

ARTICLE TECHNIQUE

Réduire les coûts d'exploitation des pompes à vide
Exemple: Boite à gants



Technologie du vide

INTRODUCTION

Les pompes à palettes lubrifiées sont souvent utilisées sur les boîtes à gants pour l'évacuation de l'air dans la chambre principale ou le sas. Cela entraîne des coûts de fonctionnement élevés pour assurer une bonne fiabilité. L'institut universitaire brémois de chimie inorganique et de cristallographie a cherché une solution avec le fabricant VACUUBRAND afin de réduire les coûts.

Le groupe de travail de Jens Beckmann à l'institut de chimie inorganique et de cristallographie s'occupe de la chimie métallorganique des éléments légers et lourds des groupes principaux. Pour le travail avec des substances sensibles à l'hydrolyse et à l'oxygène, le groupe fonctionne avec deux boîtes à gants (figure 1), chacune avec un grand et un petit sas. Chaque boîte à gant comporte une pompe à palettes.

La pression de travail de la boîte à gants doit être maintenue entre +15 et -15 mbar de la pression atmosphérique. En cas de différence de pression négative, les gants seraient aspirés à l'intérieur et en cas de pression positive, ils seraient comprimés trop fortement vers l'extérieur. Lorsque l'on introduit les mains via les gants dans l'espace de travail, le volume interne diminue et la pression augmente. Cette augmentation de pression est compensée par la pompe à palettes : le contrôle de la boîte à gants ouvre une électrovanne sur la ligne de vide jusqu'à ce que la pression descende en dessous de la limite supérieure.



Figure 1, l'installation de boîte à gants à l'université de Brême avec chambre froide, l'installation pour l'évacuation des solvants, chambre de transfert avec pompe à vide et vacuomètre.

LA PROBLÉMATIQUE

En général en chimie organométalliques, en plus des solvants organiques habituels sont utilisés des produits tels que l'acide nitrique, l'eau régale, le brome, le chlore, l'ammoniaque, l'acide sulfurique ou encore le chlorosilane.

En fonction du point d'ébullition du produit chimique, une partie peut s'évaporer lors de l'évacuation du sas de la boite à gants et être aspiré dans la pompe. Les substances évaporées peuvent condenser dans la pompe lubrifiée et se mélanger avec l'huile. Certains produits forment des polymères avec celle-ci et se solidifient dans la pompe. C'est ainsi l'origine de la corrosion à l'intérieur des pompes.

Des particules et poussières peuvent aussi être aspirées et diminuer la capacité de lubrification et la protection anticorrosion de l'huile. En outre, le pompage à haute pression (cycle depuis la pression atmosphérique) a tendance à dégrader les pompes à palettes. L'usure prématurée des pompes à vide en service sur boite à gants s'explique par ces quatre facteurs :

1. L'évacuation cyclique de la pression atmosphérique jusqu'au vide limite de la pompe
2. La compensation de légères surpressions dans la boite à gants
3. Pollution de l'huile et de la pompe par les produits chimiques
4. Fonctionnement en continu, 24h et 365 jours / an.

L'addition de ces quatre facteurs nécessite que l'on fasse la maintenance de la pompe à palettes lubrifiée au moins deux fois par an. Les coûts vont de 500 à 1000 Euros par opération de maintenance/réparation, par pompe. Il se peut également qu'une réparation ne soit pas économiquement rentable et que la pompe doit être remplacée. Du fait des délais de réparation, les équipes qui utilisent la boite à gant peuvent parfois rester un temps assez long sans pouvoir utiliser le matériel. Dans les cas extrêmes, cela peut rallonger la durée travaux doctoraux ou remettre en question les collaborations avec des partenaires extérieurs.

Les surcoûts liés à l'exploitation, la maintenance, les pièces détachées ont amené Malte Hesse, maître de conférences à l'institut, à chercher d'autres solutions pour la pompe à vide de la boite à gants.

Ses critères étaient tout autant d'améliorer la fiabilité de la pompe que de diminuer les coûts de maintenance et les temps d'immobilisation. Il fallait aussi tendre à une solution économique à moyen terme pour l'institut. Cela ne devait pas non plus limiter ou complexifier l'utilisation de la boite à gants.

Le personnel de recherche change régulièrement, aussi l'usage du matériel doit être simple.



Figure 2 : diagramme de la variation de pression à l'intérieur de la boite à gants

LA SOLUTION

En plus des pompes à palettes, VACUUBRAND fabrique des pompes à membrane. L'avantage de cette technique tient dans la compatibilité chimique de ces pompes, la durée de vie et les coûts d'entretien très réduits. Le vide limite maximal est de 0.6 mbar – ce qui ne suffit pas pour l'utilisation dans une boite à gants si la concentration résiduelle en oxygène doit être de l'ordre du ppm. Celle-ci ne peut être atteinte avec cette technique qu'en effectuant plusieurs cycles de pompage en purgeant avec du gaz inerte. Cela accroîtrait la quantité d'Argon utilisée à chaque ouverture / fermeture du sas ainsi que le temps de descente en vide. La compatibilité chimique de la pompe à membrane est avantageuse particulièrement à haute pression, car la concentration en produit chimique y est la plus importante. L'intérêt de la pompe à palettes réside dans son excellent vide limite de 2×10^{-3} mbar, l'exigence pour atteindre la concentration en oxygène en un seul cycle de pompage. La question était de combiner les deux technologies – pompe à palettes et pompe à membrane – afin de ne pas augmenter le temps de purge ni la consommation d'Argon.

La proposition était d'utiliser un appareil de mesure avec fonction de commutation pour piloter une électrovanne.

Avec cette fonction, on ouvre automatiquement une électrovanne lorsqu'une certaine pression est atteinte. On peut ainsi évacuer la chambre de transfert avec la pompe à membrane dans un premier temps jusqu'à la pression voulu avant d'enclencher le vide de la pompe à palettes jusqu'à la valeur nécessaire. Cette façon de faire permet de diminuer significativement la charge sur la pompe à palettes. Ainsi, la descente dans le vide grossier qui est critique pour cette technologie est prise en charge par la robuste pompe à membrane.

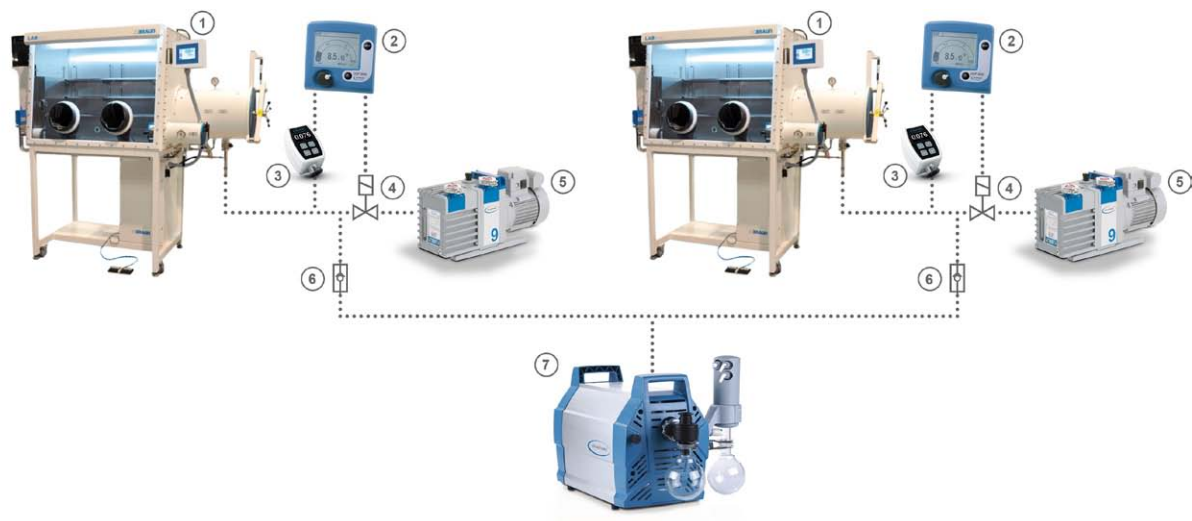


Figure 4 : exemple pour l'alimentation en vide de deux boîtes à gants

- 1 = Boite à gants
- 2 = Vacuomètre DCP 3000
- 3 = Vacuomètre VACUU-VIEW extended
- 4 = Electrovanne

- 5 = Pompe à palettes RZ 9
- 6 = lapet anti-retour
- 7 = Groupe de pompage MD 12C NT +AK +EK

Schéma : VACUUBRAND, mbraun

En comparant les courbes de pompage d'une pompe à membrane pour la chimie et d'une pompe à palettes, on se rend compte que le point de commutation se situe entre 10 et 2 mbar pour optimiser le temps de descente en vide. (Figure 5)

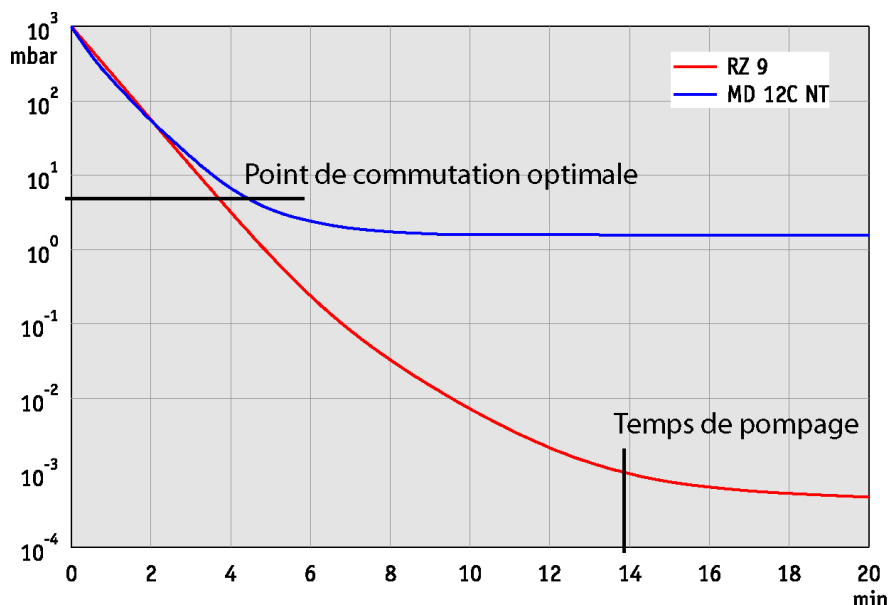


Figure 5 : exemple de superposition de courbe de descente en vide d'une MD 12C NT et d'une pompe à palettes RZ 9 – ainsi l'on peut déterminer le point de commutation pour un temps de descente en vide optimal.

MISE EN PLACE

Deux pompes à palettes et deux appareils de mesure DCP 3000 avec capteur Pirani étaient déjà disponibles à l'institut. Pour le test, l'institut a reçu un groupe de pompage, une électrovanne et un capteur pour le vide grossier. Le service technique de l'université de Brême a fourni la tubulure nécessaire.

Joachim Richter, le représentant régional du fabricant et Malte Hesse ont fait l'installation technique. Pendant les six semaines de test, le nouveau système de vide a tourné sur une seule boîte à gants.

RÉSUMÉ

Produits chimiques, poussières, évacuation cyclique et fonctionnement en continu font souffrir les pompes à palettes sur les boîtes à gants.

Les pompes à membrane sont résistantes chimiquement, n'atteignent qu'un vide grossier, qui ne suffit pas pour les substances sensibles à l'oxydation dans les boîtes à gants.

Une combinaison de pompe à membrane pour le vide grossier et de pompe à palettes pour le vide fin diminue sensiblement l'usure des pompes à palettes et par conséquent les coûts d'exploitation.

Grâce à une unité de régulation composée d'un capteur de vide et d'une électrovanne, on automatise l'utilisation de plusieurs pompes.

Autor: Achim Melching, product manager for VACUUBRAND GMBH + CO KG

2) Dr. Malte Hesse, University lecturer at the Institute for Inorganic Chemistry and Crystallography, University of Bremen

3) Prof. Dr. Beckmann, Professor at the Institute for Inorganic Chemistry and Crystallography, University of Bremen

4) Joachim Richter, Sales Office North for VACUUBRAND GMBH + CO KG