

Calcul sur l'attaque indirecte du feu par brouillard d'eau

Par Richard CHITTY FRS - Royaume Uni / Paul GRIMWOOD – Traduction Franck GAVIOT-BLANC

Traduction de l'article : Indirect Water-Fog Fire Attack Calculation

Giselsson & Rosander présentent un calcul permettant d'expliquer l'action de l'attaque indirecte lors de la lutte contre l'incendie (l'application d'eau sur les surfaces chaudes permettant de créer une atmosphère riche en vapeur, en déplaçant l'oxygène contrôlant le feu), ceci a été repris par GRIMWOOD, avec quelques corrections dans son livre "FOG ATTACK" (Attaque en brouillard). L'explication a besoin de certains compléments, pour faciliter la compréhension du fait d'un manque de rigueur dans la version originale (par exemple, écrire $90^\circ = 380 \text{ kW}$ est absurde). En outre, quelques étapes dans le calcul est les valeurs associées sont absentes. C'est une tentative de réécriture claire d'un exemple de calcul d'attaque indirecte en brouillard.

CALCUL REVU :

On considère une salle de 40 m^2 de surface couverte, hauteur 2,5 m, remplie de gaz brûlant. L'application d'eau est prévue pour créer une atmosphère de 10% de vapeur à 180°C (T° initiale de l'eau : 10°C).

Volume de vapeur à $180^\circ\text{C} = 10 \text{ m}^3$ (10% de $40 \times 2,5 = 100 \text{ m}^3$)
Utilisation de la loi des gaz parfaits pour corriger ce volume à 100°C :

$Pv = nRT$ d'ou $V / T = \text{cste}$

$V_{100} / T_{100} = V_{180} / T_{180}$ soit $V_{100} = (V_{180} \times T_{100}) / T_{180}$

Application numérique : $V_{100} = (10 \times [100+273]) / (180 + 273)$
 $V_{100} = 8,233 \text{ m}^3$

Soit pour 100°C , 8230 litres de vapeur.

Un litre d'eau donne 1700 litre de vapeur à 100°C .

Pour créer une atmosphère à 10%, il faut : $8230 / 1700 = 4,84$ litres d'eau liquide.

Pour transformer ces 4,84 litres d'eau liquide de 10°C en vapeur à 180°C , l'énergie à fournir doit être :

- 1- Augmentation de l'eau de 10°C à 100°C
- 2- Chaleur latente fournie pour la vaporisation des 4,84 litres d'eau
- 3- Augmentation de la température de la vapeur de 100°C à 180°C

Généralement :

$$E = (m [Cp_{\text{eau}} \times T^\circ_{\text{eau}}] + L + [Cp_{\text{vapeur}} \times T_{\text{vapeur}}])$$

avec m la masse d'eau liquide (kg)
 Cp_{eau} la capacité de chaleur spécifique de l'eau (J/kg/K)
 T°_{eau} élévation de température de l'eau (K)
 L Chaleur latente de l'eau (J/kg)
 Cp_{vapeur} capacité de chaleur spécifique de la vapeur (J/kg/K)
 T_{vapeur} élévation de température de la vapeur (K)

Nota : la masse de 1 litre d'eau est de 1 kg

Application numérique :

$$E = 4,84 ([4180 \times 90] + 2260000 + [2020 \times 80]) = 13,541 \text{ MJ}$$

Giselsson & Rosander supposent qu'en premier lieu, toute cette chaleur est contenue dans le premier millimètre du mur. L'énergie disponible dans cette épaisseur du mur peut être trouvée :

$$E_{\text{mur}} = \rho_{\text{mur}} \times A \times d \times C_{p_{\text{mur}}} \times T_{\text{mur}} \text{ (J)}$$

avec ρ_{mur} densité du matériel constituant le mur

A surface des parois (murs et plafond)

d profondeur

$C_{p_{\text{mur}}}$ capacité de chaleur spécifique du matériel constituant le mur

T_{mur} élévation de température du mur

Supposons que la température initiale du mur soit de 500°C, la température finale soit de 180°C, la densité de 1000 kg/m³, la capacité de chaleur spécifique de 1000 J/kg/K et la profondeur de 1 mm, alors la surface qu'il faut pour fournir la quantité de chaleur exigée (13,541 MJ) est :

$$A = E_{\text{mur}} / (\rho_{\text{mur}} \times d \times C_{p_{\text{mur}}} \times T_{\text{mur}})$$

Application numérique :

$$A = (13,541 \times 10^6) / (1000 \times 1000 \times 0,001 \times (500 - 180))$$

$$A = 42,18 \text{ m}^2$$

Par conséquent, 4,9 litres d'eau devrait être appliqués sur 42,2 m² de paroi pour réaliser la concentration de vapeur exigée, soit une application de 0,11 l / m² comme calculée par Giselsson & Rosander et reproduit par Grimwood.

Un modèle transitoire pour les pertes de chaleur des parois pourrait améliorer de manière significative cette analyse de sorte que le temps de réchauffement et par conséquent, le temps entre les applications de gouttelettes et leur durée puissent être estimés.

Plusieurs actions de contrôle / suppression du feu se sont produites comme indiqué par Giselsson & Rosander, la concentration en oxygène dans la pièce est réduite, empêchant les réactions de combustion. En outre, la température du compartiment aura été réduite, diminuant la rétroaction thermique à la surface du carburant avec une augmentation des pertes de chaleur à la frontière.

Ces facteurs thermiques peuvent être suffisants pour faire passer le feu à un équilibre inférieur stable (effet inverse du mécanisme de Flashover).

Giselsson et Rosander insistaient à avertir des effets du trempage qui induisent une baisse de la température des murs en dessous de 100°C, et remarquent que les atmosphères riches en carburant exigeront moins d'eau puisqu'elles seront en déplétion (manque) d'oxygène et les mélanges plus pauvres en exigeront plus.

C'est pour cela que l'ouverture devrait être maintenue aussi petite que possible, pendant la procédure d'extinction, pour réduire vraisemblablement l'entrée d'oxygène accentuant le danger de remise à feu.

Voir aussi : John D. Wiseman:a propos de la lutte indirecte contre l'incendie "l'attaque équilibré du feu" (Balanced Fire Attack)