NORME INTERNATIONALE

ISO 17348

Première édition
2016-02-15

Industries du pétrole et du gaz naturel — Choix des matériaux pour tubes de cuvelage et de production et équipements de fond en environnement à haute teneur en CO_2

Petroleum and natural gas industries — Materials selection for high content CO_2 for casing, tubing and downhole equipment

Numéro de référence
ISO 17348:2016(F)

© ISO 2016



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **iv**

Introduction ..... **v**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Termes, définitions et abréviations **2**
3.1 Termes et définitions 2
3.2 Abréviations 5

4 Lignes directrices pour l'évaluation de la corrosion **6**
4.1 Généralités 6
4.2 Corrosion par les fluides produits ou injectés — Probabilité de corrosion 7
4.2.1 Puits de production de gaz 7
4.2.2 Puits d'injection 7

5 Choix des matériaux **8**
5.1 Injection de gaz à haute teneur en CO_2 8
5.2 Systèmes d'injection alternée d'eau et de gaz à haute teneur en CO_2 (WAG) 9
5.3 Puits de production de gaz à haute teneur en CO_2 9
5.4 Colonne de production 10
5.5 Joints et garnitures d'étanchéité 10
5.5.1 Généralités 10
5.5.2 Joints et garnitures d'étanchéité non métalliques 11
5.6 Manchons 11

6 Contrôle de la corrosion **12**
6.1 Prévention de la corrosion 12
6.1.1 Complétion avec CRA et placage 12
6.1.2 Complétion avec manchons en GRE 12
6.2 Maîtrise de la corrosion 13
6.3 Surépaisseur de corrosion intérieure 13

Annexe A (informative) **Exemple de choix de matériaux pour la production de gaz** **14**

Bibliographie **16**

© ISO 2016 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: Avant-propos - Informations supplémentaires.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel*.

© ISO 2016 – Tous droits réservés

Introduction

La présente Norme internationale fournit des recommandations et des lignes directrices pour le choix des matériaux employés dans les puits de production de pétrole et de gaz, en particulier pour les systèmes de production et d'injection de gaz à haute teneur en CO_2, aussi bien que pour les systèmes d'injection alternée d'eau et de gaz (WAG). Elle est destinée à permettre aux parties responsables de sélectionner les matériaux de manière cohérente dans le cadre des travaux d'ingénierie, sur la base de la conception d'une installation spécifique. Les principaux utilisateurs de la présente Norme internationale sont les compagnies pétrolières et gazières et les entreprises de génie civil. Les fabricants de matériaux et les fournisseurs d'équipements peuvent tirer profit de l'utilisation de la présente Norme internationale pour le développement de leurs produits.

La technique de piégeage et de stockage du carbone (CCS) a été identifiée comme une technique importante pour atteindre une réduction significative des émissions de CO_2 dans l'atmosphère.

Un grand nombre des techniques et pratiques mises au point pour la récupération assistée des hydrocarbures (EOR) par injection de CO_2 peut avoir une applicabilité dans les projets CCS, en supposant que chaque projet soit conçu en fonction des conditions spécifiques du site. Les expériences de récupération assistée des hydrocarbures par injection de CO_2 (EOR-CO_2) dans les industries pétrolières et gazières constituent la plus grande base collective d'informations techniques disponibles sur l'injection de CO_2 et, de ce fait, fournissent des informations précieuses pour le développement et la mise en œuvre futurs de projets CCS sur le terrain.

La présente Norme internationale ne fournit ni exigence ni recommandation détaillée relative aux matériaux utilisés pour la fabrication et les essais des équipements. Ce type d'information peut être trouvé dans les normes relatives à un produit en particulier ainsi que dans les normes de fabrication et d'essais. D'autres Normes internationales relatives aux limites d'utilisation des matériaux sont mentionnées, par exemple l'ISO 15156 (toutes les parties) pour un service contenant du H_2S.

En cas de conflit entre la présente Norme internationale et d'autres Normes internationales de produits, les exigences de ces dernières prévalent.

© ISO 2016 – Tous droits réservés

Industries du pétrole et du gaz naturel — Choix des matériaux pour tubes de cuvelage et de production et équipements de fond en environnement à haute teneur en CO_2

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit des lignes directrices et des exigences pour le choix des matériaux employés pour les tubes de cuvelage et de production et les équipements de fond des puits d'injection de CO_2 et des puits de production de gaz dans des environnements à haute pression et haute teneur en CO_2 [concentration (molaire) de CO_2 supérieure à 10 % et pression partielle de CO_2 supérieure à 1 MPa]. Les puits de production de pétrole ne sont pas couverts par la présente Norme internationale. La présente Norme internationale concerne uniquement la comptabilité des matériaux avec l'environnement.

Des lignes directrices sont fournies pour

— l'évaluation de la corrosion,

— le choix des matériaux, et

— le contrôle de la corrosion.

La présente Norme internationale concerne les puits à haute teneur en CO_2 dans lesquels la menace d'un faible pH et d'une corrosion par le CO_2 est la plus élevée. Néanmoins, de nombreux aspects sont également applicables à des environnements contenant de plus faibles concentrations en CO_2.

Le choix des matériaux est influencé par de nombreux facteurs et synergies et il convient qu'il soit effectué par un ingénieur en matériaux ou en corrosion.

2 Références normatives

Les documents suivants, en totalité ou en partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 11960, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Tubes d'acier utilisés comme cuvelage ou tubes de production dans les puits*

ISO 13680, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Tubes sans soudure en acier allié résistant à la corrosion utilisés comme tubes de cuvelage, tubes de production et tubes-ébauches pour manchons — Conditions techniques de livraison*

ISO 15156 (toutes les parties), *Industries du pétrole et du gaz naturel — Matériaux pour utilisation dans des environnements contenant de l'hydrogène sulfuré (H2S) dans la production de pétrole et de gaz*

ISO 21457, *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Choix des matériaux et contrôle de la corrosion pour les systèmes de production de pétrole et de gaz*

ISO 23936-1, *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Matériaux non métalliques en contact avec les fluides relatifs à la production de pétrole et de gaz — Partie 1: Matières thermoplastiques*

© ISO 2016 – Tous droits réservés

ISO 23936-2, *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Matériaux non métalliques en contact avec les fluides relatifs à la production de pétrole et de gaz — Partie 2: Élastomères*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1.1
espace annulaire A
désignation de l'espace annulaire entre les tubes de production et la *colonne de production* (3.1.12)

[SOURCE: ISO/TS 16530-2:2014, 3.1]

3.1.2
cuvelage
tube installé depuis la surface et destiné à revêtir la paroi d'un puits de forage

[SOURCE: ISO 11960:2014, 4.1.5]

3.1.3
placage
revêtement métallique
couche de *CRA* (3.1.4) appliquée sur une tôle ou un tube d'acier au carbone par laminage, rechargement par soudage, procédé de métallurgie des poudres ou placage par explosion, et liée métallurgiquement à celle-ci (celui-ci)

[SOURCE: API 5LD 2009, 3.1.2]

3.1.4
alliage résistant à la corrosion
CRA
alliage utilisé pour sa résistance à la corrosion, générale et localisée, dans des milieux pétroliers corrodant les aciers au carbone

[SOURCE: ISO 15156-1:2015, 3.6]

3.1.5
adaptateur
court sous-ensemble qui assemble deux raccordements d'extrémités différentes

3.1.6
phase dense
état (supercritique ou liquide) d'un fluide au-dessus de la pression critique

3.1.7
gaz sec
gaz présentant une température supérieure d'au moins 10 °C au point de rosée de l'eau à une pression donnée

Note 1 à l'article: Voir l'ISO 21457:2010, 6.2.3.5.

3.1.8
puits de production de gaz
puits dans lequel le rapport gaz/liquide est compris entre 900 et 18 000 pour un gaz à condensat et supérieur à 18 000 pour un *gaz sec* (3.1.7)

© ISO 2016 – Tous droits réservés

3.1.9
tubage intermédiaire
colonne installée entre les *colonnes de surface* (3.1.19) et *de production* (3.1.12)

Note 1 à l'article: Il peut y avoir plusieurs tubages intermédiaires permettant d'atteindre une plus grande profondeur dans le puits

3.1.10
garniture d'étanchéité
packer
dispositif mécanique comportant un élément d'étanchéité, qui n'est pas placé dans un logement conçu à cet effet, utilisé pour empêcher l'écoulement d'un fluide (liquide ou gaz) à travers l'espace annulaire entre conduits en l'obturant

[SOURCE: ISO 14310:2008, 3.26]

3.1.11
indice de résistance à la corrosion par piqûres
PREN
indice mis en place pour indiquer et prédire la résistance aux piqûres d'un acier inoxydable, fondé sur les proportions de Cr, Mo, W et N dans la composition chimique de l'alliage

Note 1 à l'article: Pour les besoins de la présente Norme internationale, l'indice PREN est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$\text{PREN} = w_{\text{Cr}} + 3{,}3\,(w_{\text{Mo}} + 0{,}5w_{\text{W}}) + 16w_{\text{N}}$$

où

w_{Cr} est le pourcentage en masse de chrome présent dans l'alliage;

w_{Mo} est le pourcentage en masse de molybdène présent dans l'alliage;

w_{W} est le pourcentage en masse de tungstène présent dans l'alliage;

w_{N} est le pourcentage en masse d'azote présent dans l'alliage

[SOURCE: ISO 21457:2010, 3.1.18, modifiée.]

3.1.12
colonne de production
tube installé depuis la surface et destiné à revêtir la paroi d'un trou de forage, en isolant la zone de production et/ou la zone d'injection

3.1.13
packer de production
garniture d'étanchéité (packer) (3.1.10) utilisée pour isoler l'*espace annulaire A* (3.1.1), conçue pour empêcher l'écoulement de fluide en obturant le diamètre intérieur de la *colonne de production* (3.1.12)

3.1.14
joint de tube court
tube de *cuvelage* (3.1.2) ou de production de longueur inférieure à la Gamme 1

[SOURCE: ISO 11960:2014, 4.1.37, modifiée — Note 1 à l'article supprimée.]

© ISO 2016 – Tous droits réservés

3.1.15
décompression rapide du gaz
RGD
dépressurisation
décompression explosive
chute de pression rapide dans un système contenant du gaz sous haute pression, qui rompt l'équilibre entre la pression de gaz externe et la concentration du gaz dissous à l'intérieur d'un polymère, avec pour conséquence que le gaz en excès cherche des points de sortie dans tout le matériau en entraînant une dilatation

Note 1 à l'article: Si le matériau est suffisamment grand et si la chute de pression est plus rapide que la vitesse de diffusion naturelle du gaz, un cloquage ou une rupture peut se produire

[SOURCE: ISO 23936-2:2011, 3.1.10]

3.1.16
sabot
assemblage à profil arrondi vissé au cuvelage afin de guider la colonne de tubage dans le puits de forage

3.1.17
câble lisse
câble fin non électrique utilisé pour la mise en place et la récupération sélectives de matériel de puits de forage, tel que bouchons obturateurs, appareils de mesure et vannes situés dans des mandrins à poche latérale

3.1.18
état supercritique
état d'un fluide au-dessus de la pression et de la température critiques

3.1.19
tubage de surface
ensemble de tubes de grand diamètre situé dans le premier étage d'un puits

Note 1 à l'article: L'une de ses fonctions est d'assurer une résistance structurelle afin de suspendre les autres colonnes de tubage

3.1.20
corrosion fissurante sous contrainte
SCC
fissuration d'un métal impliquant des processus anodiques de corrosion localisée et une contrainte de traction (résiduelle et/ou appliquée), en présence d'eau et d'hydrogène sulfuré (H_2S)

Note 1 à l'article: Les paramètres influant sur la sensibilité à la SCC sont la température, le pH, les chlorures, les oxydants, H_2S et CO_2.

[SOURCE: ISO 15156-1:2015, 3.21, modifiée — modification de l'ensemble de paramètres dans la Note 1 à l'article.]

3.1.21
rupture différée par H_2S
SSC
fissuration d'un métal associée à la corrosion et à une contrainte de traction (résiduelle et/ou appliquée) en présence d'eau et d'hydrogène sulfuré (H_2S)

Note 1 à l'article: La rupture différée par H_2S est une rupture différée par l'hydrogène (HSC); elle implique la fragilisation du métal par l'hydrogène dit «atomique» produit par le processus de corrosion acide à la surface du métal. Le chargement en hydrogène est juste facilité par la présence de sulfures. L'hydrogène dit «atomique» peut diffuser dans tout le métal, réduire sa ductilité et accroître sa sensibilité à la fissuration. Les matériaux métalliques à haute résistance mécanique et les zones dures des soudures sont particulièrement sensibles à la rupture différée par H_2S.

[SOURCE: ISO 15156-1:2015, 3.23]

© ISO 2016 – Tous droits réservés

3.1.22
olive de suspension de la colonne de production
dispositif supportant une *colonne de production* (3.1.23) dans la tête de puits au niveau de la ligne de boue

3.1.23
colonne de production
ensemble de tubes placé dans un puits afin de produire ou d'injecter des fluides

3.1.24
au câble
type d'équipement et technique(s) associée(s) utilisés pour réaliser diverses opérations dans un puits en utilisant une longueur continue de câble solide (câble lisse) ou de câble à brins, un équipement de bobinage approprié à la surface et un poids et des outils spécialisés fixés à l'extrémité du câble du côté puits (fond de trou)

[SOURCE: ISO 17078-1:2004, 3.50]

3.2 Abréviations

CCS	piégeage et stockage du carbone
CRA	alliage résistant à la corrosion
EOR	récupération assistée des hydrocarbures
FEPM	copolymère de tétrafluoroéthylène et de propylène
FFKM	perfluoroélastomère
FKM	fluoroélastomère
GRE	époxy renforcé de fibres de verre
HNBR	caoutchouc nitrile butadiène hydrogéné
ID	diamètre intérieur
PREN	indice de résistance à la corrosion par piqûres
PA	polyamide
PCTFE	polychlorotrifluoréthylène
PEEK	polyétheréthercétone
PP	polypropylène
PTFE	polytétrafluoréthylène
PVDF	fluorure de polyvinylidène
RGD	décompression rapide du gaz
pH_2S	pression partielle de H_2S
pCO2	pression partielle de CO_2

© ISO 2016 – Tous droits réservés