

	Erdöl- und Erdgasindustrie Rotierende Verdränger-Kompressoren Teil 2: Luftkompressoranlagen (ölfrei) (ISO 10440-2:2001) Deutsche und Englische Fassung EN ISO 10440-2:2001	DIN EN ISO 10440-2
--	---	--

ICS 23.140; 75.180.20

Petroleum and natural gas industries —
Rotary-type positive-displacement compressors —
Part 2: Packaged air compressors (oil-free)
(ISO 10440-2:2001);
German and English version EN ISO 10440-2:2001

Industries du pétrole et du gaz naturel —
Compresseurs volumétriques de type rotatif —
Partie 2: Compresseurs à air assemblé (sans huile)
(ISO 10440-2:2001);
Version allemande et anglaise EN ISO 10440-2:2001

Die Europäische Norm EN ISO 10440-2:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „*Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl- und Erdgasindustrie*“ (Sekretariat: Frankreich) erstellt. Es handelt sich dabei um die unveränderte Übernahme von ISO 10440-2:2001, erarbeitet von ISO/TC 118 „*Compressors, pneumatic tools and pneumatic machines*“ (Sekretariat: Schweden) in Zusammenarbeit mit ISO/TC 67 „*Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries*“, Subkomitee SC 6, „*Processing equipment and systems*“ (Sekretariat: Frankreich).

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 262	siehe DIN ISO 262
ISO 281	siehe DIN ISO 281
ISO 898-1	siehe DIN ISO 898-1
ISO 1940-1	siehe DIN ISO 1940-1
ISO 3506-1	siehe DIN EN ISO 3506-1
ISO 5167-1	siehe DIN EN ISO 5167-1
ISO 10441	siehe DIN EN ISO 10441

Fortsetzung Seite 2
und 81 Seiten EN

Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 262, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Auswahlreihen für Schrauben, Bolzen und Muttern (ISO 262:1998).*

DIN ISO 281, *Wälzlager; Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer; Identisch mit ISO 281:1990.*

DIN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Schrauben.*

DIN ISO 1940-1, *Mechanische Schwingungen, Anforderungen an die Auswuchtgüte starrer Rotoren, Bestimmung der zulässigen Restunwucht; Identisch mit ISO 1940-1:1986.*

DIN EN ISO 3506-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 1: Schrauben (ISO 3506-1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 3506- 1:1997.*

DIN EN ISO 5167-1, *Durchflußmessung von Fluiden mit Drosselgeräten — Teil 1: Blenden, Düsen und Venturirohre in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt (ISO 5167-1:1991); Deutsche Fassung EN ISO 5167-1:1995.*

DIN EN ISO 10441, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Nachgiebige Kupplungen zur mechanischen Kraftübertragung — Besondere Anwendungsfälle (ISO 10441:1999); Deutsche Fassung EN ISO 10441:1999.*

Deutsche Fassung

**Erdöl- und Erdgasindustrie – Rotierende
Verdränger-Kompressoren – Teil 2: Luftkompressoranlagen
(ölfrei) (ISO 10440-2:2001)**

Petroleum and natural gas industries – Rotary-type
positive-displacement compressors – Part 2: Packaged air
compressors (oil-free) (ISO 10440-2:2001)

Industries du pétrole et du gaz naturel – Compresseurs
volumétriques de type rotatif – Partie 2: Compresseurs à
air assemblé (sans huile) (ISO 10440-2:2001)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. November 2001 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt	Seite
Vorwort	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	7
4 Grundkonstruktion	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Druckgehäuse	12
4.3 Gehäuseanschlüsse	14
4.4 Äußere Kräfte und Momente	16
4.5 Rotierende Elemente	17
4.6 Dichtungen	18
4.7 Dynamik	19
4.8 Lager und Lagergehäuse	21
4.9 Lagergehäuse	21
4.10 Schmieröl- und Dichtölsysteme	22
4.11 Werkstoffe	23
4.12 Typenschilder	25
5 Zubehör	26
5.1 Antriebe	26
5.2 Kupplungen und trennende Schutzeinrichtungen	27
5.3 Montageplatten	28
5.4 Steuerelemente und Geräteausstattung ...	30
5.5 Rohrleitungen und Zubehör	34
6 Inspektion, Prüfung und Vorbereitung für den Versand	40
6.1 Allgemeines	40
6.2 Inspektion	41
6.3 Prüfung	42
6.4 Vorbereitung für den Versand	47
7 Lieferantendaten	50
7.1 Angebote	50
7.2 Vertragsangaben	52
Anhang A (normativ)	
Datenblätter	58
Literaturhinweise	78
Anhang ZA (normativ)	
Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	80

Contents	Page
Foreword	3
Introduction	3
1 Scope	4
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	7
4 Basic design	10
4.1 General	10
4.2 Pressure casing	12
4.3 Casing connections	14
4.4 External forces and moments	16
4.5 Rotating elements	17
4.6 Seals	18
4.7 Dynamics	19
4.8 Bearings and bearing housings	21
4.9 Bearing housings	21
4.10 Lube oil and seal oil systems	22
4.11 Materials	23
4.12 Nameplates	25
5 Accessories	26
5.1 Drivers	26
5.2 Couplings and guards	27
5.3 Mounting plates	28
5.4 Controls and instrumentation	30
5.5 Piping and appurtenances	34
6 Inspection, testing, and preparation for shipment	40
6.1 General	40
6.2 Inspection	41
6.3 Testing	42
6.4 Preparation for shipment	47
7 Vendor's data	50
7.1 Proposals	50
7.2 Contract information	52
Annex A (normative)	
Data sheets	59
Bibliography	79
Annex ZA (normative)	
Normative references to international publications with their relevant European publications	81

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10440-2:2001) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum and natural gas industries“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl- und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2002, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2002 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 10440-2:2001 wurde von CEN als EN ISO 10440-2:2001 ohne jede Änderung angenommen.

ANMERKUNG Normative Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Einleitung

Der vorliegende Teil 2 von ISO 10440 basiert sowohl auf der 2. Ausgabe von API 619 als auch auf dem gesammelten Wissensschatz und den Erfahrungen der Hersteller und Anwender von ölfreien Verdränger-Kompressoren. Diese Veröffentlichung dient als Liefervorschrift und erleichtert die Herstellung und Beschaffung ölfreier Verdränger-Kompressoren, die für allgemeine Einsätze in der Erdöl- und Erdgasindustrie, jedoch auch für sonstige Einsätze, anwendbar sind.

Der Zweck dieses Teils von ISO 10440 besteht darin, Mindestanforderungen an Konstruktion und Bau so festzulegen, dass die Einrichtung für den jeweils geforderten Anwendungszweck geeignet ist. Diese Einschränkung des Anwendungsbereichs ist grundsätzlich vor bestimmten Interessen oder Geschäftsbelangen zu beachten. Energieerhaltung

Foreword

This document (EN ISO 10440-2:2001) has been prepared by Technical Committee ISO/TC 67 “Materials, equipment and offshore structures for petroleum and natural gas industries” in collaboration with Technical Committee CEN/TC 12 “Materials, equipment and offshore structures for petroleum and natural gas industries”, the secretariat of which is held by AFNOR.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by June 2002, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by June 2002.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

Endorsement notice

The text of ISO 10440-2:2001 has been approved by CEN as EN ISO 10440-2:2001 without any modifications.

NOTE Normative references to International Standards are listed in Annex ZA (normative).

Introduction

This part of ISO 10440 is based on the 2nd edition API 619 and upon the accumulated knowledge and experience of manufacturers and users of oil-free rotary compressors. The objective of this publication is to provide a purchase specification to facilitate the manufacture and procurement of oil-free rotary compressors for general petroleum and natural gas industry services but its use is not limited to these services.

The purpose of this part of ISO 10440 is to establish minimum requirements for design and construction so that the equipment will be suitable for the purpose for which it is required. This limitation in scope is one of charter rather than interest and concern. Energy conservation and protection of environment are matters of increasing concern and are important in all aspects of equipment design,

und Umweltschutz werden zunehmend wichtiger und sind in allen Bereichen der Konstruktion, Anwendung und Betätigung von Kompressoren zu berücksichtigen. Die Hersteller und Anwender der Anlage sollten verstärkt alternative innovative Lösungsmöglichkeiten verfolgen, um die Energieausnutzung zu verbessern und/oder den Umwelteinfluss zu minimieren, ohne Sicherheit oder Zuverlässigkeit zu vernachlässigen. Diese Lösungsmöglichkeiten sollten gründlich erforscht werden, und die Kaufoptionen sollten mehr als nur durch die Beschaffungskosten durch eine Beurteilung der Gesamtkosten und der Folgen für die Umwelt bestimmt werden.

Dieser Teil von ISO 10440 verlangt vom Besteller, dass er bestimmte Einzelheiten und Merkmale festlegt.

Die Datenblätter im Anhang A werden empfohlen, um die Anwendung dieses Teils von ISO 10440 effektiver und die Verweise auf den Text übersichtlicher zu gestalten.

Anwender dieses Teils von ISO 10440 sollten berücksichtigen, dass für individuelle Anwendungen weitere oder abweichende Anforderungen erforderlich sein können. Der vorliegende Teil von ISO 10440 ist kein Hinderungsgrund dafür, dass der Lieferant für bestimmte Anwendungen alternative Ausrüstungen oder technische Lösungen anbietet oder dass der Besteller diese annimmt. Das kann besonders dann angebracht sein, wenn innovative oder neu entwickelte Technologien eingesetzt werden. Falls eine Alternativlösung angeboten wird, sollte der Lieferant alle Abweichungen von diesem Teil von ISO 10440 feststellen und entsprechende Details angeben.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 10440 legt Mindestanforderungen an ölfreie Verdränger-Kompressoren mit schraubenförmig, spiralförmig oder gerade angeordneten Flügeln fest, die bei der Raffination zur Erzeugung von Drücken bis zu 0,20 MPa angewendet werden. Dieser Teil von ISO 10440 ist auf Luftkompressoren (sowie auf Kompressoren für andere inerte Gase) anwendbar, die an Prozesseinheiten im Dauerbetrieb eingesetzt werden.

Der vorliegende Teil von ISO 10440 ist nicht auf Verdränger-Kompressoren mit Ölinjektion anwendbar.

application and operation. The manufacturers and users of equipment should aggressively pursue alternative innovative approaches which improve energy utilization and/or minimize environmental impact without sacrificing safety or reliability. Such approaches should be thoroughly investigated and purchase options should increasingly be based on the estimation of whole life costs and the environmental consequences rather than acquisition costs alone.

This part of ISO 10440 requires the purchaser to specify certain details and features.

For effective use of this part of ISO 10440 and ease of reference to the text, the use of the data sheets in annex A is recommended.

Users of this part of ISO 10440 should be aware that further or differing requirements may be needed for individual applications. This part of ISO 10440 is not intended to inhibit a vendor from offering, or the purchaser from accepting, alternative equipment or engineering solutions for the individual application. This may be particularly applicable where there is innovative or developing technology. Where an alternative is offered, the vendor should identify any variations from this part of ISO 10440 and provide details.

1 Scope

This part of ISO 10440 covers the minimum requirements for helical, spiral and straight-lobe, oil-free rotary compressors used for applications up to 0,20 MPa in refinery services. It is applicable to air (and other inert gas) compressors that are in continuous duty on process units.

This part of ISO 10440 is not applicable to oil injected rotary compressors.

ANMERKUNG Eine Markierung durch einen Vollkreis (●) am Beginn eines Absatzes bedeutet, dass entweder eine Entscheidung erforderlich ist oder weitere Informationen vom Besteller bereitzustellen sind. Diese Informationen sollten in den Datenblättern angegeben werden; anderenfalls sollten sie in dem angeforderten Kostenvoranschlag (Anfrage) oder im Auftrag vermerkt werden.

NOTE A bullet (●) at the beginning of a clause or sub-clause indicates that either a decision is required or further information is to be provided by the purchaser. This information should be indicated on the data sheets; otherwise it should be stated in the quotation request or in the order.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO 7-1:1994, *Pipe threads where pressure-tight joints are made on the threads — Part 1: Dimensions, tolerances and designation.*

ISO 262:1998, *ISO general-purpose metric screw threads — Selected sizes for screws, bolts and nuts.*

ISO 281:1990, *Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life.*

ISO 898-1, *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 1: Bolts, screws and studs.*

ISO 1217:1996, *Displacement compressors — Acceptance tests.*

ISO 1328-2:1997, *Cylindrical gears — ISO system of accuracy — Part 2: Definitions and allowable values of deviations relevant to radial composite deviations and runout information.*

ISO 1940-1:1986, *Mechanical vibration — Balance quality requirements of rigid rotors — Part 1: Determination of permissible residual unbalance.*

ISO 3506-1:1997, *Mechanical properties of corrosion-resistant stainless-steel fasteners — Part 1: Bolts, screws and studs.*

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of ISO 10440. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of ISO 10440 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 7-1:1994, *Pipe threads where pressure-tight joints are made on the threads — Part 1: Dimensions, tolerances and designation.*

ISO 262:1998, *ISO general-purpose metric screw threads — Selected sizes for screws, bolts and nuts.*

ISO 281:1990, *Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life.*

ISO 898-1, *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 1: Bolts, screws and studs.*

ISO 1217:1996, *Displacement compressors — Acceptance tests.*

ISO 1328-2:1997, *Cylindrical gears — ISO system of accuracy — Part 2: Definitions and allowable values of deviations relevant to radial composite deviations and runout information.*

ISO 1940-1:1986, *Mechanical vibration — Balance quality requirements of rigid rotors — Part 1: Determination of permissible residual unbalance.*

ISO 3506-1:1997, *Mechanical properties of corrosion-resistant stainless-steel fasteners — Part 1: Bolts, screws and studs.*

ISO 5167-1:—¹⁾, *Measurement of fluid flow in circular cross-section conduits running full using pressure differential devices — Part 1: General.*

ISO 7005-1:1992, *Metallic flanges — Part 1: Steel flanges.*

ISO 9329-2:1997, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 2: Unalloyed and alloyed steels with specified elevated temperature properties.*

ISO 9329-4:1997, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 4: Austenitic stainless steels.*

ISO 10441:1999, *Petroleum and natural gas industries — Flexible couplings for mechanical power transmission — Special purpose applications.*

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques — Part 1: General definitions and test requirements.*

IEC 60060-2, *High-voltage test techniques — Part 2: Measuring systems.*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test.*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-3: Testing and measurement techniques — Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 4: Electric fast transient/burst immunity test.*

EN 55011, *Hochfrequenzapparaturen für die Industrie, die Wissenschaft und die Medizin (ISM) — Funkstörungskennwerte — Grenzen und Messverfahren.*

EN 55022, *Ausrüstungen für die Informationstechnologie — Funkstörungskennwerte — Grenzen und Messverfahren.*

ASME B31.1:1998, *Power piping.*

ASME B31.3:1999, *Process piping.*

ISO 5167-1:—¹⁾, *Measurement of fluid flow in circular cross-section conduits running full using pressure differential devices — Part 1: General.*

ISO 7005-1:1992, *Metallic flanges — Part 1: Steel flanges.*

ISO 9329-2:1997, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 2: Unalloyed and alloyed steels with specified elevated temperature properties.*

ISO 9329-4:1997, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 4: Austenitic stainless steels.*

ISO 10441:1999, *Petroleum and natural gas industries — Flexible couplings for mechanical power transmission — Special purpose applications.*

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques — Part 1: General definitions and test requirements.*

IEC 60060-2, *High voltage test techniques — Part 2: Measuring systems.*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test.*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-3: Testing and measurement techniques — Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test.*

EN 55011, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment — Radio disturbance characteristics — Limits and methods of measurement.*

EN 55022, *Information technology equipment — Radio disturbance characteristics — Limits and methods of measurement.*

ASME B31.1:1998, *Power Piping.*

ASME B31.3:1999, *Process Piping.*

1) In Vorbereitung. (Überarbeitung von ISO 5167-1:1991)
To be published. (Revision of ISO 5167-1:1991)

ASME BPVC, Section VIII:1998, *Rules for construction of pressure vessels division 1*.

API 614:1995, *Lubrication, shaft-sealing, and control-oil systems for special-purpose application*.

API 661:1992, *Air-cooled heat exchangers for general refinery service*.

API 670:1993, *Vibration, axial-position, and bearing-temperature monitoring systems*.

API 671:1990, *Special-purpose couplings for petroleum, chemical, and gas industry services*.

NEMA SM23:1991, *Steam turbines for mechanical drive service*.

ASME BPVC, Section VIII:1998, *Rules For Construction of Pressure Vessels Division 1*.

API 614:1995, *Lubrication, Shaft-Sealing, and Control-Oil Systems for Special-Purpose Application*.

API 661:1992, *Air-Cooled Heat Exchangers for General Refinery Service*.

API 670:1993, *Vibration, Axial-Position, and Bearing-Temperature Monitoring Systems*.

API 671:1990, *Special-purpose couplings for petroleum, chemical, and gas industry services*.

NEMA SM23:1991, *Steam turbines for mechanical drive service*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils von ISO 10440 gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Nennbedingungen

festgelegte Bedingungen, bei denen der Betrieb der Anlage und/oder ein optimaler Wirkungsgrad zu erwarten sind/ist

3.2

maximal zulässiger Differenzdruck

der höchste Differenzdruck, der im Gehäuse unter den schwierigsten Betriebsbedingungen beim geringsten Saugdruck und bei einem Austrittsdruck zugelassen werden kann, der dem am Überdruckventil eingestellten Druck entspricht

3.3

maximal zulässiger Betriebsdruck

für eine Anlage, die ein bestimmtes Medium bei der festgelegten Temperatur anwendet, ist es der höchste Dauerdruck, für den der Hersteller die Anlage (oder ein Teil, auf das sich die Benennung bezieht) ausgelegt hat

3.4

Nennaustrittsdruck

höchster Druck, der erforderlich ist, um die Bedingungen zu erfüllen, die der Besteller für den vorgesehenen Einsatz festgelegt hat

3.5

maximal zulässige Temperatur

maximale Dauertemperatur, für die der Hersteller die Anlage ausgelegt hat

3 Terms and definitions

For the purposes of this part of ISO 10440, the following terms and definitions apply.

3.1

rated conditions

specified conditions at which operation is expected and/or optimum efficiency is expected

3.2

maximum allowable differential pressure

highest differential pressure that can be permitted in the casing under the most severe operating conditions of minimum suction pressure and discharge pressure equal to the relief valve setting

3.3

maximum allowable working pressure

maximum continuous pressure for which the manufacturer has designed the equipment (or any part to which the term is referred) when handling the specified fluid at the specified temperature

3.4

rated discharge pressure

highest pressure required to meet the conditions the purchaser specifies for the intended service

3.5

maximum allowable temperature

maximum continuous temperature for which the manufacturer has designed the equipment

3.6

Nennaustrittstemperatur

vorhergesagte tatsächliche Betriebstemperatur, die bei Nennbedingungen vorliegt

3.7

Nenndrehzahl

Drehzahl des Leistung aufnehmenden Rotors, die den Anforderungen an die Nennförderleistung des Kompressors entspricht

ANMERKUNG Die Nenndrehzahl wird in Umdrehungen je Minute angegeben.

3.8

maximal zulässige Drehzahl

höchste Drehzahl des Leistung aufnehmenden Rotors, die vom Hersteller für den Dauerbetrieb des Kompressors zugelassen ist

ANMERKUNG Die maximal zulässige Drehzahl wird in Umdrehungen je Minute angegeben.

3.9

kleinste zulässige Drehzahl

niedrigste Drehzahl des Leistung aufnehmenden Rotors, die vom Hersteller für den Dauerbetrieb des Kompressors unter den niedrigsten Nennbedingungen zugelassen ist

ANMERKUNG Die kleinste zulässige Drehzahl wird in Umdrehungen je Minute angegeben.

3.10

Abschaltdrehzahl

Drehzahl, bei der die unabhängige Überdrehzahl-Noteinrichtung den Hauptantrieb abschaltet

ANMERKUNG Die Abschaltdrehzahl wird in Umdrehungen je Minute angegeben.

3.11

Nennförderleistung

der unter Nennbedingungen geforderte Volumenstrom

ANMERKUNG Die Nennförderleistung wird in Kubikmeter je Stunde angegeben.

3.12

Rotorkörper

Profilquerschnitt, der an der Welle angebracht wird oder aus einem Stück mit der Welle besteht

3.13

Rotor

der gesamte Rotorkörper plus Welle und aufgeschrumpfte Hülsen (falls vorhanden)

3.6

rated discharge temperature

predicted actual operating temperature resulting from rated conditions

3.7

rated speed

speed of the power input rotor corresponding to the requirements of the compressor rated capacity

NOTE Rated speed is expressed in revolutions per minute.

3.8

maximum allowable speed

highest speed of the power input rotor at which the manufacturer's design permits continuous operation

NOTE Maximum allowable speed is expressed in revolutions per minute.

3.9

minimum allowable speed

lowest speed of the power input rotor at which the manufacturer's design permits continuous operation for the lowest rated conditions

NOTE Minimum allowable speed is expressed in revolutions per minute.

3.10

trip speed

speed at which independent emergency overspeed devices operate to shut down a prime mover

NOTE Trip speed is expressed in revolutions per minute.

3.11

rated capacity

volume flowrate required by the rated conditions

NOTE Rated capacity is expressed in cubic metres per hour.

3.12

rotor body

profile section on or integral with the shaft

3.13

rotor

complete rotor body and the shaft and shrunk-on sleeves (when furnished)

3.14**Rotor-Baugruppe**

alle rotierenden Elemente, die am Rotor angebracht sind, mit Ausnahme der Kupplungen

3.15**Kompressorstufe**

ein oder mehrere Rotor(en), der/die in einem Gehäuse arbeitet/arbeiten und bei dem/denen die Verdrängung durch Schaufeln, ineinandergreifende Elemente oder durch den Rotor bewirkt wird

3.16**Kompressoranlage (als betriebsbereite Funktionseinheit geliefert)**

Kompressoreinheit, stationär oder mobil (tragbar), die vom Hersteller mit allen Rohren und Elektroleitungen sowie mit Energieübertragung, Hauptantrieb, Filtern und Strömungsreglung geliefert wird

ANMERKUNG Für den Kompressor darf eine Überdachung vorgesehen werden, die zur Schalldämmung und/oder als Witterungsschutz dient. Eine Kompressoranlage kann auch Anfahreinrichtungen, Zwischenkühler, Nachkühler, Schalldämpfer, Feuchtigkeitsabscheider, Trockner, Auslassfilter, Mindestdruck-Geräte, Austrittsarmaturen, Rückschlagarmaturen usw. umfassen.

3.17**axial geteiltes Gehäuse**

Gehäuse mit zur Wellenmittellinie parallelen Teilfugen

3.18**radial geteiltes Gehäuse**

Gehäuse mit zur Wellenmittellinie rechtwinkligen Teilfugen

3.19**maximaler Dichtungsdruck**

höchster Druck, der unter allen festgelegten Ruhe- oder Betriebsbedingungen und während des An- oder Abfahrens an den Dichtungen zu erwarten ist

3.20**Druckgehäuse**

Umgrenzung für alle ortsfesten drucktragenden Teile der Einheit unter Einbeziehung aller Stützen und aller sonstigen an der Einheit angebrachten Teile

3.21**kritische Drehzahl**

bestimmte Drehzahl, bei der Resonanz auftritt

3.14**rotor assembly**

rotating elements mounted on the rotor, excluding couplings

3.15**compressor stage**

one or more rotors operating in a casing, the displacement being effected by vanes, meshing elements, or by displacement of the rotor itself

3.16**packaged compressor**

compressor unit, stationary or mobile (portable), as supplied by the manufacturer, fully piped and wired, including power transmission, primer mover, filters and flow rate control

NOTE A canopy may be provided with the compressor for sound insulation and/or weather protection. Packaged compressors may also include starting equipment, intercoolers, aftercoolers, silencers, moisture separators, dryers, outlet filters, minimum pressure devices, outlet valves, check valves, etc.

3.17**axially split casing**

casing with joints that are parallel to the shaft centerline

3.18**radially split casing**

casing with joints that are transverse to the shaft centerline

3.19**maximum sealing pressure**

highest pressure expected at the seals during any specified static or operating conditions and during start-up or shut-down

3.20**pressure casing**

composite of all stationary pressure-containing parts of the unit, including all nozzles and other attached parts

3.21**critical speed**

finite speed where resonance exists

4 Grundkonstruktion

4.1 Allgemeines

4.1.1 Besteller und Lieferant müssen die bei Gestaltung der Anlage anzuwendende Druck-Vorschrift vereinbaren (z. B. ASME, Abschnitt VIII, Teil 1 für die Konstruktion und Abschnitt IX für das Schweißen usw.). Sie muss im Datenblatt (Anhang A) festgelegt werden.

4.1.2 Die Einrichtung muss bis zur Abschaltgeschwindigkeit bei 110 % des am Überdruckventil eingestellten Druckes und bis zum maximalen Differenzdruck sicher arbeiten.

ANMERKUNG Zum sicheren Betrieb gehören neben dem Differenzdruck weitere Faktoren, z. B. die maximale Austrittstemperatur oder die Begrenzung der Antriebskraft.

4.1.3 Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Kühlwassersysteme für folgende Bedingungen ausgelegt werden:

- Geschwindigkeit in den Austauscherrohren:
1,5 m/s bis 2,5 m/s
- maximal zulässiger Betriebsdruck:
>5 bar (>0,5 MPa)
- Prüfdruck:
>7,7 bar (>0,77 MPa)
- maximaler Druckabfall:
1 bar
- maximale Eintrittstemperatur:
32 °C
- maximale Austrittstemperatur:
49 °C
- größter Temperaturanstieg:
17 °C
- kleinster Temperaturanstieg:
11 °C
- wasserseitiger Verschmutzungsfaktor:
 $0,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K/kW}$

Es müssen Vorkehrungen zur vollständigen Lüftung und Entwässerung des Systems getroffen werden.

4.1.4 Die Anordnung der Anlage und der Rohrleitungen sowie der Hilfseinrichtungen muss vom Besteller und vom Lieferanten der Gesamtanlage gemeinsam festgelegt werden. Die Anordnung muss Freiräume und einen sicheren Zugang für Betrieb und Instandhaltung sicherstellen.

4 Basic design

4.1 General

4.1.1 The purchaser and the vendor shall agree upon the pressure equipment code to be applied (e.g. ASME Section VIII Division 1 for design, Section IX for welding, etc.). This shall be specified on the data sheet (see annex A).

4.1.2 Equipment shall be capable of running safely to the trip speed at 110 % relief valve setting, and specified maximum differential pressure.

NOTE To run safely involves factors other than differential pressure, such as maximum discharge temperature or limiting driver power.

4.1.3 Cooling water systems shall be designed for the following conditions unless otherwise specified.

- Velocity in exchanger tubes:
1,5 m/s to 2,5 m/s
- Maximum allowable working pressure:
>5 bar (>0,5 MPa)
- Test pressure:
>7,7 bar (>0,77 MPa)
- Maximum pressure drop:
1 bar (0,1 MPa)
- Maximum inlet temperature:
32 °C
- Maximum outlet temperature:
49 °C
- Maximum temperature rise:
17 °C
- Minimum temperature rise:
11 °C
- Fouling factor on water side:
 $0,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K/kW}$

Provision shall be made for complete venting and draining of the system.

4.1.4 The arrangement of the equipment, including piping and auxiliaries, shall be developed jointly by the purchaser and the package vendor. The arrangement shall provide adequate clearance areas and safe access for operation and maintenance.

4.1.5 Die komplette Anlage muss so konstruiert werden, dass eine schnelle und wirtschaftliche Instandhaltung möglich ist. Die wichtigsten Teile, z. B. Gehäuseteile und Lagergehäuse, müssen so konstruiert (mit Absätzen oder Passstiften) und hergestellt werden, dass eine korrekte Ausrichtung beim Wiederausammenbau sichergestellt ist.

4.1.6 Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, müssen Ersatzteile für Kompressoren und deren Zubehörteile alle Anforderungen erfüllen, die an die gelieferte Originalausrüstung gestellt wurden.

4.1.7 Ölvorratsbehälter und Gehäuse, in denen bewegliche ölgeschmierte Teile enthalten sind (z. B. Lager, Wellendichtungen, glanzpolierte Teile, Geräte und Steuerelemente), müssen so ausgelegt werden, dass eine Verunreinigung durch Feuchtigkeit, Staub und andere Fremdstoffe während der Betriebs- oder Stillstandsperioden verhindert wird.

4.1.8 Wenn Spezialwerkzeuge und Spannvorrichtungen zur Demontage, Montage oder zur Instandhaltung der Anlage erforderlich sind, müssen sie in den Kostenvoranschlag und den Lieferumfang der Erstausrüstung des Kompressors einbezogen werden. Wenn Anlagen mit mehreren Kompressoren zu installieren sind, müssen die Anforderungen an die Anzahl der Spezialwerkzeuge und Spannvorrichtungen zwischen Besteller und Lieferant vereinbart werden.

4.1.9 Wenn Spezialwerkzeuge vorgesehen werden, müssen sie in separaten, stabilen Kisten verpackt werden und mit „Spezialwerkzeug für (Kennzeichnung/Artikelnummer)“ gekennzeichnet sein. Jedes Werkzeug muss mit einem Etikett versehen werden, auf dem sein vorgesehener Gebrauch angegeben wird.

4.1.10 Kompressoranlagen müssen sich auf dem Prüfstand entsprechend den festgelegten Abnahmekriterien verhalten. Andere Garantien sollten zwischen Besteller und Lieferant vereinbart werden.

- **4.1.11** Viele Faktoren (z. B. Rohrleitungslasten, Stützenlasten, Ausrichtung unter Betriebsbedingungen, Schwingungen der Rohrleitungen und Fundamente wegen anderer vor Ort vorhandener Einrichtungen, Stützkonstruktionen, Handhabung [Transport] während des Versands sowie Handhabung und Montage am Einsatzort) können die Funktionsfähigkeit der Anlage am Einsatzort nachteilig beeinflussen.

Um den Einfluss dieser Faktoren zu verringern, muss der Lieferant eine komplette Kompressoranlage anbieten. Die zulässigen Lasten auf die Anschlussflansche werden vom Lieferanten festgelegt.

4.1.5 All equipment shall be designed to permit rapid and economical maintenance. Major parts such as casing components and bearing housings shall be designed (shouldered or dowelled) and manufactured to ensure accurate alignment on reassembly.

4.1.6 Unless otherwise specified by the purchaser, spare parts for these compressors and auxiliaries shall meet all the requirements of the original equipment supplied.

4.1.7 Oil reservoirs and housings that enclose moving lubricated parts (such as bearings, shaft seals, highly polished parts, instruments and control elements) shall be designed to minimize contamination by moisture, dust and other foreign matter during periods of operation or idleness.

4.1.8 When special tools and fixtures are required to disassemble, assemble or maintain the unit, they shall be included in the quotation and furnished as part of the initial supply of the compressor. For multi-unit installations, the requirements for quantities of special tools and fixtures shall be mutually agreed upon by the purchaser and the vendor.

4.1.9 When special tools are provided, they shall be packaged in separate, rugged boxes and marked "special tools for (tag/item number)". Each tool shall be tagged to indicate its intended use.

4.1.10 Packaged compressors shall perform on the test stand to the specified acceptance criteria. Other guarantees should be agreed upon between the purchaser and the vendor.

- **4.1.11** Many factors (such as pipe loadings, nozzle loadings, alignment at operating conditions, piping and foundation vibrations from other equipment installed locally, supporting structure, handling during shipment and handling and assembly at site) may adversely affect site performance.

To minimize the influence of these factors, the vendor shall propose a total compressor package. Allowable loads on the interconnecting flanges are specified by the vendor.

- **4.1.12** Alle elektrischen Bauteile und Installationen müssen für die vom Besteller in den Datenblättern festgelegte Bereichsklassifizierung und Zuordnung geeignet sein und den örtlich geltenden Vorschriften entsprechen.
- **4.1.13** Der Schallpegel der kompletten Kompressoranlage muss vom Lieferanten kontrolliert werden. Die gelieferte Ausrüstung muss den Anforderungen und den örtlich geltenden Vorschriften entsprechen, die vom Besteller festgelegt und in den Datenblättern detailliert aufgeführt sind.
- **4.1.14** In einer kompletten Anlage muss auch eine Möglichkeit zur Abtrennung von Wasser und/oder Öl vorgesehen werden. Der Lieferant muss die Verunreinigungsniveaus präparieren. Bei Bedarf müssen die Verunreinigungsniveaus vom Besteller festgelegt werden.
- **4.1.15** Der Besteller muss festlegen, ob die Aufstellung innerhalb von Räumen (beheizt oder unbeheizt) oder im Freien (mit oder ohne Überdachung) erfolgt, welche Wetter- und Umgebungsbedingungen vorherrschen, unter denen die Anlage arbeiten muss (mit Angabe der höchsten und der niedrigsten Temperaturen und ob ungewöhnlich feuchte oder staubige Umgebungen existieren). Die Anlage und ihre Zubehöreinrichtungen müssen für den Betrieb unter diesen festgelegten Bedingungen geeignet sein. Als Hinweis für den Besteller muss der Lieferant im Angebot alle Sonderschutzeinrichtungen aufführen, die der Besteller bereitstellen muss.
- **4.1.12** All electrical components and installations shall be suitable for the area classification and grouping specified by the purchaser on the data sheets and be in accordance with the local codes specified.
- **4.1.13** Control of the sound level from the packaged compressors shall be presented by the vendor. The equipment furnished shall conform to the requirements and local codes as specified by the purchaser and as detailed on the data sheets.
- **4.1.14** Water and/or oil separation shall be included in the package. The vendor shall prepare contamination levels. Where needed, contamination levels shall be specified by the purchaser.
- **4.1.15** The purchaser shall specify whether the installation is indoors (heated or unheated) or outdoors (with or without a roof) and the weather or environmental conditions in which the equipment shall operate (including maximum and minimum temperatures and unusual humidity or dust problems). The unit and its auxiliaries shall be suitable for operation in these specified conditions. For the purchaser's guidance, the vendor shall list in the proposal any special protection that the purchaser is required to supply.

4.2 Druckgehäuse

4.2.1 Die Ringspannungswerte, die bei Konstruktion des Gehäuses angewendet werden, dürfen die maximal zulässigen Zugspannungswerte nicht überschreiten, die in der Druck-Berechnungsvorschrift in 4.1.1 bei den höchsten und niedrigsten Betriebstemperaturen für die verwendeten Werkstoffe festgelegt sind.

4.2.2 Der maximal zulässige Betriebsdruck des Gehäuses muss mindestens dem Druck entsprechen, der am Überdruckventil eingestellt ist.

4.2.3 Unterschiedliche Druckklassen innerhalb eines Gehäuses müssen vermieden werden. Wenn das Gehäuse so aufgeteilt wird, dass es für zwei oder mehr Druckklassen geeignet ist, muss der Lieferant die physikalischen Grenzen und den maximal zulässigen Betriebsdruck für jeden Gehäuseabschnitt bestimmen. Anforderungen im Angebot siehe 7.1 h).

4.2 Pressure casing

4.2.1 The hoop stress values used in the design of the casings shall not exceed the maximum allowable stress values in tension, as specified in the design code in 4.1.1, at the maximum and minimum operating temperature of the materials used.

4.2.2 The maximum allowable working pressure of the casing shall be at least equal to the specified relief valve setting.

4.2.3 Split pressure level casings shall be avoided. If the casing is split into two or more pressure levels, the vendor shall define the physical limits and the maximum allowable working pressure of each part of the casing. See 7.1 h) for proposal requirements.

4.2.4 Alle axial geteilten Gehäuse müssen so ausreichend steif sein, dass die obere Hälfte abzunehmen oder auszuwechseln ist, ohne dass die Betriebsspiele zwischen Rotor und Gehäuse beeinträchtigt werden.

4.2.5 Gehäuse und Abstützungen müssen so konstruiert werden, dass sie eine ausreichende Festigkeit und Steifigkeit haben, um eine Änderung der Wellenausrichtung am Verbindungsflansch, die durch die ungünstigste Kombination von Druck, Drehmoment, zulässigen Rohrkräften und Rohrmomenten hervorgerufen wird, auf 50 µm zu begrenzen. Abstützungen und Passschrauben müssen so ausreichend steif sein, dass der Kompressor durch Benutzung seiner seitlichen, axialen und vertikalen Stellschrauben zu bewegen ist.

4.2.6 In horizontalen (axialen) Gehäuseteilungen muss eine Hartdichtung (aus einem geeigneten Dichtungswerkstoff) angewendet werden, deren Dichtheit durch Verschraubung sichergestellt wird. In den horizontalen Teilungen dürfen keine Flachdichtungen (auch keine Kordeldichtungen) angewendet werden. Wenn zwischen den Endabschlussschrauben und dem zylindrischen Teil radial geteilter Gehäuse abgedichtete Teilungen angewendet werden, müssen sie durch Anwendung einer Formpassung gesichert werden.

4.2.7 Kühlmantelsysteme müssen so konstruiert werden, dass eine Leckage des Prozessstroms in das Kühlmittel verhindert wird. Kühlmitteldurchgänge dürfen nicht in Gehäuseteilungen münden.

4.2.8 Stellschrauben, Führungsstangen und Passstifte zur Gehäuseausrichtung müssen vorgesehen werden, um die Demontage und eine erneute Montage zu erleichtern. Falls Stellschrauben zum Trennen der Berührungsflächen angewendet werden, muss eine der Flächen hinterarbeitet sein (ausgesenkt oder ausgespart), um eine durch eine Beschädigung einer Fläche bedingte undichte Verbindung oder eine ungenaue Passung zu verhindern. Die Führungsstangen müssen ausreichend lang sein, um eine Beschädigung der Einbauteile oder der Gehäusestehbolzen bei Demontage und erneuter Montage zu verhindern. Für Hebezwecke vorgesehene Ösen oder Ringschrauben dürfen nur an der oberen Hälfte des Gehäuses angebracht werden. Die Verfahren zum Anheben des zusammengebauten Kompressors müssen vom Lieferanten festgelegt werden.

4.2.9 Zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit, des Verschleißwiderstands und des Einfahrens dürfen auf die Gehäusewand Schichten durch Plattierung oder Anwendung elektrolytischer

4.2.4 Each axially split casing shall be sufficiently rigid to allow removal and replacement of its upper half without disturbing rotor-to-casing running clearances.

4.2.5 Casings and supports shall be designed to have sufficient strength and rigidity to limit a change of shaft alignment to 50 µm at the coupling flange caused by the worst combination of pressure, torque, allowable piping forces and moments. Supports and alignment bolts shall be rigid enough to permit the machine to be moved by the use of its lateral, axial and vertical jackscrews.

4.2.6 Axially split casings shall use a metal-to-metal joint (with a suitable joint compound) that is tightly maintained by suitable bolting. Gaskets (including string type) shall not be used on the axial joint. When gasketed joints are used between the end covers and the cylinder of radially split casings, they shall be securely maintained by confining the gaskets.

4.2.7 Jacket cooling systems shall be designed to positively prevent leakage of the process stream into the coolant. Coolant passages shall not open into casing joints.

4.2.8 Jackscrews, guide rods and casing alignment dowels shall be provided to facilitate disassembly and reassembly. When jackscrews are used as a means of parting contacting faces, one of the faces shall be relieved (counter-bored or recessed) to prevent a leaking joint or improper fit caused by marring. Guide rods shall be of sufficient length to prevent damage to the internals or casing studs by the casing during disassembly and reassembly. Lifting lugs or eyebolts shall be provided for lifting only the top half of the casing. Methods of lifting the assembled machine shall be specified by the vendor.

4.2.9 For corrosion resistance, wear resistance and running in, overlay cladding or plating may be applied to the casing wall. The end wall may be similarly lined or have compatible end plates

Verfahren aufgebracht werden. Die Stirnwand darf auf ähnliche Weise ausgekleidet werden, oder es müssen kompatible Abschlussplatten vorgesehen werden. Der Lieferant muss im Angebot zur Gehäusekonstruktion Einzelheiten zum angewendeten Verfahren angeben.

ANMERKUNG Dieses Verfahren kann während der Herstellung vor der Endbearbeitung ein Aufbohren des Gehäuses erfordern.

4.2.10 Einzelheiten der Gewindeherstellung müssen ISO 262 entsprechen.

4.2.11 Stehbolzen sind Zylinderkopfschrauben vorzuziehen.

4.2.12 Um die Benutzung von Steck- oder Maulschlüsseln zu ermöglichen, muss in den Verschraubungsbereichen ein Freiraum vorgesehen werden. Der Lieferant muss sämtliche Spezialwerkzeuge und Spannvorrichtungen liefern.

4.2.13 Innensechskantschrauben, Schlitzmuttern oder Schrauben mit Sechskantkopf dürfen nur angewendet werden, wenn die ausdrückliche Zustimmung des Bestellers vorliegt.

4.2.14 In Druckteilen müssen möglichst wenige Gewindelöcher vorgesehen werden. Um Undichtigkeiten in den Druckbereichen des Gehäuses zu verhindern, muss zusätzlich zum Korrosionszuschlag genügend Metall um und unter den gebohrten und mit Gewinde versehenen Löchern vorhanden sein.

4.2.15 Wenn Stehbolzenverbindungen geliefert werden, müssen die Stehbolzen bereits eingeschraubt sein. Grundlöcher für Stehbolzen sollten nur auf die Tiefe gebohrt werden, die ausreicht, um eine bevorzugte Einschraubtiefe zu ermöglichen, die dem 1,5fachen Außendurchmesser des Stehbolzens entspricht; die ersten 1,5 Gewindegänge an beiden Enden aller Stehbolzen müssen entfernt werden.

4.3 Gehäuseanschlüsse

- **4.3.1** An den Ein- und Austrittsöffnungen müssen Flanschanschlüsse oder bearbeitete und mit Stehbolzen versehene Anschlüsse angewendet werden, die nach den Festlegungen in den Datenblättern ausgerichtet und für den im Abschnitt 3 definierten Betriebsdruck des Gehäuses ausgelegt werden.

4.3.2 Sämtliche vom Besteller vorgesehenen Anschlüsse müssen zur Demontage zugänglich sein, ohne dass die Maschine bewegt werden muss.

provided. The vendor shall include details of his procedures in the casing design proposal.

NOTE This procedure may require an overbore of the casing during manufacture prior to final machining.

4.2.10 Details of threading shall be in accordance with ISO 262.

4.2.11 Studs are preferred to cap screws.

4.2.12 A clearance shall be provided at bolting locations to permit the use of socket or box wrenches. The vendor shall supply any required special tools and fixtures.

4.2.13 Socket, slotted nut or spanner bolting shall not be used unless specifically approved by the purchaser.

4.2.14 Tapped holes in pressure parts shall be kept to a minimum. Sufficient metal in addition to the metal allowance for corrosion shall be left around and below the bottom of drilled and tapped holes in pressure sections of casings to prevent leakage.

4.2.15 Studded connections shall be furnished with studs installed. Blind stud holes should only be drilled deep enough to allow a preferred tap depth of 1,5 times the major diameter of the stud; the first 1,5 threads at both ends of each stud shall be removed.

4.3 Casing connections

- **4.3.1** Inlet and outlet connections shall be flanged or machined and studded, oriented as specified in the data sheets, and suitable for the working pressure of the casing as defined in clause 3.

4.3.2 All of the purchaser's connections shall be accessible for disassembly without the machine being moved.

4.3.3 An das Gehäuse dürfen keine Anschlüsse angeschweißt werden.

4.3.4 Sind die folgenden Einzelheiten erforderlich oder festgelegt, müssen Flansch- oder Stehbolzenanschlüsse mit Vorsprung mit einer Nennweite von mindestens 20 mm vorgesehen werden. Kleinere Anschlüsse dürfen für die nachfolgend angegebenen Anwendungen mit Zustimmung des Bestellers eingesetzt werden:

- a) für Entlüftungsöffnungen;
- b) für Anschlüsse für Druck- und Temperaturmessungen;
- c) zum Einspritzen von Flüssigkeiten;
- d) für eine Wasserkühlung;
- e) für Einführöffnungen für Schmier- und Dichtöl;
- f) für Spülöffnungen;
- g) für die Einleitung von Puffergas;
- h) für Öffnungen zur Gehäuseentwässerung;
- i) für Druckausgleichsrohre.

4.3.5 Sämtliche Öffnungen im Gehäuse, an die Rohre anzuschließen sind, müssen eine Nennweite von mindestens 20 mm haben und mit Flanschen oder mit einer bearbeiteten Fläche und Stehbolzen ausgerüstet sein. Falls Flanschanschlüsse oder entsprechend bearbeitete und mit Stehbolzen versehene Öffnungen nicht anwendbar sind, ist die Anwendung von Gewindeöffnungen mit Nennweiten von 20 mm und 25 mm erlaubt. Diese Gewindeöffnungen müssen nach den Festlegungen in 4.3.5.1 bis 4.3.5.5 eingebracht werden.

4.3.5.1 Ein Rohrnippel, vorzugsweise nicht länger als 150 mm, muss in die Gewindeöffnungen geschraubt werden.

4.3.5.2 Rohrnippel müssen aus nahtlosem Rohr hergestellt werden, das in der Lage ist, die in den Datenblättern festgelegten Druckanforderungen zu erfüllen und einer mechanischen Belastung von 1 000 N in allen Richtungen standzuhalten.

4.3.5.3 Rohrnippel müssen mit einem Vorschweiß- oder Schweißmuffenflansch versehen werden.

4.3.5.4 Nippel- und Flanschwerkstoffe müssen die Werkstoffanforderungen und die Schlagzähigkeitswerte an das Gehäuse und nicht die Anforderungen an die anschließende Rohrleitung erfüllen.

4.3.3 No connections shall be welded to the casing.

4.3.4 When the following items are required or specified, flanged or studded boss connections not less than 20 mm pipe size shall be provided. Smaller connections may be used with the purchaser's approval.

- a) Vents.
- b) Pressure and temperature gauge connections.
- c) Liquid injection.
- d) Water cooling.
- e) Lubricating and seal oil.
- f) Flushing.
- g) Buffer gas.
- h) Casing drains.
- i) Pressure equalizing pipes.

4.3.5 All casing openings for pipe connections shall not be less than 20 mm nominal pipe size and shall be flanged or machined and studded. Where flanged or machined and studded openings are impractical, threaded openings are allowable in sizes 20 mm and 25 mm nominal pipe size. These threaded openings shall be installed as specified in 4.3.5.1 to 4.3.5.5.

4.3.5.1 A pipe nipple, preferably not more than 150 mm long, shall be screwed into the threaded openings.

4.3.5.2 Pipe nipples shall be made from seamless tube capable of handling the pressure requirements of the data sheets and withstanding a mechanical load of 1 000 N in any direction.

4.3.5.3 The pipe nipple shall be provided with a welding neck or socket-weld flange.

4.3.5.4 The nipple and flange material shall meet the material requirements, including impact values, of the casing rather than the requirements of the connected piping.

4.3.5.5 Die Gewindeanschlüsse dürfen nicht dichtgeschweißt werden.

4.3.6 Nicht genormte branchenspezifische Öffnungen dürfen nicht angewendet werden.

4.3.7 Flansche müssen ISO 7005-1 entsprechen.

4.3.7.1 Gusseisenflansche müssen eine glatte Anschlussfläche haben.

4.3.7.2 An Gehäusen dürfen, außer an Gusseisengehäusen, Flansche mit glatter Anschlussfläche und mit formschlüssiger Arbeitsleiste über die gesamte Dicke angewendet werden.

4.3.7.3 Dickere Flansche oder Flansche mit einem größeren als nach ISO 7005-1 geforderten Außendurchmesser sind zulässig.

4.3.7.4 Wenn Anschlüsse angewendet werden, die nicht in ISO 7005-1 erfasst werden, müssen alle Passteile mitgeliefert und alle Einzelheiten mit dem Besteller abgestimmt werden.

4.3.8 Bearbeitete und mit Stehbolzen versehene Anschlüsse müssen den Anforderungen entsprechen, die nach ISO 7005-1 an die Planbearbeitung und an das Bohren gestellt werden. Stehbolzen und Muttern müssen zum Lieferumfang gehören und eingeschraubt geliefert werden.

4.3.9 Gewindeöffnungen und Vorsprünge für Rohrgewinde müssen ISO 7-1 entsprechen. Rohrgewinde müssen Kegeltgewinde nach ISO 7-1 sein.

4.3.10 Gewindeöffnungen, an die keine Rohre angeschlossen werden, müssen mit massiven Stopfen aus Stahl verschlossen werden. Verschlussstopfen, die möglicherweise später zu entfernen sind, müssen aus einem korrosionsbeständigen Werkstoff bestehen. Gewinde müssen geschmiert werden. Kleband darf nicht auf Gewinde aufgebracht werden. Stopfen aus Kunststoffen dürfen nicht angewendet werden.

4.4 Äußere Kräfte und Momente

Kompressoren müssen so ausgelegt werden, dass sie äußeren Kräften und Momenten standhalten, die mindestens den 1,85fachen Werten entsprechen, die nach NEMA SM23 errechnet wurden. Nach Möglichkeit sollten diese zulässigen Kräfte und Momente erhöht werden, nachdem folgende Faktoren berücksichtigt wurden: Anordnung und Grad der Abstützungen des Kompressors, Länge der Stützen und Grad der Verstärkung sowie Gehäuseausführung und Dicke. Die zulässigen Kräfte und Momente müssen auf der Übersichtszeichnung angegeben werden.

4.3.5.5 The threaded connections shall not be seal welded.

4.3.6 Industry non standard openings shall not be used.

4.3.7 Flanges shall be in accordance with ISO 7005-1.

4.3.7.1 Cast iron flanges shall be flat faced.

4.3.7.2 Flat faced flanges with full raised-face thickness are acceptable in cases other than cast iron.

4.3.7.3 Flanges that are thicker or have a larger outside diameter than required by ISO 7005-1 are acceptable.

4.3.7.4 When connections not covered by ISO 7005-1 are used, then all mating parts shall be supplied and details shall be approved by the purchaser.

4.3.8 Machined and studded connections shall be in accordance with ISO 7005-1 for facing and drilling requirements. Studs and nuts shall be furnished and installed.

4.3.9 Tapped openings and bosses for pipe threads shall be in accordance with ISO 7-1. Pipe threads shall be taper threads in accordance with ISO 7-1.

4.3.10 Tapped openings not connected to piping shall be plugged with solid steel plugs. Plugs that may later require removal shall be of corrosion-resistant material. Threads shall be lubricated. Tape shall not be applied to threads. Plastic plugs are not permitted.

4.4 External forces and moments

Compressors shall be designed to withstand external forces and moments at least equal to 1,85 times the values calculated in accordance with NEMA SM23. Wherever possible, these allowable forces and moments should be increased after considering such factors as location and degree of compressor supports, nozzle length and degree of reinforcement, and casing configuration and thickness. The allowable forces and moments shall be shown on the outline drawing.

Bei Auswahl und Anordnung der Dehnungsausgleicher muss sorgfältig vorgegangen werden, um eine mögliche frühe Ermüdung durch pulsierende Bewegung oder/und Dehnungsbeanspruchungen zu verhindern. Dehnungsausgleicher dürfen bei Einsätzen unter Einwirkung entzündlicher oder toxischer Medien nicht angewendet werden.

4.5 Rotierende Elemente

4.5.1 Rotoren

4.5.1.1 Durch die Steifigkeit des Rotors muss ein Kontakt zwischen Rotorkörper und Gehäuse sowie zwischen den ventilsteuerten Rotorkörpern verhindert werden, auch unter den ungünstigsten festgelegten Bedingungen und bei einem Druck, der 110 % des am Überdruckventil eingestellten Druckes entspricht. Rotorkörper, die nicht integrierter Bestandteil der Welle sind, müssen dauerhaft an der Welle befestigt werden, um eine Relativbewegung unter allen Bedingungen zu verhindern.

4.5.1.2 Wellen müssen aus Schmiedestahl bestehen, sofern der Besteller nicht dem Einsatz eines anderen Werkstoffs zugestimmt hat.

4.5.1.3 Schwingungsmessungen müssen an den Lagergehäusen durchgeführt werden, nicht am Lagerzapfen des Rotors.

4.5.1.4 Wellenenden dürfen (durch Härten, Auftragung einer Schicht oder durch elektrolytische Verfahren usw.) so behandelt werden, dass sie sich dem angewendeten Dichtungsmaterial anpassen.

4.5.2 Ventilsteuerung

4.5.2.1 Die Ventilsteuerungen müssen aus geschmiedetem oder gewalztem Stahl bestehen und mindestens der Qualitätsstufe 6 nach ISO 1328-2:1995 entsprechen.

4.5.2.2 Das Einrücken der Steuerung der ventilsteuerten Rotoren muss einstellbar und in einer formschlüssigen oder funktionalen Stellung verriegelbar sein. Die Einstell- und Verriegelungseinrichtungen müssen zugänglich sein, wenn sich die Rotoren in ihren Lagern befinden. Das Getriebegehäuse darf nicht dem Kontakt mit dem Gas, das verdichtet wird, ausgesetzt werden.

4.5.2.3 Wenn die Ventilsteuerungen zum Ersetzen einer Dichtung zu demontieren sind, muss es möglich sein, die Rotoren ohne weitere Demontage des Gehäuses zurück in die Ausgangsposition zu setzen.

Care shall be exercised in the selection and location of expansion joints in order to prevent possible early fatigue due to either pulsation or expansion strain or both. Expansion joints shall not be used in inflammable or toxic service.

4.5 Rotating elements

4.5.1 Rotors

4.5.1.1 Rotor stiffness shall be sufficient to prevent contact between the rotor bodies and the casing and between gear-timed rotor bodies at the most unfavourable specified conditions, including 110 % of the relief valve set pressure. Rotor bodies not integral with the shaft shall be permanently attached to the shaft to prevent relative motion under any conditions.

4.5.1.2 Shafts shall be forged steel unless otherwise approved by the purchaser.

4.5.1.3 Vibration measurements shall be taken on the bearing housings, not on the rotor bearing journal.

4.5.1.4 The shaft ends may be treated (hardened, coated, plated, etc.) to cope with the applied sealing material.

4.5.2 Timing gears

4.5.2.1 Timing gears shall be made of forged steel or rolled steel and shall be a minimum of Quality 6 of ISO 1328-2:1995.

4.5.2.2 The meshing relationship between gear-timed rotors shall be adjustable and the adjustment shall be arranged for positive or functional locking. The adjustment and locking provisions shall be accessible with the rotors in their bearings. The gear enclosing chamber shall not be subject to contact with the gas.

4.5.2.3 If timing gears have to be removed for seal replacement it shall be possible to retim the rotors without further disassembly of the casing.

4.5.2.4 Ventilsteuerungen für Schrauben- und Schneckenkompressoren müssen die gleiche Drehrichtung (rechts oder links) wie die Rotoren haben, so dass die axiale Rotorposition einen nur minimalen Einfluss auf die Zeitsteuerung hat.

4.6 Dichtungen

4.6.1 Anwendung

4.6.1.1 Wellendichtungen müssen Leckagen aus dem oder in den Kompressor über einen Bereich von festgelegten Bedingungen, einschließlich der Stillstandsperioden, verhindern. Die Abdichtung muss so erfolgen, dass sie für alle Bedingungen geeignet ist, die beim Anfahren, Abfahren und bei allen sonstigen speziellen Betriebsarten auftreten können, die der Besteller in den Datenblättern festgelegt hat.

4.6.1.2 Wellendichtungen können entsprechend den Festlegungen des Bestellers in einer der in 4.6.2 bis 4.6.4 beschriebenen Ausführungen oder in einer Kombination dieser Ausführungen vorliegen. Die Werkstoffe der einzelnen Dichtungsbestandteile müssen für den jeweiligen Einsatz geeignet sein.

4.6.2 Labyrinthtyp-Luftdichtungen

Die Abdichtung zwischen Druckluft und der Atmosphäre kann durch eine Labyrinthdichtung erfolgen. Zwischen den Labyrinthen dürfen Löcher für eine Lüftung vorgesehen werden.

4.6.3 Begrenzungsringtyp-Dichtungen

Dichtungen des Begrenzungsringtyps als Luftdichtungen müssen Segmentringe aus Kohlenstoff oder anderen geeigneten Werkstoffen enthalten, die in Halterungen oder Abstandshalter eingelegt werden. Die Ringdichtungen müssen durch Federkraft axial vorbelastet werden.

4.6.4 Mechanische (Kontakttyp-)Dichtungen

Als Öldichtungen in Kombination mit Sperrgas dürfen sowohl Labyrinthtypdichtungen als auch Begrenzungsringtypdichtungen unter der Voraussetzung angewendet werden, dass die gesamte Ausrüstung, z. B. die Rohrleitung, Regler, Steuerarmaturen usw., vom Lieferanten zur Verfügung gestellt werden. Für den Fall, dass Druckluft als Puffergas verwendet wird, müssen Vorkehrungen zum Abdichten während des An- und Abfahrens getroffen werden.

4.5.2.4 Timing gears for helical and spiral compressors shall have the same helix hand (right or left) as the rotors so that axial position has minimal effect on timing.

4.6 Seals

4.6.1 Application

4.6.1.1 Shaft seals shall be provided to prevent leakage from or into the compressor over the range of specified conditions and during periods of idleness. Seal operation shall be suitable for all conditions that may prevail during start-up, shut-down and any other special operation specified by the purchaser.

4.6.1.2 Shaft seals may be one of or a combination of the types described in 4.6.2 to 4.6.4, as specified by the purchaser. Materials of component parts shall be suitable for service.

4.6.2 Labyrinth type as airseal

Sealing between compressed air and atmosphere may be performed by means of a labyrinth seal. Vent holes in between the labyrinth for early venting may be provided.

4.6.3 Restrictive-ring type

Restrictive-ring type seals as airseals shall include segmental rings of carbon or other suitable material mounted in retainers or spacers. The sealrings shall be axially preloaded by springforce.

4.6.4 Mechanical (contact type)

Both labyrinth or restrictive ring-type seal may be used as oil seal in combination with blocking gas, provided all equipment such as piping, regulators, control valves, etc. be furnished by the vendor. In case the compressed air is used as buffer gas, provisions shall be taken for sealing during start-up and shut-down.

4.7 Dynamik

4.7.1 Kritische Drehzahl

4.7.1.1 Wenn die Frequenz einer harmonischen Komponente (Oberschwingung) eines periodischen Erregungsphänomens die Frequenz eines Schwingungsmodus des Rotors erreicht oder sich ihr annähert, kann ein Resonanzzustand auftreten. Falls bei einer bestimmten Drehzahl Resonanz auftritt, wird sie als kritische Drehzahl bezeichnet. In diesem Teil von ISO 10440 werden an Stelle verschiedener errechneter Werte die tatsächlichen kritischen Drehzahlen erfasst. Die tatsächlichen kritischen Drehzahlen sind keine errechneten ungedämpften, sondern experimentell am Prüfstand bestätigte Werte. Kritische Drehzahlen oberhalb der Prüfdrehzahlen müssen gedämpfte errechnete Werte sein oder durch extern auf den Rotor aufgebrachte Erregungen ermittelt werden.

4.7.1.2 Ein Erregungsphänomen oder eine Anregungsfrequenz kann kleiner als, gleich oder größer als die Synchronfrequenz des Rotors sein. Zu den Frequenzen, die eine Erregung bewirken, können die folgenden, aber auch noch andere Frequenzen gehören:

- a) Unwucht im Rotorsystem;
- b) Ölfilmfrequenzen;
- c) interne Scheuerfrequenzen;
- d) Rotor-Ausweichfrequenzen;
- e) Getriebeeingriffs- und Seitenbandfrequenzen;
- f) Kupplungsversatzfrequenzen;
- g) akustische oder aerodynamische Frequenzen;
- h) Frequenzen aus Anfahrbedingungen, z. B. Drehzahlrastpunkte bei Durchbiegungen unter Trägheitsimpedanz oder Torsion, die zu Torsionsschwingungen beitragen.

4.7.1.3 Durch Abstützungen und Lagergehäuse der antreibenden und der angetriebenen Einrichtung bedingte Resonanzen dürfen nicht im festgelegten Betriebsdrehzahlbereich oder innerhalb der festgelegten Trenngrenzen auftreten.

4.7.1.4 Im festgelegten Nenndrehzahlbereich oder innerhalb der festgelegten Trenngrenzen darf keine der tatsächlichen kritischen Drehzahlen des Rotors auftreten.

4.7 Dynamics

4.7.1 Critical speed

4.7.1.1 If the frequency of any harmonic component of a periodic forcing phenomenon is equal to or approximate to the frequency of any mode of rotor vibration, a condition of resonance may exist. If resonance exists at a finite speed, that speed is called a critical speed. This part of ISO 10440 is concerned with the actual critical speeds rather than various calculated values. Actual critical speeds are not calculated undamped values but are critical speeds confirmed by test stand data. Criticals above test speeds shall be calculated damped values or shall be determined by externally applied rotor excitations.

4.7.1.2 A forcing phenomenon or exciting frequency may be less than, equal to or greater than the synchronous frequency of the rotor. Such forcing frequencies may include, but are not limited to, the following:

- a) unbalance in the rotor system;
- b) oil film frequencies;
- c) internal rub frequencies;
- d) rotor-passing frequencies;
- e) gear meshing and side band frequencies;
- f) coupling misalignment frequencies;
- g) acoustic or aerodynamic frequencies;
- h) start-up condition frequencies, such as speed detents under inertial impedance or torsional deflections contributing to torsional resonances.

4.7.1.3 Support and bearing housing resonances of the driver and driven equipment shall not occur within the specified range of operating speeds or the specified separation margins.

4.7.1.4 None of the actual rotor critical speeds shall occur within the specified range of rated speeds or the specified margins.

4.7.1.5 Die Torsionseigenfrequenzen des Systems dürfen nicht innerhalb von 10 % einer beliebigen Wellendrehzahl im rotierenden System liegen, auch nicht innerhalb von 5 % des doppelten Wertes einer beliebigen Drehzahl oder innerhalb von 5 % der Frequenz, die durch Strömungsstörungen an Aussparungen verursacht wird.

4.7.1.6 Die in 4.7.1.4 und 4.7.1.5 festgelegten Trenngrenzen haben die Aufgabe, eine Überschneidung der Grenzen für das kritische Verhalten mit dem Betriebsdrehzahlbereich zu verhindern.

4.7.1.7 Bei langsamen Rollbewegungen (Schlingern) sowie beim An- und beim Abfahren dürfen bei Durchfahren der kritischen Drehzahl keine Schäden verursacht werden.

- **4.7.1.8** Falls festgelegt, muss der Lieferant des Kompressors eine Analyse der biegekritischen Drehzahl durchführen und feststellen, ob die kritischen Drehzahlen des Antriebs mit den kritischen Drehzahlen des Kompressors vereinbar sind und die Kombination für den festgelegten Betriebsbereich geeignet ist.
- **4.7.1.9** Falls für motorgetriebene Kompressoranlagen sowie für Anlagen mit Getriebe und für turbinengetriebene Anlagen festgelegt, muss der Lieferant für die Antriebseinheit des Kompressors eine Torsionsschwingungsanalyse durchführen.
- **4.7.1.10** Für Anlagen mit Synchronantrieb muss der Lieferant neben der in 4.7.1.9 geforderten Torsionsschwingungsanalyse eine Analyse der Torsionseinschwingvorgänge durchführen.

4.7.2 Schwingungen und Auswuchtung

4.7.2.1 Die wesentlichen Teile der umlaufenden Elemente müssen nach ISO 1940-1 dynamisch ausgewuchtet werden.

4.7.2.2 Jedes umlaufende Element muss in mehreren Ebenen dynamisch ausgewuchtet werden. Rotoren mit einzelnen Passfedern für Kuppelungen müssen ausgewuchtet werden, indem in der Keilnut eine ballige halbe Passfeder so befestigt wird, dass die Keilnut der Welle über ihre gesamte Länge gefüllt ist. Die maximal zulässige Unwucht an jedem Wellenzapfen darf bei der höchsten Dauerdrehzahl 10 % der statischen Belastung des jeweiligen Zapfens nicht überschreiten.

- **4.7.2.3** Während des Werkstatttests des montierten Kompressors, der bei der Nenndrehzahl oder einer anderen Drehzahl innerhalb des festgelegten Betriebsdrehzahlbereichs arbeitet, müssen die Schwingungen gemessen werden. Die Abnahmegrenzen müssen zwischen Besteller und Liefere-

4.7.1.5 The torsional natural frequencies of the system shall not be within 10 % of any shaft speed in the rotating system, nor within 5 % of twice any speed, nor within 5 % of the pocket-passing frequency.

4.7.1.6 The margin of separation specified in 4.7.1.4 and 4.7.1.5 is intended to prevent the critical response envelope from overlapping into the operating speed range.

4.7.1.7 Slow roll, start up and shut-down shall not cause any damage as critical speeds are passed.

- **4.7.1.8** When specified, the compressor vendor shall make a lateral critical speed analysis and determine that the critical speeds of the driver are compatible with the critical speeds of the compressor and that the combination is suitable for the specified operating speed range.
- **4.7.1.9** When specified for motor driven compressor units and units including gears, and for turbine driven units, the vendor shall perform a torsional vibration analysis of the compressor driver unit.
- **4.7.1.10** Along with the torsional analysis required in 4.7.1.9, the vendor shall perform a transient torsional vibration analysis for synchronous driven units.

4.7.2 Vibration and balance

4.7.2.1 Major parts of the rotating element shall be dynamically balanced in accordance with ISO 1940-1.

4.7.2.2 The rotating element shall be multiplane dynamically balanced. Rotors with single keys for couplings shall be balanced with the keyway fitted with a crowned half key so that the shaft keyway is filled for its full length. The maximum allowable unbalance force at any journal at maximum continuous speed shall not exceed 10 % of the static loading of that journal.

- **4.7.2.3** During the shop test of the assembled machine operating at rated speed or at any other speed within the specified operating speed range, the vibration shall be measured. Acceptance limits shall be agreed between purchaser and vendor. When required by 6.3.3.5, these tests can be com-

rant vereinbart werden. Falls nach 6.3.3.5 gefordert, dürfen zusätzlich zu diesen Prüfungen die Wellenschwingungen mit doppelter Amplitude in einer beliebigen Ebene an der Welle in unmittelbarer Nähe eines jeden Radiallagers und unter Bezug auf das jeweilige Radiallager gemessen werden, wobei ein Wert von 63 µm nicht überschritten werden darf.

4.8 Lager und Lagergehäuse

4.8.1 Radiallager

Sofern zwischen Besteller und Lieferant nicht anders vereinbart, müssen als Radiallager üblicherweise Wälzlager angewendet werden.

4.8.2 Axialdrucklager

Sofern zwischen Besteller und Lieferant nicht anders vereinbart, müssen als Axialdrucklager üblicherweise Wälzlager angewendet werden.

4.8.3 Wälzlager

Wälzlager müssen so ausgewählt werden, dass sie bei Dauerbetrieb unter den Nennbetriebsbedingungen des Kompressors eine Mindestlebensdauer von 30 000 h bieten. Die Lebensdauer eines Lagers muss nach ISO 281 errechnet werden. Mit Ausnahme von Schrägkugellagern müssen die Lager ein inneres Lagerspiel haben und als ein- oder zweireihige Lager ausgeführt sein. Für die Wellen- und Gehäusepassungen sowie für die Arretiervorgänge müssen die empfohlenen Praktiken angewendet werden.

4.9 Lagergehäuse

4.9.1 Lagergehäuse müssen mit korrosionsbeständigen, gegen Witterungseinflüsse geschützten und mit einem Filter versehenen Entlüftungsöffnungen oder mit einer geeignet dimensionierten Entlüftung über den Öltank ausgestattet werden. Die Wellenenddichtungen müssen aus nicht funkenbildendem Metall bestehen, müssen effektiv Öl im Gehäuse zurückhalten und das Eindringen von Fremdstoffen in das Gehäuse verhindern.

4.9.2 Kompressoren müssen an der Antriebsseite mit Wellendichtungen für das Lagergehäuse ausgestattet werden, um Ölleckagen zu verhindern.

4.9.3 Lagergehäuse für hydrodynamische Lager, die für Druckschmierung ausgelegt sind, müssen so angeordnet werden, dass sich die Schaumbildung verringert. Das Ablasssystem muss dafür sorgen, dass der Öl- und Schaumpegel unterhalb

pleted with shaft vibration measurements of double amplitude in any plane measured on the shaft adjacent and relative to each radial bearing and shall not exceed the value of 63 µm.

4.8 Bearings and bearing housings

4.8.1 Radial bearings

Generally, radial bearings shall be of the antifriction type, unless specifically agreed upon between purchaser and vendor.

4.8.2 Thrust bearings

Generally, thrust bearings shall be of the antifriction type, unless specifically agreed upon between purchaser and vendor.

4.8.3 Antifriction bearings

Antifriction type bearings shall be selected to provide a minimum lifetime of 30 000 h of continuous duty for rated compressor operating conditions. This bearing lifetime shall be calculated in accordance with ISO 281. Bearings other than the angular contact type shall have loose internal clearances and shall be single-row or double-row bearings. The shaft and housing fits and the methods of retention shall be in accordance with recommended practices.

4.9 Bearing housings

4.9.1 Bearing housings shall be furnished with corrosion-resistant, weather-protected screened vents or via adequately sized venting of the oil reservoir. The shaft end seals shall be made of non-sparking metal and shall effectively retain oil in the housing and prevent entry of foreign material into the housing.

4.9.2 Compressors shall have bearing housing shaft seals at the drive end to prevent oil leakage.

4.9.3 Bearing housings for hydrodynamic bearings designed for pressure lubrication shall be arranged to minimize foaming. The drain system shall be adequate to maintain the oil and foam levels below the shaft end seals. When the inlet oil

der Wellenenddichtungen bleibt. Wenn die Öleintrittstemperatur 45 °C beträgt, darf der Anstieg der Öltemperatur im Bereich des Lagers und des Gehäuses unter den ungünstigsten Nennbedingungen 30 °C nicht überschreiten. Wird eine Öleintrittstemperatur von 50 °C überschritten, muss besondere Aufmerksamkeit auf die Gestaltung des Lagers, auf den Öldurchfluss und den zulässigen Temperaturanstieg gerichtet werden. Ölauslässe aus Drucklagern müssen tangential im Ölabstreifring oder, wenn keine Ölabstreifringe verwendet werden, in der Drucklagerpatrone angeordnet werden.

4.10 Schmieröl- und Dichtölsysteme

4.10.1 Druckschmiersysteme müssen aus einer Haupt-Verdrängervakuumölpumpe, einem Zu- und Rückleitungssystem, Kühlern mit Hauptstromfiltern sowie aus allen notwendigen Messgeräten bestehen.

Ein komplettes Druckölsystem oder -systeme muss/müssen mit jeder Kompressoreinheit geliefert werden, um das Öl mit geeignetem Druck den folgenden Stellen, falls zutreffend, zuzuführen:

- a) den Lagern des Kompressors und des Antriebs (einschließlich des Getriebes), sofern nicht anders festgelegt;
- b) den Kupplungen (falls dauergeschmiert);
- c) dem Drehzahlregler der Turbine sowie dem Abschaltventil und der Drosselklappe;
- d) dem vom Besteller festgelegten Steuersystem (sofern hydraulisch);
- e) dem Dichtölsystem;
- f) der internen Kühlung des Rotors.

4.10.2 Lager und Lagergehäuse müssen für eine Schmierung mit Kohlenwasserstofföl ausgelegt werden, sofern vom Besteller nicht anders festgelegt.

4.10.3 Sofern nicht anders festgelegt, muss das der Norm des Herstellers entsprechende Druckölsystem geliefert werden.

4.10.4 Der Lieferant muss in Betriebshandbuch die Menge und die Spezifikationen für das erforderliche Schmieröl angeben.

temperature is 45 °C, the rise in oil temperature through the bearing and housing shall not exceed 30 °C under the most adverse rated conditions. Where the oil inlet temperature exceeds 50 °C, special consideration shall be given to bearing design, oil flow and allowable temperature rise. Oil outlets from thrust bearings shall be tangential in the control ring or, if oil control rings are not used, in the thrust bearing cartridge.

4.10 Lube oil and seal oil systems

4.10.1 Pressure lubrication systems shall consist of a main positive-displacement oil pump, a supply-and-return system, coolers full-flow filter and all necessary instruments. A complete pressure oil system, or systems, shall be furnished with each compressor unit to supply oil at a suitable pressure to the following, as applicable:

- a) the bearings of the compressor and the driver (including the gear) unless otherwise specified;
- b) couplings (if lubricated continuously);
- c) the turbine governor and the trip and throttle valve;
- d) the purchaser's control system (if hydraulic);
- e) the seal oil system;
- f) compressor internal cooling.

4.10.2 Bearings and bearing housings shall be arranged for hydrocarbon oil lubrication unless otherwise specified by the purchaser.

4.10.3 Unless otherwise specified, the manufacturer's standard pressurized oil system shall be supplied.

4.10.4 The vendor shall state in the operating manual the amount of and the specifications for the lubricating oil required.

4.11 Werkstoffe

4.11.1 Allgemeines

4.11.1.1 Konstruktionswerkstoffe müssen der Norm des Herstellers entsprechen, wobei allerdings zu beachten ist, dass alle Kompressorwerkstoffe, die mit den Prozessgasen in Kontakt kommen, mit den zu behandelnden Gasen kompatibel sein müssen. Die metallurgischen Parameter für alle wichtigen Teile müssen im Angebot des Lieferanten eindeutig angegeben werden.

4.11.1.2 Die Werkstoffe müssen durch Verweis auf eine anerkannte Norm gekennzeichnet werden. Falls in dieser Norm keine geeignete Bezeichnung angegeben wird, darf die Richtlinie des Herstellers oder der Handelsname angewendet werden. In diesen Fällen muss der Hersteller genannt werden, und die chemische Zusammensetzung und die wesentlichen physikalischen Eigenschaften des Werkstoffs müssen im Angebot angegeben werden. Die Eigenschaften der ausgewählten Werkstoffe müssen über den gesamten Bereich der Betriebs- und der Umgebungstemperaturen den Konstruktionsanforderungen entsprechen.

- **4.11.1.3** Der Besteller muss festlegen, ob korrosive Stoffe in den Treib- und in den Prozessmedien sowie in der Umwelt vorhanden sind und ob es Bestandteile gibt, die Spannungsrisskorrosion verursachen können.

4.11.1.4 Schraubanschlüsse müssen so dimensioniert werden, dass die vorschriftsmäßige Funktion und die volle Zuverlässigkeit der Verbindung unter extremen Betriebsbedingungen sichergestellt sind. Der für Verschraubungselemente verwendete unlegierte und legierte Stahl muss ISO 898-1 entsprechen. Befestigungselemente aus korrosionsbeständigem nicht rostendem Stahl müssen ISO 3506-1 entsprechen.

4.11.1.5 Wenn Passteile, z. B. Stehbolzen und Muttern aus rostfreiem Stahl vom Typ 18-8 oder aus Werkstoffen mit ähnlicher Neigung zum Festfressen, angewendet werden, müssen sie mit einem das Festfressen verhindernden Gleitmittel geschmiert werden.

4.11.1.6 Werkstoffe, Gussfaktoren und die Qualität aller Schweißungen müssen den Festlegungen entsprechen, die in ASME, Boiler and Pressure Vessel Code, Abschnitt VIII, Teil 1 oder in einer anderen, vom Besteller festgelegten oder mit ihm vereinbarten Norm angegeben werden. Die in der ASME-Vorschrift festgelegten Formulare für die Herstellungskenndaten müssen nicht angewendet werden.

4.11 Materials

4.11.1 General

4.11.1.1 Materials of construction shall be the manufacturer's standard, except that all materials for compressors in contact with process gases shall be compatible with the gases handled. The metallurgy of all major components shall be clearly stated in the vendor's proposal.

4.11.1.2 Materials shall be identified by reference to an appropriate recognized standard. Where no such appropriate designation is available, the manufacturer's code or trade name may be used. In such cases, the manufacturer shall be identified and the chemical composition and significant physical properties of the material shall be presented elsewhere in the proposal. Properties of the selected materials shall comply with the design requirements over the full operating and ambient temperature range.

- **4.11.1.3** The purchaser shall specify the presence of corrosive agents in the motive and process fluids and in the environment, including constituents that may cause stress cracking.

4.11.1.4 Bolted connections shall be dimensioned to ensure proper functioning and full reliability of the joint at extreme operating conditions. Carbon steel and alloy steel bolting material shall be in accordance with ISO 898-1. Corrosion resistant stainless steel fasteners shall be in accordance with ISO 3506-1.

4.11.1.5 Where mating parts such as studs and nuts of 18/8 stainless steel or materials having similar galling tendencies are used, they shall be lubricated with a suitable antiseizure compound.

4.11.1.6 Materials, casting factors and the quality of any welding shall be equal to those specified by ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII Division 1 or another standard specified or agreed by the purchaser. The manufacturer's data report forms, as specified in the code, are not required.