. unbekannte Zusatzbelastungen im einzelnen Einsatz durch den Sicherheitsfaktor berücksichtigt worden sind.

Für Anwendungen, bei denen besondere extreme Lastverhältnisse wie z.B. im Schienenfahrzeug etc. vorliegen, ist die Katalogangabe kritisch zu überprüfen. Diese Prüfung gilt auch für Anwendungen, wofür besondere Normen oder Richtlinien gelten wie z.B. Ventilatoren mit Explosionsschutz gemäß CEN TC 305 bzw. VDMA 24169 oder Brandschutzventilatoren gemäß EN 12101-3. Meist bedarf es einer speziellen aufwendigen Studie bzgl. Betriebsfestigkeit, um eine gesicherte Aussage zu treffen. PUNKER ist gerne bereit, nach separater Vereinbarung und Kostenklärung solche kundenspezifischen Untersuchungen durchzuführen bzw. durchführen zu lassen.

Begleitet werden kann der o.a. Prozess zusätzlich mit einer numerischen Simulation/Berechnung in Form einer Finiten – Elementmethode (FEM), die einen Einblick in das Verformungs- bzw. Spannungsfeld des Rades unter den angenommenen Einsatzbedingungen ermöglichen. Weitere Informationen allgemeiner Art siehe Blatt 0.0.0.01 – Allgemeine technische Informationen.

- ▶ Remaining unbalance:
Initial wheel unbalance and its possible multiplication during in stallation (fitting unbalance) and during operation, e. g. distortion through the settling of material and temperature fluctuations, de sits of foreign bodies, wear, etc. As the residual unbalance may under certain circumstances change in operation, a regular examination is necessary and if need be the rebalancing of the wheel.
- ▶ Torsional oscillations during operation caused by drives or resonances
- ▶ Superpositioning of natural frequencies of other plant components

In principle, the above forces possess weakly stationary and dynamic characters and are therefore very difficult to determine or calculate in advance with any precision. A significant indication of the presence of such additional forces and loads is an increase of vibration. It is important to take measures to keep these forces and loads as low as possible.

4. Testing methods and strength studies

The strength of Punker's standard fan wheels is tested during centrifugal tests in combination with acceleration tests. Here, the fan wheels are fitted to shafts and run at constant speeds (which exposes them to centrifugal forces). The resulting speed-dependent deformations are then measured. Depending on their size, wheels may also be exposed to alternating acceleration and deceleration forces on a special machine for a specific amount of time. The test results are then used to determine the so-called critical speed $n_{0,5}$ at which the wheel is deformed at some point by a maximum of 0.5 mm. This figure depends on wheel size and geometry. The maximum permissible speed indicated in the catalogue is based on this critical factor and a safety margin. At this point, attention is expressly drawn to the fact that the maximum permissible fan-wheel speeds set out in the catalogue are for general applications regarded as „normal“ in the statistical sense. Uncertainties and unknown additional loads have been considered with the inclusion of a safety margin for such uses.

In applications with extreme loads, e. g. in rail vehicles, the information provided in the catalogue must be examined with a critical eye. This also applies to applications requiring the fulfilment of special standards and guidelines, e.g. explosionproof fans in accordance with CEN TC 305 or VDMA 24169 or fire-safety fans in accordance with EN 12101-3. Special studies must be carried out before safe statements may be made in regard to such applications. Punker would be glad to carry out such tests required by customers or have them carried out on the basis of a separate agreement and clarification of costs.

The above process may also be accompanied by numeric simulations/calculations using the finite element method (FEM), which provide insights into the deformation and tension fields of wheels under the assumed conditions of use.

For further general information see Sheet 0.0.0.01 – General Technical Information.

