

DIN EN ISO 15551-1

ICS 75.180.10

Einsprüche bis 2014-02-20

Entwurf**Erdöl- und Erdgasindustrie –
Bohrloch-Ausrüstungen –****Teil 1: Elektrische Tauchpumpen zur Förderung (ISO/DIS 15551-1:2013);
Englische Fassung prEN ISO 15551-1:2013, nur auf CD-ROM**

Petroleum and natural gas industries –

Drilling and production equipment –

Part 1: Electric submersible pump systems for artificial lift (ISO/DIS 15551-1:2013);

English version prEN ISO 15551-1:2013, only on CD-ROM

Industries du pétrole et du gaz naturel –

Équipement de forage et de production –

Partie 1: Systèmes électriques de pompes submersibles pour l'ascension artificielle
(ISO/DIS 15551-1:2013);

Version anglaise prEN ISO 15551-1:2013, seulement en CD-ROM

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-12-20 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an noeg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 146 Seiten

Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 15551-1:2014) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries“, Subkomitee SC 4 „Drilling and production equipment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) erarbeitet.

Für Deutschland hat hieran der Arbeitsausschuss NA 109-00-01-04 AK „Bohr- und Fördereinrichtungen - Spiegelausschuss zu ISO/TC 67/SC 4“ im Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. mitgearbeitet.

Dieser europäische Norm-Entwurf enthält unter Berücksichtigung des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 nur die englische Originalfassung der ISO-Norm.

Dieser Norm-Entwurf enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheiten „°F“, „bbl“, „ft“, „hp“, „in (inch)“, „lb (pound)“, „lb/ft³“, „lbf“, „ppm“ und „psi (psig)“, die in Deutschland nicht zugelassen sind. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheiten im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist.

Umrechnung:

Nicht-SI-Einheit	SI-Einheit	Umrechnung	
°F	°C	°C	= (5/9) (°F-32)
bbl	dm ³	1 bbl	= 158,987 dm ³
ft	m	1 ft	= 0,304 8 m
hp	kW	1 hp	= 0,74 kW
in (inch)	mm	1 inch	= 25,4 mm
lb (pound)	kg	1 lb	= 0,453 592 37 kg
lb/ft ³	kg/m ³	1 lb/ft ³	= 4,882 kg/m ³
lbf	N	1 lbf	= 4,448 222 N
ppm	mg/kg	1 ppm	= 1 mg/kg
psi (psig)	kPa	1 psi	= 6,894 757 kPa

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 9000	siehe	DIN EN ISO 9000
ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712

Nationaler Anhang NA (informativ)

Begriffe, Symbole und Abkürzungen

Die Benummerung der folgenden Begriffe, Symbole und Abkürzungen sind identisch mit der Benummerung in der englischen Fassung.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe. Die Definitionen der in diesem Dokument verwendeten, aber im Folgenden nicht definierten Begriffe in Zusammenhang mit dem Qualitätssystem sind ISO 9000 zu entnehmen.

3.1

Adapter

Einrichtung für das Verbinden von Bauteilen, die nicht direkt kompatibel sind

3.2

drehzahlveränderbarer Antrieb

Einrichtung, die die Drehzahl eines elektrischen Motors durch Änderung der Frequenz des ihm zugeführten Stroms regelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „drehzahlveränderbarer Antrieb“ ist austauschbar mit anderen gebräuchlichen Industriebezeichnungen für diese Einrichtung, wie z. B. „Antrieb mit variabler Frequenz“ oder „Antrieb mit variabler Drehzahl“.

3.3

Strombelastbarkeit

Höchstwert des Stroms, den ein Stromkabel führen kann, ohne die Temperaturgrenze für eine bestimmte Betriebsumgebung zu überschreiten

3.4

Strombelastbarkeitskoeffizient

Temperaturanstieg des Stromkabels, dividiert durch den Quadratwert der Stromstärke für eine bestimmte Betriebsumgebung

3.5

Armierung

äußere Abdeckung des Stromkabels, die gegen mechanische Beschädigung schützen kann und Quellung oder Ausdehnung darunter liegender Werkstoffe aufgrund der Einwirkung von Bohrlochfluiden mechanisch begrenzt

3.6

zusammengesetztes ESP-System

Baugruppe von Bohrlochausrüstung, die einige oder alle Bauteile nach diesem Teil der ISO 15551 umfasst

3.7

Hilfsausrüstung

Ausrüstung oder Bauteile, die außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Teils der ISO 15551 liegt/-en und üblicherweise durch den Nutzer/Käufer ausgewählt und/oder eingebaut wird/werden

BEISPIELE Kabelschutzeinrichtungen, Motorummantelungen, Führungsmittel und elektrische Gasabscheider.

3.8**Axialstufe**

Stufentyp, bei dem der Zu- und Ablaufweg im Wesentlichen parallel zur Wellenachse sind

3.9**sackartige Trennwand/Blase/Faltenbalg**

flexibles Unterbauteil eines Dichtungskammerabschnitts, das als positive Sperre wirkt, welche das Bohrloch-Förderfluid vom Motorfluid trennt

3.10**Kammer mit sackartiger Trennwand/Blase/Faltenbalg**

Kammer, welche die/den sackartige Trennwand/Blase/Faltenbalg enthält

3.11**Sperre**

Unterbauteil eines ESP-Stromkabels, das über den isolierten Leitern angebracht werden kann und Fluidschutz und/oder Ringsteifigkeit bietet

3.12**Punkt des besten Wirkungsgrads**

BEP

Leistungswerte einer Pumpe bei der Durchflussrate, bei der sie ihren höchsten Wirkungsgrad erreicht

3.13**Entlüftungsventil**

oberhalb eines Rückschlagventils angebrachtes Ventil zum Zweck der Verringerung von Druck oder des Entfernens von Fluid aus den Fördersteigrohren

3.14**Umflechtung**

zusätzliche Werkstoffschicht, um dem Stromkabelsystem mechanische Leistungseigenschaften wie Ringsteifigkeit für die Gasdruckentlastung zu verleihen

3.15**Siedepunkt**

Druck, bei dem Gas beginnt, aus untersättigtem Öl/Fluid auszutreten und eine freie Gasphase zu bilden

3.16**Umführungsmittel**

Einrichtung, die gemeinsam mit der ESP-Baugruppe ins Bohrloch eingebracht wird, die das Steigrohrsystem teilt, um das Einbringen eines zusätzlichen Steigrohrstrangs parallel zur ESP zu ermöglichen

3.17**Kabelbinder**

Metallband zur Befestigung von ESP-Stromkabeln an Fördersteigrohren

3.18**Kabelklemme**

gewöhnlich aus biegesteifem Werkstoff bestehende Einrichtung zur Verstärkung oder Abstützung von Stromkabeln an Förderrohren

3.19**Kapillarleitung**

unabhängiger Steigrohrstrang, der gewöhnlich der hydraulischen Regelung von Sicherheitsventilen und Schiebehülsen für die Chemikalieninjektion dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Einrichtung wird gewöhnlich als Chemikalieninjektionsleitung oder Regelleitung bezeichnet.

3.20**Futterrohr**

von der Oberfläche ausgehendes Rohr, das zum Auskleiden der Bohrlochwände vorgesehen ist

3.21**Futterrohrgröße**

Nenn-Außendurchmesser des Futterrohrs (od), Masse (Gewicht), Innendurchmesser (id) und/oder Bohrerdurchmesser entsprechend der Festlegung in ISO 11960

3.22**Zentrierer**

Einrichtung, die verwendet wird, um die ESP-Baugruppe oder andere Ausrüstung im Bohrloch in der Mitte von Steigrohr, Futterrohr oder Bohrloch zu halten

3.23**Kreiselpumpe**

Bauteil eines ESP-Systems, das (ein) sich drehende(s) Laufrad/-räder verwendet, um kinetische Energie (Geschwindigkeit) durch Zentrifugalkraft auf ein Fluid zu übertragen, und feststehende Diffuser, um kinetische Energie in potenzielle Energie (Druck) umzuwandeln

3.24**Kammer**

Unterbauteil des Dichtungskammerabschnitts

3.25**Rückschlagventil**

Einrichtung, die den Durchfluss von Fluid in nur einer Richtung gestattet, wenn ein Differenzdruck anliegt

3.26**Bestimmtheitsmaß**

statistisches Maß zur Bestimmung des Übereinstimmungsgrades zwischen einem mathematischen Modell und einer Reihe von beobachteten Datenwerten

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Bestimmtheitsmaß wird typischerweise unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

3.27**Spiralsteigrohr**

Rohr, das typischerweise als durchgehende Rohrlänge geliefert und verlegt wird und auf einer Haspel oder Spule aufgewickelt ist

3.28**spiralsteigrohrgeführte ESP**

ESP-System, das unter Verwendung von Spiralsteigrohren statt miteinander verbundenen Steigrohrabschnitten oder einem Kabel in das Bohrloch eingebracht wird

3.29**übliche Ausrüstung**

Ausrüstung, deren Rückverfolgbarkeit nicht erforderlich und die Teil eines ESP-Bauteils ist

BEISPIELE Schrauben, Unterlegscheiben und Halteringe.

3.30**Kompaktlitzenkabel**

Konfiguration eines elektrischen Leiters, bei der ein mehrsträngiger Leiter verdichtet wurde, um den Umfang unter Beibehaltung der Leiterfläche zu verringern

3.31**Kompressionspumpenkonstruktion**

Konfiguration, bei der das Laufrad an der Welle befestigt ist, um Axialbewegung zu verhindern

3.32**Leiter**

Unterbauteil des Stromkabels, das den elektrischen Strom führt

3.33**Leiterabschirmung**

an den Leiter angrenzende Schicht zur gleichmäßigen Verteilung der Spannungsbeanspruchung über die Oberfläche des Leiters

3.34**Konfiguration**

Bauteilbezeichnung, welche die Endanschlusskonstruktionen für das Anschließen zusätzlicher Bauteile in Reihe festlegt

BEISPIELE Oberes Tandem, unteres Tandem, mittleres/mittiges Tandem und einzelnes Tandem.

3.35**Kontraktionsfähigkeit**

Volumen, um das sich eine Kammer oder eine Reihe paralleler Kammern aufgrund von Temperatur- und Druckzyklen verringern kann, ohne den Bohrlochfluideintritt durch die Kammer zuzulassen oder Beschädigung zu verursachen

3.36**Kupplung**

Einrichtung zum Verbinden der Wellen von ESP-Bauteilen

3.37**Einführverfahren**

Einbringverfahren

Verfahren zum Einführen der ESP-Bohrlochausrüstung in die festgelegte Lage

3.38**Validierung der Konstruktion**

Prozess der Prüfung einer Konstruktion zum Nachweis der Übereinstimmung des Produktes mit den Konstruktionsanforderungen

3.39**Verifizierung der Konstruktion**

Prozess der Überprüfung der Grundlage einer Konstruktion durch Berechnung, Vergleich oder Untersuchung, um die Übereinstimmung mit den festgelegten Anforderungen nachzuweisen

3.40**Abweichungsmessung**

Messung eines Bohrlochverlaufs über die Bohrlochlänge für die Konstruktion und Anwendung von ESP

3.41**Diffusor**

feststehendes Stufensegment einer Kreiselpumpe, das die Geschwindigkeit des gepumpten Fluids (kinetische Energie) in Druck (potenzielle Energie) umwandelt

3.42**Förderkopf**

Bauteil am Ausgang der Pumpe zum Anschließen an die Fördersteigrohre

3.43**Bohrloch-Abweichung**

Gesamt-Abwinkelung und -Azimut im Bohrloch, Futterrohr oder Liner, berechnet über eine Normlänge, z. B. Grad je 30 m oder Grad je 100 Fuß

3.44**Wirkdurchmesser**

theoretischer Minstdurchmesser durch den das zusammengesetzte ESP-System hindurchgeht, einschließlich Installation sämtlicher erforderlicher ESP-Hilfsausrüstung

3.45**Wirkungsgrad**

Quotient aus abgegebener und aufgenommener Leistung

3.46**Elastomer**

Polymer mit der Eigenschaft der Viskoelastizität (Elastizität) sowie gewöhnlich einem niedrigen Elastizitätsmodul und einer hohen Streckgrenze

3.47**elektrischer Durchgang**

elektrischer Steckverbinder für den Durchgang von Stromkabeln und/oder Messgerätedrähten durch eine Sperrschicht

BEISPIELE Bohrlochkopf, Bohrloch-Packer, ESP-Gehäuse oder -Behälter.

3.48**elektrisches Oberflächen-Steuergerät**

elektrisches Gerät zur Steuerung des Betriebs der ESP-Baugruppe, gewöhnlich bezeichnet als drehzahlveränderlicher Antrieb oder Schalttafel

3.49**elektromagnetischer Bereich**

Bereich eines Drehstrommotors innerhalb der zylindrischen Hülle, die durch den Außendurchmesser der Statorschichten bestimmt wird, und der Axiallänge, die die gesamten Drahtwendeln des Stators einschließt

3.50**Durchführungssystem**

Befestigung, die den Durchgang von Elektrizität von einer Seite einer Sperre zur anderen unter Beibehaltung der Gas- oder Fluidität der Sperrschicht ermöglicht

3.51**Schwimmpumpenkonstruktion**

Konfiguration, bei der das Laufrad nicht an der Welle befestigt ist, um begrenzte Axialbewegung zuzulassen

3.52**Fließdruck**

Druck im Bohrloch in einer bestimmten vertikalen Tiefe bei einer bestimmten Durchflussrate

3.53**funktionelle Bewertung**

Prüfung(en) zum Nachweis, dass der Betrieb eines ESP-Bauteils oder eines zusammengesetzten ESP-Systems der Auslegung entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Gelegentlich bezeichnet als werkseigene Abnahmeprüfung bei ESP-Bauteilen und als Strangprüfung bei zusammengesetzten ESP-Systemen.

3.54**Gassteuerung**

Bauteil eines ESP-Systems, das den mehrphasigen Durchfluss ohne Gasabscheidung bestimmt, um die Verschlechterung der Pumpenleistung zu verringern

3.55**Gas-Öl-Verhältnis**

gefördertes Gas-Öl-Verhältnis

volumetrisches Verhältnis von Gas zu Öl bei Standardbedingungen

3.56**Gasabscheider**

Bauteil eines ESP-Systems, das einen Teil des freien Gases mechanisch von den Bohrlochfluiden trennt, bevor die Fluide in die Pumpe oder die Gassteuerung eintreten

3.57**Druckhöhenkennlinie**

von der Pumpe erzeugte Druckhöhe als Funktion der Durchflussrate bei einer bestimmten Drehzahl

3.58**Gehäusenenddruck**

Wert der maximal zulässigen Differenz zwischen Innen- und Außendruck

3.59**Laufgrad**

Stufensegment, das von der Welle angetrieben wird und dem gepumpten Fluid kinetische Energie (Geschwindigkeit) zuführt

3.60**Neigungswinkel**

Winkel, gemessen in Grad, mit dem die Bohrloch- oder Messgeräteachse von einer tatsächlichen vertikalen Linie abweicht

3.61**Drehstrommotor**

Bauteil eines ESP-Systems, bei dem zugeführter Wechselstrom mittels elektromagnetischer Induktion in ein mechanisches Drehmoment umgewandelt wird. Auch bezeichnet als Asynchron- oder Käfigläufermotor

3.62**Zulauf**

entweder in die Pumpe eingebautes oder an die Pumpe geschraubtes Unterbauteil einer Pumpe, das einen Durchflussweg zum ersten Laufgrad bietet

3.63**Zulaufsieb**

Anbauteil am Pumpenzulauf zur Filterung von Feststoffpartikeln aus dem Förderfluid zum Schutz der innen liegenden Bauteile der Pumpe

3.64**Isolierung**

isoliert das elektrische Potenzial zwischen Leitern und anderen leitfähigen Materialien und minimiert Leckstrom von den Leitern

3.65**Umkehrpunkt**

prozentualer Wasseranteil, bei dem die Emulsionsviskosität ihren Höchstwert erreicht

3.66**invertiertes System**

ESP-System, bei dessen Konfiguration die Pumpe unten und der Motor oben angeordnet sind

3.67**Ummantelung**

Unterbauteil eines ESP-Stromkabels, das die isolierten Leiter bedeckt und mechanischen Schutz gegenüber der Bohrlochumgebung bietet

3.68**Labyrinthkammer**

Kammer, die mittels senkrechtem U-Rohr, labyrinthartigem oder verwinkeltem Durchflussweg den Eintritt von Bohrlochfluid in die Kammer verzögert

3.69**Kernblech**

dünne metallische Unterbauteile elektrischer Qualität, die den magnetischen Kern von Stator und Rotor(en) bilden

3.70**Liner**

Rohr, das von der Oberfläche oder einem anderen Punkt tiefer im Bohrloch bis in eine Tiefe innerhalb oder unterhalb des bestehenden Futterrohrs verläuft

3.71**Herstellung**

durch einen Ausrüstungslieferanten/-hersteller ausgeführte Prozesse und Tätigkeiten, die erforderlich sind, um fertige Bauteile und Baugruppen sowie die zugehörige Dokumentation bereitzustellen, und die die Erfordernisse des Nutzers/Käufers erfüllen und den Normen des Lieferanten/Herstellers entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Herstellung beginnt, wenn der Lieferant/Hersteller den Auftrag erhält, und endet in dem Moment, in dem Bauteil(e)/Baugruppe(n) und die zugehörige Dokumentation einem Transportunternehmen übergeben werden.

3.72**mechanische Dichtung**

Unterbauteil zur Verhinderung von Durchfluss zwischen einer rotierenden Welle und einem feststehenden Gehäuse

3.73**Isolationsmessgerät**

Messgerät, das eine hohe Spannung erzeugt, um den Widerstand der Isolierung usw. zu prüfen

3.74**halbaxiale Stufe**

Stufentyp, bei dem der Zulaufweg im Wesentlichen parallel zur Wellenachse ist und der Ablauf zwischen der Senkrechten und der Parallelen zur Wellenachse liegt

3.75**Modell**

Ausrüstung mit besonderen Bauteilen und Funktionsmerkmalen, die sich von anderen Ausrüstungen desselben Typs unterscheidet

3.76**modulare Pumpenkonstruktion**

Konfiguration, die sowohl Kompressions- als auch Schwimmpumpenkonstruktionen innerhalb eines einzelnen Bauteils einsetzt

3.77**Motorfluid**

Fluid im Innern des Motors und des Dichtungskammerabschnitts für Schmierung der Lagersysteme, Wärmeübertragung an die Hülle der Einheit und dielektrische Isolierung gegenüber dem Motor

3.78**Motoranschlussüberstand**

MLE

an den Endverteiler angeschlossenes Kabel zum Spleißen mit dem Stromkabel

3.79**Betriebstemperatur des Motors**

Temperatur an oder nahe den Statorwendeln, wenn diese mit Strom versorgt werden

3.80**Motorummantelung**

Rohr, das den Motor über die Länge der ESP bedeckt, um Fluid am Motor vorbei zu leiten

3.81**Nichtkonformität**

Nichterfüllung einer festgelegten Anforderung, wie z. B. Abweichung einer Ausrüstung, eines Teils, einer Vorgehensweise oder eines Verfahrens von einer festgelegten Norm

3.82**Betreiber**

Nutzer der Ausrüstung

3.83**Betriebshandbuch**

durch den Lieferanten/Hersteller herausgegebene Publikation, die ausführliche Daten und Anleitungen hinsichtlich Konstruktion, Einbau, Betrieb und Wartung der Ausrüstung enthält

3.84**Betriebsumgebung**

Reihe von Bedingungen im Bohrloch, denen das Bauteil über seinen gesamten Lebenszyklus ausgesetzt ist

3.85**parallele Kammern**

Konfiguration von mindestens zwei Dichtungskammern, die zur Erhöhung der Kontraktionsfähigkeit zusammenwirken

3.86**passiver Gasabscheider**

Einrichtung, die für die Verringerung der freien Gasmenge vorgesehen ist, welche durch einen selektiven Fluidzulaufpunkt oder einen gerichteten Fluiddurchflussweg in den Pumpenzulauf eintritt

3.87**dauerhafte Kennzeichnung**

Kennzeichnung, die während der vorgesehenen Lebensdauer des Bauteils und/oder Unterbauteils lesbar bleibt

3.88**Permanentmagnetmotor**

Motortyp mit Permanentmagnetrotor(en) statt Drehstromrotor(en) als eine Art der Drehmomenterzeugung

3.89**Endverteiler**

Stromsteckverbinder am Ende des MLE oder Stromkabels, die mit dem Motor zusammenpassen

3.90**Stromkabel**

Bauteil des ESP-Systems, das die elektrische Ausrüstung an der Oberfläche oder den Anschluss des elektrischen Durchgangs mit dem MLE oder Motor verbindet

3.91**Pumpenkonstruktion**

Konfiguration, bei der die Pumpenstufen unter Berücksichtigung der Axialbewegung gegenüber der Welle angeordnet werden, z. B. Kompressions-, Schwimmer-, Modular konstruktion

3.92**Differenzdruck der Pumpe**

Differenz zwischen Förder- und Ansaugdruck

3.93**Pumpengehäuse**

Rohr, das zu Laufrädern und Diffusoren gehörende Unterbauteile der Pumpe enthält und als Drucksperre wirkt

3.94**Pumpenummantelung**

Rohr, das die Pumpenlänge der ESP bedeckt, um freie Gasmigration in den Pumpenzulauf zu begrenzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese wird mitunter als invertierte Ummantelung bezeichnet.

3.95**zugelassenes Teil**

Teil, das im Rahmen eines zugelassenen Qualitätssicherungsprogramms hergestellt wurde und die Leistung des ursprünglichen Teils erreicht oder überschreitet

3.96**qualifizierte Person**

Individuum, das Fähigkeiten aufweist, die es durch Ausbildung und/oder Erfahrung erworben hat und die es in die Lage versetzen, eine geforderte Funktion auszuführen, wobei als Bewertungsgrundlage anerkannte Anforderungen wie beispielsweise Normen oder Prüfungen gelten

3.97**Radialstufe**

Stufentyp, bei dem der Zulaufweg im Wesentlichen parallel und der Ablauf im Wesentlichen senkrecht zur Wellenachse ist

3.98**Sanierung**

an einem Bauteil durchgeführte Tätigkeiten, die auf das Ersetzen zugelassener Teile begrenzt sind und durch welche die ursprüngliche Leistung der Ausrüstung wiederhergestellt wird

3.99**Referenzfluid**

Wasser, korrigiert auf eine relative Dichte von 1,0 bei Standardbedingungen

3.100**Referenztemperatur**

20 Grad Celsius

3.101**Reparatur**

alle über den Geltungsbereich der Sanierung hinausgehenden Tätigkeiten, einschließlich Demontage, Remontage und Prüfung, mit oder ohne Ersatz zugelassener Teile; sie kann maschinelle Bearbeitung, Schweißen, Wärmebehandlung oder sonstige fertigungsbezogene Arbeitsschritte umfassen, durch welche die ursprüngliche Leistung der Ausrüstung wiederhergestellt wird

3.102**Rotor**

mechanisch an der Welle angebrachtes Unterbauteil eines Motors, dessen Magnetfeld vom Magnetfeld des Stators induziert wird, wodurch ein Drehmoment auf die Welle aufgebracht wird

3.103**Sicherheitsbeiwert**

festgelegtes Maß eines verringerten Wertes einer bekannten Förderleistung

3.104**Sandanteil**

Anteil von Sand oder Feststoffen im Bohrlochfluid, typischerweise angegeben in Prozent (Volumenanteil) oder Prozent (Massenanteil)

3.105**Dichtungskammerabschnitt**

Bauteil eines ESP-Systems mit einer oder mehreren der folgenden Funktionen: Schutz des Motorinnern gegenüber Bohrlochfluiden und anderen Verunreinigungen, Aufnahme des Pumpenschubs, Halten des Druckgleichgewichts mit Bohrlochfluiddruck und Übertragung der Motordrehzahl auf das darüber liegende Bauteil

3.106**semi-permanente Kennzeichnung**

Kennzeichnung, die bis zum Einbau des Bauteils und/oder Unterbauteils lesbar bleibt, wie z. B. ein gestempeltes Metalltypschild oder ein Anhänger

3.107**Serie**

Bauteilbezeichnung zur Kennzeichnung des Außendurchmessers eines Gehäuses

3.108**serielle Kammern**

Konfiguration von mindestens zwei Dichtungskammern, die für den erhöhten Schutz der darunter liegenden Unterbauteile redundant wirken

3.109**Axialspiel der Welle**

Axialbewegung einer Bauteilwelle, gewöhnlich von einem Bezugspunkt aus gemessen

3.110**Wellenende**

Messung des Endes der Bauteilwelle im Verhältnis zu einem Bezugspunkt

3.111**seitliches Spiel der Welle**

Radialbewegung der Bauteilwelle aufgrund von Zwischenräumen zwischen rotierenden und feststehenden Lagerbauteilen

3.112**Versandausrüstung**

Zusatzausrüstung, die als Teil eines ESP-Bauteils versendet wird, um den Schutz des Bauteils während des Versand- und Handhabungsprozesses zu unterstützen

3.113**Schlupf**

Differenz zwischen der Wechselstrommotor-Synchrondrehzahl und der tatsächlichen Betriebsdrehzahl, dividiert durch die Synchrondrehzahl, in Prozent

3.114**diskontinuierliche Förderung**

Bohrlochförderung, die durch zyklischen Durchsatz von Fluidgemischen unterschiedlicher Dichte, z. B. Gas und Flüssigkeit oder zwei Flüssigkeiten mit unterschiedlichen Viskositäten, gekennzeichnet ist

3.115**Gas-Öl-Verhältnis in Lösung**

in Öl gelöste Gasmenge, die sich mit steigendem Druck bis zum Erreichen des Siedepunktdrucks erhöht und danach eine Konstante ist

3.116**Keilwelle**

maschinell bearbeitete Konfiguration am Ende von Bauteilwellen, um das Verbinden mit benachbarten Bauteilen, wie z. B. modifizierten SAE, Evolventen u.a., durch Kupplungen zu ermöglichen

3.117**Stufe**

zusammengehöriger Satz aus einem Laufrad und einem Diffusor

3.118**Stufenbezeichnung**

Bezeichnung jedes Pumpenstufentyps, die gewöhnlich dessen Durchflussrate (bep), Größe (Durchmesser) und alle besonderen Fluidfördereigenschaften angibt

3.119**Standardbedingungen**

1 atm (14,7 psi) und 15 °C (60 °F)

3.120**Stator**

Unterbauteil des Motors, das Kernbleche und Drahtwendeln enthält und von einem Rohr umschlossen ist, auch bezeichnet als Wickelstator

3.121**Lagertank-Durchflussrate**

bei Standardbedingungen aufgezeichneter Bohrlochfluiddurchsatz

3.122**Unterbauteil**

Teil eines Bauteils aus einem oder mehreren Einzelteil(en)

3.123**Synchrondrehzahl**

Netzstromfrequenz, dividiert durch die Anzahl der Pole des Wechselstrommotors

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Angabe in Umdrehungen je Minute lautet die Gleichung zur Berechnung der Synchron-drehzahl: $(\text{Stromfrequenz} \times 120) / \text{Anzahl der Pole}$.

3.124**Tandem**

Bezeichnung, die angibt, an welcher Stelle des Modularsystems ein ESP-Bauteil, z. B. ein Motor, angewendet würde

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt vier verschiedene Tandembezeichnungen für ESP-Bauteile: oberes Tandem, mittleres Tandem, unteres Tandem und einzelnes Tandem.

3.125**offener Prüfdurchfluss**

maximal erreichbare Durchflussrate der Pumpe bei Prüfung

3.126**Axial-Traglager**

Einrichtung zur Auflagerung der Axiallast eines rotierenden Teils

3.127**Axiallast-Tragfähigkeit**

Axial-Tragfestigkeit eines Axial-Traglagers entsprechend Traglagerkonstruktion, Schmierfluid und Betriebsumgebung

3.128**Axialscheibe**

auf einem Laufrad angebrachtes Unterbauteil, das den Axialschub aufnimmt

3.129**Torsions-Streckgrenzen-Verhältnis**

Verhältnis zwischen der Streckgrenze des Werkstoffs bei Torsionsbeanspruchung und der Streckgrenze des Werkstoffs bei Zugbeanspruchung

3.130**steigleitungsgeführte ESP**

ESP-System, das unter Verwendung von miteinander verbundenen Steigrohrabschnitten in das Bohrloch eingeführt wird statt mit anderen Mitteln, wie z. B. Kabeln oder Spiralsteigrohren

3.131**eindeutige Kennzeichnung**

einmalig vergebene Kombination alphanumerischer Zeichen zur Kennzeichnung eines bestimmten Bauteils

3.132**Wasseranteil**

Verhältnis des geförderten Wassers zu den geförderten Flüssigkeiten, in Prozent

3.133**kabelgeführte ESP**

ESP-System, das unter Verwendung eines Kabels in das Bohrloch eingeführt wird statt mit anderen Mitteln, wie z. B. miteinander verbundenen Steigrohrabschnitten oder Spiralsteigrohren

4 Symbole und Abkürzungen

AC	Wechselstrom (en: alternating current)
ASD	drehzahlveränderbarer Antrieb (en: adjustable speed drive)
AWG	amerikanische Norm für Drahtquerschnitte (en: American wire gauge)
BEP	Punkt des besten Wirkungsgrads (en: best efficiency point)

c	Strombelastbarkeitskoeffizient (en: ampacity coefficient)
C_{load}	Lastminderungsfaktor (en: derating factor)
cP	Centipoise (en: centipoise)
DC	Gleichstrom (en: direct current)
dV/dt	Spannungsänderung, dividiert durch Zeitänderung (en: change in voltage divided by change in time)
E	Wirkungsgrad (en: efficiency)
ESD	Notabschaltung (en: emergency shut down)
ESP	elektrische Tauchpumpe (en: electric submersible pump)
F_a	eingestellter Schub (en: adjusted thrust)
F_n	Schub bei Prüfdrehzahl (en: thrust at test rpm)
G	Einheit der g -Kraft (en: unit for g-force)
GOR	Gas-Öl-Verhältnis (en: gas oil ratio)
GVF	Gasvolumenanteil (en: gas volume fraction)
H	Druckhöhe (en: head)
H_a	eingestellte Druckhöhe (en: adjusted head)
H_n	Druckhöhe bei Prüfdrehzahl (en: head at test rpm)
PS	Einheit der Pferdestärke (HP, en: horsepower)
I	Stromstärke (en: amperage)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (en: International Electrotechnical Commission)
id	Innendurchmesser (en: inside diameter)
K	extrapolierte Temperatur bei Nullwiderstand (en: extrapolated temperature for zero resistance)
kVA	Kilovoltampere (en: kilovolt-amperes)
kW	Kilowatt (en: kilowatt)
L_t	Prüfschublast (en: thrust test load)
L_0	axiale Nenn-Traglast des Lagers bei 3 500 U/min und 5 cP Schmierfluidviskosität (en: nominal thrust load rating of bearing at 3 500 rpm and 5 cP lubricating fluid viscosity)
MD	Messtiefe (en: measured depth)
MLE	Motoranschlussüberstandskabel (en: motor lead extension cable)

μ_t	tatsächliche Viskosität des Schmierfluids bei Prüfung (en: actual lubricating fluid test viscosity) (absolut), in cP
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (en: National Electrical Manufacturers Association)
ZfP	zerstörungsfreie Prüfung (NDE, en: non-destructive examination)
od	Außendurchmesser (en: outside diameter)
P_a	eingestellte Leistung (en: adjusted power)
P_n	Leistung bei Prüfdrehzahl (en: power at test rpm)
pH	Potenzial von Wasserstoff (en: potential of hydrogen)
p_i	Pumpenansaugdruck (en: pump intake pressure)
p_o	Pumpenförderdruck (en: pump discharge pressure)
ρ_f	Fluiddichte (en: fluid density)
P_f	Fluidleistung (en: fluid power)
PID	Regler mit programmierbarem Digital-Eingang (en: programmable input digital controller)
PMM	Permanentmagnetmotor (en: permanent magnet motor)
P_s	Wellenleistung (en: shaft power)
PSD	Pumpeneinstelltiefe (en: pump setting depth)
PVT	Druck, Volumen, Temperatur (en: pressure, volume, temperature)
PWM	pulsweitenmoduliert (en: pulse width modulated)
$P_{sc, kW}$	Wellenschaft-Nennleistung (en: shaft coupling power rating), in Kilowatt
$P_{sc, HP}$	Wellenschaft-Nennleistung (en: shaft coupling power rating), in Pferdestärken
Q	Durchflußrate (en: flow rate)
Q_a	eingestellte Durchflußrate (en: adjusted flow rate)
Q_n	Durchflußrate bei Prüfdrehzahl (en: flow rate at test rpm)
Q_{GGE}	Gasdurchflußrate des Gasaustritts (en: gas flow rate out of gas exit)
Q_{Gi}	Ansauggasdurchflußrate (en: intake gas flow rate)
Q_{Li}	Ansaugflüssigkeitsdurchflußrate (en: intake liquid flow rate)
R^2	Bestimmtheitsmaß (en: coefficient of determination)

R_f	Wicklungswiderstand zum Zeitpunkt der Motorabschaltung (en: resistance of winding at the time of motor de-energization)
R_b	Wicklungswiderstand vor der Prüfung bei bekannter Temperatur (en: resistance of winding before test at a known temperature)
RMS	Effektivwert (en: root mean square)
ROR	empfohlener Betriebsbereich (en: recommended operating range)
rpm	Drehzahl in Umdrehungen je Minute (en: rotational speed in revolutions per minute)
rpm _r	Bezugsdrehzahl (en: reference revolutions per minute)
rpm _n	Prüfdrehzahl (en: test revolutions per minute)
SCR	gesteuerter Siliciumgleichrichter (en: silicon controlled rectifier)
SPR	Nennleistung der Welle (en: shaft power rating)
T	Temperatur (en: temperature)
T_f	Temperatur des Prüffluids zum Zeitpunkt der Motorabschaltung (en: temperature of the test fluid at the time of motor de-energization)
T_b	Temperatur zum Zeitpunkt der Bestimmung von R_b (en: temperature at the time R_b is taken)
τ	Drehmoment (en: torque)
THD	Gesamtüberschwingungsverzerrung (en: total harmonic distortion)
TVD	tatsächliche vertikale Tiefe (en: true vertical depth)
TVSS	Überspannungsschutzgerät (en: transient voltage surge suppressors)
UL	Underwriter's Laboratories (en: Underwriter's Laboratories)
VI	prozentualer Anteil freien Gases (en: percentage of free gas)
VDC	Volt Gleichstrom (en: volts direct current)
VSD	drehzahlveränderlicher Antrieb (en: variable speed drive)
VFD	frequenzveränderlicher Antrieb (en: variable frequency drive)
WAG	Wasser-Gas-Wechsel (en: water alternating gas)
ω_t	tatsächliche Prüfdrehzahl der Welle, in U/min (en: actual shaft rotational speed during test in rpm)
Y_i	anhand des mathematischen Modells vorhergesagter Wert der abhängigen Variablen (en: predicted value of the dependent variable as determined by the mathematical model)
y_i	beobachteter Wert der abhängigen Variablen (en: observed value of the dependent variable)
$\bar{y}$	Mittelwert der beobachteten Daten (en: mean of the observed data) y_i

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

Contents

Page

Foreword	vii
Introduction	vii
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	2
4 Symbols and abbreviated terms	13
5 Functional specification	16
5.1 General	16
5.2 Component type	16
5.3 Functional requirements	16
5.3.1 General	16
5.3.2 Application parameters	17
5.3.3 Environmental compatibility	19
5.3.4 Compatibility with related well equipment and services	20
5.4 User/purchaser selections	20
5.4.1 General	20
5.4.2 Design validation	20
5.4.3 Component functional evaluation	21
5.4.4 Quality grades	21
5.4.5 Shipping, handling and storage	21
5.4.6 Additional documentation or requirements	22
6 Technical specification	22
6.1 General	22
6.2 Design criteria	22
6.2.1 General	22
6.2.2 Design documentation	22
6.2.3 Materials	22
6.2.4 Dimensional information	25
6.2.5 Component and assembled system design verification	26
6.2.6 Component design validation	26
6.2.7 Component functional evaluation requirements	26
6.2.8 Assembled system functional evaluation	26
6.2.9 Design changes	27
6.3 Technical specification – all components	27
6.3.1 Technical characteristics	27
6.3.2 Performance rating	27
6.4 Technical specification – bolt-on discharge	27
6.4.1 General	27
6.4.2 Technical characteristics for the discharge	27
6.4.3 Performance ratings	28
6.4.4 Scaling of design validation	28
6.5 Technical specification – pump and gas handler	28
6.5.1 General	28
6.5.2 Technical characteristics for the pump and gas handler	28
6.5.3 Performance ratings	28
6.5.4 Scaling of design validation	28
6.6 Technical specification – bolt-on intake	29
6.6.1 General	29
6.6.2 Technical characteristics for the intake	29
6.6.3 Performance ratings	29

6.6.4	Scaling of design validation	29
6.7	Technical specification – mechanical gas separators	29
6.7.1	General.....	29
6.7.2	Technical characteristics	29
6.7.3	Performance ratings	29
6.7.4	Scaling of design validation	29
6.8	Technical specification – seal chamber sections	29
6.8.1	General.....	29
6.8.2	Technical characteristics	30
6.8.3	Performance ratings	30
6.8.4	Scaling of design validation	30
6.8.5	Horsepower requirement	30
6.9	Technical specification – motors	30
6.9.1	General.....	30
6.9.2	Technical characteristics	30
6.9.3	Performance ratings	31
6.9.4	Scaling of design validation	31
6.10	Technical specifications – power and motor lead extension cable	31
6.10.1	General.....	31
6.10.2	Technical characteristics	31
6.10.3	Performance ratings	31
6.10.4	Scaling of design validation	32
6.11	Technical specifications – pothead	32
6.11.1	General.....	32
6.11.2	Technical characteristics	32
6.11.3	Performance ratings	32
6.11.4	Scaling of design validation	32
6.12	Assembled ESP system	33
6.12.1	General.....	33
6.12.2	Technical characteristics	33
6.12.3	System capabilities	33
7	Supplier/manufacturer requirements	34
7.1	General.....	34
7.2	Documentation and data control	34
7.2.1	General.....	34
7.2.2	Delivery documentation	34
7.2.3	Operator's manual	35
7.2.4	Certificate of compliance	35
7.2.5	Component data sheet	35
7.3	Component identification	39
7.3.1	Permanent identification	39
7.3.2	Semi-permanent identification	39
7.4	Quality	39
7.4.1	General.....	39
7.4.2	Quality grade requirements	39
7.5	Raw materials.....	41
7.6	Additional processes applied to components	41
7.6.1	Documentation.....	41
7.6.2	Coatings and surface treatments	41
7.6.3	Welding	41
7.6.4	Heat treating	42
7.7	Traceability	42
7.8	Calibration systems	42
7.9	Examination and inspection	42
7.9.1	General.....	42
7.9.2	Weld	43
7.9.3	Component and subcomponent dimensional inspection	44
7.9.4	Construction features	44
7.10	Manufacturing non-conformance.....	44

7.11	Component functional testing.....	45
8	Repair/redress	45
9	Shipping, handling and storage.....	45
9.1	General	45
9.2	Storage	45
Annex A	(normative) Design validation performance rating requirements by component.....	46
A.1	General	46
A.2	Design validation grades	46
A.2.1	General	46
A.3	Method for determining performance ratings	48
A.3.1	For all components	48
A.3.2	Bolt on discharge	50
A.3.3	Pump and gas handler	51
A.3.4	Bolt-on intake.....	56
A.3.5	Mechanical gas separator.....	56
A.3.6	Seal chamber section.....	58
A.3.7	Motor.....	61
A.3.8	Power and motor lead extension cable.....	65
A.3.9	Pothead.....	69
Annex B	(normative) Requirements for determining performance ratings as an assembled system	74
B.1	General	74
B.2	Method for determining system capabilities	74
B.2.1	Axial strength and bending tensile load	74
B.2.2	Surface temperature rating.....	74
B.2.3	Amperage rating for the assembled ESP system	74
B.2.4	Dog leg severity limits for the assembled ESP system.....	74
B.2.5	Deviation limits for the assembled ESP system	74
B.2.6	Minimum, maximum and differential operating environment temperature rating for the ESP assembly	75
B.2.7	Maximum pressurization and depressurization rates	75
B.2.8	Power requirements (kVA and kW).....	75
B.2.9	Assembled ESP system motor fluid percentage utilization of each seal chamber contraction capacity.....	75
B.2.10	Minimum operating speed for assembled system	76
B.2.11	Maximum operating speed for assembled system	76
Annex C	(normative) Functional evaluation: single component	77
C.1	General	77
C.2	Definitions	77
C.3	Bolt-on discharge head.....	77
C.4	Pump and gas handler	78
C.5	Bolt-on intake.....	78
C.6	Mechanical gas separator.....	78
C.7	Seal chamber section.....	79
C.8	Motors.....	80
C.8.1	General	80
C.8.2	Electrical functional testing procedure.....	81
C.9	Cable and MLE	82
C.9.1	General	82
C.9.2	Insulation AC discharge test.....	82
C.10	Measuring shaft runout.....	83
C.10.1	General	83
C.10.2	Procedure	83
Annex D	(normative) Cable reference information	84
D.1	General	84
D.2	Metric conductors	84
D.2.1	Conductor properties	84

D.2.2	Metric cable conductor dimension table	84
D.2.3	Metric conductor resistance tables	84
D.3	AWG conductors.....	85
D.3.1	AWG conductor dimensions	85
D.3.2	AWG copper conductor resistance.....	86
D.3.3	Resistance and temperature for copper AWG conductors	88
D.3.4	Conductor resistance testing	89
D.4	Other conductor configurations.....	90
Annex E	(informative) Functional evaluation guideline – assembled ESP system	91
E.1	General.....	91
E.2	Mechanical compatibility test.....	91
E.3	ESP assembly function test.....	91
E.4	Stack-up test	91
E.5	System integration test (SIT)	92
E.6	Power test.....	92
E.7	Calculating ESP system efficiency	92
Annex F	(informative) Establishing recommended operating range (ROR) of ESP system.....	93
F.1	Recommended operating range (ROR)	93
F.1.1	General.....	93
F.1.2	Considerations for ROR	93
Annex G	(informative) Example user/purchaser ESP functional specification form	95
Annex H	(informative) Considerations for use of 3-phase low and medium voltage adjustable speed drives for ESP applications	99
H.1	General.....	99
H.2	Definitions	99
H.3	Design and selection considerations	99
H.4	Input power.....	100
H.5	Output power to ESP	101
H.6	Accuracy of measurement.....	101
H.7	Control functions	101
H.8	Minimum input and output functionality	102
H.9	Protective functions	103
H.10	ASD information to be provided to user/purchaser	104
Annex I	(informative) Analysis after ESP use	105
I.1	General.....	105
I.2	Definitions	105
I.3	Documentation immediately after ESP failure is detected	106
I.4	Evidence collection during pull and wellsite dismantle	106
I.4.1	General.....	106
I.4.2	Recommended pull observations	107
I.4.3	Recommended observations from well site disassembly.....	108
I.4.4	ESP component dismantle	109
I.5	Failure cause analysis.....	113
I.5.1	General.....	113
I.5.2	Reason for pull.....	113
I.5.3	Primary failed item.....	114
I.5.4	Failure descriptor.....	115
I.5.5	Failure causes	116
Annex J	(informative) Downhole monitoring of ESP assembly.....	118
J.1	General.....	118
J.2	Downhole gauge typical parameters	118
Annex K	(informative) Information on permanent magnet motors for ESP applications	120
K.1	General.....	120
K.2	Design and selection considerations	120
Bibliography		122

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

The main task of technical committees is to prepare International Standards. Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO/IEC 15551-1 was prepared by Technical Committee ISO/TC 67, *Materials, Equipment, and Offshore Structures for Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries*, Subcommittee SC 4, *Drilling and Production Equipment*.

Introduction

This part of ISO 15551 has been developed by users/purchasers and suppliers/manufacturers of electric submersible pumps and is intended for use in the petroleum and natural gas industry worldwide. ISO 15551-1 provides requirements and information to both parties in the selection, manufacturing, testing, and use of electric submersible pumps as defined in the scope. Further, ISO 15551-1 addresses supplier requirements, which set the minimum parameters for claiming conformity with this International Standard.

ISO 15551-1 provides grades of requirements for design validation, quality control and functional evaluations allowing the user/purchaser to select each for a specific application. There are two grades of design validation, three grades of quality control and up to three grades of functional testing, depending on the component. Design validation grade V2 is restricted to legacy products, and the highest grade is V1. Quality control grade 3 is the standard grade and grades 2 and 1 provide additional requirements. Of the three functional evaluation grades, the lowest grade is the standard grade and higher grades provide additional requirements. The user/purchaser can specify requirements supplemental to these grades.

Users of this International Standard are informed that requirements above those outlined in this International Standard can be needed for individual applications. This International Standard is not intended to inhibit a supplier/manufacturer from offering, or the user/purchaser from accepting, alternative equipment or engineering solutions. This can be particularly applicable where there is innovative or developing technology.

Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Part 1: Electric submersible pump systems for artificial lift

1 Scope

This part of ISO 15551 provides requirements for the design, design verification and validation, manufacturing and data control, performance ratings, functional evaluations, handling and storage of tubing-deployed electrical submersible pump (ESP) systems as defined herein. This part of ISO 15551 is applicable to those components meeting the definition of centrifugal pumps including gas handling devices, discharge heads, seal chamber sections, intake systems, mechanical gas separators, induction motors (herein motor), shaft couplings, motor lead extension, pothead and power cables, as defined herein. Components supplied under the requirements of this part of ISO 15551 exclude previously used subcomponents. Additionally, this International Standard provides requirements for assembled ESP systems.

This part of ISO 15551 includes normative annexes addressing design validation performance rating requirements by component, requirements for determining ratings as an assembled system, functional evaluation: single component and cable reference information.

This part of ISO 15551 includes informative annexes addressing functional evaluation guidelines for assembled ESP systems, establishing recommended operating range (ROR) of the ESP system, example user/purchaser ESP functional specification form, considerations for the use of 3-phase low and medium voltage adjustable speed drives for ESP applications, analysis after ESP use, downhole monitoring of ESP assembly operation and information on permanent magnet motors for ESP applications.

Equipment not covered by this part of ISO 15551 includes: wireline and coiled tubing-deployed ESP systems, motor and pump shrouds, electric penetrators and feed-through systems, cable clamps and banding, centralizers, intake screens, passive gas separators, by-pass tools, check and bleeder valves, component adaptors, capillary lines, electric surface control equipment, downhole permanent magnet motors and non-conventionally configured ESP systems such as inverted systems. Repair and redress equipment requirements are not covered in this part of ISO 15551.

The terminology used within this standard is; “ESP assembly” for a system of products combined into an operational machine, “component” for individual products such as, pumps or seal chamber sections, and “subcomponent” for individual parts or subassemblies that are used in the construction of an individual component.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 9000, *Quality Management*

ISO 9712, *Non-destructive testing -- Qualification and certification of personnel*

API RP 11S2, *Electric Submersible Pump Testing*¹

¹ American Petroleum Institute, 1220 L Street North West, Washington, DC 20005, USA

API RP 11S7, *Recommended Practice of Application and Testing of Electric Submersible Pump Seal Chamber Section*

API RP 11S8, *Practice on Electric Submersible Pump System Vibrations*

ASTM B3, *Standard Specification for Soft or Annealed Copper Wire*²

ASTM B8, *Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft*

ASTM B33, *Standard Specification for Tin Coated Soft or Annealed Copper Wire for Electrical Purposes*

ASTM B189, *Standard Specification for Lead-Coated and Lead-Alloy-Coated Soft Copper Wire for Electrical Purposes*

ASTM B193, *Standard Test Method for Resistivity of Electrical Conductor Materials*

ASTM B258, *Standard Specification for Standard Nominal Diameters and Cross-Sectional Areas of AWG Sizes of Solid Round Wires Used as Electrical Conductors*

ASTM B496, *Standard Specification for Compact-Round Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors*

ASTM D471, *Rubber Property – Effect of Liquids, Test Method for*

ASTM E8, *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*

NEMA WC 53, *Standard Test Methods for Extruded Dielectric Power, Control, Instrumentation and Portable Cables for Test*³

3 Terms and definitions

For the purposes of this document the following definitions shall apply. For quality system related terms used in this document and not defined below see ISO 9000 for their definitions.

3.1

adapter

device used to connect components that are not directly compatible

3.2

adjustable speed drive

device which controls an electric motor's speed by manipulating the power frequency being supplied to the motor.

Note 1 to entry: The term “adjustable speed drive” is interchangeable with other common industry names for this device such as “variable frequency drive” or “variable speed drive”.

3.3

ampacity

maximum current that can pass through a power cable without exceeding its temperature limit for a specific operating environment

3.4

ampacity coefficient

the temperature rise of the power cable divided by the square of the amperage for a specific operating environment

² American Society for Nondestructive Testing, 1711 Arlingate Lane, Columbus, OH 43228-0518, USA

³ National Electrical Manufacturers Association, 1300 North 17th Street, Suite 1752, Rosslyn, Virginia 22209

3.5

armor

outer covering to the power cable that can provide protection from mechanical damage and provides mechanical constraint against swelling or expansion of underlying materials on exposure to well fluids

3.6

assembled ESP system

assembly of downhole equipment which includes some or all components as identified in this part of ISO 15551

3.7

auxiliary equipment

equipment or components that are outside the scope of this part of ISO 15551 and are typically selected and/or installed by the user/purchaser

EXAMPLES Cable protectors, motor shrouds, by-pass tools and electrical penetrators.

3.8

axial stage type

type of stage with inlet and exit flow path essentially parallel to the shaft axis

3.9

bag/bladder/bellows

the flexible subcomponent of a seal chamber section that functions as a positive barrier that isolates the wellbore production fluid from the motor fluid

3.10

bag/bladder/bellows chamber

chamber which houses the bag/bladder/bellows

3.11

barrier

subcomponent of an ESP power cable that can be applied over the insulated conductors and provides fluid protection, hoop strength or both

3.12

best efficiency point

BEP

pump performance values at the flow rate where the pump efficiency is highest

3.13

bleeder valve

valve placed above a check valve for the purpose of reducing pressure or draining the fluid from within the production tubing

3.14

braid

supplementary layer of material used to provide mechanical performance characteristics to the power cable system such as hoop strength for gas decompression

3.15

bubble point

the pressure at which gas begins to break out of under-saturated oil/fluid and form a free gas phase

3.16

by-pass tool

device that is installed into the wellbore along with the ESP assembly that divides the tubing system to permit the installation of additional tubing string parallel to the ESP

3.17

cable band

metal band which is used to secure ESP power cable to production tubing

3.18

cable clamp

device, usually of rigid material, for strengthening or supporting power cable to production tubing

3.19

capillary line

independent tubing string commonly used for hydraulic control of safety valves and sliding sleeves or for chemical injection

Note 1 to entry: This device is also commonly referred to as a chemical injection line or control line.

3.20

casing

pipe extending from the surface and intended to line the walls of a drilled well

3.21

casing size

nominal casing outside diameter (od), mass (weight), inside diameter (id), and/or drift diameter as specified in ISO 11960

3.22

centralizers

device used to keep the ESP assembly or other downhole equipment in the centre of the tubing, casing or wellbore

3.23

centrifugal pump

component of an ESP system that uses rotating impeller(s) to impart kinetic energy (velocity) by centrifugal force to a fluid and stationary diffusers to convert the kinetic energy to potential energy (pressure)

3.24

chamber

subcomponent of the seal chamber section

3.25

check valve

device that allows one-directional flow of fluid when a differential pressure exists

3.26

coefficient of determination

statistic used to determine the strength of a fit between a mathematical model and a set of observed data values

Note 1 to entry: The coefficient of determination is typically calculated using the following equation

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

3.27

coiled tubing

pipe typically supplied and installed in one continuous length and wound onto a reel or spool

3.28

coiled tubing deployed ESP

ESP system which is deployed into the wellbore using coiled tubing rather than by other deployment means such as jointed tubing or wireline

3.29

common hardware

hardware that does not require traceability and is included as part of an ESP component

EXAMPLES Bolts, washers, screws, and snap rings.

3.30

compact stranded cable

electrical conductor configuration in which a multiple-strand conductor has been compacted to reduce its circumference while maintaining conductor area

3.31

compression pump construction

configuration where the impeller is fixed to the shaft to prevent axial movement

3.32

conductor

subcomponent of the power cable that functions to conduct electrical power

3.33

conductor shield

layer adjacent to the conductor to distribute voltage stress evenly over the surface of the conductor

3.34

configuration

component designation that identifies the end connection designs for attaching additional components in series,

EXAMPLES Upper tandem, lower tandem, middle/centre tandem, and single tandem.

3.35

contraction capacity

volume that a chamber or set of parallel chambers can draw in due to temperature and pressure cycles without allowing wellbore fluid ingress through the chamber or causing damage

3.36

coupling

device which connects the shafts of ESP components

3.37

deployment method

conveyance method

method used to deploy the ESP downhole equipment to its setting location

3.38

design validation

process of proving a design by testing to demonstrate conformity of the product to design requirements

3.39

design verification

process of examining the premise of a given design by calculation, comparison or investigation, to substantiate conformity with specified requirements

3.40

deviation survey

the measurement of a borehole's trajectory over the wellbore length for the purposes of ESP design and application

3.41

diffuser

stationary stage segment of a centrifugal pump which converts the pumped fluid velocity (kinetic energy) to a pressure (potential energy)

3.42

discharge head

component on the output end of the pump for connecting to the production tubing

3.43

dogleg severity

the total angular inclination and azimuth in the wellbore, casing or liner, calculated over a standard length such as degrees per 30 meters, or degrees per 100 feet

3.44

effective diameter

the theoretical minimum diameter through which the assembled ESP system passes including installation of all required ESP ancillary equipment

3.45

efficiency

output work divided by input work

3.46

elastomer

polymer with the property of viscoelasticity (elasticity), generally having a low Young's modulus and a high yield strain

3.47

electric penetrator

electrical connector that functions to transition power cable and/or instrument wires through a sealing barrier

EXAMPLES Wellhead, wellbore packer, ESP pod or canister.

3.48

electric surface control equipment

electrical equipment used to control the operation of the ESP assembly commonly referred to as an adjustable speed drive or switchboard

3.49

electromagnetic region

region of an induction motor relative to the cylindrical boundary defined by the outside diameter of the stator laminations, and the axial length which encompasses all the coiled wire of the stator.

3.50

feed-through system

fixture which allows the passage of electricity from one side of a barrier to another while maintaining a seal of gas or liquid through the barrier

3.51

floating pump construction

configuration where the impeller is not fixed to the shaft to permit limited axial movement

3.52

flowing pressure

pressure in the wellbore at a specific vertical depth at a specific flow rate

3.53

functional evaluation

test(s) performed to confirm ESP component operation or assembled ESP system operation as per design

Note 1 to entry: Occasionally referred to as factory acceptance test in case of ESP component and as string test in case of assembled ESP system.

3.54

gas handler

component of an ESP system that conditions multiphase flow, without gas separation, to decrease the degradation of pump performance

3.55

gas-oil ratio

produced gas-oil ratio
volumetric ratio of gas to oil at standard conditions

3.56

gas separator

component of an ESP system that mechanically separates a portion of the free gas from the wellbore fluids prior to the fluids entering the pump or gas handler

3.57

head curve

the amount of head generated by the pump as a function of flow rate for a specific speed

3.58

housing pressure rating

the value of the maximum allowable difference of internal less external pressure

3.59

impeller

stage segment rotated by the shaft which adds kinetic energy (velocity) to the fluid being pumped

3.60

inclination

angle, measured in degrees, by which the wellbore or survey-instrumented axis varies from a true vertical line.

3.61

induction motor

component of an ESP system where alternating current power input is transformed to mechanical torque by means of electromagnetic induction. Also referred to as an asynchronous or squirrel cage motor

3.62

intake

subcomponent of a pump which provides a flow path to the first impeller, constructed either integral to the pump or bolted-on to the pump

3.63

intake screen

attachment to the pump intake used to filter solid particles from the produced fluid to protect the internal components of the pump

3.64

insulation

isolates the electrical potential between conductors and other conducting materials and minimizes leakage current from the conductors

3.65

inversion point

water cut percentage at which the emulsion viscosity is at its maximum

3.66

inverted system

ESP system configured with the pump on the bottom and motor on the top

3.67

jacket

subcomponent of an ESP power cable that covers the insulated conductors and provides mechanical protection from the downhole environment

3.68

labyrinth chamber

chamber which utilizes a vertical U-tube, maze-like or tortuous flow path to delay wellbore fluid ingress through the chamber

3.69

lamination

thin electrical grade metallic subcomponents that form the magnetic core of the stator and the rotor(s)

3.70

liner

pipe extending from the surface or another point lower in the wellbore to a depth within or below the existing casing

3.71

manufacturing

process and action performed by an equipment supplier/manufacture that are necessary to provide finished component(s), assembly(ies) and related documentation, that fulfil the requests of the user/purchaser and meet the standards of the supplier/manufacture

Note 1 to entry: Manufacturing begins when the supplier/manufacture receives the order and is completed at the moment the component(s), assembly(ies) and related documentation are surrendered to a transportation provider.

3.72

mechanical seal

subcomponent used to prevent flow between a rotating shaft and a stationary body

3.73

megger

instrument that generates a high voltage in order to test the resistance of insulation, etc.

3.74

mixed flow stage type

type of stage with inlet flow path essentially parallel to shaft axis and exit between perpendicular and parallel to the shaft axis

3.75

model

equipment with unique components and operating characteristics which differentiate it from other equipment of the same type

3.76

modular pump construction

configuration that utilizes both compression and floating pump constructions within the same single component

3.77

motor fluid

fluid internal to the motor and seal chamber section that provides lubrication to the bearing systems, heat transfer to the unit skin, and dielectric insulation for the motor

3.78

motor lead extension

MLE

cable connected to the pothead for splicing to the power cable

3.79

motor operating temperature

temperature at or near the coils of the stator when it is energized

3.80

motor shroud

tube which covers the motor length of the ESP to promote fluid flow past the motor

3.81

non-conformance

non-fulfilment of a specified requirement such as a disagreement between equipment, part, practice or procedure with an established standard

3.82

operator

user of the equipment

3.83

operator's manual

publication issued by the supplier/manufacturer which contains detailed data and instructions related to the design, installation, operation and maintenance of the equipment

3.84

operating environment

set of downhole conditions to which the component is exposed during its full life cycle

3.85

parallel chambers

configuration of at least two seal chambers that function together to increase contraction capacity

3.86

passive gas separator

device intended to reduce the amount of free gas entering into the pump intake through a selective fluid intake point or directing fluid flow path

3.87

permanent identification

marking that remains legible over the intended service life of the component and/or subcomponent

3.88

permanent magnet motor

type of motor that uses permanent magnet rotor(s) instead of induction rotor(s) as a way to create torque

3.89

pothead

power connector on the end of the MLE or power cable which mates to the motor

3.90

power cable

component of the ESP system that connects the surface electrical equipment or electrical penetrator connector to the MLE or motor

3.91

pump construction

configuration of which the pump stages are assembled with respect to axial movement relative to the shaft such as compression, floater, modular

3.92

pump differential pressure

difference between discharge and intake pressures

3.93

pump housing

tube containing pump subcomponents pertaining to the impellers and diffusers and functioning as a pressure barrier

3.94

pump shroud

tube which covers the pump length of the ESP intended to limit free gas migration into the pump intake

Note 1 to entry: This item is sometimes referred to as an inverted shroud.

3.95

qualified part

part manufactured under an authorized quality assurance program produced to meet or exceed the performance of the original part

3.96

qualified person

individual with or abilities gained through training or experience or both as measured against established requirements, such as standards or tests that enable the individual to perform a required function

3.97

radial stage type

type of stage with inlet flow path essentially parallel to shaft and exit essentially perpendicular to the shaft axis

3.98

redress

the activities performed to a component restricted to the replacement of qualified parts that restores the equipment to its original performance

3.99

reference fluid

water corrected to specific gravity of 1.0, at standard conditions

3.100

reference temperature

20 degrees centigrade

3.101

repair

any activity beyond the scope of redress that includes disassembly, re-assembly, and testing with or without the replacement of qualified parts and may include machining, welding, heat treating or other manufacturing operations that restores the equipment to its original performance

3.102

rotor

subcomponent of a motor, mechanically attached to the shaft, whose magnetic field is induced by the magnetic field of the stator, resulting in torque applied to the shaft

3.103

safety factor

defined measure of a reduced value from a known capacity

3.104

sand cut

amount of sand or solid material in the wellbore fluid, typically expressed as a volumetric or mass percentage

3.105

seal chamber section

component of an ESP system that provides one or more of the following functions: protects the interior of the motor from well fluids and other contaminants, carries the pump thrust, maintains pressure equalization with wellbore fluid pressure and transmits the motor torque to the component above it

3.106

semi-permanent identification

marking that remains legible until the component and/or subcomponent is installed, such as, a metal stamped nameplate or tag

3.107

series

component designation that identifies the outer diameter of its housing

3.108

series chambers

configuration of at least two seal chambers that function redundantly to increase protection to the subcomponents below them

3.109

shaft end play

axial movement the component shaft has generally measured from a reference point

3.110

shaft extension

measurement of the component shaft end in relation to a reference point

3.111

shaft side play

radial movement of a component shaft resulting from clearances between rotating and stationary radial support components

3.112

shipping hardware

auxiliary equipment that is shipped as part of an ESP component to help protect the component during the shipping and handling process

3.113

slip

the difference between the AC motor synchronous speed and the actual operating speed divided by the synchronous speed expressed in percentage.

3.114

slugging

well production characterized by cyclic flow of fluid mixtures of different densities, such as gas and liquid or two differing liquid viscosities

3.115

solution gas-oil ratio

the amount of gas dissolved in the oil and increases with pressure until the bubble point pressure is reached, after which it is an constant

3.116

spline type

machined configuration of the end of component shafts to allow connection by couplings to adjoining components, such as; modified SAE, involute, and others.

3.117

stage

matched set of one impeller and one diffuser

3.118

stage name

nomenclature given to each pump stage type that typically defines its flowrate (bep), its size (diameter), and any special fluid handling characteristics

3.119

standard conditions

1 atmosphere (14,7 psia) and 15 °C (60 °F)

3.120

stator

subcomponent of the motor which contains laminations and coiled wire and housed in a tube, also known as wound stator

3.121

stock tank flow rate

wellbore fluid rate reported at standard conditions

3.122

subcomponent

portion of a component made up of one or more pieces

3.123

synchronous speed

supply power frequency divided by the number of poles of the AC motor.

Note 1 to entry: When expressed in revolutions per minute, the formula to calculate synchronous speed is power frequency times 120 divided by the number of poles.

3.124

tandem

designation that indicates where in the modular system an ESP component, such as a motor, would be used.

Note 1 to entry: There are four different tandem designations for ESP components: upper tandem, middle tandem, lower tandem and single

3.125

test open flow

maximum pump flow rate attainable on test

3.126

thrust bearing

device to support axial load of a rotating part

3.127

thrust load bearing capacity

axial load capacity of a thrust bearing as defined by the bearing design, lubrication fluid and operating environment

3.128

thrust washer

subcomponent mounted on an impeller which carries the axial thrust

3.129

torsional yield ratio

the ratio of the material yield point in torsion to the material yield point in tension

3.130

tubing deployed ESP

ESP system which is deployed into the wellbore using jointed tubing rather than by other deployment means such as wireline or coiled tubing

3.131

unique identifier

unique combination of alphanumeric characters to identify a specific component

3.132

water cut

ratio of produced water to produced liquids, expressed as a percentage

3.133

wireline deployed ESP

ESP system which is deployed into the wellbore using wireline rather than by other deployment means such as jointed tubing or coiled tubing

4 Symbols and abbreviated terms

AC	alternating current
ASD	adjustable speed drive
AWG	American wire gauge
BEP	best efficiency point
c	ampacity coefficient
C_{load}	derating factor
cP	centipoise
DC	direct current
dV/dt	change in voltage divided by change in time

E	efficiency
ESD	emergency shut down
ESP	electric submersible pump
F_a	adjusted thrust
F_n	thrust at test rpm
G	unit for g-force
GOR	gas oil ratio
GVF	gas volume fraction
H	head
H_a	adjusted head
H_n	head at test rpm
HP	horsepower
I	amperage
IEC	International Electrotechnical Commission
id	inside diameter
K	extrapolated temperature for zero resistance
kVA	kilovolt-amperes
kW	kilowatt
L_t	thrust test load
L_0	nominal thrust load rating of bearing at 3 500 rpm and 5 cP lubricating fluid viscosity
MD	measured depth
MLE	motor lead extension cable
μ_t	actual lubricating fluid test viscosity (absolute) in cP
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NDE	non-destructive examination
od	outside diameter
P_a	adjusted power
P_n	power at test rpm
pH	potential of hydrogen
p_i	pump intake pressure

p_o	pump discharge pressure
ρ_f	fluid density
P_f	fluid power
PID	programmable input digital controller
PMM	permanent magnet motor
P_s	shaft power
PSD	pump setting depth
PVT	pressure, volume, temperature
PWM	pulse width modulated
$P_{sc, kW}$	shaft coupling power rating expressed in kilowatt
$P_{sc, HP}$	shaft coupling power rating expressed in horsepower
Q	flow rate
Q_a	adjusted flow rate
Q_n	flow rate at test rpm
Q_{GGE}	gas flow rate out of gas exit
Q_{Gi}	intake gas flow rate
Q_{Li}	intake liquid flow rate
R^2	coefficient of determination
R_f	resistance of winding at the time of motor de-energization
R_b	resistance of winding before test at a known temperature
RMS	root mean square
ROR	recommended operating range
rpm	rotational speed in revolutions per minute
rpm _r	reference revolutions per minute
rpm _n	test revolutions per minute
SCR	silicon controlled rectifier
SPR	shaft power rating
T	temperature
T_f	temperature of the test fluid at the time of motor de-energization
T_b	temperature at the time R_b is taken

τ	torque
THD	total harmonic distortion
TVD	true vertical depth
TVSS	transient voltage surge suppressors
UL	Underwriter's Laboratories
VI	percentage of free gas
VDC	volts direct current
VSD	variable speed drive
VFD	variable frequency drive
WAG	water alternating gas
ω_t	actual shaft rotational speed during test in rpm
Y_i	predicted value of the dependent variable as determined by the mathematical model
y_i	observed value of the dependent variable
$\bar{y}$	mean of the observed data y_i

5 Functional specification

5.1 General

The user/purchaser shall prepare a functional specification when ordering components which conform to this part of ISO 15551 and specify the requirements and operating conditions as appropriate. This information is used by the supplier/manufacturer to recommend the components for the application. User/purchaser shall specify the units of measurement for the data provided.

ESPs are designed for specific applications. When used in other applications re-evaluation is required. The process used for that re-evaluation shall be no less stringent or documented and approved than that required for the initial application.

5.2 Component type

The user/purchaser shall request an ESP system on the basis of the following conditions:

- production requirements;
- fluid characteristics;
- pump deployment method such as; jointed tubing, wireline, coiled tubing.

5.3 Functional requirements

5.3.1 General

User/purchaser shall specify the known and anticipated application parameters and requirements to the best of their knowledge. Operational issues such as; frequency of shut-downs, power interruptions, production fluid

changes, electrical current changes and other issues that may have an effect on the systems operation and durability shall also be specified.

5.3.2 Application parameters

5.3.2.1 General

While installed, the ESP system shall perform in accordance with its functional requirements which are typically determined based on application parameters.

5.3.2.2 Well information

5.3.2.2.1 Requirements

The following well information, whether planned or existing, shall be specified:

- a) operating environment such as heavy and conventional oil production, coal bed methane applications and source water production;
- b) well type such as vertical, slant, deviated or horizontal;
- c) wellhead location such as onshore, platform or subsea;
- d) reservoir type such as carbonate, consolidated sandstone, unconsolidated sandstone, coal, or shale;
- e) reservoir recovery mechanism or process such as; aquifer drive, solution gas drive, water flood, thermal, coal dewatering;
- f) enhanced oil recovery such as CO₂ flood, water-alternating-gas, or polymer flood;
- g) existing or planned power supply details such as generator/utility, volts, frequency, kVA/Amp supply limitations;
- h) existing or planned surface equipment details such as switchboard, 6-step ASD, PWM ASD, filtered PWM ASD, space restrictions.

5.3.2.2.2 Supplemental Information

The following well information shall be specified, if available:

- a) well profile such as “S shaped”, “J shaped”, sinusoidal, multilateral;
- b) geothermal gradient/profile;
- c) pertinent production history using ESPs and other methods such as other artificial lift methods or natural flow.

5.3.2.3 Completion information

5.3.2.3.1 Requirements

The following well information, whether planned or existing, shall be specified:

- a) proposed pump setting depth in terms of MD and TVD of the pump intake;
- b) existing or planned total well depth such as plug back depth in terms of MD and TVD;
- c) depth(s) of producing interval(s), top and bottom, in terms of MD and TVD;

- d) casing/liner size including outside diameter and weight, connection type and grade of production casing;
- e) minimum drift diameter through wellhead to bottom of the ESP assembly;
- f) production tubing size(s) including outside diameter, mass (weight), connection type and grade;
- g) completion type such as; perforated casing or open hole;
- h) sand control measures such as; none, slotted liner, gravel pack, or sand screen;
- i) ESP system configuration such as: single, dual back-up / boost;
- j) ESP deployment method such as: conventional tubing, coiled tubing and wireline.

5.3.2.3.2 Supplemental information

The following completion information shall be specified, if available:

- a) well deviation survey. If not provided, as a minimum provide the following:
 - inclination and estimated dogleg severity at pump setting depth;
 - maximum dogleg severity between wellhead and pump setting depth for each casing or liner segment that the ESP has to pass through during installation;
- b) production tubing inner coating type and thickness;
- c) completion thermal characteristics such as heat transfer coefficients for completion, insulated tubing/annulus or flowing temperature profile;
- d) completion diagram.

5.3.2.4 Operating and production information

5.3.2.4.1 Requirements

The following operating and production information shall be provided over the life of the system, such as early, mid and late life:

- a) expected well production flow performance, which shall include, as a minimum, expected flow rate such as stock tank flow rate or pump discharge rate and flowing pressure or fluid level at expected flow rate for a specified depth;
- b) water cut;
- c) tubing head flowing pressure;
- d) casing head pressure;
- e) static temperature at a reference depth;
- f) total producing gas-oil-ratio;
- g) special operational conditions such as unloading heavy completion fluids, sand face control limitations, delayed start-up, unusual anticipated duty cycles (stops and starts);
- h) minimum expected bottomhole temperature;
- i) maximum expected bottomhole temperature.

5.3.2.4.2 Supplemental information

The following operating and production information shall be provided over the life of the system, such as early, mid and late life, if available:

- a) sand cut;
- b) wellhead flowing fluid temperature;
- c) flowing temperature at a reference depth;
- d) slugging tendency such as; gas, water, solids, steam;
- e) desired operating frequency range and desired operating frequency at target rate.

5.3.3 Environmental compatibility

User/purchaser shall specify the environmental compatibility requirements and preferred fluid property correlations. The following parameters shall be supplied:

- a) Oil
 - 1) density at standard temperature and pressure or API gravity;
 - 2) viscosity at standard conditions;
 - 3) bubble point pressure at reservoir temperature;
 - 4) solution gas-oil-ratio.
- b) Water
 - 1) pH;
 - 2) density;
 - 3) chloride concentration/salinity.
- c) Gas
 - 1) composition such as:
 - i) CO₂ concentration (mole percentage);
 - ii) H₂S concentration (mole percentage);
 - 2) specific gravity.
- d) Solids
 - 1) history of solids related problems such as erosion, plugging, wear;
 - 2) morphology such as size, structure, angularity, composition;
 - 3) scale deposition tendency;
 - 4) asphaltene deposition tendency;
 - 5) paraffin deposition tendency.

e) Other

- 1) emulsion properties such as:
 - i) inversion point data (percentage water cut);
 - ii) emulsion viscosity at downhole operating conditions over predicted pump life;
 - iii) emulsion forming tendency;
- 2) foamy oil behaviour such as that affecting annular fluid level;
- 3) other fluid types and concentrations such as diluent, corrosion/scale inhibitor, completion fluid, dispersants and injection points in the wellbore;

5.3.4 Compatibility with related well equipment and services

5.3.4.1 General

The user/purchaser shall specify related well equipment and service considerations that can impact the compatibility of the proposed component for the well such as material requirements, dimensional limitations, transportation, and installation restrictions, to ensure that the component conforms to the intended application.

5.3.4.2 Accessory equipment and well operation

The following topics shall be considered for the application:

- a) dimension of chemical injection tubing/string line and injection point such as above pump, below pump, annulus, tubing string;
- b) surface instrumentation dimension and location such as above or below pump as applicable;
- c) surface equipment dimensions, location relative to the pump and attachment to the pump such as by-pass systems, clamps, shrouds, pod, tail pipes, backflow valves, swages;
- d) well intervention limitations such as; maximum allowable pump length, maximum coiled tubing diameter;
- e) packer type, location in the wellbore relative to ESP assembly;
- f) casing gas venting scheme such as vented to atmosphere, vented to production flow line, no venting.

5.4 User/purchaser selections

5.4.1 General

Table 1 is the compiled list of required selection criteria for ESP components which shall be selected by the user/purchaser. The grades can vary by component as selected by the user/purchaser. General guidance on the selections available is provided in 5.4.2, 5.4.3 and 5.4.4.

5.4.2 Design validation

This part of ISO 15551 provides two design validation grades, one of which shall be selected by the user/purchaser.

- V1 Highest grade;
- V2 Basic grade.