



Rapport technique

Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH)
Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH



BOSCH

Des technologies pour la vie

Dispositif de démarrage automatique pour installations de chaudières à vapeur

« SUCcess » est l'abréviation de « Start-Up-Control combined with Shutdown and Standby » et désigne une variante de commande ou d'équipement permettant un fonctionnement automatique de la chaudière à vapeur dans les modes d'exploitation suivants : normal, maintien en température, disponibilité d'eau froide (Cold-Stand-By) et disponibilité immédiate d'eau chaude (Hot-Stand-By). De ce fait, il est possible de démarrer ou d'arrêter à froid, de manière automatique et en toute sécurité, la chaudière à vapeur par une simple pression de bouton ou un signal de demande externe¹. Par ailleurs, la chaudière à vapeur bénéficie d'une protection contre une éventuelle surcharge en mode normal.

Contexte technique

Démarrage à froid

Le démarrage à froid de chaudières à grand volume d'eau produit une charge mécanique bien plus élevée qu'en mode régulation. Un démarrage à froid a généralement lieu après des temps d'arrêt ou dans des installations à chaudières multiples avec commande séquentielle sans maintien de pression et de température (Cold-Stand-By). Il se distingue par le fait que l'eau dans la chaudière n'arrive pas à ébullition. La charge mécanique élevée lors d'un démarrage à froid est due à une différence de température bien plus élevée qu'en mode régulation entre le tube-foyer et la virole de la chaudière. C'est pourquoi la dilatation du tube-foyer vers la virole de la chaudière est beaucoup plus importante qu'en mode régulation. Entre le tube-foyer et la virole de la chaudière ou entre le tube-foyer et les tubes de fumées froids, cette dilatation aboutit à une contrainte mécanique considérablement accrue des éléments de liaison et d'ancrage correspondants, notamment la liaison sol/tube-foyer, les tubes d'ancrage, les liaisons à la chambre de retour du tube-foyer ou le gousset d'ancrage.

¹ La présence du conducteur de chaudière demeure obligatoire, même en cas de chaudière équipée avec SUC. Pour des raisons de conformité aux instructions et en vue de la vérification des joints Mannloch ou d'éventuelles interventions en cas d'états anormaux, la présence du conducteur de chaudière dans la chaufferie est indispensable pendant le démarrage à froid automatique de la chaudière.

Cette contrainte est davantage renforcée, lorsque la formation de bulles de vapeur est très faible ou inexistante pendant la procédure de démarrage. C'est par exemple le cas lorsque la robinetterie de prélèvement de la vapeur est fermée. La circulation naturelle (figure 1) dans la chaudière à vapeur ne se fait pas. Une stratification de la température dans la chaudière (froid en bas, chaleur en haut) assortie de contraintes thermiques supplémentaires en sont la conséquence.

Surcharge et vitesse de modification de charge élevée

Chaque chaudière à vapeur est conçue pour une puissance nominale donnée, qui peut être délivrée durablement. Si la quantité de vapeur prélevée dépasse cette puissance nominale, la surpression de service actuelle de la chaudière à vapeur diminue, même lorsque l'équipement de chauffe fournit sa puissance maximale. La diminution plus ou moins rapide, en fonction de la charge de pointe, de la surpression de service et la baisse inhérente de la température d'ébullition produisent des effets de post-évaporation dans l'eau de la chaudière. En d'autres termes, des bulles de vapeur supplémentaires se forment dans l'eau de la chaudière. L'eau forme de l'écume car la vapeur occupe un volume plus important que l'eau et les bulles de vapeur nécessitent un certain temps pour remonter à la surface de l'eau. D'une part, ce phénomène peut entraîner les effets négatifs d'une montée de l'eau non maîtrisée ou d'interruptions en cas de manque d'eau et, d'autre part, conduire au primage de l'eau au niveau de l'évacuation de la vapeur. En voici les conséquences négatives : vapeur saturée, coups de bélier, dépôts minéraux, robinetterie non étanche dans le réseau de condensats et de vapeur raccordé en amont.

En cas de modifications de charge importantes – c'est-à-dire, à vitesses de changement de charge élevée et, par conséquent, des variations importantes de la pression – des flux peu favorables peuvent se produire dans la chaudière, même lorsque la puissance nominale n'est pas dépassée. La formation de bulles de vapeur, nécessaires à l'évacuation de la chaleur des surfaces de chauffe, peut stagner et former ainsi des bulles de vapeur plus grandes issues de l'association des petites bulles. Ces grandes bulles ne

se détachent pas immédiatement des surfaces de chauffe et favorisent ainsi l'apparition de surchauffes locales.

Éviter les charges et une usure prématurée

Démarrage à froid

En raison des conséquences évoquées, le démarrage à froid d'une chaudière à vapeur doit être effectué en toute sécurité et sous le respect strict des indications de l'instruction de service. Le brûleur doit chauffer l'eau avec une puissance moindre jusqu'à l'atteinte d'une surpression de service suffisante. Le niveau d'eau de la chaudière doit ici être surveillé en raison de sa dilatation thermique. Si le niveau d'eau s'élève trop, il doit être diminué à l'aide de la robinetterie d'évacuation des boues. Il est important d'arriver à un mélange correct de l'eau de chaudière durant la procédure de démarrage. Des charges inutiles dues à des contraintes thermiques peuvent ainsi être évitées. Le mélange correct peut être atteint en ouvrant légèrement la robinetterie de prélèvement de la vapeur. Une faible quantité de vapeur peut s'infiltrer dans le réseau fermé. L'eau circule naturellement à l'intérieur de la chaudière. Lorsque la surpression de service moyenne est atteinte, la quantité de vapeur prélevée doit être augmentée en ouvrant progressivement la robinetterie de prélèvement de la vapeur. Le chauffage progressif du réseau permet d'éviter les coups de bélier dans les conduites dus à la présence éventuelle de condensats, à la surcharge de la chaudière à vapeur, ainsi que des tensions inutiles dans le réseau de conduites raccordé.

Surcharge et vitesse de modification de charge élevée

La mise en place des installations et de la structure d'exploitation doit idéalement impliquer l'observation de la thématique correspondante. Lorsque des fluctuations importantes de prélèvement et de pression qui en découlent, provoquées par exemple par un accumulateur de vapeur, ne peuvent être évitées, des dispositifs automatisés sont préconisés pour limiter ou éviter le cas échéant le prélèvement de vapeur et, donc, les inconvénients qu'elle entraîne.

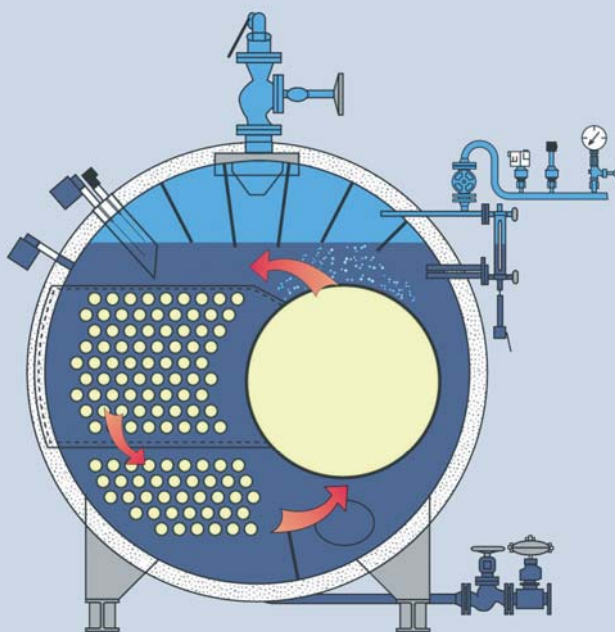


Figure 1 : Représentation schématique de la circulation naturelle mise en œuvre dans la chaudière, dans la mesure où une évacuation de la vapeur est permise durant la procédure de démarrage.



Figure 2 : Vanne endommagée par un coup de bélier

Dispositif automatique de démarrage, de disponibilité et d'arrêt SUC

Le système automatique de démarrage, de disponibilité et d'arrêt SUCcess permet d'automatiser les dispositifs à commande manuelle. Outre leur équipement standard, les chaudières à vapeur sont dotées d'une robinetterie de prélèvement de vapeur et d'une robinetterie d'arrêt et de démarrage motorisées ainsi que d'une robinetterie automatique d'évacuation des boues. Les fonctions de commande et de régulation intégrées dans le système de gestion de la chaudière BCO permettent un démarrage à froid automatique, sans danger pour la chaudière. Des surcharges et des vitesses de modification de charge élevées sont créées et les effets négatifs sont enrayerés par la technique de régulation.

Démarrage à froid ou disponibilité d'eau froide (Cold-Stand-By) dans le cas d'installations à chaudières multiples

Une simple pression de bouton ou un signal externe permet d'effectuer un démarrage à froid, en toute sécurité. Le brûleur doit chauffer l'eau avec une puissance moindre jusqu'à l'atteinte d'une pression réglable. Le niveau d'eau est ainsi constamment surveillé et, si nécessaire, régulé à l'aide de la robinetterie d'évacuation des boues automatique. La robinetterie d'arrêt de démarrage motorisée est ouverte, pour que la vapeur puisse être évacuée en faible quantité. L'eau circule naturellement à l'intérieur de la chaudière ; des contraintes thermiques inutiles sont évitées. Lorsque la pression est atteinte, la robinetterie d'arrêt de vapeur avec fréquence de démarrage réglable s'ouvre afin de chauffer progressivement le réseau raccordé en amont. La chaudière se trouve désormais en mode d'exploitation normal.

Procédure d'arrêt

La procédure d'arrêt automatique peut également être enclenchée par une simple pression de bouton ou par un signal externe. La robinetterie de prélèvement de la vapeur et la robinetterie d'arrêt de démarrage (s'ils sont disponibles) se ferment et la puissance

délivrée par le brûleur est progressivement diminuée, jusqu'à ce que la commande du brûleur interrompe totalement l'alimentation en combustible. La chaudière se trouve désormais en mode de disponibilité et en attente de la demande suivante.

Réaction à la surcharge et aux vitesses de modification de charge élevées

La fonction de protection contre les surcharges assure une qualité de vapeur constante en cas de brusques variations de charge. La suppression de service de la chaudière à vapeur diminue, malgré un chauffage fonctionnant à charge nominale, ce qui indique clairement une situation de surcharge. La régulation intégrée de protection de la chaudière reconnaît le problème et limite la quantité de vapeur évacuée à l'aide de la robinetterie de prélèvement de la vapeur motorisée, jusqu'à ce que la pression dans la chaudière se stabilise à nouveau. Le primage de l'eau et les conséquences qui s'ensuivent, comme par exemple la salinisation et la corrosion de composants raccordés en amont, sont évités.

Mode de maintien en température ou disponibilité immédiate d'eau chaude (Hot-Stand-By) dans le cas d'installations à chaudières multiples

En mode de maintien en température ou en mode Stand-By (par ex. lorsque plusieurs chaudières fonctionnent, si le régulateur de chaudière n'est pas utilisé), aucun débit de vapeur ne peut se produire pour cette chaudière. Pour ce mode d'exploitation, les équipements de chauffe s'enclenchent de manière sporadique, afin de compenser les pertes dues à la conduction thermique et au rayonnement thermique. Si ce mode d'exploitation est maintenu durant une période prolongée (> 3 jours), une stratification de la température se met en place dans la chaudière. De cette manière, lorsque des chaudières maintenues à chaud repassent en mode d'exploitation normal, la pression de service élevée (zone chaude supérieure) simule une chaudière immédiatement disponible. La commande de la chaudière y ajoutera, au besoin et dans un laps de temps très court, une charge du brûleur élevée. Comme décrit

précédemment sous le point « Démarrage à froid », la stratification de la température dans la chaudière entraîne alors des charges extrêmes de contraintes thermiques. La commande de démarrage automatique intervient également ici. La robinetterie d'arrêt de démarrage s'ouvre à chaque enclenchement sporadique des chauffages en mode de maintien en température et en mode de disponibilité immédiate d'eau chaude (Hot-Stand-By). L'eau circule naturellement à l'intérieur de la chaudière, ce qui provoque une dilution de l'eau de la chaudière. La stratification de la température et des contraintes thermiques extrêmes dans la chaudière sont évitées.

Avantage client

De par ses fonctions de protection automatiques, la commande de démarrage SUCcess offre à la chaudière une longue durée de vie et un fonctionnement sans aucun problème. Si, jusqu'ici, le personnel de service était obligé d'entreprendre de nombreuses opérations de commande, une simple pression de bouton suffit pour démarrer la chaudière à froid. En mode d'exploitation normal, les fonctions automatiques interviennent en cas de surcharge et protègent l'installation contre le primage de l'eau et les conséquences inhérentes, comme par exemple les coups de bélier, la corrosion ou la salinisation d'éléments en aval. Durant la phase de maintien en température, chaque enclenchement du chauffage permet une évacuation de la vapeur, laquelle entraîne une circulation naturelle de l'eau dans la chaudière et enrayer la stratification de la température. Le responsable chaudière est déchargé des nombreuses fonctions et se charge plus que des fonctions de contrôle et de surveillance lors du démarrage de la chaudière.

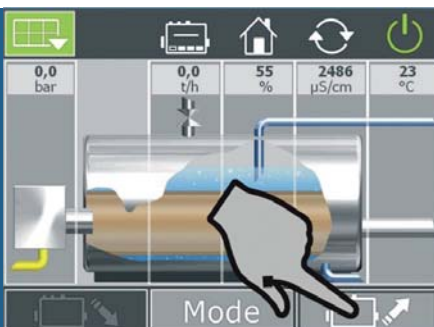


Figure 3 : Commande du BCO (Boiler Control) – le démarrage automatique de la chaudière est assuré par une pression sur l'icône de l'écran tactile « Démarrer » ou un signal externe.

Les installations de production:

Usine de fabrication 1 Gunzenhausen

Bosch Industriekessel GmbH
Nürnberger Straße 73
91710 Gunzenhausen
Allemagne

Usine de fabrication 2 Schlungenhof

Bosch Industriekessel GmbH
Ansbacher Straße 44
91710 Gunzenhausen
Allemagne

Usine de fabrication 3 Bischofshofen

Bosch Industriekessel Austria GmbH
Haldenweg 7
5500 Bischofshofen
Autriche

www.bosch-industrial.com

© Bosch Industriekessel GmbH | Figures uniquement
à titre d'exemple | Sous réserve de modifications |
07/2012 | TT/SLI_fr_FB-SUCcess_01