

GOUDSMIT

MAGNETICS

**La valeur des mesures de densité de flux magnétique
pour les séparateurs magnétiques**

Introduction



Le bâtiment principal de Goudsmit Magnetics à Waalre

Martijn Leskens, Master en sciences.

Systèmes magnétiques Goudsmit
Petunialaan
195582 HA, Waalre, Pays-Bas.
goudsmitmagnet.com
ML@goudsmit.eu

Nous déterminons souvent le degré de fonctionnement d'un système de séparation magnétique à l'aide de mesures de champ magnétique. Dans ce cas, nous mesurons la densité du flux *magnétique* à un ou plusieurs endroits du séparateur.

Nous utilisons régulièrement ces mesures, consciemment ou inconsciemment, comme seule mesure de la capacité de séparation des séparateurs magnétiques. Dans des situations spécifiques, ces mesures peuvent fournir une image suffisante de celles-ci, par exemple pour déterminer la diminution de la force magnétique, et donc de la puissance de séparation, d'un séparateur spécifique au fil du temps. Ou pour comparer les performances de deux ou plusieurs des mêmes types de séparateurs qui sont utilisés dans les mêmes conditions de processus.

Toutefois, ce n'est généralement pas le cas et nous devons inclure plus d'aspects que des mesures de densité de flux pour déterminer la puissance de séparation d'un séparateur magnétique. Cela est expliqué dans ce document.

Contenu



Un densimètre de flux (en haut à gauche) et son application à un système de séparation magnétique (en bas à droite).

Mesures de densité de flux et leurs interprétations

La densité de flux magnétique seule n'est pas suffisante – l'indice de force

Influence des conditions d'écoulement

Les propriétés des particules jouent également un rôle

Quelle est la valeur des mesures de densité de flux lors de l'évaluation des séparateurs magnétiques ?

Mesures de densité de flux et leurs interprétations



Un système de séparation magnétique

Pour déterminer le bon fonctionnement d'un séparateur magnétique, nous mesurons souvent la densité de flux magnétique à proximité immédiate de l'aimant et/ou à une certaine distance de celui-ci. L'unité dans laquelle nous mesurons cette densité de flux est Tesla (T), qui est l'unité officielle (SI), ou souvent Gauss (G) ($1T = 10000G$) ; une unité non officielle et quelque peu obsolète.

La mesure la plus courante se trouve à proximité immédiate de l'aimant. Étant donné que la densité de flux magnétique varie dans l'espace, nous recherchons la densité de flux maximale dans ce domaine. La mesure n'est souvent pas effectuée sur l'aimant lui-même, mais sur une plaque ou un tube en acier inoxydable (acier inoxydable) autour de l'aimant, qui est appliqué pour augmenter la durée de vie de l'aimant et pour répondre aux exigences d'hygiène*. Ce faisant, nous devons être bien conscients que la densité de flux magnétique peut déjà être considérablement réduite par rapport à la valeur de l'aimant lui-même. Cela est dû au fait que la densité du flux magnétique à proximité d'un aimant diminue rapidement avec l'augmentation de la distance à l'aimant. Cette diminution peut être considérable, même sur quelques millimètres. Cela signifie également que les mesures n'indiquent jamais avec précision la densité de flux sur l'aimant, ou la feuille ou le tube en acier inoxydable qui l'entoure, mais une valeur inférieure. Un instrument de mesure (voir figure à la page 3) a une certaine épaisseur et mesure donc à une certaine distance de la surface.

La densité de flux magnétique à proximité immédiate d'un aimant est l'un des facteurs déterminants de la force sur les particules présentes ici. Cela en fait un facteur déterminant pour la capacité d'un système de séparation à capturer les particules près de l'aimant et à les garder piégées (jusqu'à ce qu'elles soient retirées par une étape de nettoyage).

Les séparateurs magnétiques se composent souvent d'un ou plusieurs tubes en acier inoxydable qui sont placés dans le flux de produit. Ces tubes contiennent à la fois des aimants et des plaques d'acier dans lesquels le magnétisme est concentré et guidé vers l'extérieur dans le flux de produit. À proximité de ces plaques, la densité de flux est la plus élevée. Pour ces systèmes de séparation à barre magnétique, nous recherchons donc souvent la valeur maximale (sur le tube) directement au-dessus de ces plaques polaires lorsque nous mesurons 'directement sur l'aimant'.

L'European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG) est un consortium de fabricants d'appareils, d'industriels alimentaires, d'instituts de recherche et d'autorités de la santé qui a été fondé en 1989 dans le but principal de promouvoir l'hygiène pendant le traitement et l'emballage des aliments et des produits chimiques.

Mesures de densité de flux et leurs interprétations poursuivies

Une autre mesure courante lors de la détermination des performances d'un séparateur magnétique est une mesure de densité de flux à une certaine distance de l'aimant. Nous utilisons cette mesure comme mesure de la profondeur du champ de rétention. À cette fin, une valeur guide de plusieurs centaines de Gauss est souvent choisie et nous déterminons la distance à l'aimant où nous mesurons cette valeur. Goudsmit utilise, par exemple, la valeur cible de 3mT (300G). Cette valeur a été choisie sur la base d'expériences, dans lesquelles des particules au-dessus d'un barreau magnétique sont libérées et à quelle distance cet aimant attire toujours les particules.

La densité de flux magnétique à une certaine distance de l'aimant est effectivement l'un des facteurs déterminants pour la force sur les particules présentes ici. Cela en fait un facteur déterminant pour la capacité d'un système de séparation à attirer les particules à cette distance et à les attirer vers l'aimant.

Les mesures des densités de flux dans les séparateurs magnétiques peuvent être effectuées relativement facilement (éventuellement à l'aide de raccords). Ces mesures sont donc populaires, avec la grande disponibilité des densimètres de flux. Cependant, même si les densités de flux magnétique déterminent la puissance de séparation d'un séparateur, elles ne sont *pas les seuls* facteurs.

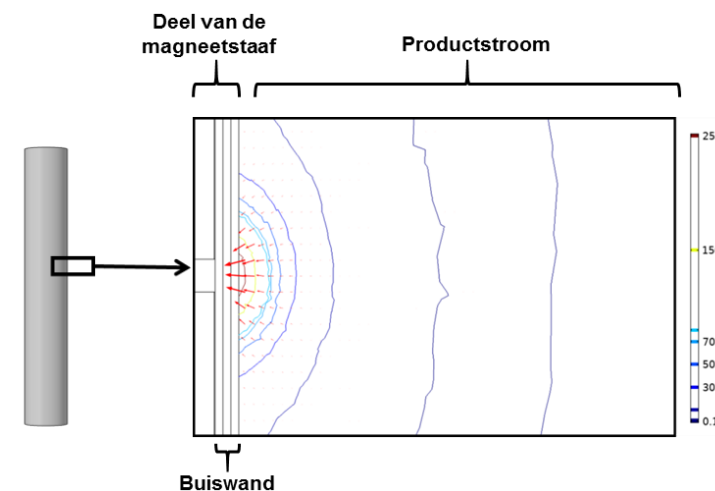
Cela permet uniquement d'utiliser ces mesures pour déterminer ou comparer les performances d'un ou de plusieurs séparateurs magnétiques uniquement dans une mesure limitée, par exemple, lors de la détermination de la diminution de la force magnétique d'un séparateur spécifique dans le temps (par exemple, par des températures élevées) ou lors de la comparaison des performances de deux ou plusieurs types de séparateurs utilisés dans les mêmes conditions de processus.

Nous aborderons dans le reste de ce document les autres facteurs dont nous avons besoin pour obtenir une image complète de la capacité de séparation d'un filtre magnétique.

La densité de flux magnétique seule n'est pas suffisante – l'indice de force

La force magnétique sur une particule à capturer n'est pas seulement fonction de la taille de la densité de flux, mais également du *degré de changement* de cette taille *sur l'espace*. Nous appelons également ce degré de gradient de changement. Pour être plus précis : si la densité de flux magnétique dans et autour d'une particule à capturer est faible, l'aimant peut toujours capturer correctement cette particule tant que le gradient de cette densité de flux est suffisamment élevé. Goudsmit utilise ce principe dans les séparateurs magnétiques à gradient élevé (HGMS).

Plus spécifiquement : la force exercée sur une particule à capturer est une fonction de multiplication de la densité de flux et du gradient. Nous appelons ce produit l'indice de force densité de force (T^2/m). Les valeurs de l'indice de force sur la paroi d'une barre magnétique autour de la plaque polaire en acier sont illustrées dans la figure ci-dessous :



Indice de force/densité (T^2/m) à proximité d'un barreau magnétique à proximité d'une plaque polaire.

L'indice de force a une direction ainsi qu'une taille ; cela est indiqué dans la figure par la direction ou la longueur des flèches rouges. Elles indiquent la direction et la taille de la force qui fonctionne sur les particules. La figure montre également les contours de la taille constante de l'indice de force.

La densité du flux magnétique seule n'est pas suffisante – l'indice de force a continué

Comme on peut le voir sur la figure précédente, l'indice de force augmente à mesure que la distance à la plaque polaire diminue. Comme l'indiquent la direction et la taille des flèches, les particules sont attirées vers la plaque polaire. Cela explique également pourquoi le dépôt le plus important de particules capturées a lieu en pratique, comme on peut le voir dans la figure ci-dessous.



Barreaux magnétiques utilisés dans les systèmes de séparation magnétique. Les particules capturées s'accumulent sur la tige à proximité des plaques polaires, car l'indice de force y est le plus élevé.

Les dépôts sur le tube ont lieu approximativement sur l'épaisseur des plaques polaires en acier. Il semble donc logique de choisir cette épaisseur autant que possible. Cependant, les valeurs de l'indice de force sur le tube pour les plaques polaires diminuent également avec l'augmentation de l'épaisseur. Le choix d'une certaine épaisseur pour ces images est donc un équilibre entre, d'une part, une plus grande force de maintien des particules (plaque de pôle mince souhaitée) et, d'autre part, la *capacité* du séparateur, c'est-à-dire l'espace sur la barre pour contenir les particules (plaque de pôle épais souhaitée).

Nous avons calculé les valeurs de l'indice de force dans la figure de la page précédente en utilisant la méthode des éléments finis. Goudsmit en fait fréquemment usage dans l'évaluation des séparateurs magnétiques, en plus de les tester.

Influence des conditions d'écoulement

Il est également bon de réaliser que les conditions d'écoulement (vitesse du produit, viscosité, etc.) dans le système de séparation ont au moins autant d'influence importante sur le degré de séparation que la force et la profondeur du champ de rétention magnétique. Par exemple, une vitesse plus élevée entraînera une capacité de séparation inférieure, car les aimants ont moins de temps pour attirer les particules. Le choix d'aimants plus puissants dans un système de séparation conduira à une puissance de séparation accrue, mais cet effet positif ne peut pas être garanti si la vitesse du flux de produit dans le système augmente en même temps.

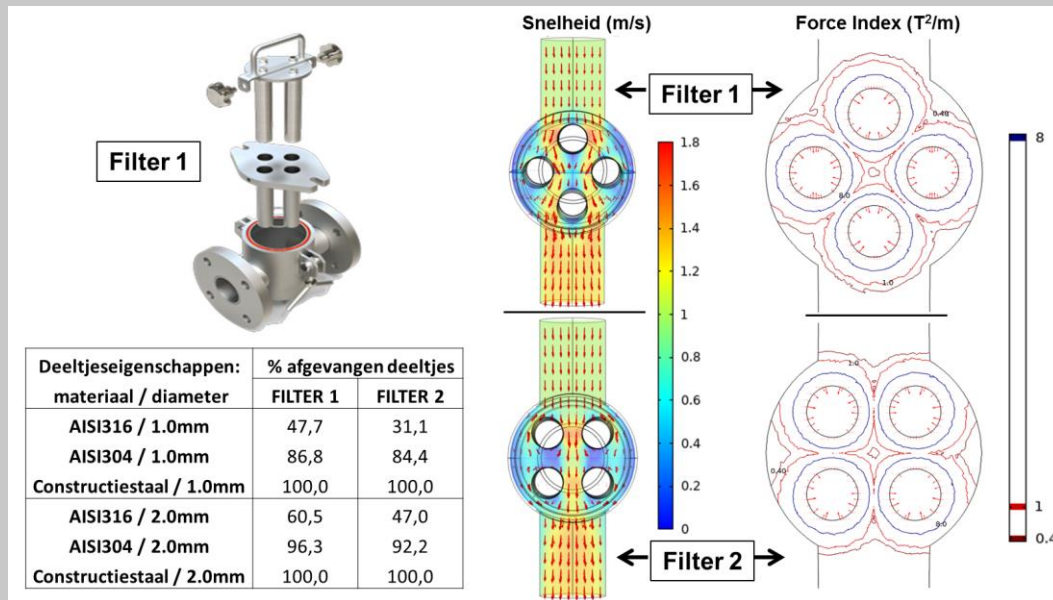
La viscosité ou la 'tropicité' du flux de produit affecte également la capacité de séparation d'un filtre magnétique. Une viscosité plus élevée de cet écoulement rendra plus difficile l'écoulement des particules dans l'écoulement du produit et leur traction vers les aimants.



Un système de séparation magnétique en fonctionnement

Influence des conditions d'écoulement poursuivie

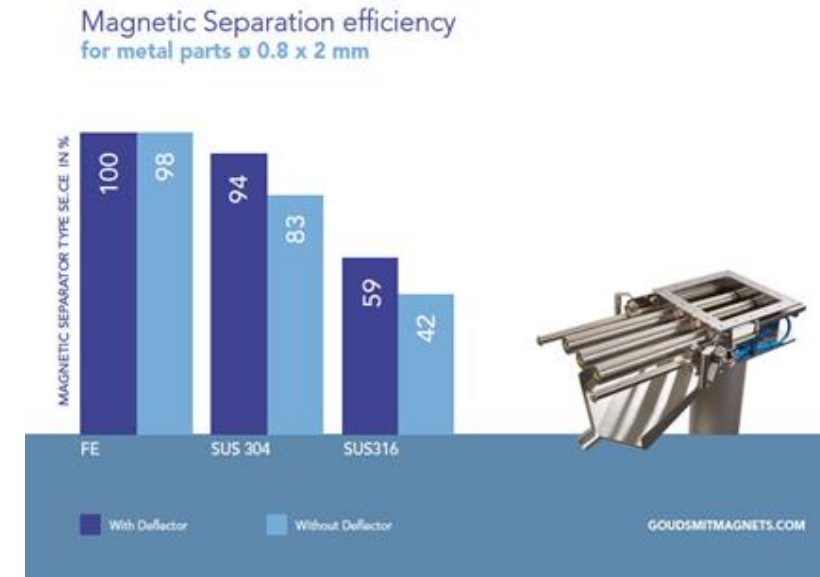
Non seulement la hauteur de la vitesse de l'écoulement du produit à travers le système de séparation joue un rôle, mais également *le schéma* avec lequel cet écoulement s'écoule à l'intérieur du système. Une autre distribution des débits le long des aimants d'un système de séparation particulier peut entraîner des performances de séparation différentes. Cela est dû au fait que les particules pourraient circuler le long des aimants à une vitesse plus élevée et/ou à une plus grande distance, réduisant ainsi considérablement le risque de capture de ces particules. Nous voyons cela, par exemple, dans la figure ci-dessous. Nous comparons ici le profil d'écoulement et le pourcentage de particules capturées pour un système de séparation Goudsmit (Filtre 1) avec celui du même système dans les mêmes conditions d'écoulement, mais tourné avec les barres à 45° (Filtre 2). Comme nous pouvons le voir, le pourcentage de séparation pour le filtre 2 est considérablement inférieur, en particulier pour les particules en acier inoxydable RVS316. La cause probable est qu'une plus grande quantité de particules s'écoule à travers le milieu du filtre, où elles ne rencontrent pas de tige et où l'indice de force est faible.



Comparaison des capacités de séparation du (i) filtre magnétique SSFN005038 Goudsmit (Filtre 1) et (ii) que le même filtre avec les barreaux magnétiques tourne à 45° (Filtre 2). L'eau s'écoule à travers les deux filtres avec une vitesse d'entrée de 1 m/s et une pression à la sortie de 1 bar.

Les propriétés des particules jouent également un rôle

Comme nous pouvons clairement le déduire de l'exemple précédent, la probabilité de capturer une particule dans un système de séparation magnétique dépend également du *matériau* et de la *taille* de cette particule. N.B. 304 et 316 SS sont moins magnétiques que l'acier structurel, ce qui entraîne des pourcentages de séparation inférieurs. En outre, la *forme* de la particule affecte également le risque d'être attrapée. Ces dépendances ne sont pas exprimées dans les mesures de la densité de flux magnétique.



Un système de séparation magnétique Goudsmit (à droite) et les valeurs de puissance de séparation associées, exprimés en pourcentage des particules capturées (à gauche). Un déflecteur est un objet -un tube ou une bande -qui est placé intentionnellement dans le flux pour modifier le schéma d'écoulement et ainsi augmenter la capacité de séparation.

Dans l'exemple de la page précédente, nous avons à nouveau utilisé la méthode des éléments finis, à la fois pour le champ magnétique et pour le champ d'écoulement du produit. Avec ce que l'on appelle le traçage des *particules*, nous avons calculé combien de particules d'un certain type d'échantillon peuvent être capturées avec un certain diamètre.

Quelle est la valeur des mesures de densité de flux lors de l'évaluation des séparateurs magnétiques ?

Dans la séparation magnétique, la densité de flux magnétique est un facteur déterminant, mais pas le seul facteur de la force magnétique qui fonctionne sur les particules à capturer. Par conséquent, les densités de flux mesurées dans un filtre magnétique sont une taille valide, mais pas suffisante pour la capacité de séparation de ce filtre. Pour l'évaluation complète d'un système de séparation magnétique, nous devons également prendre en compte le gradient du flux magnétique (ou équivalent à l'indice de force), les conditions d'écoulement du produit et les propriétés des particules à capturer.



YouTube :

La relation entre la densité de flux magnétique et la séparation :

<https://drive.google.com/file/d/1SRY0esYJWPIoIFgPQaJnLADba6dwQUoS/view?usp=sharing>

Comment mesurer les densités de flux magnétique :

<https://www.youtube.com/watch?v=XBqD7HFXWd0>

Indice de force

https://www.youtube.com/watch?v=zgEG_Baqsrs

FEM - Méthode d'analyse par éléments finis

<https://youtu.be/97RcfKic3y8>

<https://youtu.be/OOaCibPLxCs>

Plus d'informations ?

goudsmitmagnets.com

Tél. : +31 (0)40 2213283

Martijn Leskens : ml@goudsmit.eu