

Matériaux Hi-Tech

La performance au meilleur coût

Faire évoluer le matériau, c'est répondre à l'évolution technique, sécuriser l'approvisionnement dans ces temps où les matières premières classiques deviennent une denrée rare et chère, atteindre de nouvelles possibilités de design, augmenter les durées de vie des composants et, surtout, faire baisser les coûts supportés par les utilisateurs. Un programme chargé travaillé dans le plus grand secret des laboratoires, concurrence acharnée oblige. Fluides & Transmissions a tenté de soulever un bout du voile.

« Une bonne conception, c'est un bon mécanicien et un bon appui matériau », clame Yves Maheo, directeur technique SKF Aerospace division Airframe lors d'une conférence au Midest. Premier paramètre à faire la différence sur le marché, le matériau Hi-Tech est une arme technologique à part entière : « Le client veut payer moins cher pour plus de fonctions et pour être tranquille ! », clame Laurent Bur, chef produit filtration de Argo-Hytos.

Qu'est-ce qu'un matériau « Hi-Tech » ? Mais tous les matériaux connus ont été « Hi-Tech » un jour ! Le Hi-Tech d'aujourd'hui est le grand classique de demain ! « Les clients qui utilisent ce type de produit sont en avance sur leur marché », juge Johan Tiellemans, gérant de Eternum France.

Un problème spécifique mis en évidence chez un client particulier ou dans un secteur industriel va provoquer une évolution de produit(s) avec éventuellement un changement de matériau. « Puis très vite, le même problème va se révéler dans d'autres secteurs : le produit précédemment spécifique va être décliné dans une gamme globale », explique Laurent Bur. De ce fait,



Freudenberg Simrit

Le marché demande actuellement du matériel résistant de -40°C à 110°C !

Busak + Shamban



Les élastomères évoluent à grands pas car les fluides sont de plus en plus agressifs puisque soumis à des contraintes mécaniques plus importantes. Il faut apporter une réponse par huile !

UN REVÊTEMENT POUR DES MATÉRIELS ENDURANTS !

Atlas Copco



Le revêtement à base de polymère des rotors et carter de la gamme Z de compresseurs à vis Atlas Copco assure la maîtrise des déformations inhérentes aux hautes températures atteintes pendant la compression -

elles peuvent dépasser les 200°C !- et la protection des pièces mécaniques contre la corrosion due à l'humidité de l'air.

En effet, ces compresseurs ont à produire un air comprimé propre à des pressions jusqu'à 10,4 bar pour des puissances de 55 à 900 kW. La compression volumétrique s'effectue sans huile dans le carter et entre les vis, plusieurs étages montés en série générant la pression souhaitée. Pour augmenter le rendement, chaque étage de compression est associé à un échangeur de chaleur qui abaisse la température de l'air avant son entrée dans l'étage suivant.

Le revêtement développé par Atlas Copco, appliqué très régulièrement sur des surfaces aux formes très complexes, réussit, grâce à ses qualités d'adhérence, à protéger les pièces dans le temps.

Un autre revêtement spécial a permis d'optimiser la longévité des inserts en aluminium des échangeurs air/eau utilisés entre les étages des compresseurs de type ZR sans créer de barrière thermique dans cet environnement chaud et humide.

Atlas Copco



« Le développement d'un nouveau matériau, voire même d'une nouvelle nuance, demande des investissements considérables »

Sapelem



Sapelem a développé pour l'industrie agro-alimentaire une ventouse en silicone chargée de particules magnétiques qui rend détectable les ventouses ou morceaux de ventouses qui tomberaient dans les aliments par les mêmes portiques qui contrôlent que les plats ne sont pas assaisonnés de vis, boulons et autres fèves rédhibitoires pour le consommateur !
Simrit2 : Le marché demande actuellement du matériel résistant de -40°C à 110°C !

les barrières technologiques sectorielles sont vite franchies : « En fait, tous nos clients sont confrontés aux mêmes demandes de compétitivité et de précision », constate-t-il. Tenue en température, à la pression, aux produits chimiques, à l'abrasion, au vieillissement...

RESTER COMPÉTITIF

« Le matériau Hi-Tech est notre principale manière de rester compétitifs face aux concurrents à bas coût », souligne Johann Perdrix, ingénieur application de Freudenberg-Simrit. En effet, le développement d'un nouveau matériau, voire même d'une nouvelle nuance, demande des investissements considérables. Les fabricants à bas coût ont des structures trop peu solides pour se le permettre. « Quand ils proposent une offre sur le matériau, il est devenu un standard depuis longtemps et l'évolution est déjà en marche... », se félicite-t-on chez Simrit.

« Un choix pertinent se réalise en trois étapes. Il faut assurer la fonction par des critères techniques de sélection, rechercher la performance par le choix de la nuance de matériau, afin d'obtenir la résistance à la fatigue, au fluage... voulues, et enfin optimiser le coût, tant par le prix de la matière que par le coût de sa mise en œuvre », a énoncé le conférencier Jean-Claude Fessler, Docteur es Sciences, pendant le Migest.

Car le marché du matériau bouillonne de nouveautés. Les alliages acier se renforcent et donnent la réplique aux titanes pour conquérir la place du métal le plus performant, les « alus » n'ont pas l'intention d'être en reste... « Les alliages maîtres contenant du manganèse et du chrome peuvent être économiques pour les fabricants d'engrenages frittés car ils permettent de réduire l'attrition, élevée dans les boîtes de vitesses de l'automobile », estiment par exemple les experts du Cetim.

« Les alliages graphites, destinés aux températures supérieures à 200° C, sont autolubrifiants, résistent à la température, à l'usure et, conducteurs, évacuent facilement la chaleur générée par le mouvement », souligne Johan Tiellemans. Ils sont utilisés pour les applications en fours, séchoirs et appareils de traitements thermiques.

FLAMBÉE DES PRIX

Mais l'ensemble des métaux et alliages, extrêmement variés, prend les prix du marché de plein fouet. « Les composites sont actuellement avantagés par la flambée des prix du bronze », constate notamment Johan Tiellemans.

De fait, les céramiques et composites deviennent économiquement compétitifs et voient

« Les céramiques et composites deviennent économiquement compétitifs et voient leurs applications se multiplier »

leurs applications se multiplier. Les premiers investissent roulements et galets, les seconds pourraient bien figurer les réservoirs et tuyauteries de demain. « Pour les céramiques nanostructurées, on obtient bien une dureté élevée, mais accompagnée d'un comportement ductile très favorable aux applications mécaniques », soulignent les experts du Cetim. Avec le projet R&D TransNanoPowder, des prototypes de galets et de roulements à bagues en céramiques nanostructurées ont montré une meilleure capacité de charge et de résistance à l'usure que les mêmes en céramique... classique ! En l'absence de lubrification, le couple de frottement était plus faible que celui des roulements de référence. L'avantage mis en



Le premier filtre retour « tout plastique » d'Argo Hytos a fait évoluer également sa connectique : il n'est plus besoin de raccord à visser : le flexible est directement branché sur le filtre !



Les pompes Danfoss Nessie sont lubrifiées par de l'eau sans aucun additif ou d'autres fluides à très faible viscosité. Pour le supporter, les surfaces de frottement sont réalisées en «plastique» ou en acier inoxydable recouvert de polymères, afin de favoriser la formation de films hydrodynamique et statiques entre les pièces mobiles.

évidence ne devrait pas tarder à faire des émules.

Les fabricants de vérins hydrauliques utilisent les rotules, bagues et rondelles en composites dans les environnements humides et agressifs. En mécanique, les composites très hautes températures supportent jusqu'à 280°C. « Les performances des composites dépendent en grande partie de leur procédé de mise en forme, la recherche de nouvelles applications est souvent liée à l'utilisation conjointe d'un matériau et d'un

« La recherche de nouvelles applications est souvent liée à l'utilisation conjointe d'un matériau et d'un procédé permettant d'en tirer les atouts recherchés »

procédé permettant d'en tirer les atouts recherchés : allègement de structure, forte résistance, absorption des chocs, liberté de design », constatent les experts du Cetim.

COMPOSITES MÉTALLISÉS

Les raccords Victrex en composites métallisés développés pour les besoins de l'A 380 contiennent un thermoplastique deux fois plus léger que l'aluminium et supportent un service continu de -55°C à +175°C et des pointes ponctuelles jusqu'à 260°C. Très résistant mécaniquement et aux vibrations, il résiste également à la corrosion et aux liquides hydrauliques.

Du graphite est utilisé au sein de joints composites spiralés pour supporter une pression de service maximum de 400 bar et une température maximale de 550°C. Par ailleurs, des composites utilisés pour les pièces anti-friction résistent mieux à la compression que le bronze et tiennent aux vibrations, aux chocs et à l'usure. « Ils n'ont pas besoin de graissage et supportent de très fortes charges : 330 N/mm², soit 3 tonnes au cm² ! Et certains composites dépassent les 400 N/mm² ! », s'exclame Johan Tiellemans.

Mais ces composites craignent encore la vitesse car ils sont isolants : ils n'évacuent donc pas la température générée par le mouvement. A l'air libre, les

LE PU QUI VIEN DU FROID

Freudenberg Simrit



Le fabricant de chariots élévateurs Still a posé un problème original aux chercheurs de Simrit : trouver un matériau peu frileux pour remplacer les joints standards par des joints « équipés tous temps » sans aucun autre changement technique. En effet, les chariots élévateurs destinés aux chambres froides industrielles doivent pouvoir supporter jusqu'à -35°C sans fuir !

Les contraintes alimentaires et écologiques sont en effet drastiques pour les clients de Still, quand aux contraintes techniques qui en découlent... « Après 30 minutes de fonctionnement, l'huile du chariot élévateur est à +21°C tandis que la température ambiante dans la zone de travail est en permanence de -23°C. Dans ces conditions, le véhicule se déplace, au maximum, pendant deux heures en continu, de sorte que l'huile hydraulique et les composants s'échauffent brièvement avant de refroidir rapidement ».

Simrit a donc développé le polyuréthane 92AU21100 : il reste flexible à ces basses températures - il supporte même jusqu'à -50°C - et assure l'étanchéité sans problème dans ces conditions frigorifiques. Aujourd'hui, Simrit propose ce matériau nouveau-né pour tous ses joints, puisqu'il se coule dans les mêmes équipements que les standards actuels.



plus hautes vitesses acceptables sont de 600 à 700 tr/min, en immergé, « on peut pousser jusqu'à 1000 tr/min ». Ce sont des propriétés suffisantes pour les pompes immergées.

CONNAISSANCES POINTUES

Les plastiques, après une petite baisse de popularité écolo, résistent à l'assaut des autres matériaux : les connaissances physico-chimiques de plus en plus pointues des chercheurs leur offre une nouvelle jeunesse grâce aux polyamides aromatiques aux caractéristiques mécaniques élevée.

« Les polyamides aromatiques présentent des caractéristiques de rigidité et de résistance spécifique comparables au ZAMAC (aluminium moulé à haute température) », remarque

Yannick Arnaud, responsable produit de Sapelem. Légers, ces plastiques augmentent en caractéristiques mécaniques et s'appliquent à de plus en plus nombreuses applications dans les métiers de la transmission. « Des matières plastiques (Polyimide Vespel® de Dupont de Nemour) tiennent de -250°C à 260°C ! », souligne Georges Andlauer, directeur commercial France de Angst+Pfister. Mais encore faut-il que la matière rende le produit final abordable !

La capacité des plastiques à prendre n'importe quelle forme apporte son lot de solutions pratiques : il s'agit de résoudre des problèmes techniques en englobant des fonctions annexes et des formes géométriques impossibles à obtenir avec

« Les plastiques, après une petite baisse de popularité écolo, résistent à l'assaut des autres matériaux »

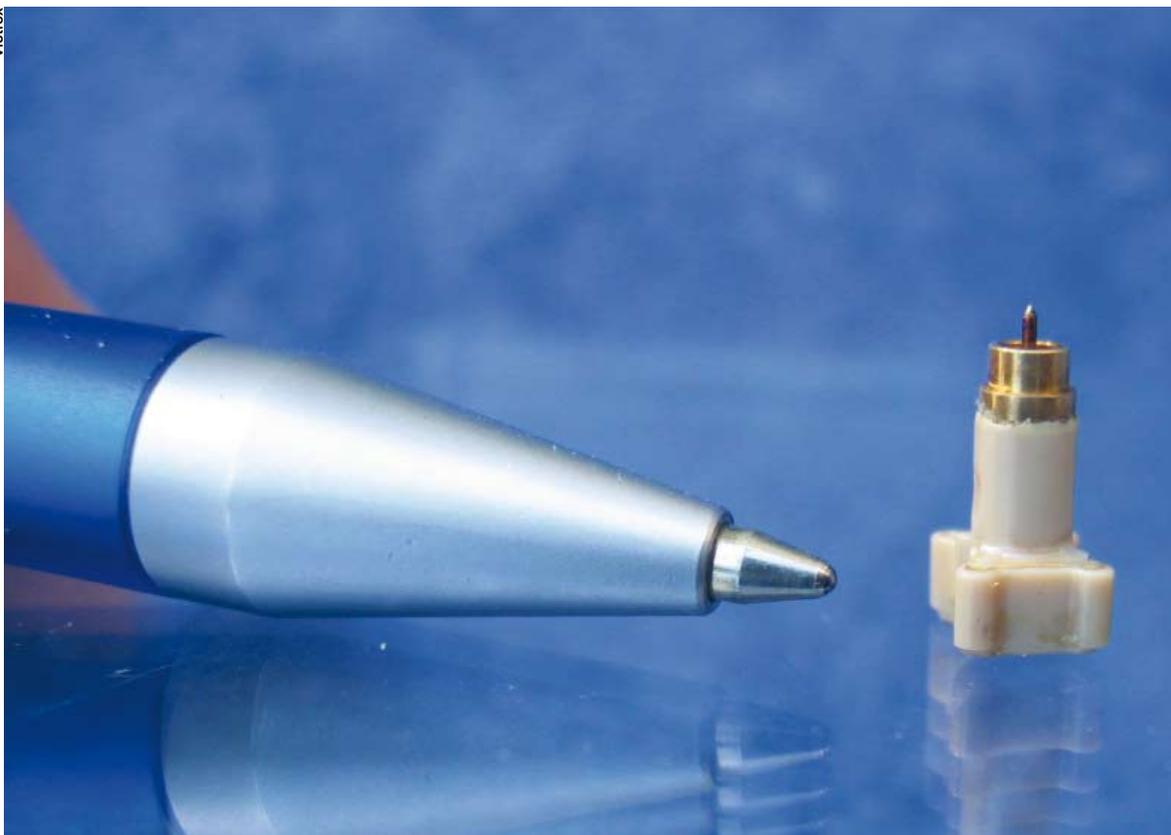
les métaux. « On veut diminuer l'encombrement et améliorer le design, surtout en hydraulique mobile », explique Laurent Bur. Ainsi, Argo-Hytos a développé le filtre retour FR 201 tout en plastique : il tient les 120°C, 8 bar en service et 30 bar en éclatement. Sa connectique intégrée – les flexibles se branchent directement sur le filtre – est le fruit des capacités géométriques du matériau : il n'est pas possible d'obtenir les mêmes formes avec les métaux... en tout cas à un prix compétitif !

Il y a cependant une difficulté économique à utiliser ces nouveaux matériaux, somme toute assez chers : « Le développement d'un moule ou d'un outillage spécifique pour de petites quantités n'est pas souvent rentable. Il faut donc un gain de poids ou de caractéristiques importants pour que le client accepte d'en payer le

Le plus grand navire du monde, équipé d'un stinger pour guider des tubes et les déposer au fond de la mer à partir du bateau, est doté de rotules composites inox/Eternum D-Glide de plus d'un mètre de diamètre interne. (ci-dessous et photo en haut de page)



Victrex



Ce capteur pour matériel de forage pétrolier est microencapsulé et surmoulé avec le polymère Victrex PEEK. Cet ensemble de moins de 10mm de long et 3,5mm de diamètre supporte les 200°C en atmosphère hostile : sulfure d'hydrogène, méthane, CO₂, eau salée et pétrole brut !

prix », relate Yannick Arnaud. Alors le fabricant s'arrange pour intégrer le petit nouveau dans sa gamme standard le plus rapidement possible afin d'accélérer sa rentabilité.

Un moule à injection coûte généralement entre 3000 et 20000 euros environ, voire au-delà, selon la complexité du moule. Pour des petites séries, cela fait cher la pièce, mais « il

« Pour les étanchéités, le PEEK et ses variantes font partie du must, mais il ne détrône pas encore le PTFE et encore moins le PU »

s'agit en général de produits qui coûteraient encore plus cher à usiner dans la masse », remarque Yannick Arnaud. Le travail des matières plastiques est donc à optimiser, l'outillage d'une presse à injecter n'étant pas facile à retoucher : la profession pourrait lorgner du côté des « imprimantes 3D », peut-être ?

MATÉRIEL RÉSISTANT

Pour les étanchéités, le PEEK et ses variantes font partie du must, mais il ne détrône pas encore le PTFE qui a de beaux jours devant lui, et encore moins le PU qui, pourtant, fait parler de lui depuis bien longtemps, mais cherche à se doper aux nanos pour rester dans la course. Pour l'industrie, Busak+Shamban a ainsi dû développer une famille de polyuréthanes pour les vérins hydrauliques : « Le PU n'existe pas sous ses formes spécifiques chez les grands fabricants. Il faut leur donner des caractéristiques supérieures à celles des PU classiques. », révèle Christian Petit, directeur marketing technique de Busak+Shamban. Or, les PU industriels doivent résister à la fois à la température, à l'abrasion, à la déformation, à l'usure, aux charges spécifiques, à la pres-

LES PALIERS DE GLISSEMENT RÉSISTENT À 270°C !

Angst + Pfister



L'entreprise Vötsch Industrietechnik développait un sécheur thermique destiné à l'industrie des semi-conducteurs. L'intérieur du sécheur est équipé d'une bande de transport et de guidage de 15 mètres sur laquelle les composants électroniques sont transportés en méandres. Composée d'un alliage spécial extrêmement fin, cette bande est maintenue sous tension et assurée contre les glissements et les déraillements au moyen de guides de sécurité qui s'appuient sur les poulies de renvoi. La bande de transport est entraînée par une roue à friction située à l'extérieur du sécheur. Les composants électroniques sont entraînés sur la bande à une très petite vitesse de moins de 0,1 m/sec, pour un traitement thermique sous atmosphère d'azote.

Comme le système de guidage et de renvoi devait répondre à de grandes exigences tribologiques, il s'agissait de trouver des paliers de glissement pour équiper les poulies de renvoi et les guides de sécurité. Il leur fallait résister à + 270 °C en service continu, un très faible coefficient de frottement, un fonctionnement très silencieux, une aptitude à la marche à sec, des propriétés antistatiques, l'absence de silicone, aucune tendance à l'effet «stick-slip», faible usure et absence de dépolymérisation.

Parmi le large éventail de produits destinés aux hautes températures, Angst+Pfister a proposé le Valflon® F 110, compound hautes performances à base de PTFE renforcé de carbo-graphite. Cette matière plastique fluorée se caractérise par une grande stabilité dimensionnelle à la chaleur jusqu'à 280 °C, un faible coefficient de frottement et une haute résistance à l'usure. Par ailleurs, l'adjonction de carbographe fait du Valflon® F 110 un matériau très résistant à la pression, dissipateur de chaleur et antistatique.



Gamme Orkot® de Busak+Shamban

sion, avoir une longue durée de vie et tout cela en baissant les coûts !

De plus, « la Chine demande du matériel résistant à une grande amplitude de températures : de -40°C à 110°C ! », relate Johann Perdrix. La tenue à -40°C est aussi exigée pour les applications en réfrigérateur industriel et dans le mobile (cf. encadré).

« Le problème, c'est quand on combine tous les facteurs extrêmes : les améliorations du futur sont là »



Le boîtier en composite polyamide/fibre de carbone des codeurs G1341 et G1342 de IVO Industries est très léger, résiste aux chocs et protège l'électronique des perturbations électromagnétiques comme une cage de Faraday.

Les usines d'élastomères développent aussi des matériaux qui résistent aux nouveaux fluides comme le Skydrol en aéronautique... « Les fluides sont de plus en plus agressifs, il faut en plus une grande tenue aux températures et pressions et une durée de vie qui augmente avec les intervalles de temps de maintenance », constate Christian Petit.

A matériau performant, valeur marchande élevée : l'innovation est donc limitée par le coût de l'application pour le client. « La Rolls Royce du joint torique coûte actuellement plusieurs centaines d'euros la pièce, mais elle résiste à plus de 300°C et à tous les produits chimiques : c'est un joint universel », remarque Georges Andlauer.

Pourtant, « le problème du prix ne se pose pas forcément : changer un joint bon marché toutes les trois semaines revient plus cher en maintenance et

coûts d'arrêt que d'acheter un joint dix fois plus cher qu'il ne faudra changer qu'une fois tous les six mois », relate-t-il.

AMÉLIORATIONS DU FUTUR

Les objectifs futurs résident dans le grignotage haut et bas des plages d'utilisation. « Le problème, c'est quand on combine tous les facteurs extrêmes : les améliorations du futur sont là ! », diagnostique Georges Andlauer. « On cherche également à augmenter la flexibilité des produits pour les adapter aux besoins spécifiques de chaque client », souligne Laurent Bur.

Ainsi, les matériaux continuent d'évoluer. « Parmi les nombreuses problématiques où l'expertise des ingénieurs est constamment mobilisée, il y a les revêtements destinés à la maîtrise des phénomènes liés à la compression de l'air, tels que la chaleur ou la condensation après refroidissement », décrit Philippe Ernens, vice président chargé du développement des produits pour le pôle Compresseur Technique d'Atlas Copco.

« Les matériaux du futur vont connaître deux évolutions : une évolution continue de l'existant - approfondissement des connaissances, évolution des process, déplacement des contraintes économiques, nouveaux besoins et des sauts technologiques, produits de la recherche fondamentale et des nouvelles technologies comme les nanomatériaux », pronostique Jean-Yves Moraux, directeur technique Aubert et Duval. Ces derniers permettent de développer des produits à propriétés spéciales : magnétisme, coloration, traceurs... Dans certaines applications, le nano est en fait déjà en première ligne. Mais chuuut !

Et enfin... il s'agit aussi de penser à créer les matériaux destinés à la mise en forme de ces matériaux de luxe !

E.B.