

	Erdöl- und Erdgasindustrie Gaskolbenkompressoranlagen (ISO 13631:2002) Deutsche und Englische Fassung EN ISO 13631:2002	DIN EN ISO 13631
--	--	--

ICS 75.180.20

Petroleum and natural gas industries —
Packaged reciprocation gas compressors (ISO 13631:2002);
German and English version EN ISO 13631:2002

Industries du pétrole et du gaz naturel —
Unités de compresseurs alternatifs à gaz (ISO 13631:2002);
Version allemande et anglaise EN ISO 13631:2002

Die Europäische Norm EN ISO 13631:2002 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 13631:2002, erarbeitet von ISO/TC 118 „*Kompressoren, pneumatische Werkzeuge und pneumatische Maschinen*“.

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

ISO 261	siehe DIN ISO 261
ISO 262	siehe DIN ISO 262
ISO 281	siehe DIN ISO 281
ISO 8504-2	siehe DIN EN ISO 8504-2
ISO 10441	siehe DIN EN ISO 10441

Fortsetzung Seite 2
und 155 Seiten EN

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

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 261, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Übersicht (ISO 261:1998).*

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 EN ISO 8504-2, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsmitteln — Verfahren für die Oberflächenvorbereitung — Teil 2: Strahlen (ISO 8504-2:2000); Deutsche Fassung EN ISO 8504-2:2001.*

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

Deutsche Fassung

Erdöl- und Ergasindustrie – Gaskolbenkompressoranlagen
(ISO 13631:2002)

Petroleum and natural gas industries – Packaged
reciprocation gas compressors (ISO 13631:2002)

Industries du pétrole et du gaz naturel – Unités de
compresseurs alternatifs à gaz (ISO 13631:2002)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Juni 2002 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, Malta, 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	6
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	11
4 Gesetzlich festgelegte Anforderungen	13
5 Allgemeine Anforderungen an die komplette Anlage	14
5.1 Leistungskurven für komplette Kompressoranlagen	14
5.2 Anordnung der kompletten Anlage	14
5.3 Zeichnungen	14
5.4 Schalldruckpegel	14
5.5 Elektrische Bereichsklassifikation	14
5.6 Installation der kompletten Anlage	14
5.7 Torsionsanalyse	15
6 Kompressor	15
6.1 Allgemeines	15
6.2 Zulässige Geschwindigkeiten	16
6.3 Zulässige Austrittstemperatur	16
6.4 Auf die Kolbenstange wirkende Lasten	16
6.5 Zylinder des Kompressors	17
6.6 Armaturen	19
6.7 Kolben, Kolbenstangen und Kolbenringe	21
6.8 Kurbelgehäuse, Kurbelwellen, Pleuelstangen, Lager und Pleuelköpfe	22
6.9 Abstandshalter	24
6.10 Stopfbuchs- und Druckpackungen	24
6.11 Schmiersystem für das Kompressorkurbelgehäuse	25
6.12 Schmierung des Kompressorzylinders	27
6.13 Werkstoffe	28
6.14 Kraftübertragung	30
7 Steuerung der Förderleistung	32
7.1 Allgemeines	32
7.2 Verfahren zur Steuerung der Förderleistung	32
7.3 Veränderung der Geschwindigkeit	32
7.4 Veränderung des Verdichtungsraumes (des Totraums)	32
7.5 Umführungssysteme	34
7.6 Ausbau oder Entlastung einer Armatur ...	34
7.7 Einschränkungen für den Saugdruck	35
8 Antriebsmaschine	36
8.1 Allgemeines	36
8.2 Vergaser-Gasmotor	36
8.3 Elektromotore	42
9 Kühlsystem	43
9.1 Allgemeines	43
9.2 Gasmotor	43

Contents	Page
Foreword	6
Introduction	6
1 Scope	7
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	11
4 Statutory requirements	13
5 General package requirements	14
5.1 Compressor package performance curves	14
5.2 Package arrangement	14
5.3 Drawings	14
5.4 Sound pressure level	14
5.5 Electrical area classification	14
5.6 Package installation	14
5.7 Torsional analysis	15
6 Compressor	15
6.1 General	15
6.2 Allowable speeds	16
6.3 Allowable discharge temperature	16
6.4 Rod loads	16
6.5 Compressor cylinders	17
6.6 Valves	19
6.7 Pistons, piston rods and piston rings	21
6.8 Crankcases, crankshafts, connecting rods, bearings and crossheads	22
6.9 Distance pieces	24
6.10 Packing cases and pressure packings	24
6.11 Compressor crankcase lubrication system	25
6.12 Compressor cylinder lubrication	27
6.13 Materials	28
6.14 Power transmission	30
7 Capacity control	32
7.1 General	32
7.2 Method of capacity control	32
7.3 Speed variation	32
7.4 Clearance variation	32
7.5 Bypass systems	34
7.6 Valve removal or unloading	34
7.7 Suction pressure limitation	35
8 Prime mover	36
8.1 General	36
8.2 Spark-ignited gas engines	36
8.3 Electric motors	42
9 Cooling system	43
9.1 General	43
9.2 Gas engine	43

	Seite		Page
9.3	Kompressor 44	9.3	Compressor 44
9.4	Kühlerarten 46	9.4	Types of coolers..... 46
9.5	Luftgekühlte Wärmetauscher 46	9.5	Air-cooled heat exchangers 46
9.6	Anordnung und Aufbau 48	9.6	Arrangement and construction..... 48
10	Druckbehälter 50	10	Pressure vessels..... 50
10.1	Allgemeines 50	10.1	General 50
10.2	Abscheider.....51	10.2	Separators 51
10.3	Einrichtungen zur Unterdrückung von Pulsationen.....53	10.3	Pulsation suppression devices 53
11	Rohrleitungen und Zubehör 55	11	Piping and appurtenances 55
11.1	Allgemeines 55	11.1	General 55
11.2	Konstruktion.....56	11.2	Design 56
11.3	Zusammenbau 56	11.3	Assembly 56
11.4	Stutzen 57	11.4	Connections 57
11.5	Fertigung 57	11.5	Fabrication 57
11.6	Dichtschweißen 57	11.6	Seal welding..... 57
11.7	Nennweiten.....57	11.7	Sizes 57
11.8	Rohrwerkstoff und Rohrnennweiten 58	11.8	Pipe material and sizes..... 58
11.9	Werkstoff und Nennweiten für rohrförmige Teile 58	11.9	Tubing material and sizes..... 58
11.10	Armaturen.....59	11.10	Valves 59
11.11	Flanschausrichtung 59	11.11	Flange orientation 59
11.12	Stopfen 59	11.12	Plugs 59
11.13	Schutz-Gitter beim Anfahren 59	11.13	Start-up screens..... 59
11.14	Anforderungen an die Schmierölleitungen 60	11.14	Lubricating oil piping requirements 60
11.15	Anforderungen an Kühlmittleitungen 61	11.15	Coolant piping requirements..... 61
11.16	Anforderungen an Rohrleitungen für Messgeräte.....61	11.16	Instrument piping requirements 61
11.17	Rohrleitungen für Ablass- und Entlüftungsöffnungen 61	11.17	Drain and vent piping 61
11.18	Überdruckventile 62	11.18	Relief valves..... 62
11.19	Ausblasearmatur 64	11.19	Blowdown valve 64
11.20	Temperaturmessstutzen.....64	11.20	Thermowells..... 64
11.21	Dämmung und/oder trennende Schutzeinrichtungen 64	11.21	Insulation and/or guarding 64
12	Elektrische Systeme 64	12	Electrical systems..... 64
12.1	Vorschriften 64	12.1	Codes..... 64
12.2	Stromversorgung 64	12.2	Power supply 64
12.3	Verdrahtung.....64	12.3	Wiring..... 64
12.4	Instandhaltung 65	12.4	Maintenance 65
12.5	Isolation 65	12.5	Insulation..... 65
12.6	Isolierrohre und Kabelstränge 65	12.6	Conduits and cable runs 65
12.7	Starkstromanlagen 66	12.7	Power installations 66
12.8	Erdung.....66	12.8	Earthing..... 66
12.9	Abschlüsse 66	12.9	Terminations 66
13	Geräteausstattung und Steuerelemente 66	13	Instruments and controls..... 66
13.1	Allgemeines 66	13.1	General 66
13.2	Instrumententafel und Steuerpult 68	13.2	Instrument and control panel 68
13.3	Geräteausstattung 70	13.3	Instrumentation 70
14	Abschaltungen, Alarmer und Meldegeräte 72	14	Shutdowns, alarms and annunciators 72
14.1	Allgemeines 72	14.1	General 72
14.2	Geforderte Mindestabschaltungen 73	14.2	Minimum required shutdowns..... 73

	Seite		Page		
14.3	Weitere Alarmer und Abschaltungen.....	73	14.3 Additional alarms and shutdowns	73	
14.4	Meldegeräte.....	74	14.4 Annunciators	74	
14.5	Schalter.....	74	14.5 Switches	74	
14.6	Notabschaltssysteme	75	14.6 Emergency shutdown systems	75	
14.7	Abschalt- und Alarmerstellungen.....	75	14.7 Shutdown and alarm settings.....	75	
15	Skids	76	15 Skids	76	
15.1	Allgemeines	76	15.1 General.....	76	
15.2	Konstruktion.....	76	15.2 Design	76	
15.3	Bauausführung	77	15.3 Construction	77	
15.4	Laufstege, Treppen und Plattformen.....	78	15.4 Walkways, stairs and platforms	78	
16	Anstrich und Anstrichaufbringung	78	16 Paint and painting	78	
16.1	Allgemeines	78	16.1 General.....	78	
16.2	Oberflächenvorbereitung	78	16.2 Surface preparation.....	78	
16.3	Anstrichaufbringung.....	79	16.3 Application.....	79	
16.4	Teile ohne Anstrich	79	16.4 Items not to be painted.....	79	
16.5	Anstrichstoffe	79	16.5 Paints	79	
16.6	Luftgekühlte Wärmetauscher.....	79	16.6 Air-cooled heat exchanger	79	
17	Inspektion und Prüfung	80	17 Inspection and testing	80	
17.1	Allgemeines	80	17.1 General.....	80	
17.2	Werkstoffinspektion	81	17.2 Material inspection	81	
17.3	Prüfung	83	17.3 Testing.....	83	
17.4	Mechanische Betriebstests.....	85	17.4 Mechanical running tests	85	
18	Kennzeichnung	86	18 Marking	86	
18.1	Richtungspfeile	86	18.1 Rotation arrows	86	
18.2	Werkstoff.....	86	18.2 Material.....	86	
18.3	Typenschilder	86	18.3 Nameplates	86	
19	Vorbereitung zum Versand	88	19 Preparation for shipment	88	
19.1	Allgemeines	88	19.1 General.....	88	
19.2	Schutz.....	88	19.2 Protection	88	
19.3	Versand und Lagerung	90	19.3 Shipment and storage	90	
19.4	Verpackung in Lattenverschlügen	90	19.4 Crating.....	90	
19.5	Handbücher	91	19.5 Manuals.....	91	
20	Korrosive Gase	92	20 Corrosive gases	92	
20.1	Allgemeines	92	20.1 General.....	92	
20.2	Schwefelwasserstoff.....	92	20.2 Hydrogen sulfide	92	
20.3	Kohlendioxid	93	20.3 Carbon dioxide	93	
21	Offshore- und Meeresumgebungen	94	21 Offshore and marine environments	94	
21.1	Allgemeines	94	21.1 General.....	94	
21.2	Luftgekühlte Wärmetauscher.....	94	21.2 Air-cooled heat exchangers	94	
21.3	Skid.....	95	21.3 Skid	95	
21.4	Steuer- und Abschaltssysteme.....	95	21.4 Control and shutdown systems.....	95	
21.5	Geräteausstattung	95	21.5 Instrumentation.....	95	
21.6	Steuerpult	95	21.6 Panel	95	
21.7	Rohrleitungen und rohrförmige Teile für Gas und Gasleitungs-Zubehörteile.....	96	21.7 Gas piping, tubing and appurtenances	96	
21.8	Anstrichaufbringung.....	96	21.8 Painting	96	
21.9	Armaturen für Gas-Einsätze	97	21.9 Valves in gas service	97	
Anhang A (informativ)			Annex A (informative)		
Datenblätter und Checkliste		100	Data sheets and check list		101
Anhang B (normativ)			Annex B (normative)		
Bemessung der Volumen-Flaschen		136	Volume bottle sizing		137
Anhang C (informativ)			Annex C (informative)		
Übliche Ablaufdiagramme		138	Typical sequence logic diagrams		139

	Seite
Anhang D (informativ)	
Übereinstimmung der Kompressorbauteile mit NACE MR 0175	148
Anhang E (informativ)	
Reparaturen an Gussteilen aus Gusseisen mit Lamellen- und Kugelgraphit	150
Literaturhinweise	152
Anhang ZA (normativ)	
Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	154

	Page
Annex D (informative)	
Compliance of compressor components with NACE MR 0175	149
Annex E (informative)	
Repairs to grey or nodular iron castings	151
Bibliography	153
Annex ZA (normative)	
Normative references to international publications with their relevant European publications	155

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13631:2002) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 118 „Compressors, pneumatic tools and pneumatic machines“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum and natural gas industries“, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird, erarbeitet.

Dieses Europäische Dokument muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2003 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, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 13631:2002 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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

Einleitung

Diese Internationale Norm basiert auf der zweiten Ausgabe der API-Spezifikation 11P vom November 1989.

Anwender dieser Internationalen Norm sollten berücksichtigen, dass für individuelle Anwendungen weitere oder abweichende Anforderungen erforderlich sein können. Diese Internationale Norm 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 gegenüber dieser Internationalen Norm feststellen und entsprechende Details angeben.

Foreword

This document (EN ISO 13631:2002) has been prepared by Technical Committee ISO/TC 118 “Compressors, pneumatic tools and pneumatic machines” 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 February 2003, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by February 2003.

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, Malta, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

Endorsement notice

The text of ISO 13631:2002 has been approved by CEN as EN ISO 13631:2002 without any modifications.

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

Introduction

This International Standard is based on API specification 11P second edition, November 1989.

Users of this International Standard should be aware that further or differing requirements may be needed for individual applications. This International Standard 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 International Standard and provide details.

Ein Vollkreis (●) am Beginn eines Abschnitts bedeutet, dass der Besteller eine Entscheidung zu treffen oder Informationen zu liefern hat. Diese Informationen sollten in Datenblättern (siehe Anhang A) angegeben werden.

1 Anwendungsbereich

In dieser Internationalen Norm werden Anforderungen an und Empfehlungen für Konstruktion, Werkstoffe, Fertigung, Inspektion, Prüfung und Versandvorbereitungen für skid-montierte und separierbare oder in eine komplette Anlage integrierte Kolbenkompressoren mit geschmierten Zylindern und den zugehörigen Antriebsmaschinen festgelegt, die für die Anwendung in der Erdöl- und Erdgasindustrie zur Verdichtung von Kohlenwasserstoffgas vorgesehen sind.

Die Norm gilt auch für alle zugehörigen Zusatzausrüstungen, z. B. Wasser- und Gaskühler, Schalldämpfer, Einrichtungen zur Emissionskontrolle, Filter, Abscheider, Steuerpulte, Rohrleitungen usw., die benötigt werden, um eine den Liefervorschriften entsprechende betriebsfähige Einheit mit dem Ziel zu installieren, Bauarbeiten vor Ort und den Kauf von speziell für den Einsatzort bestimmten Ausrüstungsgegenständen zu verringern.

Die vorliegende Internationale Norm gilt nicht für:

- in der Erdöl- und Erdgasindustrie angewendete Kolbenkompressoren, die in ISO 13707 erfasst werden;
- stehende Kompressoren;
- ungeschmierte Kompressoren;
- Kompressoren mit Tauchkolben (mit Eigenantrieb), die auch als Geradführung dienen;
- Kompressoren für Betriebsmittel oder Instrumentenluft, die einen Austrittsüberdruck von maximal 0,9 MPa (9 bar) erzeugen;
- Kompressoren, deren Antriebsmaschine ein Dieselmotor, eine Gasturbine oder eine Dampfturbine ist.

A bullet (●) at the beginning of a subclause or paragraph 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 (see annex A).

1 Scope

This International Standard gives requirements and recommendations for the design, materials, fabrication, inspection, testing and preparation for shipment of packaged skid-mounted, reciprocating, separable or integral compressors with lubricated cylinders and their prime movers, for use in the petroleum and natural gas industries for the compression of hydrocarbon gas.

It is also applicable to all necessary auxiliary equipment, such as water and gas coolers, silencers, emission control equipment, filters, separators, control panel, piping, etc., required to install an operable unit in compliance with the purchase specifications and with the intent of minimizing field construction and field-purchased equipment.

This International Standard is not applicable to the following:

- reciprocating compressors for petroleum and natural gas industries covered by ISO 13707;
- column-mounted compressors;
- non-lubricated compressors;
- compressors having trunk-type (automotive-type) pistons that also serve as crossheads;
- utility or instrument air compressors with a discharge gauge pressure of 0,9 MPa (9 bar) or less;
- compressors driven by diesel engine, gas turbine and steam turbine prime movers.

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 IEC und ISO führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

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

ISO 68-2:1998, *ISO general-purpose screw threads — Basic profile — Part 2: Inch screw threads.*

ISO 185, *Grey cast iron — Classification.*

ISO 261, *ISO general purpose metric screw threads — General plan.*

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

ISO 263:1973, *ISO inch screw threads — General plan and selection for screws, bolts and nuts — Diameter range 0,06 to 6 in.*

ISO 281, *Rolling bearing — Dynamic load ratings and rating life.*

ISO 1813, *Belt drives — V-ribbed belts, joined V-belts and V-belts including wide section belts and hexagonal belts — Electrical conductivity of anti-static belts: Characteristics and methods of test.*

ISO 4126-1:1991, *Safety valves — Part 1: General requirements.*

ISO 4986:1992, *Steel castings — Magnetic particle inspection.*

ISO 5864:1993, *ISO inch screw threads — Allowances and tolerances.*

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

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard 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, *Pipe threads where pressure-tight joints are made on the threads — Part 1: Dimensions, tolerances and designation.*

ISO 68-2:1998, *ISO general-purpose screw threads — Basic profile — Part 2: Inch screw threads.*

ISO 185, *Grey cast iron — Classification.*

ISO 261, *ISO general-purpose metric screw threads — General plan.*

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

ISO 263:1973, *ISO inch screw threads — General plan and selection for screws, bolts and nuts — Diameter range 0,06 to 6 in.*

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

ISO 1813, *Belt drives — V-ribbed belts, joined V-belts and V-belts including wide section belts and hexagonal belts — Electrical conductivity of anti-static belts: Characteristics and methods of test.*

ISO 4126-1:1991, *Safety valves — Part 1: General requirements.*

ISO 4986:1992, *Steel castings — Magnetic particle inspection.*

ISO 5864:1993, *ISO inch screw threads — Allowances and tolerances.*

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

ISO 7005-2, *Metallic flanges — Part 2: Cast iron flanges.*

ISO 8504-2, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface preparation methods — Part 2: Abrasive blast-cleaning.*

ISO 9934-2, *Non-destructive testing — Magnetic particle testing — Part 2: Detection media.*

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

ISO 13707, *Petroleum and natural gas industries — Reciprocation compressors.*

ISO 14691, *Petroleum and natural gas industries — Flexible couplings for mechanical power transmission — General purpose applications.*

ISO 15649, *Petroleum and natural gas industries — Piping*

IEC 60034, *Rotating electrical machines.*

IEC 60079, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres.*

IEC 60364-5, *Electrical installation of buildings — Part 5: Selection and erection of electrical equipment.*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code).*

IEC 60848, *Preparation of function charts for control systems.*

API Std 1B¹⁾, *Specification for oil-field V-belt.*

API RP 520 Part I, *Sizing, selection and installation of pressure relieving devices in refineries — Part I: Sizing and selection.*

API RP 520 Part II, *Sizing, selection and installation of pressure relieving devices in refineries — Part II: Installation.*

ASME²⁾ B.1.1, *Unified inch screw threads (UN and UNR thread form).*

ISO 7005-2, *Metallic flanges — Part 2: Cast iron flanges.*

ISO 8504-2, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface preparation methods — Part 2: Abrasive blast-cleaning.*

ISO 9934-2, *Non-destructive testing — Magnetic particle testing — Part 2 Detection media.*

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

ISO 13707, *Petroleum and natural gas industries — Reciprocating compressors.*

ISO 14691, *Petroleum and natural gas industries — Flexible couplings for mechanical power transmission — General purpose applications.*

ISO 15649, *Petroleum and natural gas industries — Piping.*

IEC 60034, *Rotating electrical machines.*

IEC 60079, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres.*

IEC 60364-5, *Electrical installation of buildings — Part 5: Selection and erection of electrical equipment — Common rules.*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code).*

IEC 60848, *Preparation of function charts for control systems.*

API Std 1B¹⁾, *Specification for oil-field V-belt.*

API RP 520 Part I, *Sizing, selection and installation of pressure relieving devices in refineries. Part I — Sizing and selection.*

API RP 520 Part II, *Sizing, selection and installation of pressure relieving devices in refineries. Part II — Installation.*

ASME²⁾ B 1.1 *Unified inch screw threads (UN and UNR thread form).*

1) American Petroleum Institute, 1220 L Street, N.W., Washington, DC 20005-4070, USA.

2) American Society of Mechanical Engineers, 345 East 47th Street, New York, NY 10017, USA.

ASME B 1.20.1, *Pipe threads — General purpose (inch).*

ASME VIII, *ASME Boiler and pressure vessel code: 1998, Section VIII, Rules for construction of pressure vessels.*

ASTM A 320/A 320M, *Standard specification for alloy steel bolting materials for low-temperature service.*

ASTM A 503, *Standard specification for ultrasonic examination of large forged crankshafts.*

ASTM A 536, *Standard specification for ductile iron castings.*

ASTM A 668/A 668M, *Standard specification for steel forgings, carbon and alloy, for general industrial use.*

ASTM A 781/A 781M, *Standard specification for castings, steel and alloy, common requirements, for general industrial use.*

EN 1561:1997, *Gießereiwesen — Gusseisen mit Lamellengraphit.*

EN 1563:1997, *Gießereiwesen — Gusseisen mit Kugelgraphit.*

EN 10213-1:1995, *Technische Lieferbedingungen für Stahlgussteile für Druckzwecke — Teil 1: Allgemeines.*

EN 10213-2:1995, *Technische Lieferbedingungen für Stahlgussteile für Druckzwecke — Teil 2: Stahlsorten für die Anwendung bei Raumtemperatur und bei erhöhten Temperaturen.*

EN 10213-3:1995, *Technische Lieferbedingungen für Stahlgussteile für Druckzwecke — Teil 3: Stahlsorten für die Anwendung bei niedrigen Temperaturen.*

EN 10213-4:1995, *Technische Lieferbedingungen für Stahlgussteile für Druckzwecke — Teil 4: Austenitische und austenitisch-ferritische Stahlsorten.*

EN 10269, *Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente mit festgelegten Eigenschaften für Einsätze bei erhöhten und/oder niedrigen Temperaturen.*

NACE MR 0175³⁾, *Standard material requirements, Sulfide stress cracking resistant metallic materials for oilfield equipment.*

ASME B 1.20.1, *Pipe threads, general purpose (inch).*

ASME VIII, *ASME Boiler and pressure vessel code: 1998, Section VIII, Rules for construction of pressure vessels.*

ASTM A 320/A 320M, *Standard specification for alloy/steel bolting materials for low-temperature service.*

ASTM A 503, *Standard specification for ultrasonic examination of forged crankshafts.*

ASTM A 536, *Standard specification for ductile iron castings.*

ASTM A 668/A 668M, *Standard specification for steel forgings, carbon and alloy, for general industrial use.*

ASTM A 781/A 781M, *Standard specification for castings, steel and alloy, common requirements, for general industrial use.*

EN 1561:1997 *Founding — Grey cast irons.*

EN 1563:1997 *Founding — Spheroidal graphite cast irons.*

EN 10213-1:1995, *Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes — Part 1: General.*

EN 10213-2:1995, *Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes — Part 2: Steel grades for use at room temperature and elevated temperatures.*

EN 10213-3:1995, *Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes — Part 3: Steel grades for use at low temperatures.*

EN 10213-4:1995, *Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes — Part 4: Austenitic and austenitic-ferritic steel grades.*

EN 10269, *Steels and nickel alloys for fasteners with specified elevated and/or low temperature properties.*

NACE MR 0175³⁾, *Standard material requirements, Sulfide stress cracking resistant metallic materials for oilfield equipment.*

3) National Association of Corrosion Engineers, P.O. Box 218340, Houston, TX 77218-8340, USA.

NEMA Standards Publication 250-1997, *Enclosures for electrical equipment (10 000 Volts maximum)*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

Förderleistung; Fördermenge

Menge des unter festgelegten Eintrittsbedingungen in den Kompressor aufgenommenen Gases, das verdichtet und bei einem festgelegten Austrittsdruck abgegeben wird

ANMERKUNG 1 Die Förderleistung wird in den Einheiten angegeben, die für den Massenstrom oder den üblicherweise angegebenen Volumenstrom gelten.

ANMERKUNG 2 In die Förderleistung eines Kompressors wird weder das Gas einbezogen, das beim Verdichtungsprozess aus dem Kompressor aussickert, noch das Gas, das in den als Vakuumpumpe arbeitenden Kompressor einsickert.

3.2

gesamte, auf die Kolbenstange wirkende Last

auf den Kreuzkopfbolzen wirkende algebraische Summe aus Gaslast und Trägheitskraft

3.2.1

Gaslast

Kraft, die sich aus dem auf die Ausgleichsfläche des Kolbens wirkenden Differenzdruck des Gases ergibt

3.2.2

Trägheitskraft

Kraft, die sich aus der Beschleunigung einer hin- und herbewegten Masse ergibt

ANMERKUNG Die auf den Kreuzkopfbolzen wirkende Trägheitskraft ist die Summe aus den Produkten aller hin- und herbewegten Massen (der Baugruppen Kolben und Kolbenstange sowie Kreuzkopf einschließlich des Kreuzkopfbolzens) und den jeweiligen Beschleunigungen.

3.3

vom Hersteller angegebene Nennförderleistung

Förderleistung des Kompressors, die vom Hersteller zur Größenzuordnung des Kompressors angewendet wird

NEMA Standards Publication 250-1997, *Enclosures for Electrical Equipment (10 000 Volts maximum)*.

3 Terms and definitions

For the purposes of this International Standard, the following terms and definitions apply.

3.1

capacity

quantity of gas taken into the compressor at the specified inlet conditions, compressed and delivered at the specified discharge pressure

NOTE 1 It is expressed in units of mass flow or standard volume flow.

NOTE 2 The capacity of a compressor does not include any gas that leaks out of the compressor during the compression process, nor any air that leaks into a compressor used as a vacuum pump.

3.2

combined rod load

algebraic sum of gas load and inertia force on the crosshead pin

3.2.1

gas load

force resulting from differential gas pressure acting on the piston differential area

3.2.2

inertia force

force resulting from the acceleration of reciprocating mass

NOTE Inertia force with respect to the crosshead pin is the summation of the products of all reciprocating masses (piston and rod assembly, and crosshead assembly including pin) and their respective accelerations.

3.3

manufacturer's rated capacity

capacity of the compressor used by the manufacturer to assign its size

**3.4
gesamte, auf die Kolbenstange wirkende
maximal zulässige Dauerlast**

Kombination der größten Lasten auf die Kolbenstange, bei der im Laufwerk und im Kompressorrahmen keine Kraft die Werte überschreitet, die für die vom Kompressor-Hersteller ausgewählte Bauausführung für ein beliebiges, im Dauerbetrieb eingesetztes Bauteil zulässig sind

ANMERKUNG Zum Laufwerk können Kolben, Kolbenstange, Kreuzkopf-Baugruppe, Pleuelstange, Kurbelwelle, Lager usw. gehören.

**3.5
maximal zulässige Geschwindigkeit**

höchste Geschwindigkeit, bei der die vom Hersteller vorgelegte Bauausführung einen Dauerbetrieb zulässt

**3.6
maximal zulässige Temperatur**

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

**3.7
maximal zulässiger Betriebsdruck
MAWP**

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

**3.8
kleinste zulässige Geschwindigkeit**

niedrigste Geschwindigkeit, bei der die vom Hersteller vorgelegte Bauausführung einen Dauerbetrieb zulässt

**3.9
üblicher Betriebspunkt**

Punkt, an dem im Allgemeinen der Betrieb erwartet und ein optimaler Wirkungsgrad gewünscht wird

ANMERKUNG Üblicherweise ist es der Punkt, für den der Hersteller bescheinigt, dass die Leistung innerhalb der in dieser Internationalen Norm angegebenen Toleranzen liegt.

**3.10
Nennaustrittsdruck**

höchster Druck, der erforderlich ist, um die vom Besteller für den vorgesehenen Einsatz festgelegten Betriebsbedingungen zu erfüllen

**3.4
maximum allowable continuous combined rod
load**

highest combined rod load at which none of the forces in the running gear and the compressor frame exceeds the values that the compressor manufacturer's design permits for any component for continuous operation

NOTE Running gear includes the piston, piston rod, crosshead assembly, connecting rod, crankshaft, bearings, etc.

**3.5
maximum allowable speed**

highest speed at which the manufacturer's design permits continuous operation

**3.6
maximum allowable temperature**

maximum continuous temperature 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 pressure

**3.7
maximum allowable working pressure
MAWP**

maximum continuous gauge pressure for which the compressor manufacturer has designed the equipment (or relevant part thereof) when handling the specified fluid at the specified temperature

**3.8
minimum allowable speed**

lowest speed at which the manufacturer's design permits continuous operation

**3.9
normal operating point**

point at which usual operation is expected and optimum efficiency is desired

NOTE This is usually that point at which the manufacturer certifies that performance is within the tolerances stated in this International Standard.

**3.10
rated discharge pressure**

highest pressure required to meet the conditions specified by the purchaser for the intended service

3.11**Nennleistung**

maximale Leistung (des Kompressors), die für den Kompressor und alle wellengetriebenen Zubehöreinrichtungen unter allen festgelegten Betriebsbedingungen erforderlich ist

ANMERKUNG Die Nennleistung umfasst den Einfluss bestimmter Einrichtungen, z. B. den Einfluss von Einrichtungen zur Pulsationsunterdrückung, von Prozessrohrleitungen, Zwischenkühlern und Abscheidern. Antriebs- und Übertragungsverluste werden in die Nennleistung des Kompressors nicht einbezogen. Verluste, die von Lagern außerhalb des Kompressors aufgenommen werden (z. B. Lager zur Abstützung großer Schwungräder), werden in die Nennleistung einbezogen.

3.12**Nenngeschwindigkeit**

höchste Geschwindigkeit, die erforderlich ist, um die festgelegten Betriebsbedingungen zu erfüllen

3.13**geforderte Förderleistung**

vom Besteller zur Erfüllung der Prozessbedingungen festgelegte Förderleistung, für die keine negative Toleranz (NNT) zulässig ist

3.14**Kolbenstangenumkehr**

Richtungsänderung der Kraft, die auf die Kolbenstange wirkt (Wechsel von Zug zu Druck oder umgekehrt), die bei jeder Umdrehung zu einer Lastumkehr am Kreuzkopfbolzen führt

3.15**genormter Medienstrom**

Medienstrom bei einem absoluten Druck von 0,101 3 MPa (1,013 bar) und bei einer Temperatur von 0 °C

ANMERKUNG Der Medienstrom wird in den Einheiten angegeben, die für den Volumenstrom gelten.

4 Gesetzlich festgelegte Anforderungen

Alle anwendbaren Verordnungen müssen vom Besteller festgelegt werden. Besteller und Lieferant müssen wechselseitig die Maßnahmen bestimmen, die anzuwenden sind, um die für die Anlage geltenden Verordnungen zu erfüllen.

ANMERKUNG Kombinationen mit dem Wort „design“ ((Berechnungs- bzw. Auslegungs-)) sollten in den Spezifikationen des Bestellers nicht angewendet werden.

3.11**rated power**

(of the compressor) maximum power required of the compressor plus any shaft-driven appurtenances for any of the specified operating conditions

NOTE The rated power includes the effect of equipment such as pulsation suppression devices, process piping, intercoolers and separators. Driver and transmission losses are not included in the rated power of the compressor. Losses incurred in outboard bearings (e.g. as used to support large flywheels) are included.

3.12**rated speed**

highest speed required to meet any of the specified operating conditions

3.13**required capacity**

capacity specified by the purchaser to meet process conditions, with no negative tolerance (NNT) permitted

3.14**rod reversal**

change in direction of force in the piston rod loading (tension to compression or vice-versa), which results in a load reversal at the crosshead pin during each revolution

3.15**standard flow**

flowrate at an absolute pressure of 0,101 3 MPa (1,013 bar) and a temperature of 0 °C

NOTE It is expressed in units of volume flow.

4 Statutory requirements

The purchaser shall specify any applicable regulations. The purchaser and the vendor shall mutually determine the measures to be taken to comply with those regulations that are applicable to the equipment.

NOTE Use of the word “design” in the purchaser’s specifications should be avoided.

5 Allgemeine Anforderungen an die komplette Anlage

5.1 Leistungskurven für komplette Kompressoranlagen

- Falls festgelegt, müssen die Leistungskurven für komplette Kompressoranlagen den Bereich der Betriebsbedingungen abdecken, die vom Besteller vorgegeben werden. Alle Einschränkungen, z. B. Kolbenstangenlast, verfügbare Antriebsleistung, zur Erfüllung des Bereichs der Betriebsbedingungen erforderlicher zusätzlicher Totraum usw., müssen auf den Leistungskurven gekennzeichnet werden.

5.2 Anordnung der kompletten Anlage

Die Anordnung der Teile der kompletten Anlage muss vom Lieferanten so festgelegt werden, dass ein für Betrieb und Instandhaltung ausreichender Zugang geschaffen wird.

5.3 Zeichnungen

- Der Lieferant muss Zeichnungen in der Drauf- und in der Seitenansicht vorlegen. Zeichnungen, die eine Genehmigung vor Beginn der Fertigung erfordern oder weitere Zeichnungen dürfen vom Besteller festgelegt werden.

5.4 Schalldruckpegel

- Für die Überwachung des Schalldruckpegels der gelieferten Gesamteinrichtung sind Besteller und Lieferant gemeinsam verantwortlich. Falls festgelegt, darf die vom Lieferanten gelieferte Einrichtung den maximal zulässigen Schalldruckpegel, der vom Besteller gefordert wurde, nicht überschreiten.

5.5 Elektrische Bereichsklassifikation

- Motore, elektrische Bauteile und Elektroinstallationen müssen für die vom Besteller festgelegte Bereichsklassifikation (Zone) geeignet sein und den Anforderungen von IEC 60079 und anderen, vom Besteller festgelegten Normen sowie allen zutreffenden örtlichen Vorschriften und Verordnungen entsprechen.

5.6 Installation der kompletten Anlage

- Der Besteller muss außer den Standortbedingungen (Höhe über Normalnull, Umgebungstemperatur usw.) festlegen, ob die Installation innerhalb von Räumen (beheizt oder unbeheizt) oder im Freien (mit oder ohne Überdachung) erfolgt, ferner die

5 General package requirements

5.1 Compressor package performance curves

- If specified, the compressor package performance curves shall cover the range of operating conditions indicated by the purchaser. Any limitations such as rod load, available driver power, additional clearance required to meet the range of operating conditions, etc., shall be marked on the performance curves.

5.2 Package arrangement

The arrangement of the package components shall be developed by the vendor to provide reasonable access for operation and maintenance.

5.3 Drawings

- The vendor shall furnish plan and elevation drawings. Pre-fabrication approval or additional drawings may be specified by the purchaser.

5.4 Sound pressure level

- Control of the sound pressure level of all equipment furnished shall be the joint effort of the purchaser and the vendor. If specified, the equipment furnished by the vendor shall not exceed the maximum sound pressure level required by the purchaser.

5.5 Electrical area classification

- Motors, electrical components and electrical installations shall be suitable for the area classification (zone) specified by the purchaser, shall meet the requirements of IEC 60079 and other standards specified by the purchaser and shall comply with all applicable local codes and regulations.

5.6 Package installation

- The purchaser shall specify the site conditions (altitude, ambient temperature, etc.), and 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

Witterungs- und Umgebungsbedingungen, unter denen die Anlage zu betreiben sein muss (einschließlich der höchsten und niedrigsten Temperaturen und des Auftretens von ungewöhnlicher Feuchtigkeit oder von Staubproblemen). Die Einheit und ihre Zusatzausrüstungen müssen für einen Betrieb unter diesen Bedingungen geeignet sein. Der Besteller muss Einschränkungen für die Maße festlegen, falls zutreffend.

5.7 Torsionsanalyse

- Der Lieferant muss ein torsionsfreies System anbieten und eine entsprechende Demonstrationsstudie durchführen. Wenn festgelegt, muss ein Bericht über die Torsionsanalyse vorgelegt werden, bei dessen Erstellung der Lieferant für die Absprache mit den Herstellern des Kompressors und der Antriebsmaschine verantwortlich ist.

6 Kompressor

6.1 Allgemeines

6.1.1 Vom Hersteller angegebene Nennförderleistung

Der Kompressor muss so ausgelegt werden, dass mindestens die Förderleistung erbracht wird, die für die vom Besteller festgelegten Daten für Gaszusammensetzung, Saugdrücke, Saugtemperaturen, Austrittsdrücke und Standortbedingungen erforderlich ist. Die Anzahl der Verdichtungsstufen muss den Festlegungen für Druckeinschränkungen und Zu- oder Abführungen des Gases entsprechen. Bei Gestaltung der Anlage müssen alle Druckabfälle berücksichtigt werden, die an Abscheidern, Einrichtungen zur Pulsationsunterdrückung (falls vorhanden), Kühlern und Rohrleitungen zwischen Eintritts- und Austrittsflansch der Anlage auftreten.

6.1.2 Leistungsberechnungen

Der Lieferant muss zur Berechnung der mittleren Molmasse, des Verhältnisses aus den Wärmekapazitäten (c_p/c_v), der Verdichtungs-faktoren (z) und des Eintrittsvolumenstroms die für Massenstrom, Gaszusammensetzung und Gasbedingungen festgelegten Werte anwenden. Der Lieferant des Kompressors muss seine Werte beim Angebot in den Datenblättern vorlegen und sie zur Berechnung der Leistungsdaten anwenden.

must operate (including maximum and minimum temperatures, unusual humidity or dust problems). The unit and its auxiliaries shall be suitable for operation in these specified conditions. The purchaser shall specify dimensional limitations, if any.

5.7 Torsional analysis

- The vendor shall provide a torsionally sound system and perform an analysis to demonstrate this. When specified, a torsional analysis report shall be provided, and the vendor shall be responsible to coordinate with the compressor and prime-mover manufacturers to produce such a report.

6 Compressor

6.1 General

6.1.1 Manufacturer's rated capacity

The compressor shall be sized to handle not less than the required capacity with the gas composition, suction pressures, suction temperatures, discharge pressures and site conditions specified by the purchaser. The number of stages of compression shall accommodate pressure limitations and gas additions or withdrawals as specified. The package design shall also allow for all pressure drops through the separators, pulsation suppression devices (if any), coolers and piping from the inlet flange to the outlet flange of the package.

6.1.2 Performance calculations

The vendor shall use the specified values of mass flowrate, the specified gas composition and the gas conditions to calculate average molar mass, ratio of specific heats (c_p/c_v), compressibility factors (z) and inlet volume flowrate. The compressor vendor shall indicate his values on the data sheets with the proposal and use them to calculate performance data.

6.1.3 Kompressorgröße

- Falls festgelegt, muss der Kompressor so mit Zylindern ausgestattet werden, dass bei einem Einsatz unter der/den festgelegten Betriebsbedingung(en) ein Gasantrieb nach Möglichkeit bis zu der in 8.2.1 festgelegten Grenze oder ein Elektromotor bis zu der in 8.3.2 festgelegten Grenze belastet wird.

Von Asynchronmotoren angetriebene Kompressoren müssen entsprechend der Motor-Betriebsdrehzahl bemessen werden.

6.1.4 Kräfte und Kräftepaare

Der Lieferant der Anlage muss Werte für die Primär- und Sekundärkräfte und -kräftepaare des nicht ausgewuchteten Systems in der horizontalen und vertikalen Ebene vorlegen.

6.2 Zulässige Geschwindigkeiten

- Die maximal zulässige mittlere Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens (in Meter je Sekunde) und die maximal zulässige Drehzahl (in Umdrehungen je Minute) dürfen vom Besteller festgelegt werden, wobei die erfahrungsbedingt für einen bestimmten Einsatz festgelegten Grenzen nicht überschritten werden sollten.

6.3 Zulässige Austrittstemperatur

- Sofern nicht anders festgelegt und vereinbart, darf die maximal vorhergesagte Austrittstemperatur 135 °C nicht überschreiten. Diese Grenze gilt für alle festgelegten Betriebs- und Belastungsbedingungen. Falls festgelegt, muss der Lieferant dem Besteller die Werte der vorhergesagten und der adiabatischen Austrittstemperatur nennen.

ANMERKUNG Die tatsächliche Austrittstemperatur weicht von der adiabatischen Austrittstemperatur in Abhängigkeit von z. B. der Leistungsaufnahme des Zylinders, dem Verdichtungsverhältnis, der Größe des Zylinders, der wirksamen Fläche der Kühldurchgänge und der Geschwindigkeit des Kühlmittels ab.

6.4 Auf die Kolbenstange wirkende Lasten

6.4.1 Auf die Kolbenstange wirkende zulässige Lasten

6.4.1.1 Die gesamte Last auf die Kolbenstange darf bei allen festgelegten Betriebsbedingungen und bei allen Belastungsschritten die Lastwerte nicht überschreiten, die der Hersteller für den maximal zulässigen Dauerbetrieb des Kompressor-

6.1.3 Compressor size

- If specified, the compressor shall be furnished with cylinders which, when operating at the specified operating condition(s), shall as far as practical, load the gas engine to the limit specified in 8.2.1 or electric motor to the limit specified in 8.3.2.

Compressors driven by induction motors shall be sized at the motor operating speed.

6.1.4 Forces and couples

The vendor shall furnish values for the unbalanced primary and secondary forces and couples in the horizontal and vertical planes for the package.

6.2 Allowable speeds

- The maximum acceptable average piston speed (in metres per second) and the maximum acceptable speed (in revolutions per minute) may be specified by the purchaser where experience indicates that specified limits should not be exceeded for a given service.

6.3 Allowable discharge temperature

- Unless otherwise specified and agreed, the maximum predicted discharge temperature shall not exceed 135 °C. This limit applies to all specified operating and load conditions. If specified, the vendor shall provide the purchaser with both the predicted and adiabatic discharge temperatures.

NOTE The actual discharge temperature will vary from the adiabatic depending on such factors as the power input to a cylinder, the ratio of compression, the size of the cylinder, the surface area of the cooling passages and the velocity of the coolant.

6.4 Rod loads

6.4.1 Allowable rod loads

6.4.1.1 The combined rod load shall not exceed the manufacturer's maximum allowable continuous combined rod load for the compressor running gear at any specified operating conditions and any load step. These combined rod loads shall be calculated

laufwerks festgelegt hat. Diese gesamten Lasten müssen auf der Grundlage des am Austritt jeder Stufe am Überdruckventil eingestellten Drucksollwertes und des für jeden Belastungsschritt niedrigsten festgelegten Saugdrucks errechnet werden.

6.4.1.2 Die Gaslasten dürfen die vom Hersteller festgelegte, maximal zulässige Dauergasbelastung für die statischen Teile des Kompressor-Kurbelgehäuses (Zylinder, Zylinderköpfe, Abstandstücke, Kreuzkopfführungen, Kurbelgehäuse und Verschraubungsteile) unter allen festgelegten Betriebslaststufen nicht überschreiten. Die Gaslasten müssen auf der Grundlage des am Austritt jeder Stufe am Überdruckventil eingestellten Drucksollwertes plus der Speicherung und des für jeden Belastungsschritt niedrigsten festgelegten Saugdrucks errechnet werden.

6.4.2 Umkehr der auf die Kolbenstange wirkenden Last

Unter allen während des Betriebs festgelegten Lastbedingungen muss für die axiale Komponente der kombinierten Kolbenstangenlast eine genügende Umkehr erfolgen, so dass bei jeder vollständigen Umdrehung der Kurbelwelle eine ausreichende Schmierung zwischen Kreuzkopfbolzen und Buchse sichergestellt ist.

6.5 Zylinder des Kompressors

6.5.1 Allgemeines

6.5.1.1 Der maximal zulässige Betriebsdruck des Zylinders muss den Nennaustrittsdruck um mindestens 10 % oder um 0,17 MPa (1,7 bar) überschreiten, falls das der größere Wert ist. Der maximal zulässige Betriebsdruck muss mindestens dem für das Überdruckventil eingestellten Soll-druckwert einschließlich der Speicherung entsprechen.

6.5.1.2 Horizontal angeordnete Zylinder müssen Austrittsstutzen an der Unterseite haben, wenn der Besteller Austrittsstutzen an der Seite oder oben nicht akzeptiert.

6.5.1.3 Die Zylinder müssen so verteilt angeordnet werden, dass bei üblichen Instandhaltungsarbeiten ein Zugang und der Ausbau aller vorgesehenen Teile (einschließlich Deckel, Packung, Armaturen oder am Zylinder angebrachter Entlastungseinrichtungen) möglich ist, ohne dass Zylinder, Rohre oder Einrichtungen zur Pulsationsunterdrückung ausgebaut werden müssen.

on the basis of the set point pressure of the discharge relief valve of each stage and the lowest specified suction pressure corresponding to each load step.

6.4.1.2 The gas loads shall not exceed the manufacturer's maximum allowable continuous gas loading for the compressor static crankcase components (cylinders, heads, distance pieces, crosshead guides, crankcase and bolting) at any specified operating load step. The gas loads shall be calculated on the basis of the set point pressure of the discharge relief valve, plus accumulation, of each stage and the lowest specified suction pressure corresponding to each load step.

6.4.2 Rod load reversal

For all specified operating load conditions, the axial component of the combined rod load shall reverse enough to ensure adequate lubrication between the crosshead pin and bushing during each complete turn of the crankshaft.

6.5 Compressor cylinders

6.5.1 General

6.5.1.1 The maximum allowable working pressure of the cylinder shall exceed the rated discharge pressure by at least 10 % or 0,17 MPa (1,7 bar), whichever is greater. The maximum allowable working pressure shall be at least equal to the specified relief valve set pressure including accumulation.

6.5.1.2 Horizontal cylinders shall have bottom discharge connections except where side or top discharge connections are accepted by the purchaser.

6.5.1.3 Cylinders shall be spaced and arranged to permit access and removal for normal maintenance of all components (including covers, packing, valves or unloaders mounted on the cylinder) without removing the cylinder, major piping or pulsation suppression devices.

6.5.2 Zubehörteile für Zylinder/Kurbelgehäuse

6.5.2.1 Die Zylinderabstützung muss so gestaltet werden, dass eine Fehlausrichtung oder ein übermäßiger Unrundlauf der Kolbenstange während der Aufwärmzeit und bei der tatsächlichen Betriebstemperatur vermieden wird. Die Zylinderabstützung darf, wenn möglich, nicht am äußeren Zylinderkopf angebracht werden. Wenn durchführbar, muss die Baugruppe Kurbelgehäuse einschließlich Zylinder in der Lage sein, die Zylindermasse bei Instandhaltungsarbeiten abzustützen. Die Einrichtung zur Pulsationsunterdrückung darf, falls vorhanden, nicht zur Abstützung des Kompressorzylinders angewendet werden, sofern nicht die Zustimmung des Bestellers vorliegt.

Die meisten Zylinderabstützungen werden am Ende des Abstandsstücks angebracht. Einige Pulsationsanalysen erfordern sowohl eine Unterstützung des Abstandsstücks als auch des Zylinderendes. Eine Abstützung am Zylinderende sollte nur angewendet werden, wenn sie bedingt durch auftretende Pulsationen gefordert wird, da nicht vorschriftsmäßige Ausführungen der Abstützung oder ihre Einstellung zu Schwierigkeiten beim Betrieb führen. An Stelle einer Abstützung des Abstandsstücks sollte keine zusätzliche Abstützung am Zylinderende angewendet werden.

6.5.2.2 Zylinder dürfen ohne (es sind keine Kühlmäntel vorhanden) oder mit einer Flüssigkeitskühlung (es ist ein Kühlmantel um Zylinderbohrung und Zylinderkopf vorhanden) geliefert werden.

6.5.2.3 Die Verschraubung muss den Festlegungen in 6.5.2.3.1 bis einschließlich 6.5.2.3.4 entsprechen.

6.5.2.3.1 Einzelheiten der Gewindeherstellung müssen ASME B1.1 oder ISO 68-2, ISO 261, ISO 262, ISO 263 und ISO 5864 entsprechen. In Gusseisen, in drucktragenden Teilen und in äußeren Befestigungselementen, für die eine regelmäßige Instandhaltung vorgesehen ist, dürfen keine Feingewinde angewendet werden.

Feingewinde sollte in allen Fällen vermieden werden, in denen sich das Gewinde selbst lösen kann.

6.5.2.3.2 Stehbolzen sind Zylinderkopfschrauben vorzuziehen.

6.5.2.3.3 Für Zylinder aus Stahl und Gusseisen mit Kugelgraphit muss der Werkstoff der Stehbolzen EN 10269 entsprechen. Für Gusseisenzylinder dürfen Werkstoffe für Stehbolzen angewendet werden, die EN 10269 oder ASTM A 307, Sorte B entsprechen. Für Temperaturen von -20 °C und

6.5.2 Cylinder/crankcase appurtenances

6.5.2.1 The cylinder support shall be designed to avoid misalignment or excessive rod run-out during the warm-up period and at actual operating temperature. The cylinder support shall, where practical, not be attached to the outboard cylinder head. When impractical, then the crankcase through to cylinder assembly shall be capable of supporting the weight of the cylinder during maintenance. The pulsation suppression device, if furnished, shall not be used to support the compressor cylinder, unless approved by the purchaser.

Most cylinder supports are attached at the end of the distance piece. Some pulsation analyses require both a distance piece support and a cylinder end support. A cylinder end support should not be used unless required due to a pulsation requirement, as incorrect support types or their adjustment result in operation difficulties. Additionally a cylinder end support should not be used in place of the distance piece support.

6.5.2.2 Cylinders may be non-liquid-cooled (no provision for coolant jackets) or liquid-cooled (coolant jacket around the cylinder bore and cylinder head).

6.5.2.3 Bolting shall be furnished as specified in 6.5.2.3.1 through 6.5.2.3.4.

6.5.2.3.1 Details of threading shall conform to ASME B1.1 or ISO 68-2, ISO 261, ISO 262, ISO 263 and ISO 5864. The use of fine-pitch threads shall not be used in cast irons and in external fasteners subject to routine maintenance, including pressure-containing parts.

Fine-pitch threads should be avoided in all cases, as being subject to self-unfastening.

6.5.2.3.2 Studs are preferred to cap screws.

6.5.2.3.3 Stud material shall be in accordance with EN 10269 for steel and ductile iron cylinders. EN 10269 or ASTM A 307 Grade B may be used for cast iron cylinders. ASTM A 320 shall be used for temperatures of -20 °C and below. Stud markings shall be located on the exposed end of the

darunter müssen Werkstoffe nach ASTM A 320 angewendet werden. Stehbolzenmarkierungen müssen am ungeschützten Ende des Stehbolzens angebracht werden. Für hochtemperaturbeständige Stehbolzen sind Muttern nach EN 10269 anzuwenden. Muttern nach EN 10269 dürfen für Stehbolzen nach EN 10269 oder ASTM A 307 angewendet werden.

ANMERKUNG In diesem Abschnitt sind die Sorte B7 nach ASTM A 307 für Stehbolzen und die Sorten 4, 7 bzw. 2H nach ASTM 194 für Muttern den in EN 10269 festgelegten Werkstoffen äquivalent.

6.5.2.3.4 Eine Verschraubung mit Sechskantkopfschrauben ist zu bevorzugen. Um die Benutzung von Steck- oder Maulschlüsseln zu ermöglichen, muss in den Verschraubungsbereichen ein ausreichender Freiraum vorgesehen werden. Falls für eine hydraulische Beanspruchung verlängerte Stehbolzen vorgesehen werden, müssen die ungeschützten Gewinde mit einer Abdeckung versehen werden.

6.5.3 Zylinderanschlüsse

6.5.3.1 An den Haupt-Gasein- und -Austrittsöffnungen sowie an allen übrigen Prozessgasanschlüssen müssen Flansche oder bearbeitete und mit Stehbolzen versehene Anschlüsse angewendet werden, die für den in 6.5.1.1 festgelegten Betriebsdruck des Zylinders geeignet sind. Für die Anschlussfläche und die Verschraubung der Haupt-Ein- und -Austrittsflansche und der zusätzlichen Anschlüsse müssen die maßlichen Anforderungen nach ISO 7005-1 bzw. nach ISO 7005-2 eingehalten werden. Auf Vereinbarung sind auch andere Normen anwendbar. Einzelheiten zu allen speziellen Anschlüssen, z. B. Linsenverbindungen, müssen dem Besteller zur Überprüfung vorgelegt werden.

- **6.5.3.2** Falls festgelegt, muss in jeden Zylinder an beiden Enden für Anzeigeeinrichtungen ein Gewinde mit einem Gewinde-Nenndurchmesser von DN 12 (1/2 in) eingeschnitten werden.

6.6 Armaturen

6.6.1 Mittlere Gasgeschwindigkeit in Armaturen

Der Lieferant muss die mittlere Gasgeschwindigkeit in Armaturen unter allen festgelegten Betriebsbedingungen angeben. Sie muss nach folgender Gleichung errechnet werden:

stud. With high-temperature studs, use nuts in accordance with EN 10269. Nuts in accordance with EN 10269 are acceptable for use with EN 10269 or ASTM A 307 studs.

NOTE For the purposes of this subclause, ASTM A 193 Grade B7 for studs and ASTM 194 Grade 4, Grade 7 or Grade 2H, as appropriate, for nuts, are equivalent to EN 10269.

6.5.2.3.4 Hexagonal head bolting is preferred. Adequate clearance shall be provided at bolting locations to permit the use of socket or box wrenches. If extended studs are provided for hydraulic tensioning, the exposed threads shall be protected by a cover.

6.5.3 Cylinder connections

6.5.3.1 The main inlet and outlet gas connections and all other process gas connections shall be flanged or machined and studded, and shall be suitable for the working pressure of the cylinder as specified in 6.5.1.1. The facing and bolting of the main inlet and outlet flanges and auxiliary connections shall conform to the dimensional requirements of ISO 7005-1 or ISO 7005-2 as applicable. Alternative standards are acceptable by mutual agreement. The details of any special connections, such as a lens joint, shall be submitted to the purchaser for review.

- **6.5.3.2** If specified, each cylinder shall be provided with a DN 12 (1/2 in) indicator tap at each end.

6.6 Valves

6.6.1 Average valve gas velocity

The vendor shall state the average valve gas velocity for each specified operating condition. The average valve gas velocity shall be computed as follows:

$$v = \frac{F}{f} c_m$$

Dabei sind

- v die mittlere Gasgeschwindigkeit, in Meter je Sekunde;
- F die wirksame Kolbenfläche des/der jeweiligen Zylinderendes/-enden, in Quadratzentimeter;
- f das Produkt aus dem tatsächlichen Hub, dem Umfang der Öffnung der Armatur und der Anzahl der Eintritts- oder Austrittsventile, in Quadratzentimeter;
- c_m die mittlere Kolbengeschwindigkeit, in Meter je Sekunde.

Der in der oben angegebenen Gleichung angewendete Ventilhub muss in den Datenblättern genannt werden. Falls die Hubfläche nicht die kleinste Fläche im Durchflussweg der Armatur ist, muss im Datenblatt ein entsprechender Hinweis erscheinen, und die Geschwindigkeit muss basierend auf der kleinsten Fläche errechnet werden.

ANMERKUNG Die nach der oben angegebenen Gleichung errechneten Geschwindigkeiten sollten nur zur allgemeinen Beurteilung der Leistungsfähigkeit einer Armatur herangezogen und nicht mit den effektiven Geschwindigkeiten verwechselt werden, die basierend auf Kurbelwinkel, Grad des Ventilhubes, Strömungsunstetigkeiten und anderen Faktoren bestimmt werden. Die nach der oben angegebenen Gleichung errechnete Geschwindigkeit ist nicht unbedingt eine repräsentative Kennzahl für den Leistungsverlust der Armatur oder den Einfluss ihres Absperrkegels/ihrer Absperrkeilplatte.

6.6.2 Konstruktion der Armaturen

6.6.2.1 Bei Konstruktion der Armaturen einschließlich der Konstruktion von Doppeldeckarmaturen muss beachtet werden, dass eine versehentlich erfolgende Verwechslung oder ein seitenverkehrter Einbau der Armatur-Baugruppen auszuschließen ist. Es darf beispielsweise nicht möglich sein, eine Saugarmatur-Baugruppe in eine Austrittsöffnung oder eine Austrittsarmatur-Baugruppe in eine Eintrittsöffnung einzubauen, und es darf nicht möglich sein, eine Armatur-Baugruppe mit der Oberseite nach unten einzubauen.

$$v = \frac{F}{f} c_m$$

where

- v is the average gas velocity, in metres per second;
- F is the effective piston area of the cylinder end or ends concerned, in square centimetres;
- f is the product of the actual lift, the valve opening periphery and number of inlet or discharge valves, in square centimetres;
- c_m is the average piston speed, in metres per second.

The valve lift used in the above equation shall be shown on the data sheets. If the lift area is not the smallest area in the flow path of the valve, it shall be so noted on the data sheet and the velocity shall be computed on the basis of the smallest area.

NOTE Velocities calculated from this formula should be treated only as a general indication of valve performance and should not be confused with effective velocities based on crank angle, degree of valve lift, unsteady flow and other factors. The velocity computed from the above formula is not necessarily a representative index for valve power loss or disc/plate impact.

6.6.2 Valve design

6.6.2.1 The valve design, including that for double-decked valves, shall be such that valve assemblies cannot be inadvertently interchanged or reversed. For example, it shall not be possible to fit a suction valve assembly into a discharge port, nor a discharge valve assembly into a suction port; nor shall it be possible to insert a valve assembly upside down.

6.6.2.2 Bei der Konstruktion von Armaturen und Zylindern muss beachtet werden, dass weder die trennende Schutzeinrichtung der Armatur noch die Verschraubungselemente der Baugruppe in den Zylinder fallen können, auch dann nicht, wenn die Verschraubungselemente der Armatur-Baugruppe brechen oder sich lösen.

6.6.2.3 Absperrkegel oder Keilplatten für Armaturen müssen für Installationen geeignet sein, bei denen beide Seiten eine Dichtwirkung haben.

6.6.2.4 Die Armaturen müssen für den Betrieb mit einem beliebigen festgelegten Gas geeignet sein.

6.7 Kolben, Kolbenstangen und Kolbenringe

6.7.1 Kolbenbefestigung

Kolben, die von der Kolbenstange zu demontieren sind, müssen an der Stange mit Hilfe von Absatz-und-Mutter oder mit mehreren Zugankern angebracht werden. Alle Muttern müssen formschlüssig gesichert werden. Die zur Anbringung der Kolbenstange am Kolben und am Kreuzkopf angewendeten Muttern müssen nach den Vorschriften des Herstellers angezogen werden. Die Kolbenstange muss am Kreuzkopf formschlüssig so angebracht werden, dass eine Rotation verhindert wird. Zum Anziehen der Kolbenstangenmutter werden vorzugsweise hydraulische oder thermische Verfahren angewendet.

6.7.2 Kolben in Hohlkörperausführung

Wenn (ein- oder mehrteilige) Hohlkolben angewendet werden, müssen sie selbstentlüftend sein.

6.7.3 Kolbenverschleißbänder

- Falls nicht metallische Verschleißbänder vom Hersteller gefordert oder vom Besteller festgelegt werden, dürfen sie über Ventilöffnungen oder zylindrische Flanschsenkungen höchstens um einen Wert hinausreichen, der dem halben Wert der axialen Breite des Verschleißbandes entspricht.

6.7.4 Härte der Kolbenstange

Für die Kolbenstangen ist im Bereich der Packung eine Mindestoberflächenhärte von HRC 50 erforderlich. Für Kolbenstangen unter Einwirkung von korrosivem Gas wird die Härte im Abschnitt 20 festgelegt.

6.6.2.2 The valve and cylinder designs shall be such that neither the valve guard nor the assembly bolting can fall into the cylinder, even if the valve assembly bolting breaks or unfastens.

6.6.2.3 Valve discs or plates shall be suitable for installation with either-side sealing.

6.6.2.4 Valves shall be suitable for operation with any specified gas.

6.7 Pistons, piston rods and piston rings

6.7.1 Piston attachment

Pistons that are removable from the rod shall be attached to the rod by a shoulder-and-nut design or by a multi-through-bolt design. All nuts shall be positively locked in place. Nuts attaching the piston rod to the piston and to the crosshead shall be tightened in accordance with the manufacturer's regulations. The rod shall be positively locked to the crosshead to prevent rotation. Hydraulic or thermal methods are preferred for tightening piston-rod nuts.

6.7.2 Hollow pistons

Hollow pistons (single or multi-piece), when used, shall be self-venting.

6.7.3 Piston wear bands

- Non-metallic wear bands, if required by the manufacturer or specified by the purchaser, shall not overrun the valve ports or counterbores by more than one-half the axial width of the wear band.

6.7.4 Piston rod hardness

A minimum surface hardness of HRC 50 is required on piston rods in the area that passes through the packing. For piston rods in corrosive gas service, see clause 20.

6.7.5 Gewinde der Kolbenstange

Auf Kolbenstangen müssen die Gewinde aufgewalzt werden.

6.7.6 Beschichtete Kolbenstangen

Für Werkstoff und Oberflächenbehandlung der Kolbenstangen muss der Lieferant Vorschläge unterbreiten, denen der Besteller seine Zustimmung erteilen muss. Die Aufbringung harter Schutzschichten zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit sollte besonders beachtet werden. Falls Schichten aufgebracht werden, müssen die Kolbenstangen durchgängig von der Packung bis zu den Bereichen beschichtet werden, in denen sich die Ölabstreifer bewegen. Der Beschichtungswerkstoff muss durchgängig und dicht aufgebracht werden, um eine Korrosion des Grundmetalls an der Grenzfläche zur Schicht zu verhindern. Aufschmelzverfahren, die so hohe Temperaturen erfordern, dass eine bleibende Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften des Grundmetalls auftritt, sind unzulässig.

Grundwerkstoffe und Schutzschichten für Kolbenstangen, die in korrosiven Umgebungen angewendet werden, müssen für den festgelegten Einsatz und die festgelegten Betriebsbedingungen geeignet sein.

Beschichtungsverfahren, bei denen mit hoher Geschwindigkeit und unter starkem thermischem Einfluss gearbeitet wird, sind für die Beschichtung von Kolbenstangen zulässig. Metallaufsprühverfahren, die eine Aufrauung der Oberfläche des Grundmetalls erfordern, werden wegen der möglicherweise zerstörend wirkenden Erhöhung von Oberflächenspannungen nicht empfohlen. Die Anwendung einer Zwischenschicht unter der Schutzschicht wird nicht empfohlen.

6.8 Kurbelgehäuse, Kurbelwellen, Pleuelstangen, Lager und Kreuzköpfe

6.8.1 Kurbelwellen

Kurbelwellen müssen aus dem vom Hersteller des Kompressors üblicherweise angewendeten Werkstoff nach der üblichen Konstruktion hergestellt und auf allen Arbeits- und Passflächen wärmebehandelt und spanend bearbeitet werden. Sie dürfen keine scharfen Kanten haben. Durch Bohren eingebrachte Löcher oder Querschnittsveränderungen müssen mit Radien abgerundet und poliert werden. Durchgänge für eine Zwangsschmierung in Kurbelwellen müssen durch Bohren eingebracht werden.

6.7.5 Piston rod threads

Piston rods shall be furnished with rolled threads.

6.7.6 Coated piston rods

The material and surface treatment of piston rods shall be proposed by the vendor for the purchaser's approval. Consideration should be given to the use of hard coatings to increase the wear resistance. If coatings are used, piston rods shall be continuously coated from the piston rod packing through the oil-wiper travel areas. The coating material shall be properly sealed to prevent corrosion of the base material at the interface of the coating. Fusion techniques that require temperatures high enough to permanently affect the mechanical characteristics of the base material are unacceptable.

Piston-rod base material and coatings for use in corrosive environments shall be suitable for the service and operating conditions specified.

High-velocity and high-impact thermal coating processes are acceptable for coating of piston rods. Metal-spray techniques requiring roughening of the surface of the base material are not recommended because of the potentially destructive stress raisers left in the surface. Use of sub-coating under the main coating is not recommended.

6.8 Crankcases, crankshafts, connecting rods, bearings and crossheads

6.8.1 Crankshafts

Crankshafts shall be of the compressor manufacturer's standard material and design and shall be heat-treated and machined on all working surfaces and fits. They shall be free of sharp corners. Drilled holes or changes in section shall be finished with radii and shall be polished. Forced-lubrication passages in crankshafts shall be drilled.

6.8.2 Lager

Die wichtigsten Lager müssen in Ausführungen mit auswechselbaren Lagerhülsen oder als Kegel- oder Kugellager vorliegen. Rollenlager müssen für eine Lebensdauer von 44 000 h oder mehr nach den Festlegungen in ISO 281 bei der Dauerdrehzahl des Kompressors und bei der maximal zulässigen, kombinierten, auf die Stange wirkenden Dauerlast ausgewählt werden. Zylinderrollenlager oder Kugellager sind unzulässig. Lager für den Pleuellager müssen auswechselbare Lagerhülsen haben.

6.8.3 Pleuellager

Pleuellager müssen aus dem vom Kompressor-Hersteller üblicherweise angewendeten Werkstoff hergestellt und mit einer abnehmbaren Schutzkappe versehen werden. Sie dürfen keine scharfen Kanten haben. Durchgänge für eine Zwangsschmierung müssen durch Bohren eingebracht werden.

6.8.4 Pleuellager

Pleuellager müssen vom Hersteller des Kompressors aus dem üblicherweise angewendeten Werkstoff nach den üblichen Konstruktionsverfahren hergestellt werden. Es müssen geeignete Öffnungen für den Ausbau des Pleuellagers vorgesehen werden.

6.8.5 Pleuellager

- Falls festgelegt, muss das Pleuellager zum Schutz gegen rasche Druckerhöhungen mit Einrichtungen zur Druckentlastung ausgestattet werden. Diese Einrichtungen müssen mit abwärts gerichteten Öffnungen (weg von der Bedienperson), mit einer Flammenrückschlagsicherung und zur Minimierung des Rückflusses mit einer Schnellschließvorrichtung ausgestattet werden.

Die Gesamteintrittsfläche dieser Einrichtungen sollte mindestens 70 mm^2 je Kubikdezimeter des freien Pleuellager Volumens betragen.

6.8.2 Bearings

Main bearings shall be replaceable sleeve type or of the tapered or spherical roller type. Roller bearing selection shall be based on an L10 rating equivalent to 44 000 h or greater as defined in ISO 281 at rated compressor speed and maximum allowable continuous combined rod load. Cylindrical roller or ball-type bearings are unacceptable. Crank pin bearings shall be replaceable sleeve type.

6.8.3 Connecting rods

Connecting rods shall be of the compressor manufacturer's standard material with removable cap. They shall be free of any sharp corners. Forced-lubrication passages shall be drilled.

6.8.4 Crossheads

Crossheads shall be of the compressor manufacturer's standard material and design. Adequate openings for removal of crosshead shall be provided.

6.8.5 Crankcases

- If specified, the crankcase shall be provided with relief devices to protect against rapid pressure rises. These devices shall incorporate downward-directed apertures (away from the operator's face), a flame-arresting mechanism, and a rapid-closure device to minimize reverse flow.

The total throat area of these devices should be not less than 70 mm^2 for each cubic decimetre of crankcase free volume.

6.9 Abstandshalter

6.9.1 Konstruktion

- **6.9.1.1** Die Abstandshalter müssen entsprechend den Festlegungen des Bestellers Typ 1, 2 oder 3 entsprechen. Typ 1 (kurz, unmittelbar angeschlossen, ohne Unterteilungen) wird angewendet, wenn die Gesamtbreite des Kompressors minimal zu halten ist. Typ 2 (mit einer Unterteilung) wird angewendet, wenn die physikalische Trennung der Druck- und der Ölabstreifpackung gewünscht wird. Typ 3 hat zwei Unterteilungen für unterschiedliche Reinigungsmöglichkeiten, wenn gefordert.
- **6.9.1.2** Falls festgelegt, müssen für Abstandshalter des Typs 2 oder 3 Ölschleuderringe vorgesehen werden, um eine Migration und eine Vermischung des Öls vom Kurbelgehäuse und von den Zylindern des Kompressors zu verhindern, wobei die jeweilige Unterteilung in der langen Ausführung vorliegt.

6.9.2 Öffnungen

Es müssen Öffnungen in einer Größe vorgesehen werden, die ausreicht, um die Instandhaltung der Stopfbuchspackung zu ermöglichen; die Öffnungen müssen mit Schraubdeckeln, einem Entwässerungsanschluss am Boden und einem Entlüftungsanschluss an der Oberseite ausgestattet werden. Festlegungen für Entwässerung und Entlüftung siehe 11.18.1.

6.9.3 Druckentlastungseinrichtungen

Der Lieferant muss bestätigen, dass der Entlüftungsanschluss oder die Druckentlastungseinrichtung ausreichend ist, um einen Überdruck auf den Abstandshalter bei einem Versagen der Stopfbuchspackung zu verhindern.

6.10 Stopfbuchs- und Druckpackungen

6.10.1 Art

Alle Ölabstreifer-, Zwischendichtungs- und Gaszylinderdruckpackungen müssen aus segmentierten korrosionsbeständigen Schraubenfederringen bestehen.

6.9 Distance pieces

6.9.1 Design

- **6.9.1.1** Distance pieces shall conform to Type 1, 2 or 3 as specified by the purchaser. Type 1 (short, close-coupled, without compartment) is used where it is desired to keep overall width of the compressor to a minimum. Type 2 (single compartment) is used when physical separation of the pressure and wiper packing is desired. Type 3 provides double compartments for varying degrees of purging when required.
- **6.9.1.2** If specified, slinger rings shall be provided to Type 2 or 3 distance pieces to prevent migration and mixing of oil between the crankcase and the compressor cylinders, in which case the respective compartment will be of the long type.

6.9.2 Openings

Openings of adequate size to permit servicing of the pressure packing case shall be provided and shall have bolted access covers, a bottom drain connection, and a top vent connection. See 11.17.1 for drain and vent specifications.

6.9.3 Pressure-relief devices

The vendor shall confirm that the vent connection or relief device is adequate to prevent overpressuring of the distance piece in the event of a packing case failure.

6.10 Packing cases and pressure packings

6.10.1 Type

All oil-wiper, intermediate-seal and gas-cylinder pressure packings shall be segmental rings with corrosion-resistant garter springs.

6.10.2 Bauausführung

Stopfbuchsflansche müssen mit dem Zylinderkopf oder mit dem Zylinder durch Anwendung von mindestens vier Schrauben verschraubt werden. Stopfbuchsen müssen für einen Druck ausgelegt werden, der mindestens dem MAWP des Zylinders entspricht. Die Stopfbuchs-Baugruppen müssen ein formschlüssiges Merkmal haben, das ihre exakte Ausrichtung ermöglicht, z. B. eine Manschetten-Zentriervorrichtung und/oder Passschrauben.

6.10.3 Einsätze

Für Einsätze unter Einwirkung von entflammenden, gefährlichen, giftigen oder feuchten Gasen muss die Druckstopfbuchspackung mit einer üblichen Entlüftung und Entwässerung unter der Kolbenstange ausgestattet werden, an die Rohre anschließen, die zur Außenseite des Abstandshalters führen. Festlegungen für Entwässerung und Entlüftung siehe 11.18.1 und für Anwendungen von korrosivem Gas siehe Abschnitt 20.

6.10.4 Ölabstreiferdichtung

Kreuzkopf-Stopfbuchsen müssen eine Ölabstreiferdichtung anwenden, um die Ölleckage aus dem Kurbelgehäuse wirkungsvoll zu verringern.

6.11 Schmiersystem für das Kompressorkurbelgehäuse

6.11.1 Schmierung des Kurbelgehäuses

Das Schmiersystem des Kurbelgehäuses muss druckbeaufschlagt werden und eine ausreichende Kapazität haben, um bei allen zur Erfüllung der festgelegten Betriebsbedingungen geforderten Geschwindigkeiten eine ausreichende Schmierung zu bieten. Sprühsysteme dürfen an horizontal angeordneten Kompressoren mit Rollenlagern angewendet werden, wenn die Nennleistung des Kompressorrahmens nicht mehr als 150 kW beträgt.

ANMERKUNG Hinweise zu Schmiermitteln werden in ISO 3448 angegeben.

6.11.2 Füllstandsanzeige

Der Ölbehälter muss mit einem Schauglas zur Anzeige des Füllstands ausgestattet werden. Die maximalen und minimalen Betriebsfüllstände müssen ständig angezeigt werden.

6.10.2 Construction

Packing case flanges shall be bolted to the cylinder head or to the cylinder with no less than four bolts. Packing cases shall be pressure-rated at least to the MAWP of the cylinder. Packing case assemblies shall have positive alignment features, such as cup-to-cup pilot fits and/ or sufficient body-fitted tie bolts.

6.10.3 Services

For flammable, hazardous, toxic or wet gas service, the pressure packing case shall be provided with a common vent and drain below the piston rod piped to the outside of the distance piece. See 11.17.1 for drain and vent specifications and clause 20 for corrosive gas applications.

6.10.4 Oil-wiper packing

Crosshead packing boxes shall employ an oil-wiper packing to effectively minimize oil leakage from the crankcase.

6.11 Compressor crankcase lubrication system

6.11.1 Crankcase lubrication

The crankcase lubrication system shall be pressurized and shall have sufficient capacity to provide adequate lubrication at all speeds required to meet the specified operating conditions. Splash systems may be used on horizontal compressors with rolling element bearings when the compressor's nominal frame rating is 150 kW or less.

NOTE Information on lubricants is provided in ISO 3448.

6.11.2 Level indication

The oil reservoir shall be equipped with an oil-level sight glass. The maximum and minimum operating levels shall be permanently indicated.

6.11.3 Schmierölpumpen

6.11.3.1 Die Hauptölpumpe muss entweder direkt oder über Getriebe oder über eine Kette durch eine Kurbelwelle angetrieben werden.

6.11.3.2 Für jede Einheit mit einer Nennleistung von mehr als 225 kW muss der Lieferant eine gesonderte Hilfsölpumpe mit unabhängigem Antrieb bereitstellen.

6.11.4 Filtration des Öls

Es müssen Hauptstromfilter mit austauschbaren Einzelteilen eingesetzt werden, die einen Filterdurchgang mit einem Wert von 10 µm (Nennwert) oder feiner haben. Für Weißmetalllager darf der Filterdurchgang einen Wert von 25 µm (Nennwert) oder feiner haben. Die Filter müssen den Kühlern nachgeschaltet werden. Die Filter dürfen nicht mit Überdruckventilen oder automatischen Umführungen ausgestattet werden. Für die Filterpatrone müssen korrosionsbeständige Werkstoffe angewendet werden. Filterelemente aus Metallmaschen oder Sintermetall sind nicht zulässig. Die Gestaltung der Filterpatronen-Baugruppe muss sicherstellen, dass durch eine Fehlausrichtung Filter/Patrone oder eine Fehlausrichtung zwischen verschiedenen Patronen, durch eine unzureichend gestaltete Deckeldichtung oder durch andere Dichtungsfehler keine interne Umführung auftreten kann. Außerdem muss der Einbeuldruck der Patrone mindestens 0,35 MPa (3,5 bar) betragen, und bei der Berechnungstemperatur und beim Berechnungsstrom darf der Differenzdruck am sauberen (unbenutzten) Filter 0,03 MPa (0,3 bar) nicht überschreiten.

6.11.5 Werkstoffe

Alle Teile im Kurbelgehäuse und alle Teile des Schmierölsystems müssen aus Werkstoffen bestehen, die für die Umgebung am Einsatzort geeignet sind. Für Einsätze, bei denen korrosives Gas einwirkt, sind die Anforderungen an die Werkstoffe zu beachten, die im Abschnitt 20 angegeben werden.

6.11.6 Ölstandsregelung

- Falls das Schmieröl dem Zylinder aus dem Kurbelgehäuse zugeführt wird, muss eine Überwachungseinrichtung für den Ölstand im Kompressor-kurbelgehäuse vorgesehen werden (siehe 6.12.2). Falls vom Besteller festgelegt, muss der Lieferant einen Lagerbehälter mit einem Füllstandsmessgerät und einem Überwachungsgerät für den Ölstand im Kurbelgehäuse des Kompressors bereitstellen.

6.11.3 Lubrication oil pumps

6.11.3.1 The main oil pump shall be crankshaft-driven either directly, or through gears or a chain.

6.11.3.2 For each unit having a nominal rating of more than 225 kW, the vendor shall provide a separate, independently driven auxiliary oil pump.

6.11.4 Oil filtration

Full-flow filters with replaceable elements shall be supplied with filtration of 10 µm (nominal) or finer. For babbitt bearings, filtration may be 25 µm (nominal) or finer. The filters shall be located downstream of the cooler. Filters shall not be equipped with a relief valve or automatic by-pass. Filter cartridge materials shall be corrosion-resistant. Metal-mesh or sintered-metal filter elements shall not be used. The design of the filter-cartridge assembly shall assure that internal by-passing cannot occur due to filter-to-cartridge or cartridge-to-cartridge misalignment, inadequate end cover sealing design, or other sealing deficiencies. Additionally, the cartridge collapse differential pressure shall be at least 0,35 MPa (3,5 bar) and the clean differential pressure shall not exceed 0,03 MPa (0,3 bar) at design temperature and flow.

6.11.5 Materials

All parts in the crankcase and lubricating oil system shall be of materials suitable for the site environment. For corrosive gas services, see clause 20 for material requirements.

6.11.6 Oil level control

- If cylinder lubrication oil is taken from the crankcase, then a compressor crankcase oil-level control device shall be furnished (see 6.12.2). If specified by the purchaser, the vendor shall furnish a storage tank with level gauge and compressor crankcase oil-level control device.

6.11.7 Schmierölerhitzer

- Falls vom Besteller festgelegt, muss der Lieferant einen Schmierölerhitzer liefern. Wenn ein interner Erhitzer angewendet wird, muss er auch bei niedrigstem Ölstand vollständig eintauchen, und seine Wärmestromdichte an der Oberfläche darf 2 W/cm^2 nicht überschreiten.

6.12 Schmierung des Kompressorzylinders

6.12.1 Zylinderschmierung

Zur Schmierung der Laufbohrung des Zylinderrings und der Kolbenstangenpackung müssen entweder Blockverteilungs-Schmiersysteme oder Schmiersysteme mit Punktzuführung geliefert werden. Die Druckumlauf-Schmiereinrichtung muss für veränderliche Schmierölströme und für eine wettersichere Bauausführung geeignet und der Schmierölbehälter mit einer Füllstandsanzeige ausgestattet sein. Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Schmiereinrichtungen im Kurbelgehäuse untergebracht und von der Kurbelwelle angetrieben werden. Blockverteilungs-Schmiersysteme müssen durch Einrichtungen komplettiert werden, die bei einem Ausfall des Schmierölstroms eine Abschaltung veranlassen, und sie müssen Berstscheiben, Rückschlagventile und Rohrleitungen aus unlegiertem Stahl oder aus austenitischem, nicht rostendem Stahl umfassen. Für Blockverteilungs-Schmiersysteme dürfen vom Besteller Filter für die Ölleitungen, Strömungsmessgeräte und Fehleranzeigergeräte festgelegt werden. Für Schmiersysteme mit Punktzuführung müssen ein Schauglas für jeden Zuführungspunkt, Rückschlagventile und Rohrleitungen aus unlegiertem Stahl oder aus austenitischem, nicht rostendem Stahl vorgesehen werden.

6.12.2 Ölversorgung

- Das Druckumlaufschmiersystem muss mit einem automatischen Ölwechsel komplettiert werden. Zur Ölversorgung sollte vorzugsweise Öl aus einem gesonderten Behälter und nicht gefiltertes Öl aus dem Kurbelgehäuse des Kompressors angewendet werden. Falls vom Besteller festgelegt, muss ein Speicherbehälter mit einem Füllstandsmessgerät geliefert werden.

6.11.7 Lubricating oil heater

- If specified by the purchaser, a lubricating oil heater shall be furnished by the vendor. When an internal heater is used, it shall be fully immersed even at minimum oil level and its surface heat flux shall not exceed 2 W/cm^2 .

6.12 Compressor cylinder lubrication

6.12.1 Cylinder lubrication

Either block-distribution lubrication systems or pump-to-point lubrication systems shall be furnished for lubrication of compressor cylinder ring travel bore and piston rod packing. The force-feed lubricator shall be suited for variable flow and of weather-proof construction and shall be equipped with a reservoir level indicator. Unless otherwise specified, lubricators shall be crankcase-mounted and crankshaft-driven. Block-distribution lubrication systems shall be complete with no-flow shutdown, rupture relief discs, check valves and carbon steel or austenitic stainless steel tubing. Line filters, flow meter and fault indicators may be specified by the purchaser for block-distribution lubrication systems. For pump-to-point lubrication systems, a sight indicator for each point, check valves and carbon steel or austenitic stainless steel tubing shall be furnished.

6.12.2 Oil supply

- The force-feed lubrication system shall be complete with automatic oil replacement. The oil supply should be from a separate reservoir in preference to filtered oil from the compressor crankcase. A storage tank with level gauge shall be furnished if specified by the purchaser.

6.13 Werkstoffe

6.13.1 Allgemeines

6.13.1.1 Konstruktionswerkstoffe für den Kompressor und seine Zusatzausrüstung müssen der für die festgelegten Betriebsbedingungen zutreffenden Norm des Kompressor-Herstellers entsprechen, sofern in den Datenblättern keine anderen Anforderungen angegeben werden.

6.13.1.2 Kompressorzylinder aus Stahl müssen mit Zylinderköpfen aus Stahl ausgestattet werden.

6.13.1.3 Sofern nicht anders festgelegt, müssen Werkstoffe für drucktragende Teile mit den für den MAWP in Tabelle 1 angegebenen Einschränkungen angewendet werden.

6.13 Materials

6.13.1 General

6.13.1.1 Materials of construction of the compressor and auxiliaries shall be the compressor manufacturer's standard for the specified operating conditions, unless otherwise required in the data sheets.

6.13.1.2 Steel compressor cylinders shall be equipped with steel heads.

6.13.1.3 Unless otherwise specified, materials for pressure-containing parts shall be used with the limitation of the MAWP indicated in Table 1.

Tabelle 1 — MAWP-Überdruckwerte für Zylinderwerkstoffe
Table 1 — Gauge MAWPs for cylinder materials

Werkstoff/ Material	MAWP MPa (bar)	
	Innendurchmesser des Zylinders/ Internal cylinder diameter	
	≤200 mm	>200 mm
Gusseisen mit Lamellengraphit/ Grey cast iron	11,0 (110)	7,0 (70)
Gusseisen mit Kugelgraphit/ Nodular iron	17,0 (170)	10,0 (100)
Gussstahl/ Cast steel	18,0 (180)	18,0 (180)
Fabrikmäßig hergestellter Stahl/ Fabricated steel	10,0 (100)	8,5 (85)
Schmiedestahl/ Forged steel	Keine Einschränkung/ No limitation	

6.13.1.4 Als Richtlinie für Werkstoff und Qualität aller Schweißungen an allen Teilen mit Ausnahme von Druckbehältern sollte ISO/TS 16528 angewendet werden. Die anwendbaren Normen müssen zwischen Besteller und Lieferant vereinbart werden. Druckbehälter: siehe Abschnitt 10.

6.13.1.4 ISO/TS 16528 should be used as a guideline for material and the quality of all welding of parts other than pressure vessels. The applicable standards shall be agreed between purchaser and vendor. For pressure vessels, see clause 10.

6.13.2 Gussteile und Schmiedeteile

6.13.2.1 Gussteile müssen frei von Fehlern, Luntern, Gasblasen, Rissen, Zunder, Gussblasen und ähnlich ungünstig wirkenden Fehlern sein. Die Oberflächen der Gussteile müssen durch Strahlen

6.13.2 Castings and forgings

6.13.2.1 Castings shall be sound and free of shrink holes, blow holes, cracks, scale, blisters or other similar injurious defects. Surfaces of castings shall be cleaned by sandblasting, shotblasting,

mit Sand oder Schrot, durch Beizen oder andere genormte Verfahren gereinigt werden. Beim Trennen von Gussteil und Form entstandene Gussgrate und Reste von Anschnitten und Steigern müssen abgemeißelt, abgefeilt oder bündig abgeschliffen werden.

6.13.2.2 Die Anwendung von Kernstützen in Druckgussteilen muss minimiert werden. Die Kernstützen müssen sauber und frei von Korrosion sein (eine Beschichtung ist zulässig) und eine Zusammensetzung haben, die mit dem Gussteil kompatibel ist.

6.13.2.3 Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, müssen Gussteile aus Gusseisen mit Lamellengraphit für drucktragende Teile nach ISO 185 hergestellt werden. Die Sorte muss vom Kompressor-Hersteller festgelegt werden.

6.13.2.4 Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, müssen Gussteile aus Gusseisen mit Kugelgraphit für drucktragende Teile nach EN 1563 oder nach ASTM A 536 hergestellt werden. Die Sorte muss vom Kompressor-Hersteller festgelegt werden.

ANMERKUNG Im Rahmen dieser Vorschrift sind ASTM A 395 und EN 1563 äquivalent.

6.13.2.5 Für Gussteile aus Stahl muss die Mindestqualität den Festlegungen der relevanten Teile der Normen EN 10213 und ASTM A 781 entsprechen. Die Sorte muss vom Kompressor-Hersteller festgelegt werden.

ANMERKUNG Im Rahmen dieser Vorschrift sind ASTM A 216, ASTM A 487, ASTM A 703 und EN 10213 äquivalent.

6.13.2.6 Schmiedeteile für drucktragende Teile müssen eine Mindestqualität haben, die den Festlegungen in ASTM A 781 entspricht. Die Sorte muss vom Kompressor-Hersteller festgelegt werden.

6.13.2.7 Sofern nicht ausdrücklich festgelegt oder aber für Einsätze unter Einwirkung korrosiver Medien, die im Abschnitt 20 behandelt werden, ist eine chemische Analyse der Gussproben nicht für jede Schmelze erforderlich.

6.13.3 Gussteilreparaturen

6.13.3.1 Generalreparaturen an drucktragenden Teilen und alle Reparaturen an beweglichen Teilen, die einer Lastumkehr ausgesetzt sind, sowie Reparaturen an Kurbelwellen dürfen nur durchgeführt werden, wenn der Besteller informiert wurde.

pickling or another standard method. All mould-parting fins and remains of gates and risers shall be chipped, filed or ground flush.

6.13.2.2 The use of chaplets in pressure castings shall be held to a minimum. The chaplets shall be clean and corrosion-free (plating permitted) and of a composition compatible with the casting.

6.13.2.3 Unless otherwise specified by the purchaser, grey iron castings shall be produced in accordance with ISO 185 for pressure-containing castings. Grade shall be specified by the compressor manufacturer.

6.13.2.4 Unless otherwise specified by the purchaser, nodular iron castings shall be produced in accordance with EN 1563 or ASTM A 536 for pressure-containing castings. Grade shall be specified by the compressor manufacturer.

NOTE For the purposes of this provision, ASTM A 395 is equivalent to EN 1563.

6.13.2.5 The minimum quality standard allowed for steel castings shall be the appropriate part of EN 10213 and ASTM A 781. Grade shall be specified by the compressor manufacturer.

NOTE For the purposes of this provision, ASTM A 216, ASTM A 487 and ASTM A 703 are equivalent to EN 10213.

6.13.2.6 Forgings for pressure-containing parts shall as a minimum meet quality in accordance with ASTM A 668. Grade shall be specified by the compressor manufacturer.

6.13.2.7 Chemical analysis of an as-cast sample from each ladle is not required, unless otherwise specified or for use in corrosive services as identified in clause 20.

6.13.3 Casting repair

6.13.3.1 Major repairs to pressure-containing parts and all repairs to moving parts subject to load reversals and crankshafts shall not be undertaken without notifying the purchaser. Pressure-containing castings shall not be repaired by peening,

Drucktragende Gussteile dürfen nicht durch Hämmern, Einbrennen oder Imprägnieren repariert werden. Drucktragende Guss- und Schmiedeteile dürfen außer nach den in 6.13.3.2 und 6.13.3.3 angegebenen Festlegungen nicht repariert werden.

6.13.3.2 Schweißbare Sorten von Stahlgussteilen und Schmiedeteilen dürfen durch Schweißen unter Anwendung geeigneter Schweißverfahren basierend auf den Anforderungen der anwendbaren anerkannten Normen repariert werden. Nach Schweiß-Generalreparaturen und vor dem hydrostatischen Test muss das gesamte Guss- oder Schmiedeteil einer Schweißnachbehandlung unterzogen werden, um eine Spannungsentlastung und kontinuierliche mechanische Eigenschaften sowohl für das Schweißmetall als auch für das Grundmetall sicherzustellen.

6.13.3.3 Gussteile aus Gusseisen mit Lamellen- oder Kugelgraphit dürfen durch Lochschweißen repariert werden. Für Lochschweißungsreparaturen müssen die Einschränkungen beachtet werden, die in EN 1561 oder in EN 1563 festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Im Rahmen dieser Vorschrift sind ASTM A 278 und EN 1561 sowie ASTM A 395 und EN 1563 äquivalent.

Gussteile aus Gusseisen mit Lamellen- oder Kugelgraphit dürfen nicht durch Reparaturschweißverfahren aufgearbeitet werden. In drucktragenden Wandabschnitten sowie in der Bohrung unterhalb der Einlegeschale dürfen jedoch, sofern zwischen Besteller und Hersteller nicht anders vereinbart, auch keine Lochschweißungen durchgeführt werden. Die für die Stopfen gebohrten Löcher müssen unter Anwendung eines flüssigen Eindringmittels sorgfältig untersucht werden um sicherzustellen, dass das gesamte fehlerhafte Material abgetragen wurde.

ANMERKUNG 2 Einige zulässige Reparaturverfahren werden im Anhang E beschrieben.

6.14 Kraftübertragung

6.14.1 Getriebe

Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, dürfen keine drehzahlerhöhenden oder -verringernenden Getriebe angewendet werden.

6.14.2 Kupplungen

Wellenausgleichskupplungen müssen in der Ausführung als ungeschmierte Scheibenkupplungen aus Stahl angewendet werden, außer, wenn nach Durchführung einer Torsionsanalyse der Einsatz

burning-in or impregnating. Pressure-containing castings and forgings shall not be repaired except as specified in 6.13.3.2 and 6.13.3.3.

6.13.3.2 Weldable grades of steel castings and forgings may be repaired by welding using qualified welding procedures based on the requirements of applicable recognized standards. After major weld repairs and prior to hydrotest, the complete casting or forging shall be given a post-weld heat treatment to ensure stress relief and continuity of mechanical properties of both weld and parent metals.

6.13.3.3 Cast grey iron or nodular iron may be repaired by plugging. Repairs by plugging shall be within the limits specified in EN 1561 or EN 1563.

NOTE 1 For the purposes of this provision, ASTM A 278 is equivalent to EN 1561, and ASTM A 395 is equivalent to EN 1563.

Cast grey iron or nodular iron shall not be repaired by welding. However, unless otherwise agreed by the purchaser and the manufacturer, plugs shall not be used in the gas pressure-containing wall sections, including the bore under the liner. The holes drilled for plugs shall be carefully examined, using liquid penetrant, to ensure that all defective material has been removed.

NOTE 2 Some acceptable repair techniques are described in annex E.

6.14 Power transmission

6.14.1 Gears

Speed-increasing or -reducing gears shall not be used, unless otherwise specified by the purchaser.

6.14.2 Couplings

Flexible shaft couplings shall be non-lubricated, steel disc type, except when torsional analysis requires a torsionally soft coupling or for low-speed applications. Couplings shall be selected for the

einer für Torsionsbeanspruchungen geeigneten weichen Kupplung gefordert wird oder für Anwendungen, bei denen niedrige Drehzahlen zu übertragen sind. Die Kupplungen müssen für die maximalen Dauer-Nennleistung der Antriebsmaschine zuzüglich des für Anwendungen von Kolbenkompressoren vom Kupplungshersteller üblicherweise angewendeten Überlastfaktors ausgewählt werden. Der Werkstoff muss für die in 5.6 festgelegten Bedingungen geeignet sein. Ausgleichkupplungen müssen ISO 10441 oder ISO 14691 entsprechen.

6.14.3 Riementriebe

Riementriebe für Kompressoren müssen ISO 1813 oder API Std 1B entsprechen.

6.14.4 Schaltkupplungen

Sofern vom Besteller nicht festgelegt, darf die Kupplungsabtriebsleistung nicht angewendet werden.

6.14.5 Trennende Schutzeinrichtungen

Alle beweglichen Teile, die für das Personal eine Gefahr darstellen können, müssen mit trennenden Schutzeinrichtungen ausgestattet werden. Die Schutzeinrichtungen müssen den jeweils festgelegten Sicherheitsvorschriften entsprechen. In den Schutzeinrichtungen für das Schwungrad müssen Öffnungen für ein Schaltwerk vorgesehen werden, die eine Sicht auf die Timing-Marken von Anzeigeeinrichtungen, auf die Radmitte (falls zutreffend) und auf alle anderen Teilen bieten, die eine Beaufsichtigung erfordern können.

Sofern nicht anders festgelegt, müssen die trennenden Schutzeinrichtungen vom Lieferanten geliefert werden. Sie müssen leicht abzubauen sein, aus einem korrosionsbeständigen und funkensicheren Werkstoff bestehen, mit durchgehenden Schweißnähten versehen werden und eine ausreichende Steifigkeit aufweisen, um Durchbiegungen und Scheuern als Folge eines Körperkontakts zu verhindern. Das gilt auch für Zusatz-Schutzeinrichtungen für Kupplungen.

Schutzeinrichtungen an Riementrieben müssen korrosionsbeständig und gut belüftet sein, um einen übermäßigen Wärmestau zu verhindern.

Wenn Aluminium als funkensicherer Werkstoff nicht akzeptiert wird, muss der Besteller eine entsprechende Festlegung treffen.

maximum continuous power rating of the prime mover plus the coupling manufacturer's standard service factor for reciprocating compressor applications. The material shall be suitable for the ambient conditions specified in 5.6. Flexible couplings shall comply with ISO 10441 or ISO 14691.

6.14.3 V-belt drives

V-belt drives for compressor applications shall be in accordance with ISO 1813 or API Std 1B.

6.14.4 Clutches

A clutch power take-off shall not be used unless specified by the purchaser.

6.14.5 Guards

Guards shall be provided for all moving parts which might be hazardous to personnel. Guards shall comply with specified applicable safety codes. Openings shall be provided in flywheel guards for barring-over the machine and provide for access to indicator timing marks, wheel centre (if available) and to any other parts which may require attention.

Unless otherwise specified, guards shall be supplied by the vendor. They shall be easily removable, corrosion-resistant, of non-sparking construction, with continuous welding and sufficiently rigid to withstand deflection and prevent rubbing as a result of body contact. This also applies to auxiliary coupling guards.

Guards over belt drives shall be corrosion-resistant and properly ventilated to prevent excessive heat build-up.

Where aluminium is not considered an acceptable non-sparking material, it shall be so specified by the purchaser.

7 Steuerung der Förderleistung

7.1 Allgemeines

- Die Förderleistung des Kompressors darf durch den Saugdruck, den Austrittsdruck, den Durchsatz oder durch eine Kombination dieser Parameter überwacht werden. Die erforderliche Veränderung der Förderleistung muss vom Besteller festgelegt werden. Das Steuersystem kann mechanisch, pneumatisch, hydraulisch, elektrisch oder durch eine Kombination der aufgeführten Möglichkeiten betätigt werden. Der Besteller muss die zur Überwachung anzuwendenden Parameter festlegen. Falls das Steuersignal von einer Quelle erzeugt wird, die vom Besteller bereitgestellt wird, muss der Besteller dem Lieferanten Angaben zu Quelle, Empfindlichkeit und Bereich des Steuersignals liefern.

7.2 Verfahren zur Steuerung der Förderleistung

- Eine Steuerung der Förderleistung kann durch Veränderung der Geschwindigkeit, Veränderung des Verdichtungsraumes (des Totraums), durch eine Umführung, einfach oder doppelt wirkende Kompressorzylinder, Entlastungseinrichtungen für die Armaturen oder eine Kombination dieser Möglichkeiten erreicht werden. Der Steuervorgang muss entweder automatisch mit manueller Eingriffsmöglichkeit oder manuell entsprechend den in den Datenblättern vom Besteller angegebenen Festlegungen ablaufen. Einige Steuerungsverfahren können eine Abschaltung der Einheit und eine Druckentlastung erfordern, um die Änderung zu bewirken. Der Besteller muss festlegen, ob eine Abschaltung der Einheit akzeptabel ist. Falls diese Steuerungsverfahren nicht nur vom Kompressor-Hersteller durchzuführen sind, ist für ihre Anwendung die Zustimmung des Kompressor-Herstellers erforderlich.

7.3 Veränderung der Geschwindigkeit

- Falls vom Besteller festgelegt, kann die Steuerung der Förderleistung durch Veränderung der Drehzahl der Antriebsmaschine erreicht werden.

7.4 Veränderung des Verdichtungsraumes (des Totraums)

7.4.1 Verfahren

Eine Veränderung des Totraums kann durch eines der in 7.4.2 bis einschließlich 7.4.6 beschriebenen Verfahren erreicht werden. Die Verfahren dürfen

7 Capacity control

7.1 General

- The compressor capacity may be controlled on the basis of the suction pressure, discharge pressure, flow rate, or some combination of these parameters. The required capacity variation shall be specified by the purchaser. The control system may be mechanical, pneumatic, hydraulic, electric or any combination thereof. The purchaser shall specify the parameter to be used for control. If the control signal is from a source furnished by the purchaser, then the purchaser shall specify the source, sensitivity and range of the control signal to be utilized by the vendor.

7.2 Method of capacity control

- Capacity control can be obtained by speed variation, clearance variation, bypass, single-acting or double-acting compressor cylinders, valve unloaders, or any combination thereof. Control operation shall be either automatic with manual over-ride or manual as specified by the purchaser on the data sheets. Some of these methods may require unit shutdown and depressurizing to effect a change. The purchaser shall specify if such unit shutdowns are acceptable. If any of these methods are implemented by other than the compressor manufacturer, then they shall be approved by the compressor manufacturer.

7.3 Speed variation

- If specified by the purchaser, capacity control can be achieved by prime-mover speed variation.

7.4 Clearance variation

7.4.1 Methods

Clearance variation may be achieved by one of the methods described in 7.4.2 through 7.4.6. These methods may be used alone or in combination. In

einzelnen oder kombiniert angewendet werden. In allen Fällen, in denen an einem Ende des Kompressorzylinders ein zusätzlicher toter Raum geschaffen wird, darf der volumetrische Wirkungsgrad nicht auf unter 15 % verringert werden.

ANMERKUNG Bei einem volumetrischen Wirkungsgrad unter 15 % können ein übermäßig hoher Temperaturanstieg, Flatterschwingungen an der Keilplatte der Armatur, Bruch der Keilplatte der Armatur und Beschädigungen des Kompressorzylinders hervorgerufen werden.

7.4.2 Totraumveränderung durch Anwendung von Drucktaschen (Aussparungen)

- Vom Besteller dürfen Totraum-Taschen festgelegt werden, die entweder einen festen Raum (der Rauminhalt der Taschen ist konstant, und die Taschen sind entweder offen oder geschlossen) oder einen veränderlichen Raum bieten (das Raum ist über einen Bereich zu verändern, der von einer vollständig offenen bis zu einer vollständig geschlossenen Tasche reicht). Für Taschen mit variablem Totraum muss eine Entlüftungsleitung ohne Durchflussbegrenzung vorgesehen werden, um eine Entlüftung der Rückseite des Kolbens mit der veränderlichen Tasche zur Saugöffnung des Kompressorzylinders, zur Saugrohrleitung oder zum Lüftungssystem zu ermöglichen.

7.4.3 Armatur-Abstandshalter

- Armatur-Abstandshalter (Baugruppen mit großem Totraum oder Schieberrahmen geteilter Ventile), die angewendet werden, um die Armatur auf einen bestimmten Abstand über der Öffnung des Zylinderventils anzuheben, dürfen, falls vom Besteller festgelegt, vom Kompressor-Hersteller zur Erfüllung bestimmter Betriebsbedingungen eingesetzt werden.

7.4.4 Totraumveränderung durch Anwendung von Druckflaschen

- Falls festgelegt, dürfen Druckflaschen zur Steuerung der Förderleistung an den Kompressorzylinder angeschlossen werden. Sie müssen für den maximal zulässigen Betriebsdruck des Kompressorzylinders ausgelegt werden und der jeweils festgelegten Druckbehältervorschrift entsprechen.

7.4.5 Zylinderkopf-Abstandshalter

Der/Die Abstandshalter darf/dürfen zwischen dem Gehäuse des Kompressorzylinders und dem Zylinderkopf so angeordnet werden, dass ein zusätzlicher toter Raum entsteht.

all cases where clearance volume is added to a compressor cylinder end, the volumetric efficiency shall not be reduced to less than 15 %.

NOTE Volumetric efficiencies less than 15 % can cause excessive temperature rise, valve plate flutter, valve plate breakage and possible physical damage to the compressor cylinder.

7.4.2 Clearance pockets

- Clearance pockets may be specified by the purchaser and be either of the fixed type (pocket clearance is fixed and the pocket is either open or closed) or the variable type (pocket clearance is variable over the range from fully open to closed). Variable-volume clearance pockets shall have a non-restricted vent line provided to vent the back side of the variable pocket piston to the suction port of the compressor cylinder, to the suction piping or to the vent system.

7.4.3 Valve spacers

- Valve spacers (high-clearance assemblies or split-valve yokes) used to raise the valve a predetermined distance above the cylinder valve port may, if specified by the purchaser, be provided by the compressor manufacturer to meet an operating condition.

7.4.4 Clearance bottles

- If specified, clearance bottles for capacity control may be added to the compressor cylinder. They shall be designed for the maximum allowable working pressure of the compressor cylinder and according to the specified applicable pressure vessel code.

7.4.5 Cylinder head spacer(s)

Spacer(s) may be placed between the compressor cylinder body and cylinder head to add clearance volume.

7.4.6 Totraumveränderung durch Anwendung von Stopfen

Für den Zylinderkopf des Kompressors dürfen Stopfen vorgesehen werden.

ANMERKUNG Die Stopfen haben üblicherweise zwei Stufen zur Totraumabstufung. Wenn der Stopfen in den Zylinderkopf oder in die Zylinderbohrung eingebracht wird, ergibt sich ein Minimum für den Totraum. Wenn der Stopfen außerhalb des Zylinderkopfes oder der Zylinderbohrung angeordnet ist, ergibt sich ein Maximum für den Totraum. Eine Totraumabstufung zwischen Minimum und Maximum kann durch Anwendung unterschiedlich langer Stopfen erreicht werden.

7.5 Umführungssysteme

7.5.1 Allgemeines

In Umführungssystemen können heiße oder kalte Gase angewendet werden; die Systeme können manuell oder automatisch betätigt werden. Vor dem Anfahren müssen die Umführungssysteme gespült werden. Zum Schutz der Einrichtung muss ein Überdruckventil installiert werden, das für einen Druck ausgelegt wird, der eine Druckstufe niedriger ist als der Druck des Umführungsgases.

7.5.2 Umführung beim Anfahren

- Falls vom Besteller festgelegt, muss beim Anfahren eine manuell betätigte Heißgasumführung (vom Austritt der Endstufe zur Eintrittsseite des Kompressors ohne Kühlung des Gases) vorgesehen werden. Eine Heißgasumführung darf nicht zur Steuerung der Förderleistung angewendet werden.

7.5.3 Umführung zur Steuerung der Förderleistung

- Falls vom Besteller festgelegt, muss zur Steuerung der Förderleistung ein manuelles oder automatisches Kaltgasumführungssystem (von hinter dem Nachkühler oder dem Austrittsabscheider, falls vorhanden, zurück zum Eintrittsabscheider) vorgesehen werden.

Eine Kaltgasumführung darf sowohl zum Anfahren als auch zur Steuerung der Förderleistung angewendet werden.

7.6 Ausbau oder Entlastung einer Armatur

7.6.1 Armaturausbau

Der Ausbau aller Saugarmaturen von der Kopfseite eines doppelt wirkenden Kompressorzylinders ist

7.4.6 Clearance plugs

The compressor cylinder head may be furnished with clearance plugs.

NOTE Clearance plugs usually have two clearance steps. When the plug is inserted into the head or cylinder bore, the clearance is minimum. When the plug is placed outside the head or cylinder bore, the clearance is maximum. Clearance steps between minimum and maximum can be achieved by different length plugs.

7.5 Bypass systems

7.5.1 General

Bypass systems can utilize either hot or cold gas and be either manual or automatic. Bypass systems shall be equipped for purging before start-up. A pressure-relief valve shall be installed to protect equipment which has a pressure rating lower than the pressure of the bypass gas.

7.5.2 Start-up bypass

- If specified by the purchaser, a manually operated hot-gas bypass (from the discharge of the final stage to the inlet side of the compressor with no cooling of the gas) shall be provided for start-up purposes. A hot-gas bypass shall not be used for capacity control.

7.5.3 Capacity control bypass

- When specified by the purchaser, a manual or automatic cold-gas bypass system (from downstream of the aftercooler or discharge separator, if furnished, back to the inlet separator) shall be furnished for capacity control.

A cold-gas bypass may be used for both start-up and capacity control purposes.

7.6 Valve removal or unloading

7.6.1 Valve removal

Removal of all the suction valves from the head-end side of a double-acting compressor cylinder is

zulässig, um diese Seite des Zylinders vollständig zu entlasten. Saug- oder Austrittsarmaturen am Kurbelende des Kompressorzylinders dürfen nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Kompressor-Herstellers ausgebaut werden.

7.6.2 Entlastungseinrichtungen für die Armatur

Die Steuerung der Förderleistung des Kompressorzylinders kann mit Druckablassarmaturen oder Entlastungsstopfen erreicht werden. Druckablassarmaturen müssen, wenn sie angewendet werden, an allen Saugarmaturen der jeweiligen Zylinderseite installiert werden.

Werden Stopfen zur Entlastung angewendet, wird die Anzahl der Entlastungseinrichtungen durch die Fläche je Stopfenöffnung bestimmt, die insgesamt gleich oder größer sein muss als die Hälfte der gesamten freien Hubfläche (oder der Mindest-Durchflussfläche) aller Saugarmaturen an dieser Seite.

Falls Druckablassarmaturen nur beim Anfahren und nicht zur Steuerung der Förderleistung angewendet werden, darf der Kompressor-Hersteller einer Verringerung der Anzahl dieser Armaturen zustimmen. Beim Anfahren mit Entlastungsstopfen wird nur ein Stopfen an jeder Zylinderseite benötigt.

7.6.3 Automatische Entlastung einer Armatur

- Falls festgelegt, muss der Lieferant ein System vorsehen, das eine exakte Abfolge von mehreren Entlastungsoperationen anwendet. Anderenfalls muss vom Lieferanten eine Definition der annehmbaren Betriebskonfigurationen und Abfolgen vorgelegt werden. Pneumatisch betätigte Entlastungseinrichtungen ohne manuelle Eingriffsmöglichkeiten müssen vom Lieferanten so verrohrt werden, dass eine unbeabsichtigte Fehlabbfolge ausgeschlossen wird.

7.6.4 Entlastungsoperator

- Pneumatisch betätigte Entlastungseinrichtungen müssen für den Betrieb mit allen festgelegten Gasen geeignet sein. Falls luftbetätigt, müssen sie so ausgelegt werden, dass die für die Entlastung verwendete Luft sich nicht mit dem zu verdichtenden Gas mischen kann, auch dann nicht, wenn ein Boden oder ein anderes Teil versagt.

7.7 Einschränkungen für den Saugdruck

- Falls vom Besteller festgelegt, muss eine Armatur zur Verringerung des Saugdrucks angewendet werden, um den Saugdruck auf einen Sollwert zu begrenzen, so dass die Belastung der Einheit ebenfalls begrenzt wird.

permitted to completely unload that end of the cylinder. Suction or discharge valves shall not be removed from the crank-end side of a compressor cylinder without specific approval of the compressor manufacturer.

7.6.2 Valve unloaders

Compressor cylinder capacity control can be accomplished with valve depressors or plug-type unloaders. Valve depressors, when used, shall be installed on all suction valves of the cylinder end involved.

If plug-type unloaders are used, the number of unloaders is determined by the area per plug opening, the total of which shall be equal to or greater than one-half of the total free lift area (or at least flow area) of all suction valves on that end.

If valve depressors are used only for start-up, and never for capacity control, the compressor manufacturer may approve a reduced number of unloaders. For start-up with plug unloaders, only one per cylinder end is needed.

7.6.3 Automatic valve unloading

- If specified, the vendor shall provide a system of properly sequenced unloader operation. Otherwise, a definition of acceptable operating configurations and sequences shall be supplied by the vendor. Pneumatically operated unloaders with no manual overrides shall be piped by the vendor in such a manner that inadvertent non-sequenced operation shall not occur.

7.6.4 Unloader operator

- Pneumatically operated unloaders shall be suitable for operation with any specified gas. If air-operated, they shall be designed so that the air used for unloading cannot mix with the gas being compressed, even in the event of failure of the diaphragm or another part.

7.7 Suction pressure limitation

- If specified by the purchaser, a suction pressure-reducing valve shall be used to limit the suction pressure to a set value in order to limit the load on the unit.

8 Antriebsmaschine

8.1 Allgemeines

- Die Art der Antriebsmaschine (Gasmaschine oder Elektromotor) muss vom Besteller festgelegt werden.

8.2 Vergaser-Gasmotor

8.2.1 Nennleistung des Motors

Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, muss der Gasmotor für die Nennleistung des Kompressors und die Transmissionsverluste und für die Motorzubehörteile an der jeweiligen Lokation so ausgelegt werden, dass die vom Motor-Hersteller für Einsätze unter Dauerbetrieb angegebenen Kriterien für die Nennbelastbarkeit eingehalten werden. Der vom Hersteller angegebene Einsatz unter Dauerbetrieb des Motors wird durch die Last und die Drehzahl definiert, die ohne Unterbrechung angewendet werden können, nachdem die Standortbedingungen bezüglich der Höhe über Normalnull, der Temperatur und der Zusammensetzung des Brenngases entsprechend der Aufzählung in den Datenblättern berücksichtigt wurden.

ANMERKUNG Es wurde gezeigt, dass ein Grenzwert von 10 % zur Nennleistung des Motors zu einer Verbesserung der Zuverlässigkeit beim Betrieb führt.

8.2.2 Betriebsdrehzahl

Der Lieferant darf für den Motor keine Betriebsdrehzahlen anwenden, die den vom Hersteller des Motors für Dauerbetrieb empfohlenen Drehzahlbereich über- oder unterschreiten.

8.2.3 Startsysteme

8.2.3.1 Allgemeines

Elektrische, Luft- oder Gas-Startsysteme für den Motorantrieb sollten vom Besteller festgelegt werden.

ANMERKUNG Motor-Abschaltmöglichkeiten werden im Abschnitt 14 behandelt.

8.2.3.2 Luft- oder Gas-Startsysteme

Sofern nicht anders festgelegt, müssen Luft- oder Gas-Startsysteme durch die nachfolgend aufgeführten Einrichtungen komplettiert werden:

- a) eine manuelle Absperrarmatur zur Abtrennung des nachfolgenden Systems;

8 Prime mover

8.1 General

- The type of prime mover (gas engine or electric motor) shall be specified by the purchaser.

8.2 Spark-ignited gas engines

8.2.1 Engine rated power

Unless otherwise specified by the purchaser, the gas engine shall be sized for the compressor rated power plus transmission losses and plus engine accessories for the specific location, without exceeding the engine manufacturer's standard published rating criteria for continuous duty service. The engine manufacturer's continuous duty service is defined as the load and speed which can be applied without interruption after taking into consideration site conditions of altitude, temperature and fuel gas composition as listed on the data sheets.

NOTE A margin of 10 % on the engine rated power has been demonstrated to result in better operating reliability.

8.2.2 Operating speed

The vendor shall not apply an engine at an operating speed either greater or less than the engine manufacturer's recommended continuous duty speed range.

8.2.3 Starting systems

8.2.3.1 General

Electric, air or gas starting systems for the engine driver should be specified by the purchaser.

NOTE Engine shutdowns are addressed in clause 14.

8.2.3.2 Air or gas starting systems

Unless otherwise specified, air or gas starting systems shall include the items listed below:

- a) manual block valve to isolate the following system;

- b) falls gefordert, muss ein Regler vorgesehen werden, der den vorschriftsmäßigen Starterdruck ermöglicht. Der Besteller muss die Quelle sowie den kleinsten/größten Druck der für das Startsystem benötigten Luft oder des benötigten Gases festlegen;
 - c) ein Sicherheitsventil (Auslegung, Einstellkriterien und Lüftung siehe 11.19),
 - d) eine federbelastete Schnellöffnungsarmatur (Feder zum Schließen);
 - e) ein Luft- oder Gas-Startsystem mit Schmiereinrichtung und Filtersieb;
 - f) die Starter-Lüftungsrohre (mit mindestens dem gleichen Durchmesser wie der Starter-Abfuhrsstutzen) müssen bis zum Rand des Skids verrohrt werden, sofern vom Besteller nicht anders festgelegt. Die sichere Disposition des Starter-Lüftungsgases, für die der Besteller verantwortlich ist, muss bei der Installation berücksichtigt werden.
- b) if required, a regulator to provide proper starter pressure. The purchaser shall specify source and minimum/maximum pressure of air or gas available for the starting system;
 - c) safety relief valve (see 11.18 for sizing, setting criteria and venting);
 - d) spring-loaded (spring to close) quick-opening valve;
 - e) air or gas starter with lubricator and strainer;
 - f) The starter vent piping (sized for at least the same diameter as the starter exhaust connection) shall be piped to skid edge unless otherwise specified by the purchaser. The safe disposition of the starter vent gas shall be considered in the installation and is the responsibility of the purchaser.

8.2.3.3 Elektrische Startsysteme

Elektrische Startsysteme müssen, wenn vorgesehen, für die elektrische Bereichsklassifikation (5.5) geeignet sein und folgende Einrichtungen umfassen:

- a) einen elektrischen Start-Motor mit Startüberwachung;
- b) falls festgelegt, einen Batteriesatz mit ausreichender Kapazität, um den Motor bei der niedrigsten festgelegten Umgebungstemperatur zu starten;
- c) falls festgelegt, einen Ladestromerzeuger mit einer zum Laden des gelieferten Batteriesatzes ausreichenden Kapazität.

8.2.4 Luftansaugsystem

8.2.4.1 Luft darf nicht aus umschlossenen Gebäuden entnommen werden.

8.2.4.2 Sofern nicht anders festgelegt, müssen trockene Luftansaugfilter in der vom Motor-Hersteller üblicherweise angewendeten Ausführung vorgesehen werden, die für den Betrieb im Freien geeignet sind. Falls vom Besteller andere Filter festgelegt werden, muss ihre Bauweise die folgenden Mindestkriterien erfüllen:

8.2.3.3 Electric starting systems

Electric starting systems, when provided, shall be suitable for the electrical area classification (5.5) and shall include the following items:

- a) electric starting motor with starting control;
- b) if specified, a battery set with sufficient capacity to start the engine at the lowest specified ambient temperature;
- c) if specified, a charging alternator of sufficient capacity to charge the battery set furnished.

8.2.4 Air intake system

8.2.4.1 Air shall not be taken from inside enclosed buildings.

8.2.4.2 Unless otherwise specified, the engine manufacturer's standard dry-type air intake filter, suitable for outdoor service, shall be provided. If alternative filters are specified by the purchaser, their design shall conform to the following minimum criteria.

- a) Der in Mikrometer angegebene Nennwert für die Teilchengröße des Filterdurchgangs muss dem vom Motor-Hersteller empfohlenen Wert entsprechen.
- b) Die Umgebungsbedingungen am Standort (Flugsand, Eis, Schnee usw.) müssen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Für Anwendungen bei niedriger Temperatur kann es notwendig werden, die Ansaugluft zu erhitzen (z. B. mit Abgaswärme), um Reifbildung am Filter zu vermeiden.

- c) Das Filter muss so ausgerichtet werden, dass eine Instandhaltung während des Betriebs möglich ist.

8.2.4.3 Außer den oben genannten Punkten müssen für Luftfilter, die außerhalb des Motors angebracht werden, folgende Merkmale betrachtet werden:

- a) Rohrleitungen und Rohrleitungsabstützungen müssen vom Besteller geliefert werden, sofern nicht anders vereinbart;
- b) Ansaugrohre zum Motor müssen mit einem Korrosionsschutz der Innenflächen ausgestattet werden;
- c) Luftfilter müssen so angeordnet werden, dass eine Verstopfung der Filter durch Schleifstaub oder Schnee ausgeschlossen wird.

8.2.4.4 Um das Eindringen ungefilterter Luft zu verhindern, muss das Leitungsnetz einschließlich der Verbindungsleitungen zwischen Luftreinigungseinrichtungen und Manifold luftdicht sein.

8.2.4.5 Hindernisse in den Ansaugöffnungen, scharfkantige oder zahlreiche Bogen sowie Rohrleitungen in Untergröße müssen vermieden werden. Der maximale Druckabfall darf nicht größer sein als der vom Motor-Hersteller empfohlene Druckabfall.

- **8.2.4.6** Falls vom Besteller festgelegt, muss für den Druckabfall eine Anzeigeeinrichtung vorgesehen werden.

8.2.5 Abführungssystem

8.2.5.1 Das Abführungssystem muss unter Einbeziehung aller Verbindungsrohre vorschriftsmäßig verankert und abgestützt werden; es muss dafür gesorgt werden, dass die erwartete Ausdehnung der Rohre in Richtung weg vom Motor erfolgen kann. Falls ein Dehnungsausgleicher gefordert wird, muss er aus nicht rostendem Stahl bestehen.

- a) The micrometre particle rating shall be that recommended by the engine manufacturer.

- b) Site environmental conditions (blowing sand, ice, snow, etc.) shall be taken into consideration.

NOTE For low temperature applications, the inlet air may need to be heated (with exhaust heat for example) to avoid frost build-up on the filter.

- c) The filter shall be oriented to allow in-service maintenance.

8.2.4.3 In addition to the above, the following features shall be considered for air filters that are mounted remote from the engine.

- a) Piping and supports shall be furnished by the purchaser, unless otherwise specified.
- b) Inlet piping to the engine shall have internal-surface corrosion protection.
- c) Air filters shall be placed so that ground dust or snow will not clog the filter.

8.2.4.4 All ducting, including air cleaner-to-manifold connections, shall be air-tight to avoid the intake of unfiltered air.

8.2.4.5 Restricted inlets, sharp or numerous bends, and undersized piping shall be avoided. Maximum pressure drop shall not exceed engine manufacturer's recommendation.

- **8.2.4.6** A pressure drop indicator shall be provided if specified by the purchaser.

8.2.5 Exhaust system

8.2.5.1 The exhaust system shall be properly anchored and supported, include all interconnecting piping, and direct the expansion of the piping involved away from the engine. If an expansion joint is required, it shall be stainless steel.

ANMERKUNG Wellrohrdehnungsausgleicher werden gegenüber Dehnungsausgleichern mit Flansch bevorzugt.

8.2.5.2 Der Schalldämpfer muss mit einem hochtemperaturbeständigen Aluminiumanstrich oder einem entsprechenden Schutzanstrich versehen werden.

8.2.5.3 Die Abgasrohre dürfen nicht die vom Motor-Hersteller angegebenen Grenzwerte für den Gegendruck überschreiten.

8.2.5.4 Durch geeignete Maßnahmen muss das Eindringen von Regenwasser in das System verhindert und eine Entfernung von Wasser oder Kondensationsprodukten aus den Abgasen erreicht werden.

8.2.5.5 Sofern nicht anders festgelegt, muss ein in der Industrie üblicherweise angewendeter Schalldämpfer vorgesehen werden. Falls vom Besteller ein anderer Schalldämpfer für das Abführungssystem festgelegt wird, muss seine Bauweise die Mindestkriterien erfüllen, die in den Datenblättern festgelegt werden, z. B. hinsichtlich

- der Schalldämpfung;
- des Personenschutzes;
- der Möglichkeit zur Funkenableitung.

8.2.5.6 Eine Dämmung und/oder eine trennende Abschirmung der heißen Metalloberflächen darf nicht vorgesehen werden, sofern vom Besteller nicht anders festgelegt. Es muss jedoch ausreichender Freiraum vorgesehen werden, so dass eine Dämmung und/oder eine trennende Abschirmung später anzubringen ist/sind.

8.2.6 Zündsystem des Motors

Das Motorzündsystem muss für die vom Besteller festgelegte elektrische Bereichsklassifikation geeignet sein. Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, muss der Motor mit einem kompletten Zündsystem in der beim Hersteller üblichen Ausführung ausgestattet werden.

- Für eine Installation im Freien, oder falls vom Besteller festgelegt, müssen alle Einzelteile in wetterbeständiger Ausführung oder mit Wetterhauben ausgestattet werden, um zu verhindern, dass Regen unmittelbar auf Systembauteile fällt oder sich in ihnen ansammelt.

NOTE Bellow-type expansion joints are preferred to flanged ones.

8.2.5.2 The muffler/silencer shall be painted with high-temperature-resistant aluminium paint or equivalent protection.

8.2.5.3 Exhaust piping shall be designed such that the back-pressure limitations of the engine are not exceeded.

8.2.5.4 Provision shall be made to prevent rain-water from entering the system and to eliminate water from exhaust gases or condensation.

8.2.5.5 Unless otherwise specified, an industrial-type exhaust silencer shall be provided. If an alternative exhaust silencer is specified by the purchaser, its design shall conform to the minimum criteria as specified on the data sheets, such as

- sound attenuation,
- personnel protection,
- spark-arresting capability.

8.2.5.6 Insulation and/or guarding of hot metal surfaces shall not be provided, unless otherwise specified by the purchaser. However, adequate clearance shall be provided for insulation and/or guarding by others.

8.2.6 Engine ignition system

The engine ignition system shall be suitable for the electrical area classification specified by the purchaser. The engine shall be equipped with a complete ignition system of the manufacturer's standard design, unless otherwise specified by the purchaser.

- For outdoor installation or if specified by the purchaser, all components shall be of weather-protected design or fitted with weather covers to prevent rain from directly contacting or accumulating in system components.

8.2.7 Motoremissionen

● 8.2.7.1 Allgemeines

- Der Besteller ist für die Einhaltung aller geltenden Abgas-Emissions-Verordnungen verantwortlich. Um den Besteller bei der Auswahl der Einrichtung sowie bei der Vorlage der exakten Emissionsdaten bei der zuständigen Behörde zu unterstützen, muss der Lieferant entweder die vom Motor-Hersteller angegebenen Leistungsdaten oder, falls vom Besteller festgelegt, die tatsächlich vorhandenen, bei einem Abgastest ermittelten Daten bereitstellen. Der Besteller muss die Werte für die Zusammensetzung des Brenngases, die bekannten Emissionsgrenzwerte und ihre Einheiten für die Eintragung in die Datenblätter angeben, wenn Emissionsdaten gefordert werden.

8.2.7.2 Emissionsdaten

- Falls vom Besteller festgelegt, müssen vom Lieferanten Emissionsdaten für die folgenden Verbindungen bei den festgelegten Lastbedingungen des Motors angegeben werden:

- Stickoxide;
- Kohlenmonoxid;
- methanfreie Kohlenwasserstoffe;
- Schwefeldioxid.

Die Menge, in der diese Verbindungen vorliegen, wird auf folgender Basis ermittelt:

- a) Der Motor muss entsprechend der Festlegung des Bestellers entweder bis zu seiner in den Datenblättern angegebenen Nennleistung belastet werden oder bis zu der vom Motor-Hersteller auf dem Typenschild angegebenen Nennbelastbarkeit.
- b) Die Zusammensetzung des beim Test angewendeten Brenngases muss angegeben werden, und möglicherweise vorhandene Differenzen zwischen dem Prüfgas und dem festgelegten Brenngas müssen protokolliert werden.
- c) Das Verhältnis Luft/Brennstoff muss innerhalb des vom Motor-Hersteller empfohlenen Bereichs liegen.

8.2.7.3 Emissionsüberwachungseinrichtung

Falls vom Lieferanten ein Katalysator oder eine andere externe Einrichtung vorgesehen wird, um die vom Besteller festgelegten Emissionsanforde-

8.2.7 Engine emissions

● 8.2.7.1 General

- Compliance with any imposed exhaust gas emission regulations is the responsibility of the purchaser. To assist the purchaser in the selection of equipment as well as to supply the applicable regulatory body with accurate emission data, the vendor shall provide either engine manufacturer's performance data or actual stack test data, if specified by the purchaser. The purchaser shall furnish the fuel gas composition, the known emission level limits and their units for the installation on the data sheets when requesting emission data.

8.2.7.2 Emission data

- If specified by the purchaser, emission data shall be supplied by the vendor for the following compounds at specified engine load conditions:

- nitrous oxides;
- carbon monoxide;
- non-methane hydrocarbons;
- sulfur dioxide.

The basis for obtaining the amounts of these compounds is as follows.

- a) The engine shall be loaded to either its rated power shown on the data sheets, or the engine manufacturer's nameplate rating, as specified by the purchaser.
- b) The fuel gas composition used for the test shall be shown and differences, if any, related to differences in the test gas and specified fuel gas shall be noted.
- c) The air/fuel ratio shall be within the engine manufacturer's recommended range.

8.2.7.3 Emission control device

If a catalytic converter or other external device is provided by the vendor to meet the air emission requirements specified by the purchaser, the en-

rungen zu erfüllen, müssen die möglicherweise vorhandenen Einflüsse auf die Nennleistung des Motors, z. B. ein zusätzlicher Gegendruck oder Wärmelasten, berücksichtigt werden, die durch diese Einrichtung auf den Motor ausgeübt werden. Alle besonderen Betriebsbedingungen, die Brenngaszusammensetzung, das Verhältnis Luft/Brennstoff oder Festlegungen zur Schmierung müssen in dem vom Lieferanten vorgelegten Angebot eindeutig angegeben werden.

8.2.8 Schmiersystem des Motors

Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Motore mit dem vom Motor-Hersteller üblicherweise vorgesehenen Schmierölsystem ausgestattet werden.

8.2.9 Ölstandskontrolle

- Vom Lieferanten muss eine Einrichtung zur Überwachung des Ölstands im Kurbelgehäuse vorgesehen werden. Falls vom Besteller festgelegt, muss vom Lieferanten ein Speicherbehälter mit einer Füllstandsanzeige bereitgestellt werden.

8.2.10 Brenngassystem

Sofern nicht anders festgelegt, muss das Brenngassystem folgende Einrichtungen enthalten:

- a) Druckminderer mit nachgeschaltetem Manometer und Absperrhahn;
- b) Überdruckventil, ausgelegt für die maximal abgegebene Förderleistung des Druckminderers basierend auf dem maximalen Zuführungsdruck und der im Druckminderer vorhandenen Drosselblende. Kriterien für Bemessung, Einstellung und Lüftung: siehe 11.18;
- c) manuelle Absperrarmatur für das Brenngassystem;
- d) automatische Armatur im Brenngassystem zur Unterbrechung der Brenngaszufuhr zum Motor und zur Lüftung der Motorseite des Brenngassystems, wenn der Motor abgeschaltet ist;
- e) Brenngasfilter/-abscheider, falls festgelegt, dem Hochdruckregler nachgeschaltet eingebaut.

engine rated power shall reflect the effects, if any, of the additional back-pressure or heat loads placed on the engine by the device. Any special operational considerations, fuel gas composition, air/fuel ratio or lubrication specifications shall be clearly stated in the vendor's proposal.

8.2.8 Engine lubrication system

Engines shall be equipped with the engine manufacturer's standard lubricating oil system, unless otherwise specified.

8.2.9 Oil level control

- A crankcase oil level control device shall be furnished by the vendor. A storage tank with level gauge shall be furnished by the vendor if specified by the purchaser.

8.2.10 Fuel gas system

Unless otherwise specified, the fuel gas system shall include the following items:

- a) pressure-reducing regulator with downstream pressure gauge and isolating valve;
- b) relief valve sized for maximum output capacity of pressure-reducing regulator based on maximum supply pressure and orifice installed in regulator. See 11.18 for sizing, setting and venting criteria;
- c) fuel gas system manual block valve;
- d) automatic valve in fuel gas system to shut off fuel gas to the engine and vent engine side of fuel gas system when engine is shut down;
- e) fuel gas filter/separator, if specified, installed downstream of the high-pressure regulator.

8.2.11 Brenngaszusammensetzung

- Zusammensetzung und Druck des Brenngases müssen, falls abweichend vom verdichteten Gas, in den Datenblättern angegeben werden. Alle Verunreinigungen müssen vom Besteller aufgelistet werden, und der Motor-Hersteller muss wegen der Anforderungen an die Brenngasbehandlung und wegen spezieller Vorsichtsmaßnahmen konsultiert werden.

Falls mehrere Brenngasquellen angewendet werden können (z. B. beim Anfahren, in Notfällen usw.), sollte in den Datenblättern ein entsprechender Hinweis unter Angabe der Umschaltzeit erfolgen.

ACHTUNG — Die Anwendung eines anderen Gases mit niedriger Methanzahl kann zu einer Detonation und möglicherweise zur Zerstörung des Motors führen!

8.2.12 Entlastungseinrichtungen für das Kurbelgehäuse

Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, muss das Motor-Kurbelgehäuse mit Einrichtungen zur Druckentlastung ausgestattet werden. Diese Einrichtungen müssen mit abwärts gerichteten Öffnungen (weg von der Bedienperson), mit einer Flammenrückschlagsicherung und zur Minimierung des Rückflusses mit einer Schnellschlusseinrichtung ausgestattet werden.

Die Gesamteintrittsfläche dieser Einrichtungen sollte mindestens 70 mm^2 je Kubikdezimeter des freien Kurbelgehäusevolumens betragen.

8.3 Elektromotore

8.3.1 Motorart

- Der Besteller muss in den Datenblättern die Motorart sowie elektrische Daten, Startbedingungen, Gehäuseart, Bereichsklassifikation, Isolationsart, Überlastfaktor, Umgebungstemperatur, Höhe über Normalnull und Zubehörteile festlegen, z. B. Temperaturmessfühler, Schwingungsaufnehmer, Erhitze- und Messgeräte.

8.3.2 Nennleistung

Die Nennleistung des Motors unter Einbeziehung des Überlastfaktors, falls er zu berücksichtigen ist, muss mindestens 110 % der Nennleistung des Kompressors betragen. Sofern nicht anders festgelegt, muss die Auslegung des Motors IEC 600034, ISO 60079 und IEC 60529 entsprechen.

8.2.11 Fuel gas composition

- The fuel gas composition and pressure, if different than the compressed gas, shall be shown in the data sheets. Any contaminants shall be listed by the purchaser, and the engine manufacturer shall be consulted for fuel gas treatment requirements and special precautions.

If several fuel gas sources can be used (e.g. start-up case, emergency, etc.), it should be so mentioned in the data sheet, with indication of the changeover time.

WARNING — Use of an alternative gas with low methane index can result in detonation and possibly engine destruction.

8.2.12 Crankcase relief devices

Crankcase relief devices shall be furnished on the engine crankcase, unless otherwise specified by the purchaser. These devices shall incorporate downward-directed apertures (away from the operator's face), a flame-arresting mechanism, and a rapid-closure device to minimize reverse flow.

The total throat area of these devices should be not less than 70 mm^2 for each cubic decimetre of crankcase free volume.

8.3 Electric motors

8.3.1 Motor type

- The purchaser shall specify the motor type on the data sheets, including electrical data, starting conditions, type of enclosure, area classification, type of insulation, service factor, ambient temperature, elevation, and accessories such as temperature detectors, vibration sensors, heaters and instrumentation.

8.3.2 Rated power

The motor power rating, including service factor if any, shall be a minimum of 110 % of the compressor rated power. Unless otherwise specified, the design of the motor shall conform to IEC 60034, IEC 60079 and IEC 60529.

8.3.3 Stromschwankungsgrenzen für den Motor

Die Gesamtträgheit der umlaufenden Teile von Motor-Kompressoren muss ausreichend sein, um die Stromschwankungen für den Motor auf einen Wert zu begrenzen, der 66 % des Stromes bei Vollast (siehe IEC 60034) unter allen festgelegten Belastungsbedingungen einschließlich des Betriebs ohne Last nicht überschreitet, wenn die Zylinder bis zu ihren üblichen Saugdrücken beaufschlagt werden.

- Der Besteller muss dem Lieferanten die Daten für das elektrische System, die für die vorschriftsmäßige Auslegung erforderlich sind, übergeben.

ANMERKUNG Für die Stromversorgung kann bei einigen Installationen eine engere Überwachung der Stromschwankungen erforderlich sein, um andere, im elektrischen System vorhandene Geräte zu schützen. Die Leistungsdaten für einen üblichen Motor basieren auf stationären Belastungsbedingungen, so dass sie möglicherweise nicht die tatsächliche Leistungsfähigkeit unter den Bedingungen mit veränderlichem Drehmoment kennzeichnen, die beim Antrieb von Kolbenkompressoren angetroffen werden. Bei einem Antrieb durch einen Asynchronmotor verstärken sich die Wirkungen, die von einem veränderlichen Drehmoment ausgehen, und es entstehen Strompulsationen, so dass in diesem Fall eine engere Überwachung erforderlich ist.

9 Kühlsystem

9.1 Allgemeines

Diese Internationale Norm ist auf Rohrbündel- und Plattenkühler nicht anwendbar.

9.2 Gasmotor

Ein Motorkühlsystem muss, wenn zutreffend, folgende Merkmale umfassen:

- a) Motorkühlabschnitt(e) nach den Anforderungen des Motor-Herstellers für Motorschmieröl, Motorturbolader, Lufterhitzer (falls gefordert) und Kühlmantelkühlung;
- b) Entlüftungs-Hochbehälter mit Schauglas, Entlüftungsleitung, Kühlmittel-Tauchrohrgeber, Überfließöffnung, Füllstutzen und Entwässerungsöffnung. Schaugläser sind für Motorkühler nicht erforderlich;
- c) thermostatische Überwachung der Kühlmitteltemperatur nach den Empfehlungen des Motor-Herstellers;

8.3.3 Motor current variation limits

The combined inertia of rotating parts of motor-compressor installations shall be sufficient to limit motor current variations to a value not exceeding 66 % of the full-load current (see IEC 60034) for all specified loading conditions, including unloaded operation with cylinders pressurized to their normal suction pressures.

- The purchaser shall provide the vendor with the electrical system data necessary for proper design.

NOTE The power supply for some installations may require tighter control of current variations to protect other equipment in the electrical system. Standard motor performance data are based on steady-state load conditions and may not reflect actual performance under the variable torque conditions encountered when driving reciprocating compressors. With induction motor drivers, the effects of variable torque and resultant current pulsations are more pronounced and require closer evaluation.

9 Cooling system

9.1 General

This International Standard is not applicable to shell-and-tube type and plate-type coolers.

9.2 Gas engine

An engine cooling system shall include the following features as appropriate:

- a) engine coolant section(s) as required by the engine manufacturer for engine lubricating oil, engine turbocharger, air aftercooler (if required) and engine jacket cooling;
- b) elevated de-aerating-type reservoir with gauge glass, vent line, coolant level switch, overflow, filling connection and drain. Gauge glasses are not required on engine radiators;
- c) thermostatic coolant temperature control in accordance with the engine manufacturer's recommendation;

- d) mit manuell zu betätigenden Stopfen versehene Entwässerungsöffnung(en), um Einrichtung und System vollständig zu entwässern;
- e) mit manuell zu betätigenden Stopfen versehene Entlüfungsöffnungen, um Einrichtung und System vollständig zu entlüften.

9.3 Kompressor

9.3.1 Kühlmittelumlauf

9.3.1.1 Falls eine Kühlung der Zylinder mit einem Kühlmittel vorgesehen ist, muss ein Kühlmantelsystem angeboten werden, das entweder separat oder als Teil des Motorkühlsystems dafür sorgt, dass für Zylinder Kühlmittel im Bereich der vom Kompressor-Hersteller für die festgelegten Verdichtungsarbeiten empfohlenen Temperaturen bereitgestellt wird. Die Rohrleitungen des Zylinderkühlsystems müssen mit Lüftungsöffnungen und an den tiefsten Punkten mit Entwässerungsöffnungen ausgestattet werden. Um einen Betrieb der Kompressoreinheit oder der Hilfseinrichtungen ohne Entwässerung des Motorkühlers zu ermöglichen, müssen manuelle Absperrarmaturen vorgesehen werden.

ANMERKUNG Es kann sein, dass für einen Betrieb bei niedrigen Temperaturen die Temperatur beim Erwärmen des Kühlmittels und beim Halten des Zylinders auf einer bestimmten Temperatur überwacht werden muss.

9.3.1.2 Falls vorhanden, muss das Kühlmantelsystem des Zylinders so gestaltet werden, dass eine Leckage von Gas in das Kühlmittel praktisch verhindert wird.

Warnung für den Besteller:

- a) Kühlmittelintrittstemperaturen, die weniger als 5 K über den Gaseintrittstemperaturen liegen, können zu einer Kondensation der Gasbestandteile führen;
- b) durch einen unzureichenden Kühlmittelstrom oder durch geringe Kühlmittelströmungsgeschwindigkeiten kann eine Verschmutzung des Kühlmantelsystems der Zylinder bewirkt werden;
- c) eine Kühlmittelaustrittstemperatur, die mehr als 17 K über der Gaseintrittstemperatur liegt, kann zu einer Verringerung der Förderleistung führen.

- d) plugged manual drain connection(s) to completely drain equipment and system;
- e) plugged manual vents to completely vent equipment and system.

9.3 Compressor

9.3.1 Circulated coolant

9.3.1.1 If coolant-cooled cylinders are furnished, a compressor-cylinder jacket cooling system shall be provided, either separate or integral with the engine cooling system, to provide coolant to the compressor cylinders within the temperature limits recommended by the compressor manufacturer for the specified compression duties. The cylinder cooling-system piping shall be equipped with vents and low-point drains. Manual block valves, to permit working on the compressor unit or auxiliary equipment without draining the engine cooler, shall be furnished.

NOTE For low-temperature operation, temperature controls may be necessary for heating the coolant and keeping the cylinders at an appropriate temperature.

9.3.1.2 If furnished, the cylinder jacket system shall be designed to positively prevent leakage of gas into the coolant.

The purchaser is cautioned regarding the following.

- a) Coolant inlet temperatures less than 5 K greater than gas inlet temperatures may cause gas constituent condensation.
- b) Insufficient coolant flow or low coolant velocity may cause fouling of the cylinder jacket system.
- c) Coolant exit temperature more than 17 K above gas inlet temperature may cause capacity reduction.

- **9.3.1.3** Falls vom Besteller festgelegt, müssen Durchflussschaugläser und Temperaturanzeigeeinrichtungen geliefert werden.

9.3.2 Thermo-Kondensatsammler und statische Kühlung

Falls durchführbar, darf das Kühlmantelsystem des Kompressor-Zylinders entweder statisch oder als Thermo-Kondensatsammeleinrichtung ausgeführt werden, sofern die Austrittstemperaturen des Kompressors innerhalb der Temperaturgrenzen liegen, die vom Hersteller des Kompressors für die jeweiligen Verdichtungsaufgaben empfohlen werden.

9.3.3 Kühlung der Kolbenstangenpackung

Sofern in den Datenblättern nicht anders festgelegt, muss die Kühlung der Druckstopfbuchse folgende Kriterien erfüllen:

- Für Packungsüberdrücke bis zu 17,0 MPa (170 bar) an Kolbenstangen mit einem Durchmesser bis zu 65 mm (2 ½ in) darf die vom Kompressor-Hersteller üblicherweise angewendete Kühlung eingesetzt werden;
- für Packungsüberdrücke über 17,0 MPa (170 bar) sind zur Kühlung der Stopfbuchsen vollständig umschlossene, gekühlte Dichtmanschetten erforderlich. Die internen Rohrleitungen aus austenitischem, nicht rostendem Stahl und die benötigten Schmiedestücke müssen vom Hersteller des Kompressors geliefert werden;
- falls eine Kühlung der Packung erforderlich ist, trägt der Hersteller des Kompressors die Verantwortung für die Beratung des Lieferanten hinsichtlich der Mindestanforderungen, z. B. Strömungsrate und Druck, Druckabfall, Temperatur, Filtration, Korrosionsschutz und Art des Kühlmittels.

9.3.4 Kurbelgehäuseschmieröl

Falls vom Hersteller des Kompressors gefordert, muss ein Kompressor-Ölkühlsystem entweder als separates System (mit Thermostat) oder als Teil des Motorkühlsystems vorgesehen werden, um den Rohrbündel-Schmierölkühler des Kompressors mit Kühlmittel zu versorgen.

- **9.3.1.3** Sight flow and temperature indicators shall be furnished if specified by the purchaser.

9.3.2 Thermo-syphon and static cooling

If applicable, the compressor-cylinder jacket cooling system may be either static or thermo-syphon type where the compressor discharge temperatures are within the temperature limits recommended by the compressor manufacturer for the compression duties.

9.3.3 Rod-packing cooling

Unless otherwise specified on the data sheets, the pressure packing case cooling shall be in accordance with the following.

- The compressor manufacturer's standard design may be used for packing gauge pressures up to 17,0 MPa (170 bar) on piston rods 65 mm (2 1/2 in) in diameter or less.
- Cooled packing cases with totally enclosed cooled cups are required for packing gauge pressures above 17,0 MPa (170 bar). Internal tubing of austenitic stainless steel and forged fittings shall be furnished by the compressor manufacturer.
- If packing cooling is required, the compressor manufacturer is responsible for advising the vendor of minimum requirements such as flowrate and pressure, pressure drop, temperature, filtration, corrosion protection and type of coolant.

9.3.4 Crankcase lubricating oil

A compressor oil cooling system, if required by the compressor manufacturer, shall be provided either separate (with thermostat) or integral with the engine cooling system to provide coolant to the compressor shell-and-tube lubricating oil cooler.

9.3.5 Gaskühlung

- 9.3.5.1 Eine Gaskühlung muss entsprechend den Anforderungen, und eine Gasnachkühlung entsprechend den Festlegungen des Bestellers vorgesehen werden.

9.4 Kühlerarten

9.4.1 Luftgekühlte Wärmetauscher

Einheiten, in denen eine Luftkühlung für mehrere Ströme erforderlich ist, sollten mit Rippenrohr-Wärmetauschern ausgestattet werden, die in einer kompakten Kühler-Baugruppe angeordnet werden.

ANMERKUNG Angaben zu luftgekühlten Wärmetauschern werden in ISO 13706 und in API 661 angegeben.

9.4.2 Lamellenkühler

Anlagen, für die eine Luftkühlung nur des Motor-mantel-Kühlmittels gefordert wird, dürfen mit einem Lamellenkühler (Autokühler-Typ) ausgestattet werden, dessen Bemessung in Abhängigkeit von den Standortbedingungen vorgenommen wird.

9.5 Luftgekühlte Wärmetauscher

9.5.1 Eigenschaften

Die Angaben zu den physikalischen und thermischen Eigenschaften der zu kühlenden Medien müssen aus zuverlässigen Quellen stammen.

9.5.2 Glycol/Wasser

Die Rohrschlangenabschnitte, die als Kühlmäntel für Motor und Kompressorzylinder vorgesehen sind, müssen so gestaltet werden, dass sie eine 50 %ige Lösung von Ethylenglycol in Wasser oder andere spezielle Lösungen bei der höchsten festgelegten Umgebungstemperatur entsprechend den Anforderungen der Hersteller von Motor oder Kompressor kühlen.

9.5.3 Maximal zulässiger Betriebsüberdruck für Kühler

Der maximal zulässige Betriebsüberdruck für die Gasabschnitte muss bei einer Temperatur von 180 °C den Nennaustrittsdruck um mindestens 10 % oder um 170 kPa (1,7 bar) überschreiten, falls das der größere Wert ist. Der maximal zulässige Betriebsüberdruck für die Öl- oder Wasserabschnitte muss mindestens 700 kPa (7 bar) betragen.

9.3.5 Gas cooling

- Gas intercooling shall be provided as required, and gas aftercooling shall be provided as specified by the purchaser.

9.4 Types of coolers

9.4.1 Air-cooled heat exchangers

Units which require air cooling of several streams should be equipped with finned-tube exchangers mounted in one compact cooler assembly.

NOTE Information on air-cooled heat exchangers is provided in ISO 13706 and in API 661.

9.4.2 Radiator

Packages requiring air cooling of only engine jacket coolant may be equipped with a radiator-type (automotive-type) cooler sized for the site conditions.

9.5 Air-cooled heat exchangers

9.5.1 Properties

Physical and thermal properties of the fluids to be cooled shall be obtained from recognized sources.

9.5.2 Glycol/water

The coil sections intended for cooling engine and compressor cylinder jackets, if any, shall be designed to cool a 50 % solution of ethylene glycol in water or other special solutions as required by the engine or compressor manufacturer at maximum specified ambient temperature.

9.5.3 Cooler maximum allowable working gauge pressure

The maximum allowable working gauge pressure of the gas sections shall exceed the rated discharge pressure by at least 10 % or 170 kPa (1,7 bar), whichever is greater, at a temperature of 180 °C. The maximum allowable working gauge pressure of the oil or water sections shall be at least 700 kPa (7 bar).