

A propos de la sécurité des compresseurs du fond

par le Dr. WEHNER (Dortmund-Derne).

Traduit de « Glückauf » du 19 décembre 1953 par J. FRIPIAT.

Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines.

SAMENVATTING

De veiligheid van de ondergrondse compressoren hangt in eerste instantie af van de beveiliging tegen ontploffingen van oliedampen. Door de uitslagen der opsporingen die in het buitenland verricht werden te vergelijken met de in Duitsland geldende voorschriften voor de bovengrondse compressoren, komt de auteur tot de gevolgtrekking dat deze voorschriften voldoende waarborgen verlenen, zowel voor de ondergrondse, als voor de bovengrondse inrichtingen.

RESUME

La sécurité des compresseurs souterrains dépend en ordre principal des mesures de protection contre les explosions de vapeurs d'huile. En comparant les résultats de recherches effectuées à l'étranger aux mesures en vigueur en Allemagne pour les compresseurs de surface, l'auteur estime que les secondes donnent une garantie suffisante pour toutes les installations, tant de surface que du fond.

Pour faire face aux grandes consommations d'air comprimé, les compagnies minières sont amenées à installer des compresseurs dans le fond.

Cette innovation soulève des questions de sécurité suggérées par des incidents bien connus : inflammations de vapeurs d'huile dans les réservoirs, dans les canalisations, production d'oxyde de carbone.

Ceux-ci ont fait l'objet de longues études dans les pays étrangers et il en est résulté des directives de construction et d'exploitation.

La question s'est posée de savoir si les prescriptions allemandes devaient ou non être révisées.

Rappel des prescriptions allemandes.

D'après les spécifications commerciales en usage en Allemagne, le point éclair (Flammpunkt) des matières lubrifiantes ne peut être inférieur à :

175° ou 200° pour les huiles de compresseurs à pistons suivant que la viscosité est inférieure ou supérieure à 6° Engler,

200° pour les huiles de compresseurs à haute pression,

175° pour les huiles de turbo-compresseurs.

Le règlement de police de l'Oberbergamt (1935) de Dortmund est allé cependant plus loin en exigeant, pour le graissage des compresseurs à pistons, des huiles minérales pures ayant un point éclair de 200° au moins, mais supérieur de 40° à la température de l'air comprimé.

Le but de cette prescription est d'empêcher que les vapeurs d'huile n'atteignent la concentration dangereuse.

Le même règlement impose l'examen et, éventuellement, le nettoyage du compresseur et de ses accessoires après 5.000 heures de marche.

Ultérieurement, c'est-à-dire en 1939, de nouvelles ordonnances furent mises en vigueur; nous les résumons brièvement ci-après.

La protection contre les explosions des vapeurs d'huile sera assurée par une réfrigération continue et efficace. La température ne pourra nulle part dépasser 140°.

Chaque étage de compression sera pourvu d'un manomètre et d'un dispositif de sûreté contre les surpressions.

Incidents survenus à l'étranger. — Prescriptions.

Angleterre. D'après le Rapport de 1950 de l'Inspecteur en Chef des Mines, il y a eu, dans la période 1940-1950, 32 explosions.

L'une d'elles s'est produite dans une installation de deux compresseurs à la surface (112 et 70 m³ d'air aspiré à la minute).

L'explosion fissura plusieurs tuyaux enfouis dans le sol, alluma de petits incendies aux points de rupture et un incendie plus important à un réservoir. L'installation n'était pourvue d'aucun appareil de contrôle thermique.

Après l'explosion, on constata que la valve de refoulement d'un cylindre à haute pression était

avariée et que le dispositif de sûreté contre les surpressions n'était pas en ordre.

A propos de cet accident, le rapport anglais émet les considérations suivantes :

L'air aspiré doit être aussi frais que possible et passer par un épurateur qui retienne les poussières nuisibles au fonctionnement des soupapes, des pistons et segments. Il faut que l'installation soit pourvue d'appareils indicateurs de la température de l'air et de l'eau, combinés avec des relais qui arrêtent le moteur de commande avant que la température au refoulement n'atteigne une valeur limite nettement inférieure au point éclair de l'huile.

Ces appareils doivent actionner un dispositif d'alarme permettant au personnel d'intervenir en temps utile.

Le compresseur devrait être relié à un réservoir de volume suffisant pour amortir les pulsations. Il faut aussi que les points bas des canalisations et des réservoirs soient pourvus de robinets pour évacuation (une par poste de travail) des dépôts d'huile.

Le risque d'inflammation des vapeurs d'huile a été évoqué à la VII^{me} Conférence internationale des Directeurs des Stations d'essais, tenue à Buxton en 1952 (communications de MM. Barclay, Walker, Shepherd et Jones).

Une inflammation produite dans un coupleur hydraulique a été imputée à un bouchon fusible défectueux. Barclay et Walker font observer à ce sujet que, si la machine n'a pas sa provision normale d'huile, celle-ci peut s'échauffer exagérément et, dans le cas d'un fonctionnement correct du bouchon fusible, s'échapper à l'extérieur en fines gouttelettes à température élevée.

Vu le développement toujours croissant des machines souterraines commandées par pression d'huile, il s'impose que les constructeurs apportent le maximum de soin à la réalisation de raccords étanches. Une perte d'huile n'est pas toujours une cause immédiate d'incendie, mais il est bien établi que le mélange huile-charbon est beaucoup plus inflammable que le charbon sec.

L'accident rappelé ci-avant a mis en doute l'efficacité des bouchons fusibles. Ceux-ci sont faits d'un alliage de cadmium, bismuth et plomb fondant normalement à 85°, c'est-à-dire bien en dessous des températures d'ébullition et d'inflammation spontanée de l'huile.

On a constaté cependant que si l'alliage est au cours de fabrication maintenu un certain temps au voisinage de son point de fusion, il se produit une migration des constituants et que celle-ci reporte à 260° la température à laquelle le bouchon entre en fusion.

France (Nord et Pas-de-Calais). Deux explosions extrêmement graves se sont produites à Courrières en 1948 et à Béthune en 1949.

A Courrières, la canalisation de 250 mm de diamètre fut, à la surface, déplacée sur 70 m de longueur, et dans le puits, déchirée à 22 endroits entre les niveaux de 66 et 383 m. Après l'explosion, des flammes furent aperçues s'échappant de la soupape de sûreté placée sur la conduite de refoulement d'un des compresseurs. On découvrit à divers endroits de

l'étage haute pression, des dépôts de matière asphaltique et de coke.

A Béthune, plusieurs ruptures furent constatées à partir du compresseur jusqu'à 306 m de profondeur dans le puits, soit sur une longueur totale de 396 m. Là aussi, on constata la présence de matières grasses et de coke dans le réservoir et dans les canalisations. La température de l'air comprimé était en régime normal de 120°.

D'autres incidents analogues mais moins graves furent observés ultérieurement dans les mines françaises.

Le Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France fut amené ainsi à entreprendre l'étude des phénomènes d'oxydation des huiles de graissage.

Les résultats obtenus ont fait l'objet de plusieurs notes de MM. Audibert et Loison.

Ces expérimentateurs étudièrent d'abord l'action d'un courant d'oxygène chaud traversant, à faible vitesse et à la pression atmosphérique, une masse de rouille ou d'hydrate ferrique imprégnée d'huile.

Lorsque la température du gaz atteignait 150° pour l'hydrate ferrique, 160° pour la rouille, l'huile se décomposait en formant des fumées blanches qui s'allumaient spontanément.

L'emploi d'oxygène au lieu d'air se justifiait par le fait que les phénomènes d'oxydation dans l'air sont déterminés par la pression partielle de l'oxygène; un résultat analogue aurait été obtenu avec de l'air sous la pression de 5 atm.

Des expériences ont cependant été réalisées avec de l'air comprimé à 7 kg, qui à la vitesse de 5 m/sec, traversait la masse imprégnée d'huile.

On observa alors que la température critique (celle conduisant à l'inflammation) était d'autant plus basse que le débit d'air était plus faible. Les températures critiques les plus basses (entre 151° et 175°) furent enregistrées avec l'hydrate ferrique lors d'un rétablissement du débit d'air après un arrêt d'une durée inférieure à une minute.

Il fut procédé également à des essais d'explosion de vapeurs d'huile dans de longues canalisations munies ou non d'un dispositif coupe-flamme (empilage de lamelles), et aussi à des mesures de température sur des installations en service normal.

Dans l'ensemble, ces recherches conduisirent aux conclusions suivantes.

Dans un réseau de production et de distribution d'air comprimé, une inflammation peut se produire, s'il y règne une température comprise entre 150 et 200° et s'il s'y trouve des accumulations de rouille et d'huile ou d'autres substances carbonées.

Un ralentissement brusque du débit est favorable à l'inflammation.

Puisque les compresseurs, même en bon état, fonctionnent à un régime voisin de l'échauffement critique, la surveillance de l'installation doit porter tout spécialement sur tout ce qui peut concourir à l'accroissement de la température finale : température de l'air à l'aspiration et au refoulement, température de l'eau de réfrigération.

L'entretien doit comporter des nettoyages périodiques des clapets, des canalisations et des réservoirs.

France (Lorraine). L'auteur donne à titre d'exemple, les caractéristiques d'un compresseur souterrain d'un débit de 480 m³/h d'air aspiré, actionné par un moteur électrique. Cette machine est pourvue de dispositifs contrôlant la température et la pression de l'air refoulé; des relais coupent l'alimentation du moteur en cas de dérangement.

Le refroidissement est réalisé sans apport d'eau fraîche, par circulation dans un radiateur d'auto. La canalisation de 50 m de longueur réunissant le compresseur au réservoir est pourvue d'une chemise d'eau. La température de l'air comprimé ne dépasse pas ainsi 90°.

Belgique. : L'auteur relate, d'après le Rapport annuel des travaux de 1935, les recherches que nous avons faites à l'Institut National des Mines à la suite d'une inflammation de grisou.

Le réducteur de vitesse d'un moteur à air comprimé qu'on avait lubrifié inconsidérément avec de l'huile pour marteaux, s'était calé par suite d'échauffement et grippage.

Lorsqu'on retira le bouchon pour introduire la graisse convenable, c'est-à-dire de la cylindrine, les vapeurs d'huile s'enflammèrent au contact de l'air, allumant du grisou qui stagnait au-dessus de la machine.

Cas spécial des compresseurs souterrains.

L'auteur envisage le cas où l'air aspiré renfermerait du grisou. Pour apprécier le risque pouvant en résulter, il faut savoir dans quelle mesure l'inflammabilité des mélanges air-méthane varie avec la température et la pression initiales.

Les renseignements dont on dispose à ce sujet ne sont pas toujours concordants du fait qu'ils ont été établis par des procédés différents. Comme ils sont généralement peu connus, nous estimons utile de les rapporter tels qu'ils figurent dans la note.

Les limites d'inflammabilité varient avec :

1) la pression initiale

1 atm	limites : 6,6 et 12,7 %
21 atm	7,5 et 12,0 %
400 atm	5,2 et 46,0 %

2) la température initiale (pression 1 atm)	
17°C	limites : 6,3 et 12,9 %
100°C	5,95 et 13,7 %
200°C	5,50 et 14,6 %
400°C	4,80 et 16,6 %

La température d'inflammation varie avec la pression initiale :

1 atm	température d'inflammation 728°C
5 atm	695°C
5 atm	666°C
7 atm	644°C

Dans le cas d'une compression adiabatique effectuée sur un mélange présentant la teneur en méthane la plus favorable à l'inflammation, celle-ci d'après Dixon, se produirait pour un rapport de compression supérieur à 11.

Sans qu'il en résulte d'incident, on a pu d'ailleurs comprimer à 200 atm, pendant 12 heures, le mélange tonnant (2H₂ + O₂) dans un compresseur à trois étages.

Le risque du grisou dans un compresseur à étages multiples et avec réfrigérant intermédiaire, est donc extrêmement réduit.

Conclusion.

En ce qui concerne les compresseurs de fond, il ne faut donc tenir compte que du risque d'inflammation des vapeurs d'huile.

L'auteur estime que les prescriptions indiquées pour les compresseurs de surface garantissent également la sécurité des machines du fond (compresseurs, coupleurs hydrauliques).

Les huiles doivent avoir un point d'inflammation suffisamment élevé ou du moins approprié à leur utilisation, mais le problème essentiel est d'éviter les échauffements anormaux.

L'auteur reprend alors les mesures déjà indiquées précédemment :

- filtration de l'air aspiré, réfrigération efficace,
- contrôle des températures (140° au maximum) et de la consommation d'huile, élimination des dépôts d'huile et de rouille par des dispositifs de purge judicieusement placés, et des nettoyages périodiques.