



CONSEILS POUR LE CHOIX, LE MONTAGE, L'EXPLOITATION, L'ENTRETIEN ET LE DEPANNAGE

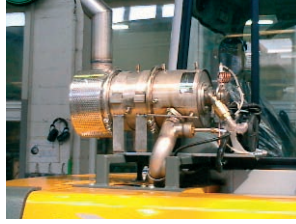
Vous voulez équiper votre machine de chantier avec un système de filtre à particules adéquat, travailler sans incidents avec la machine, pouvoir entretenir le filtre correctement ou remédier à des défaillances mineures du filtre?

Alors vous devez être attentif à quelques éléments simples mais néanmoins d'une importance capitale. Vous trouverez des conseils pratiques importants à cet effet dans ce dépliant.

Auteur

beco

Economie bernoise



Choix du système de filtres à particules

ETAPE 1

Contacteur le fournisseur de la machine

Si vous voulez équiper une machine de chantier d'un système de filtre à particules, contactez votre fournisseur ou l'entreprise assurant l'entretien de vos machines. Il est recommandé de noter au préalable toutes les données importantes concernant la machine.

ETAPE 2

Recueillir les données concernant la machine

Il n'existe pas de système de filtre à particules convenant pour tous les types de machines de chantier. Le système de filtre à particules doit non seulement être adapté à la machine mais aussi au domaine d'utilisation.

Si la machine fonctionne principalement à faible puissance, le système de filtre ne sera pas le même que si elle tourne toujours à plein régime et pleine puissance. Avant de choisir le système de filtre à particules, le fournisseur de la machine ou du filtre vous conseillera donc de vérifier très exactement certains points importants à l'aide d'un enregistreur de données (monté à l'endroit prévu pour le filtre). Les expériences, en particulier des enregistrements de données faits avec des types de machine similaires ne suffisent souvent pas pour tout clarifier.

«Intensité de fonctionnement»: Quels sont les modes de fonctionnement de la machine? Utilisation régulière, toujours dans les mêmes conditions ou utilisation irrégulière dans des conditions variables? Quelle est la durée normale de fonctionnement de la machine? Exploitation en équipes, utilisation sporadique?

«Température des gaz d'échappement»: Quelle est la température des gaz d'échappement en utilisation régulière? En utilisation irrégulière? Dans quelle proportion du temps de travail la machine fonctionne-t-elle à pleine charge? En charge partielle?

Ce dépliant constitue un support pour les entreprises désireuses d'équiper leurs machines de chantier avec un système de filtres à particules. Il regroupe l'essentiel des connaissances et des expériences concernant la démarche à adopter pour équiper une machine à posteriori ou lors de son acquisition d'un système de filtre à particules. Il apporte également une aide pour l'installation, l'exploitation et l'entretien de ces systèmes.

L'objectif est de garantir l'efficacité du fonctionnement des systèmes de filtres à particules. Ce dépliant s'adresse plus particulièrement aux entreprises n'ayant encore aucune expérience dans ce domaine afin qu'elles puissent acquérir rapidement les connaissances nécessaires.

ETAPE 3

Déterminer le lieu d'utilisation

Quelle est l'infrastructure à l'endroit où la machine est utilisée? Y a-t-il un raccordement électrique? Existe-t-il un endroit approprié pour une centrale de combustion? (système actif)

ETAPE 4

Choix du filtre

Quel système de filtres votre fournisseur de machines ou de filtres peut vous recommander? S'agit-il d'un système certifié VERT ou d'un système de filtre équivalent en ce qui concerne la diminution des émissions?

Explications concernant les étapes 2 à 4

Température des gaz d'échappement

La température des gaz d'échappement définit si le filtre doit être régénéré avec un système actif ou passif. On entend par régénération, la combustion des particules de suie retenues dans le filtre. La régénération du filtre est nécessaire afin que la suie accumulée ne «colmate» pas le filtre et qu'elle n'endommage pas le filtre ou le moteur en raison d'une contre-pression trop élevée des gaz d'échappement.

Système de régénération passive

Lorsque la température des gaz d'échappement est constamment élevée (entre 260 et 400 °C pendant au moins 60 % du temps de fonctionnement), il est préférable d'utiliser un système passif. La suie est brûlée par la température élevée des gaz d'échappement, le filtre est ainsi régénéré. Trois variantes:

Additifs: un additif dans le carburant abaisse la température de combustion de la suie (600 °C) de manière à ce qu'elle puisse déjà être brûlée aux températures usuelles des gaz d'échappement (260 à 400 °C)

Revêtement catalytique: les particules de suie se déposent sur le revêtement à la surface du filtre et sont brûlées par les gaz d'échappement à des températures relativement basses (300 °C)

CRT: en raison d'une réaction chimique, la combustion de la suie s'effectue en continu à partir d'une température de 250 °C déjà.

SYSTEME
DE FILTRE A
PARTICULES

=

FILTRE
collecte
les particules
de suie

+

PROCEDE DE
REGENERATION
brûle la suie
recueillie

+

SYSTEME DE
CONTROLE
surveille la contre-
pression du filtre et
la régénération



Installation du filtre

La machine doit être en parfait état du point de vue technique avant d'installer un filtre à particules. Ce n'est qu'à cette condition que le système de filtre pourra ensuite fonctionner correctement.

CONSEIL 1

Effectuer un service du moteur

Faites effectuer un service du moteur avant le montage du filtre: réglage des soupapes, de l'injection, changer le filtre à air, l'huile moteur et son filtre. Il est recommandé d'utiliser une huile à faible teneur en cendres (lowSAPS). Le moteur doit satisfaire aux exigences de la fiche d'entretien du système antipollution, en particulier:

Consommation d'huile et de carburant. Avant d'installer un filtre à particules, la consommation d'huile de lubrification doit être surveillée et vérifiée. Les moteurs modernes actuels ont une consommation d'huile correspondant à 0,1% de la consommation de carburant. Pour les moteurs plus anciens, dont l'usure est plus importante, la consommation peut être supérieure à 1%. C'est une valeur très élevée, qui doit être considérée comme la limite pour l'utilisation d'un filtre à particules. En cas de consommation d'huile relativement élevée, une révision du moteur est impérative avant de monter un filtre à particules. Déterminer également la consommation de carburant.

Opacité des gaz d'échappement. L'opacité des gaz d'échappement peut être déterminée à l'aide d'un opacimètre. Elle doit être inférieure à $1,6 \text{ m}^{-1}$ ou 60%.

Systeme de régénération active

Lorsque la température des gaz d'échappement n'est pas suffisamment élevée, il y a lieu d'utiliser un système de filtre actif. Il régénère le filtre par combustion de la suie grâce à un apport de chaleur. Trois variantes:

Brûleur: un brûleur fonctionnant au diesel effectue la régénération

Centrale de combustion pour filtres interchangeables: le filtre est démonté et chauffé électriquement sur une centrale de combustion afin que la suie se consume

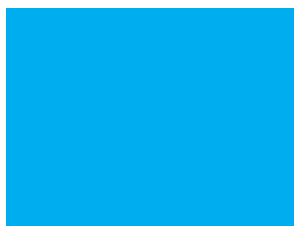
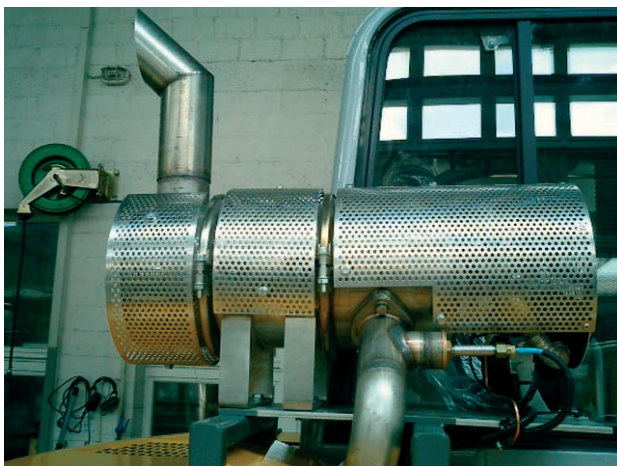
Régénération sur la machine: la machine est raccordée à une source de courant externe et la combustion de la suie s'effectue par chauffage électrique

Exigences demandées au système de régénération actif

Ces systèmes nécessitent un raccordement électrique externe, une réserve de filtres interchangeables et une centrale de combustion.

Certification VERT

Seuls les filtres figurant sur la liste de filtres VERT ainsi que des systèmes de filtres équivalents en ce qui concerne la rétention des particules doivent être installés. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et la Suva éditent la liste des filtres VERT. Elle renferme les systèmes de filtres à particules testés et éprouvés pour l'équipement de moteurs diesel.



CONSEIL 2

Isoler le filtre

Il est nécessaire d'isoler le filtre afin qu'il conserve au maximum la chaleur des gaz.

Dissipation thermique

Le dégagement de chaleur du filtre à particules ne doit endommager aucune installation de la machine. Faute de quoi certaines tubulures pourraient devenir cassantes ou des éléments du moteur, comme l'alternateur, pourraient être endommagés. Dans le cas de systèmes à régénération passive, l'isolation des tuyaux d'échappement empêche la dissipation de la chaleur nécessaire à la régénération.

CONSEIL 3

Montage à proximité du moteur

Veillez à ce que, dans le cas d'un système passif, le filtre soit monté aussi près que possible du collecteur d'échappement.

Maintenir la température des gaz d'échappement

La régénération des filtres passifs nécessite une température élevée des gaz d'échappement. La température diminue en fonction de l'éloignement du filtre par rapport au moteur.

CONSEIL 4

Transmissions des vibrations

Veillez à ce que les vibrations du moteur ne puissent pas être transmises au système de filtre à particules. Installer le filtre sur un système silentbloc ou installer un tuyau flexible entre le filtre et le moteur.

Eviter les vibrations

Les vibrations peuvent endommager particulièrement les éléments en céramique de certains filtres à particules.

CONSEIL 5

Installer un système de surveillance

Chaque machine requiert un système de surveillance du filtre avec un instrument de contrôle dans le champ de vision du conducteur. Il s'agit d'un enregistreur de données, avec indicateur de pression et un témoin d'alerte, permettant les mesures de la contre-pression des gaz d'échappement avant le filtre, de la température et du nombre de tours du moteur. Il stocke les données et déclenche un signal d'avertissement dans la cabine du conducteur en cas de mauvais fonctionnement. Sur les machines à filtres interchangeables, l'enregistreur de données est remplacé par un simple manomètre qui indique uniquement la contre-pression des gaz d'échappement.

Garantir la capacité de filtration et la puissance du moteur

La température des gaz d'échappement et la contre-pression sont des facteurs déterminants pour le fonctionnement du système de filtre à particules. Ils doivent être surveillés. La contre-pression des gaz d'échappement dépend de la quantité de suie sur le filtre. Si elle dépasse 200 mbars à plein régime (à vide), le filtre doit être débarrassé de la suie. Un filtre à particules ne peut avoir une influence sur le moteur que par le biais de la contre-pression des gaz d'échappement: il induit une perte de puissance imperceptible du moteur ainsi qu'une augmentation imperceptible de la consommation de carburant. Parallèlement à la surveillance de la température des gaz d'échappement, le système de contrôle électronique détecte une éventuelle défaillance du filtre.

CONSEIL 6

Autocollant sur la machine

La personne responsable du montage du filtre pose un autocollant filtre VERT avec la marque de contrôle et un numéro d'appel d'urgence sur la machine. Elle met également à jour la fiche d'entretien du système antipollution.

Faciliter le travail

Le label filtre VERT est un sigle de qualité, il facilite en outre le contrôle effectué par l'autorité d'exécution. Le numéro d'appel d'urgence est utile en cas de panne lorsque le responsable de la machine est absent.

Exploitation

Les conseils donnés sur cette page sont utiles pour l'exploitation de toutes les machines de chantier équipées d'un système de filtre à particules. Que cet équipement soit monté d'origine ou monté a posteriori.

CONSEIL 1

Nommer un responsable

Désignez une personne qui sera responsable du système de filtre à particules, p. ex. un machiniste ou un chef d'équipe.

CONSEIL 2

Assurer la formation

Afin que le filtre à particules fonctionne de manière optimale, il faut veiller à ce que le conducteur du véhicule et le personnel de l'atelier soient correctement formés et motivés.

Les fournisseurs de filtres, les constructeurs de machines ainsi que la Société suisse des entrepreneurs à Sursee proposent des cours d'introduction.

CONSEIL 3

Tenir compte des avertissements

Il faut être attentif aux témoins lumineux et aux affichages et prendre les mesures qui s'imposent.

CONSEIL 4

Reconnaître les pannes

Si vous observez un ou plusieurs des faits suivants, vous saurez que le filtre ne fonctionne pas de manière optimale:

- dépôts de suie à l'extrémité de la tubulure d'échappement
- fumée noire lors de l'accélération du moteur
- baisse sensible de la puissance de la machine
- modification de la couleur du boîtier due à une surchauffe
- fissures du boîtier
- bruits inhabituels

En ce qui concerne le système de contrôle électronique, les événements suivants indiquent une panne:

- intervalle de régénération raccourci
- augmentation de la contre-pression
- variations fréquentes de pression vers le haut et le bas
- grandes différences de température entre avant et après le filtre
- signaux d'avertissement

Ce qu'il faut aussi savoir: les filtres à particules n'éliminent «que» les particules de suie noires des gaz d'échappement. Ils n'ont aucun effet sur la fumée bleue due à l'huile.

Entretien

CONSEIL 1

Effectuer l'entretien

Veillez à ce que le système de filtre soit entretenu soigneusement selon les échéances et les directives du constructeur. Le moteur doit également être entretenu régulièrement. Une mesure de l'opacité effectuée avant et après le service met clairement en évidence l'efficacité de l'entretien.

CONSEIL 2

Contrôler les éléments filtrants

Lors de chaque service du moteur, faites contrôler les points suivants

- étanchéité des tuyaux de gaz d'échappement
- fixation du filtre (état des silentblochs)
- raccordements électriques
- changement de couleur des matériaux
- bruits suspects

CONSEIL 3

Contrôler les émissions

Sont à contrôler périodiquement

- composants relatifs aux émissions
- émission de fumées en accélération libre
- étanchéité et contre-pression du filtre

Après le contrôle, prenez les mesures qui s'imposent.

CONSEIL 4

Nettoyer le filtre

Lorsque le manomètre dépasse les 200 mbars ou que le témoin d'alerte s'allume, la contre-pression des gaz d'échappement est trop élevée. Vous devez faire nettoyer le filtre.

La contre-pression augmente avec le temps, suite au dépôt de cendres dans le filtre. Ces cendres proviennent des particules de suie brûlées (régénération) et de l'huile de moteur consommée. Elles pourraient colmater le filtre et doivent être supprimées après d'environ 2000 heures de service.

Ne nettoyez pas le filtre vous-même avec de l'air comprimé, de la vapeur ou à l'eau. Il est préférable pour le filtre et pour l'environnement, que vous le fassiez nettoyer de manière professionnelle par une personne qui effectue la pose de filtres.

Les cendres déposées sur le filtre contiennent des substances hautement toxiques. Elles ne doivent être éliminées par la combustion des déchets qu'en quantités infimes. Pour les quantités plus importantes, l'autorité cantonale décidera de la voie d'élimination à utiliser.

CONSEIL 5

Utiliser des huiles de lubrification à faible taux de cendres

L'emploi de lubrifiants à faible taux de cendres prolonge les intervalles de nettoyage du filtre à particules.

Pannes

Pour éviter les pannes

- choisir le système de filtre approprié
- monter le système de filtre correctement du point de vue technique
- prendre en considération les signaux d'avertissement
- bien entretenir le système de filtre
- bien entretenir le moteur afin d'éviter une consommation inutile de lubrifiant
- choisir un carburant approprié
- ne pas modifier de manière trop importante l'intensité de fonctionnement de la machine pour éviter de compromettre la régénération du filtre.

Panne	Cause	Elimination
Témoin de pression étonnamment bas pendant trop longtemps	Raccordement ou tube bouché du pressostat, gel ou fuite	Nettoyer le tube et le raccordement; contrôler l'étanchéité Poser le tube de manière à ce que le pressostat soit plus haut que la prise ce qui élimine l'eau de condensation
	Capteur de pression défectueux	Test à l'air comprimé avec manodétendeur 500 mbars
Témoin de pression élevé, ne revient pas à zéro à l'arrêt	Raccordement ou tube bouché	Nettoyer le tube et le raccordement; contrôler l'étanchéité
	Capteur de pression défectueux	Poser le tube de manière à ce que le pressostat soit plus haut que la prise ce qui élimine l'eau de condensation Test à l'air comprimé avec manodétendeur à 500 mbars
Emission de fumée visible et contre-pression élevée	Filtre extrêmement saturé	Régénérer le filtre en faisant fonctionner le moteur à pleine charge
	Régénération inefficace	Adapter la procédure de régénération à l'utilisation Nettoyer le filtre (combustion externe et rinçage)
Emission de fumée visible et contre-pression faible	Élément filtrant endommagé	Changer le filtre
	Bypass du canning	Changer le filtre
Bruit suspect	Fréquence d'allumage	Fuite au niveau d'une bride, fissure dans la tubulure d'amenée
	Sifflement	Fuite au niveau d'une bride, fissure dans la tubulure d'amenée
	Cliquetis augmentant lorsque le moteur tourne à vide	Élément filtrant desserré
	Vrombissement de basse fréquence	Mauvaise isolation des vibrations entre le moteur et le filtre, contrôler le tuyau flexible
Augmentation continue de la pression, pas de régénération	Température trop basse	Modifier les conditions d'utilisation
		Contrôler l'isolation
		Contrôler le système de préchauffage
Augmentation rapide de la pression		Régénérer le filtre
La pression reste élevée bien que la régénération soit active	Température d'incinération trop basse	Enregistrer le cycle de régénération
	Taux d'oxygène insuffisant	Mesurer la teneur en oxygène
	Temps de régénération trop court	Consulter le constructeur
	Transformation de la suie sous forme de graphite	Augmenter la température de régénération et la proportion d'additif
Le niveau de base de la pression augmente malgré la régénération	Cendres d'huile de lubrification	Changer le lubrifiant; révision du moteur
	Formation de plâtre	Diminuer la teneur en soufre du diesel/du lubrifiant
	Cendres d'additif	Diminuer la concentration de l'additif
	Poussières minérales	Filtre à air de porosité plus fine, pré filtre, cyclone Ne jamais placer l'éjecteur du filtre à air à l'entrée du filtre
	Fibres provenant des amortisseurs de bruit	Ne jamais installer des amortisseurs de bruit avant le filtre
	Particules dues à l'usure du moteur	Révision immédiate du moteur

Panne	Cause	Elimination
L'intervalle de régénération est de plus en plus court	Augmentation des dépôts de cendre	Nettoyer le filtre
	Augmentation importante des émissions brutes	Contrôler le moteur
	Régénération incomplète	Vérifier la régénération
La pression ne diminue pas après le nettoyage	Dépôts de calamine dans les pores	Effectuer un nettoyage en brûlant les dépôts (au four)
	Dépôts collés	
	Frittage des cendres	Changer le filtre
Etincelles dans le flux de gaz d'échappement	Surcharge	Changer l'élément filtrant
	Dépôts sur la face propre	Vérifier le contrôle de la pression
	Pointes de température de régénération extrêmement élevées	Améliorer la régénération
Flammes dans le flux de gaz d'échappement	Dépôts massifs d'huile sur la face propre en raison d'une surcharge ou d'un dégât ainsi que d'une grande quantité d'hydrocarbures imbrûlés	Changer l'élément filtrant
		Améliorer la régénération
		Contrôler les émissions du moteur, les injecteurs et la LDA
La température est inhabituellement élevée après le filtre	Régénération non contrôlée avec des quantités de suie trop importantes	Vérifier le contrôle de la pression
	Régénération trop rapide	Vérifier les émissions brutes d'HC
Baisse de la puissance du moteur	Contre-pression du filtre	Vérifier la contre-pression du filtre
		Si la contre-pression est OK., la cause est à chercher ailleurs
Augmentation de la consommation de carburant	Contre-pression du filtre	Vérifier la contre-pression du filtre
		Si la contre-pression est OK., la cause est à chercher ailleurs
Augmentation de la température de l'eau	Contre-pression du filtre	Vérifier la contre-pression du filtre
		Si la contre-pression est OK., la cause est à chercher ailleurs
Phase de fumée blanche longue	Formation de vapeur d'eau par condensation dans le système de filtre froid	Dans le cas d'un système avec brûleur et chauffage électrique: préchauffer le filtre
		Par ailleurs sans danger
Fumée bleue	Consommation élevée d'huile par le moteur ou le turbocompresseur	Contrôler l'état du moteur
Dépôt de suie dans le tuyau de sortie d'échappement	Début de dégâts au filtre	Mesurer l'opacité
Fumée uniquement en cas d'accélération	Quantité d'injection trop élevée	Contrôler le démarrage à froid
	Réponse du turbocompresseur trop lente	Contrôler la LDA
	Début de dégât au filtre	Changer l'élément filtrant
NO _x élevé ou bas	Point d'injection trop tôt ou trop tard	Régler le point d'injection de la pompe d'injection
NO ₂ élevé	Dépôts sur le revêtement catalytique du filtre	Laver l'élément filtrant
HC élevé	Les injecteurs coulent, joints défectueux	Contrôler les injecteurs
CO élevé	Turbocompresseur/butée de pleine charge	Contrôler la pression d'admission et la butée de pleine charge
O ₂ faible	Turbocompresseur/butée de pleine charge	Contrôler la pression d'admission et la butée de pleine charge
Fumée avant le filtre élevée	Turbocompresseur/butée de pleine charge	Contrôler la pression d'admission et la butée de pleine charge



Informations complémentaires

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Informations générales et liste de filtres VERT
www.environnement-suisse.ch/air

VSBM/SBI

Instruction technique:
service antipollution et contrôle de machines et d'appareils
sur les chantiers
www.vsbm.ch/literatur/LRV-Empfehlung_f.pdf

Suva

Utilisation de filtres à particules pour les chantiers souterrains
www.suva.ch (rechercher: filtres à particules)

Cercl'air

Association suisse des responsables de la protection de l'air
www.cerclair.ch/index_fr

Services cantonaux de la protection de l'air

Berne	www.be.ch/air
Genève	www.ge.ch/air
Vaud	www.vd.ch
Valais	www.vs.ch/air
Fribourg	www.fr.ch
Neuchâtel	www.ne.ch/air
Jura	www.ju.ch

Impressum

Edition et commande

Service de la protection de l'air
Avenue Sainte-Clotilde 23, 1211 Genève 8
www.ge.ch/air
francoise.dubas@etat.ge.ch
Téléphone 022 327 80 00

Groupe de projet

Stefan Schär, beco Protection contre les immissions
René Blunier, Airclean Engineering AG
Heinz Riesen, Frutiger AG
Sabine Frommenwiler, frokomm Umweltkommunikation

En collaboration avec la Société des entrepreneurs
du canton de Berne, Florastrasse 13, 3000 Berne 6