

Elastomère silicone RTV-2 Wacker

Mise en œuvre

Table des matières

Généralités

Consistance	1
Réactivité (temps de mise en œuvre et de vulcanisation)	1
Propriétés du vulcanisat	2
Système de vulcanisation (par condensation, par addition)	2

Consignes de sécurité




Stockage

Mise en œuvre

Équipement de base recommandé	4
Préparation des composants	4
Dosage des composants	4
Mélange des composants (catalyse)	4
Élimination des inclusions d'air	5
Application	6
Durée limite d'emploi et temps de vulcanisation	6
Défauts de vulcanisation	6
Préparation du vulcanisat	7

Instructions spéciales

Modification de la consistance et des propriétés du vulcanisat	7
Adhésion à différents matériaux	8
Collage à différents matériaux	8
Coloration	8

	Vulcanisation par condensation
	Vulcanisation par addition
	Vulcanisation par condensation + par addition

Généralités

Les caractéristiques essentielles d'un élastomère silicone RTV-2 sont

- la consistance
- la réactivité
- les propriétés du vulcanisat
- le système de vulcanisation

Consistance

Du point de vue de la consistance, on distingue les types coulables, estampables, thixotropes non coulants et malléables.

La viscosité décrit approximativement la fluidité. Plus le chiffre indiqué est élevé, plus la matière à couler est visqueuse ou la matière à estamper épaisse.

Les types thixotropes non coulants se distinguent des autres produits estampables par une moindre fluidité. Cela signifie que, jusqu'à une certaine épaisseur de la couche (10 mm en général), ils ne coulent pas et ne s'affaissent pas sous l'action de leur propre poids quand ils sont appliqués sur une surface verticale ou inclinée. Comme pour les matières malléables, leur consistance est le plus souvent exprimée par une valeur de pénétration (profondeur de pénétration, en mm/10, d'un cône normalisé sous une charge déterminée). Plus la pénétration est élevée, plus l'élastomère est souple.

Pour décrire la consistance des systèmes non newtoniens ou thixotropes, on indique la viscosité à différents degrés de cisaillement.

Dans la plage de cisaillement élevée, la viscosité caractérise la fluidité de la matière sous l'effet d'un cisaillement intense, tel qu'il se produit lors du dosage, de l'application avec une buse, du mélange, de l'application à la racle, etc.

Dans la plage de cisaillement basse, la viscosité correspond au comportement sous l'effet d'un cisaillement faible ou nul, tel que la fluidité de la matière après l'application.

Réactivité

La réactivité est décrite par la durée limite d'emploi (vie en pot) et le temps de vulcanisation.

La durée limite d'emploi indiquée correspond généralement à la durée au terme de laquelle l'élastomère catalysé est à peine encore coulable, estampable ou malléable. Dans les applications imposant des caractéristiques de fluidité très sévères, comme par ex. dans l'encapsulation des composants électr(on)iques présentant des interstices très étroits, la durée limite d'emploi indiquée est alors souvent le temps s'écoulant jusqu'au doublement de la viscosité initiale.

Les temps de vulcanisation donnés indiquent en règle générale le temps qu'il faut à l'élastomère pour vulcaniser sans coller et donc pour être manipulable. Si la vulcanisation intervient à température ambiante, le vulcanisat ne possède souvent ses caractéristiques définitives qu'après plusieurs jours. Même les vulcanisats produits à des températures plus élevées continuent généralement de réticuler plus ou moins pendant le stockage à l'ambiante qui suit. Pour que les vulcanisats obtiennent le plus rapidement possible leurs propriétés définitives, il faut procéder à un recuit, c'est-à-dire à un étuvage de plusieurs heures à des températures modérées (100 à 120 °C).

Propriétés du vulcanisat

Les propriétés les plus importantes des vulcanisats sont, entre autres, leurs caractéristiques mécaniques et électriques.

Après la dureté à la pénétration exprimée en points Shore A (le vulcanisat est d'autant plus dur que le nombre de points est élevé), la propriété mécanique la plus importante du vulcanisat est la résistance au déchirement. Les valeurs supérieures à 10 N/mm environ signifient qu'il s'agit d'un type résistant à l'entaille, c'est-à-dire d'un type qui présente une résistance au déchirement nettement supérieure à celle des types aux propriétés mécaniques standard.

La dureté des vulcanisats servant à fabriquer des tampons d'impression ou des gels silicones est trop faible pour la mesurer en points Shore A. Pour les tampons d'impression, on utilise l'échelle de dureté Shore 00 tandis que, pour les gels encore plus souples, on indique la profondeur de pénétration, en mm/10, d'un cône normalisé sous une contrainte donnée. Si des chiffres élevés signifient une dureté élevée pour les échelles Shore 00 et Shore A, une valeur élevée de pénétration signifie au contraire que le vulcanisat est souple.

Les propriétés électriques d'un vulcanisat dépendent dans une large mesure de sa consistance, de sa réactivité, de ses propriétés mécaniques et du système de vulcanisation.

Les propriétés de mise en œuvre et les propriétés du produit vulcanisé sont, pour la plupart, considérablement influencées par la nature du système de vulcanisation.

Systèmes de vulcanisation

On distingue deux systèmes de vulcanisation:

Vulcanisation par condensation

Vulcanisation par condensation Les élastomères silicones RTV-2 vulcanisant par condensation réticulent sous l'action d'un durcisseur, fluide ou pâteux, de la série T pour former une masse d'élastomère.

L'élastomère de base et le durcisseur ont toujours des numéros de contrôle différents.

On peut faire varier la durée limite d'emploi et le temps de vulcanisation en jouant sur le type et la quantité de durcisseur employé. Cependant, pour chaque élastomère, on doit s'en tenir à certains durcisseurs et certaines fourchettes quantitatives.

Si l'on emploie **moins** de durcisseur que prescrit (sous-dosage), cela entraîne une sous-vulcanisation. L'élastomère

reste souple ou même collant, la résistance mécanique est beaucoup plus faible et la résistance au gonflement provoqué par des solvants ou des composants de résines de coulée est nettement diminuée.

Si l'on emploie **plus** de durcisseur que prescrit (surdosage), le vulcanisat contient trop de réticulant et le pouvoir démoulant de l'élastomère diminue. De plus, le vulcanisat continue à réticuler sous l'action de l'humidité de l'air, ce qui peut se traduire par une forte réduction de sa résistance mécanique.

La température de vulcanisation des élastomères vulcanisant par condensation peut être comprise entre 0 °C et 70 °C au maximum (une température supérieure à 80 °C entraîne une réversion de la réaction de réticulation et le système reste ou revient à l'état collant ou liquide).

Pour que l'élastomère vulcanise convenablement, il a besoin non seulement du catalyseur organostannique contenu dans le durcisseur, mais aussi d'une petite quantité d'humidité, contenue tant dans sa masse que dans l'air ambiant. La réaction de réticulation entraîne la formation d'un alcool inférieur, généralement de l'éthanol ou du propanol. Le vulcanisat ne peut être utilisé que lorsque tout l'alcool formé s'est volatilisé. La volatilisation de l'alcool entraîne une perte de masse qui se traduit par un retrait tridimensionnel du vulcanisat de l'ordre de moins de 5 % en volume.

Vulcanisation par addition

Les élastomères silicones RTV-2 vulcanisant par addition réticulent lors du mélange des deux composants A et B.

Les deux composants doivent impérativement porter le même numéro de contrôle. Sinon, les propriétés du produit risquent d'être notablement altérées.

Il faut respecter exactement les proportions de poids indiquées pour le mélange des composants A et B (sauf dans le cas des gels silicones). Toute divergence dans le ratio A/B se solde généralement par une sous-vulcanisation dont les conséquences sont similaires à celles déjà décrites pour les types vulcanisant par condensation.

La vulcanisation des élastomères vulcanisant par addition peut avoir lieu à des températures comprises entre 10 °C et 200 °C.

Comme la vulcanisation ne libère pas de produits de réaction volatils, il ne peut se produire de réversion de la réaction aux températures élevées, ni de retrait chimique du vulcanisat dû à une perte de masse. Aussi, ces vulcanisats sont utilisables immédiatement après le démoulage.

L'utilisation de ces produits peut cependant être gênée, voire empêchée si l'élastomère non vulcanisé se trouve au contact de certaines substances qui inhibent la vulcanisation, c'est-à-dire qui bloquent le catalyseur à base d'un complexe de platine.

Consignes de sécurité

Précautions à prendre

L'expérience tirée de plusieurs décennies d'utilisation des élastomères silicones RTV-2 a montré que les élastomères silicones qui réticulent par condensation et par addition doivent être considérés comme non toxiques et non agressifs dans leur état de livraison. Par conséquent, aucune précaution allant au-delà des consignes générales d'hygiène du travail n'est nécessaire.

En revanche, à l'état **non dilué**, les durcisseurs utilisés pour la vulcanisation par condensation et dont le nom commence par un «T» peuvent provoquer des irritations en cas de contact avec la peau ou les yeux. Les personnes particulièrement prédisposées peuvent aussi présenter des symptômes d'allergie. Il faut donc prendre des mesures de protection adéquates.

Si, malgré ces précautions, du durcisseur non dilué entre en contact avec la peau, il faut la laver soigneusement à l'eau et au savon. Si du durcisseur parvient dans les yeux, il faut les rincer immédiatement avec beaucoup d'eau pendant quelques minutes. Si des irritations apparaissent quand même, on consultera un médecin sans tarder.

Des renseignements détaillés sur toutes les questions de sécurité se trouvent dans les fiches de données de sécurité relatives aux différents produits. Ces fiches, qui sont normalement livrées avec les produits, peuvent aussi être demandées auprès de nos représentations commerciales.

Autres indications

Les restes non vulcanisés d'élastomère silicone RTV-2 s'éliminent facilement des récipients et des vêtements à l'aide de solvants de graisse tels que le white-spirit ou l'acétone. Il est préférable de laisser les fonds de pot finir de vulcaniser; on peut les retirer ensuite des récipients sans difficulté.

Lorsque l'élastomère a déjà commencé à vulcaniser, on ne peut l'enlever que mécaniquement après trempage dans un des solvants susmentionnés. Il n'est plus possible de le dissoudre. On choisira donc une tenue de travail en conséquence.

En cas d'utilisation de solvants, il faut bien ventiler le poste de travail et respecter les consignes de sécurité s'y rapportant.

Pour éliminer des composants non vulcanisés ou des vulcanisats dans les règles, on se référera au point 13 de la fiche de données de sécurité concernée.

Stockage

Types vulcanisant par condensation

Rappelons que les élastomères silicones RTV-2 réticulant par condensation doivent contenir une faible quantité de vapeur d'eau pour vulcaniser, surtout si la couche est assez épaisse. Pour empêcher que la quantité d'eau ajoutée lors de la fabrication ne s'échappe de l'élastomère non vulcanisé, il faut stocker ces produits dans des récipients fermés hermétiquement à une température comprise entre 5 °C et 30 °C. Après avoir prélevé de l'élastomère du récipient, il faut aussitôt le refermer hermétiquement. Autrement dit, il ne faut pas laisser le récipient ouvert trop longtemps, ni se contenter de rabattre le couvercle. Sinon, il y a risque de sous-vulcanisation, c'est-à-dire qu'il faut beaucoup plus de temps avant de pouvoir démouler le produit ou que celui-ci ne soit plus collant, la réticulation complète est retardée si la couche est épaisse et le vulcanisat a une forte tendance à adhérer au moule. Si de tels défauts dus à un manque d'humidité apparaissent, on retrouvera une vulcanisation normale par un moyen simple: il suffit d'incorporer 1 à 2 g d'eau par kilogramme d'élastomère à l'élastomère non vulcanisé, ne contenant pas encore le durcisseur, puis de laisser reposer le récipient fermé hermétiquement pendant au moins 24 heures à température ambiante. Pendant ce temps, l'eau s'évapore et sature l'élastomère en humidité nécessaire.

En revanche, les durcisseurs de la série T réagissent avec l'humidité en formant un précipité flocculeux. Aussi, après avoir prélevé du durcisseur, il faut aussitôt refermer le récipient hermétiquement et, dans la mesure du possible, conserver ce dernier dans un endroit très frais, de préférence à une température comprise entre 5 °C et 25 °C. Toutefois, en petites quantités, le précipité n'a aucun effet sur les caractéristiques de mise en œuvre ou sur les propriétés du vulcanisat.

Types vulcanisant par addition

Les composants des élastomères silicones RTV-2 vulcanisant par addition seront également stockés dans des récipients bien fermés à des températures comprises entre 5 °C et 30 °C.

Attention !

Il suffit que des quantités infimes de catalyseur platine entrent en contact avec le composant contenant le réticulant pour entraîner une réaction. On trouve alors dans l'élastomère non vulcanisé des particules vulcanisées pouvant avoir plusieurs centimètres de diamètre, ou bien il peut y avoir libération d'hydrogène. Une telle « contamination » par le catalyseur platine peut même se produire lorsqu'on laisse les récipients des composants A et B ouverts l'un à côté de l'autre. Il faut donc refermer hermétiquement les récipients aussitôt après avoir enlevé une partie de leur contenu. Il faut aussi veiller impérativement à ce que les équipements ayant touché le composant contenant le catalyseur ou le mélange des deux composants n'entrent pas en contact avec le composant contenant le réticulant. Pour éviter toute confusion, il est donc fortement recommandé d'apposer des repères distinctifs bien visibles sur les équipements de mise en œuvre qui seront utilisés séparément. Pour savoir quel est le composant qui contient le catalyseur et celui qui contient le réticulant, reportez-vous à la notice du produit concerné.

Mise en œuvre

Les élastomères silicones RTV-2 sont des produits sophistiqués dont l'utilisation requiert certaines connaissances si l'on veut en exploiter toutes les potentialités et éviter des erreurs d'application fondamentales.

Il est donc bon de vérifier que l'on dispose de toutes les informations nécessaires avant de se lancer dans la mise en œuvre. On trouvera ces informations dans les notices des produits et dans les fiches de données de sécurité qui accompagnent en général toute livraison. Si vous ne disposez pas de ces documentations indispensables, vous pouvez les demander auprès de votre représentant Wacker.

Un certain nombre de fabricants (liste fournie sur demande) proposent des installations automatiques de mélange et de dosage très utiles pour mettre en œuvre de grandes quantités d'élastomère silicone RTV-2.

Équipement de base recommandé

Pour des quantités peu importantes, nous recommandons l'équipement de base suivant:

- une balance (précision de 0,1 g) ou un cylindre gradué ou une pipette ou une seringue jetable
- des récipients de mélange propres, en métal ou en plastique, de préférence en polyéthylène
- une spatule en métal, bois ou plastique
- un pinceau raide à poils courts
- un appareil mélangeur mécanique (par ex. perceuse avec agitateur à pelle; mélangeur à cylindres/malaxeur pour les élastomères malléables)
- une pompe à vide (pompe à vapeur d'huile ou trompe à eau) et un récipient à vide (par ex. dessiccateur en verre ou en plastique)
- un solvant (white-spirit, acétone, méthyléthylcétone, etc.)

Préparation des composants

Avant de les prélever de leur récipient ou **avant** de les préparer dans leur récipient, toutes les masses coulables/ tous les composants (à l'exception des types transparents) doivent toujours être soigneusement mélangés, de préférence à l'aide d'un mélangeur mécanique, pour répartir uniformément les charges qui auraient pu se décanter pendant le stockage.

De plus, l'opération de mélange optimise la fluidité des élastomères qui possèdent une grande résistance au déchirement, ces types étant susceptibles de s'épaissir légèrement au cours d'un stockage prolongé.

Dosage des composants

Il est fortement recommandé de peser les composants avec précision. En effet, seul le respect scrupuleux du rapport de dosage permet d'obtenir des durées limites d'emploi et des temps de vulcanisation reproductibles et, ce qui est plus important encore, des vulcanisats dont les caractéristiques sont conformes aux spécifications.

On peut doser le mélange en poids (balance) ou en volume (cylindre gradué, pipette ou seringue jetable). La documentation indique généralement le rapport du mélange en poids. Aussi, pour doser le mélange en volume, il faut

commencer par calculer le rapport en volume au moyen des densités indiquées dans la notice du produit ou sa fiche de données de sécurité. Il en est de même pour le dosage avec des installations automatiques.

Attention !

Si le dégazage s'effectue dans le récipient de pesage, ce dernier doit avoir une capacité égale à au moins quatre fois le volume du mélange d'élastomère catalysé (voir « Elimination des inclusions d'air »).

Dans le cas des élastomères silicones RTV-2 vulcanisant par condensation, un mauvais dosage du durcisseur aura les conséquences suivantes:

Surdosage

- diminution des durées limites d'emploi (pas de vulcanisation si le surdosage est excessif)
- tendance à une adhérence de contact (effet de primaire)
- augmentation radicale du retrait chimique
- postréticulation des vulcanisats sous l'effet de l'humidité de l'air (« fragilisation »)
- après peu de temps, forte détérioration de la résistance au déchirement pour les types très résistants au déchirement

Sous-dosage

- retard de la réticulation (au pire, pas de vulcanisation du tout ou vulcanisation incomplète)
- tendance à une adhérence de contact (effet collant)
- vulcanisats souples, flasques, de faible résistance mécanique et beaucoup plus sensibles au gonflement

Dans le cas des élastomères silicones RTV-2 vulcanisant par addition, un mauvais dosage du composant B aura des répercussions variables selon le rapport des deux composants et selon que le réticulant et le catalyseur platine se trouvent dans l'un ou l'autre des composants.

Dans tous les cas, le rapport polymère/réticulant et la concentration en catalyseur ne seront plus optimaux.

Conséquences:

- allongement ou diminution des durées limites d'emploi (pas de vulcanisation ou vulcanisation incomplète si le dosage est très fortement modifié)
- vulcanisats souples, flasques, de faible résistance mécanique et beaucoup plus sensibles au gonflement
- postréticulation des vulcanisats (en cas d'excès de réticulant)
- plus grand risque d'inhibition (si le catalyseur est insuffisant)

Mélange des composants (catalyse)

Il faut veiller à mélanger les deux composants (élastomère et durcisseur pour les types vulcanisant par condensation et composants A et B pour les types vulcanisant par addition) de façon parfaitement homogène.

Pour ce faire, les produits coulables et estampables peuvent être mélangés à la main à l'aide d'une spatule ou, si les quantités sont plus importantes, à l'aide d'un mélangeur mécanique ou d'une installation automatique de dosage et de mélange. Les agitateurs à pelle perforés en plusieurs points et légèrement excentrés se sont avérés efficaces pour les mélangeurs mécaniques. Pour les agitateurs à grande vitesse (dissolvers), les disques dentés conviennent aussi.

Selon la quantité, les masses malléables sont mélangées soit à la main, soit à l'aide d'un mélangeur à cylindres, soit dans un malaxeur.

Attention !

Si les deux composants à mélanger ont des viscosités très différentes, ce qui est le cas lorsqu'on incorpore un durcisseur liquide de la série T à l'élastomère par exemple, le composant le plus fluide a alors tendance à s'accumuler sur la paroi du récipient de mélange. Pour éviter des surconcentrations localisées aux conséquences néfastes (vulcanisation irrégulière, défauts d'homogénéité), il faut racler fréquemment la paroi du récipient à l'aide d'une spatule pendant toute la durée du mélange. Il en est de même si l'on utilise un mélangeur mécanique.

Quand les deux composants ont une couleur différente et donnent une couleur distinctive une fois mélangés, on peut contrôler l'homogénéité du mélange à sa couleur parfaitement régulière. C'est particulièrement important quand on utilise une installation automatique de dosage et de mélange, car on peut ainsi détecter immédiatement tout défaut d'alimentation d'un des composants ou tout dérangement du mélangeur.

Cependant, si l'un des composants est incolore ou si le mélange ne donne pas de coloration distinctive, on peut souvent colorer a posteriori les composants d'origine.

Pour cela, on incorpore 0,5 à 1 % en poids d'une pâte colorante Wacker ELASTOSIL® FL (cf. notice du produit) au composant dosé en moindre quantité.

Si l'un des composants est un durcisseur liquide de la série T, il faut secouer fortement le flacon du durcisseur pour que le pigment insoluble contenu dans la pâte colorante se disperse régulièrement dans le liquide.

Comme le pigment est très dense et le liquide de faible viscosité, le pigment se redépose assez rapidement au fond du flacon du durcisseur. Aussi, avant de prélever du durcisseur du flacon, il faut toujours le secouer pour répartir le pigment.

Il est également possible de colorer les durcisseurs en rouge intense en ajoutant 1 % en poids de « colorant concentré rouge » (produit n° 0030552). Ce colorant étant soluble dans le durcisseur, il ne peut se décanter. Toutefois, il peut être éliminé du vulcanisat par certains solvants ou composants de résines de coulée. On ne l'emploiera donc pas si l'élastomère doit servir à confectionner des moules ou seront coulées des résines et que la coloration rouge éventuelle des pièces coulées est indésirable.

Élimination des inclusions d'air

Le mélange de l'élastomère de base et du durcisseur, ou des composants A et B, en présence d'air emprisonne inévitablement une certaine quantité d'air dans l'élastomère. Or, il est rare que le mélange catalysé ait une viscosité si basse qu'un dégazage spontané complet ou suffisant puisse intervenir dans le laps de temps de la mise en œuvre.

Pour obtenir un vulcanisat exempt de bulles, les mélanges coulables, c'est-à-dire fluides (d'une viscosité inférieure à 200 000 mPa s), doivent être dégazés sous vide réduit (10 à 20 mbars) dans un dessiccateur ou une armoire à vide. On utilise habituellement une pompe à vapeur d'huile pour obtenir d'aussi faibles pressions. Une trompe à eau peut suffire si l'on dispose d'eau du robinet à très faible température (moins de 10 °C).

Pendant l'évacuation de l'air, la masse catalysée augmente fortement de volume. Il ne faut donc pas remplir le récipient utilisé à plus du quart de sa capacité totale. Cela permet une expansion maximale de l'élastomère et raccourcit le temps de dégazage le plus possible.

Au début du dégazage, l'élastomère gonfle, puis s'affaisse généralement avant d'atteindre le bord du récipient (si ce dernier est assez grand). S'il menace de déborder, il faut laisser pénétrer un peu d'air et répéter cette opération jusqu'à ce que l'élastomère s'affaisse quand le vide est complet. Il faut alors mettre immédiatement fin au dégazage.

Le dégazage ne doit pas durer plus de 5 minutes. Si l'élastomère ne s'est pas complètement affaissé d'ici là, c'est que le récipient est trop petit ou que le vide n'est pas suffisant pour éliminer totalement l'air emprisonné dans l'élastomère. Il ne faut en aucun cas attendre qu'il ne se forme plus de bulles pour cesser l'évacuation de l'air. Sinon, certaines substances nécessaires à la vulcanisation seraient également éliminées. De plus, si le dégazage dure trop longtemps, c'est autant de temps perdu pour la durée limite d'emploi.

En revanche, si l'on utilise une installation automatique de dosage et de mélange, celle-ci devrait posséder une cuve d'alimentation avec agitateur et évacuer l'air, de sorte que les composants parvenant à la tête mélangeuse (statique ou dynamique) soient exempts de bulles d'air et que le mélange, effectué en l'absence d'air, n'emprisonne pas de bulles.

Contrairement aux types coulables, les qualités estampables plus visqueuses ou non coulantes et les qualités malléables ne peuvent pas être dégazées en faisant le vide. Dans ce cas, on les mélangera très soigneusement pour tenter de réduire au maximum la taille des bulles d'air afin qu'elles gênent le moins possible, ou alors on appliquera d'abord une fine couche dégazée d'un élastomère coulable sur les surfaces de contact pour lesquelles la présence de bulles d'air n'est pas acceptable et on laissera cette couche vulcaniser légèrement (sans attendre qu'elle ne colle plus) avant d'appliquer l'élastomère estampable ou malléable qui, lui, contient des bulles d'air.

Application

Après le dégazage sous vide, les élastomères silicones RTV-2 coulables sont versés sur l'objet à reproduire; le jet doit être fin et tomber d'aussi bas que possible.

Si l'on ne peut pas faire le vide, on obtient un dégazage partiel en versant l'élastomère en un jet le plus fin possible d'une assez grande hauteur.

Si les surfaces de contact doivent être absolument exemptes de bulles ou en cas de système estampable, on applique d'abord une mince couche, sans bulle, d'élastomère coulable catalysé à l'aide d'un pinceau raide à poils courts. Quand cette couche a commencé à vulcaniser, mais qu'elle est encore collante, on verse l'élastomère coulable comme décrit plus haut ou, si le système est estampable, on applique l'élastomère à l'aide d'une spatule.

Les élastomères malléables sont appliqués à la main ou à l'aide d'un cylindre.

Durée limite d'emploi et temps de vulcanisation

La durée limite d'emploi ou vie en pot correspond à la durée pendant laquelle l'élastomère catalysé reste encore facile à mettre en œuvre. Quel que soit le système de vulcanisation, elle dépend fortement de la température.

Chauffer l'élastomère raccourcit la durée limite d'emploi et le refroidir la prolonge considérablement. De manière approximative, la vie en pot est divisée ou multipliée par deux quand la température augmente ou diminue d'environ 7 °C.

Le début de la vulcanisation se manifeste par une augmentation croissante de la viscosité (épaississement, diminution de la fluidité ou de la plasticité). Il importe donc de garder une certaine marge de manœuvre pour la vie en pot. Au contraire, la masse doit être mise en œuvre avec une viscosité aussi basse que possible (grande fluidité ou pâte molle).

Le temps de vulcanisation dépend lui aussi de la température, moins dans le cas des types vulcanisant par condensation et beaucoup plus pour les types vulcanisant par addition.

On distingue le temps s'écoulant jusqu'à ce que le vulcanisat ne colle plus (au bout duquel on peut par ex. le démouler ou manipuler la pièce coulée ou enduite sans l'abîmer) du temps nécessaire à la vulcanisation complète. Selon la température, cette vulcanisation complète peut durer de quelques minutes (vulcanisation par addition) à plusieurs mois (vulcanisation par condensation). Tant que la vulcanisation n'est pas totalement terminée, des déformations assez prolongées du vulcanisat risquent de rester définitives par un phénomène de postréticulation.

Si l'on accélère la vulcanisation en augmentant la température (**Attention** à ne pas dépasser 70 °C pour les types vulcanisant par condensation à cause du risque de réversion de la réaction), le vulcanisat diminuera de volume en refroidissant, ce retrait dépendant du coefficient de dilatation thermique de l'élastomère. Selon que l'élastomère s'est dilaté à l'état réticulé ou non, ce qui dépend, entre

autres, de la vie en pot, il peut se déformer en refroidissant à température ambiante. Ce retrait thermique concerne aussi bien les élastomères vulcanisant par addition que ceux vulcanisant par condensation, ces derniers étant soumis en plus au retrait chimique. Si une grande précision dimensionnelle est exigée, il faut soit que la vulcanisation intervienne à la même température que la future température de service de l'élastomère, soit tenir compte des variations dimensionnelles après les avoir calculées ou déterminées expérimentalement.

Il faut impérativement tenir compte de la dilatation thermique de l'élastomère, surtout si la vulcanisation s'effectue dans un système fermé, par ex. dans un boîtier. Comme seules de très fortes pressions peuvent comprimer les élastomères silicones, la dilatation thermique d'un élastomère qui n'aurait pas de place pour « s'échapper » génère une pression très élevée avec un grand effet destructeur.

Pour faire varier les durées limites d'emploi et les temps de vulcanisation dans une large plage, on peut, plutôt que de jouer sur la température de mise en œuvre, ajouter l'inhibiteur PT 88 ou un catalyseur supplémentaire (catalyseur OL). Vous trouverez des renseignements détaillés et des diagrammes dans les notices des différents produits.

Défauts de vulcanisation

Pour réticuler complètement et rapidement, les élastomères **réticulant par condensation** ont besoin de faibles quantités d'humidité.

On trouvera au paragraphe « Stockage » des indications sur la façon de remédier à un manque d'humidité dans l'élastomère.

Si l'air ambiant contient moins de 40 % d'humidité relative, les surfaces du vulcanisat en contact avec l'air peuvent rester collantes, voire liquides. Il faut alors humidifier davantage l'air en prenant des mesures adéquates (évaporateur, pulvérisateur, chiffons humides). Un hygromètre permet de contrôler facilement la teneur en humidité de l'air. Dans ce cas, l'adjonction d'eau à l'élastomère ne résout pas le problème.

La vulcanisation des élastomères **réticulant par addition** peut être inhibée si le mélange non vulcanisé entre en contact avec un certain nombre de substances ou matériaux qui entravent l'action du catalyseur à base d'un complexe de platine. Ces substances peuvent se trouver aussi bien à la surface d'un objet venant au contact de l'élastomère (modèle, outil mélangeur, etc.) que dans l'air ambiant, notamment dans les fours de recuit ou les étuves ayant servi à durcir des résines de coulée susceptibles de libérer des substances inhibantes.

Les plus importantes de ces substances sont:

- le soufre, certains composés du soufre tels que les polysulfures ou les polysulfones, et d'autres substances contenant du soufre telles que les élastomères naturels et certains élastomères de synthèse (EPDM par exemple),
- les amines, les uréthanes et les substances contenant des amines telles que les résines époxy durcies aux amines, certains polyuréthanes, etc.

- les composés organométalliques, en particulier les composés organostanniques, et les matières qui contiennent ces substances telles que les vulcanisats et les durcisseurs des élastomères silicones RTV-2 vulcanisant par condensation.
- diverses huiles, graisses, cires et résines naturelles et synthétiques, ainsi que les matières contenant ces substances, telles que de nombreux agents antiadhérents et presque toutes les sortes de plastiline.

Il est donc fortement conseillé de procéder à des essais préalables pour vérifier que les matériaux entrant en contact avec l'élastomère réticulant par addition non vulcanisé ne provoquent pas d'inhibition. S'il reste des parties liquides, si la surface du vulcanisat est collante ou trop molle, si la réticulation complète est nettement retardée, cela signifie que la vulcanisation est inhibée.

Préparation du vulcanisat

Avant d'utiliser pour la première fois un élastomère silicone RTV-2 vulcanisé, il faut que certaines conditions soient remplies et certaines mesures prises qui varient en fonction du système de réticulation, des conditions de vulcanisation et des conditions de service.

Les **élastomères vulcanisant par condensation** ne doivent plus contenir l'alcool volatil produit par la réticulation avant d'être

- mis définitivement en forme, comme joint par ex. Sinon, la déformation rémanente après compression peut atteindre jusqu'à 100 %; en d'autres termes, la résilience est épuisée;
- portés à des températures dépassant 90 °C. Il se produit sinon une réversion de la réaction de réticulation qui entraîne un ramollissement, voire une liquéfaction, de l'élastomère en couches assez épaisses ou dans les systèmes fermés;
- enfermés et devenir étanches aux vapeurs d'alcool, par ex. dans les composants électriques encapsulés. Il se produit sinon une corrosion massive des métaux et des plastiques à long terme, même à température ambiante;
- mis au contact d'agents ayant une action chimique corrosive ou une action physique gonflante, par ex. s'ils servent de moules pour des résines de coulée. Sinon, le nombre de tirages réalisables est considérablement diminué.

Il existe deux possibilités pour éliminer complètement l'alcool des élastomères vulcanisant par condensation venant d'être produits: une exposition de **plusieurs jours** à l'ambiante (on compte approximativement 24 heures par centimètre d'épaisseur jusqu'à la surface exposée à l'air la plus proche) ou un étuvage de plusieurs heures à une température maximale de 70 °C (on compte approximativement 6 heures par centimètre jusqu'à la surface exposée à l'air la plus proche). Le vulcanisat reposera à l'air libre, la plus large surface possible étant exposée.

Les élastomères vulcanisant par addition donnent des vulcanisats ne contenant pas de produit de réaction et peuvent donc en principe être employés dès que la vulcanisation est terminée. Celle-ci pouvant cependant durer plusieurs jours à l'ambiante, il est conseillé de procéder pendant plusieurs heures à un traitement thermique à 100 °C qui achèvera la réticulation. Ceci est particulièrement important quand la déformation rémanente après compression doit être aussi faible que possible. En règle générale, pour obtenir les meilleures performances, il est bon de chauffer les élastomères vulcanisant par addition et ceux qui vulcanisent par condensation sans libérer d'alcool en les portant au moins à leur future température de service, sans toutefois dépasser 180 °C.

Instructions spéciales

Modification de la consistance ou des propriétés du vulcanisat

Il est possible de faire fortement varier la viscosité des produits coulables et estampables, ainsi que les valeurs de pénétration des types malléables et des types thixotropes non coulants.

On peut ainsi modifier la viscosité ou la pénétration en ajoutant une huile silicone de la série AK. Si la viscosité de l'huile est inférieure à celle de l'élastomère, la viscosité du système diminue en proportion de l'huile ajoutée. Si l'huile est plus visqueuse, la viscosité du système augmente en conséquence, alors que la pénétration augmente toujours quand on ajoute de l'huile (le système devient plus souple).

Attention !

L'huile silicone ne participe pas à la réticulation et a donc un effet plastifiant sur le vulcanisat, ce qui modifie plus ou moins les propriétés mécaniques de ce dernier. Ainsi, la dureté et la résistance au déchirement diminuent de façon variable, l'allongement à la rupture augmente. Mais si l'on n'ajoute pas plus de 5 % en poids d'huile, la modification des propriétés du vulcanisat reste généralement limitée.

Selon la viscosité de l'huile silicone ajoutée et la composition de l'élastomère (densité de réticulation, teneur en matière de charge), l'huile présente dans le vulcanisat à l'état non réticulé a plus ou moins tendance à ressuer, ce qui forme un film d'huile d'épaisseur variable à la surface du vulcanisat. Plus la viscosité de l'huile et la dureté du vulcanisat seront élevées, plus cette tendance au ressuage sera prononcée. On peut dire approximativement que le ressuage est très faible avec les huiles AK d'une viscosité inférieure à 200 mm²/s et beaucoup plus important avec celles dont la viscosité dépasse 10 000 mm²/s.

On peut aussi moduler les propriétés de fluidité de produits à l'origine coulables en ajoutant certains adjuvants juste avant l'application. Cette possibilité de modulation va d'une fluidité légèrement limitée à une résistance totale au fluage. Alors que pour les produits coulables aux propriétés mécaniques standard, on ajoute quelques % en poids d'une silice pyrogénée telle que le Wacker HDK® N 20, on donne une consistance non coulante aux élastomères stables à l'entaille vulcanisant par condensation à l'aide de 1 à 2 % en poids d'épaississant M et aux produits stables à l'entaille vulcanisant par addition à l'aide de 0,3 à 0,5 % en poids de stabilisant 43.

Si l'on veut diminuer la dureté d'origine d'un élastomère, par exemple pour fabriquer des vulcanisats souples pour les tampons d'impression, on ajoutera une huile silicone de la série AK. Si l'huile doit ressuer le moins possible à la surface du vulcanisat, on choisira une huile AK d'une viscosité inférieure à 50 mm²/s. Si la surface doit au contraire être huileuse, une partie (max. 25 %) de la quantité d'huile de basse viscosité (par ex. AK 35) utilisée pour diminuer la dureté sera remplacée par une huile AK d'une viscosité dépassant 10 000 mm²/s (par ex. AK 30.000).

L'addition d'huile silicone a pour effet de diminuer la résistance des vulcanisats aux agents gonflants tels que les solvants ou les préparations contenant des solvants. Aussi, quand la résistance au gonflement doit être aussi haute que possible, on choisira un élastomère de base le plus souple possible, ce qui permet d'employer un minimum d'huile pour réduire la dureté.

Si la quantité d'huile ajoutée est importante (20 % en poids), l'effet de dilution allonge la durée limite d'emploi et le temps de vulcanisation. Pour compenser ce phénomène, on peut augmenter d'un pour-cent la dose de durcisseur pour les élastomères vulcanisant par condensation. Pour les types vulcanisant par addition, on ajoutera le catalyseur OL au composant contenant le catalyseur platine (voir la notice du produit et la notice « Catalyseur OL/Inhibiteur PT 88 »).

Adhésion à différents matériaux

A l'exception des qualités adhésives spéciales, les élastomères silicones RTV-2 n'adhèrent pas spontanément à d'autres matériaux puisqu'ils ont un pouvoir antiadhérent marqué. Si l'on veut obtenir une liaison solide et durable, il faut traiter la surface du matériau avec un promoteur d'adhérence spécial, appelé primaire. Les primaires sont des solutions fluides de produits silicones réactifs. Sous l'action de l'humidité de l'air, après évaporation du solvant, les primaires forment un film de résine auquel l'élastomère se « lie » en vulcanisant.

Le primaire convenant le mieux à chaque cas dépend du type de matériau, de la nature absorbante ou non de la surface de celui-ci et de l'élastomère utilisé. On peut augmenter la force d'adhérence en rendant la surface du matériau rugueuse, avec du papier abrasif par ex., ou en la sablant s'il s'agit d'un métal. On nettoie ensuite la surface des poussières d'abrasion et on la dégraisse soigneusement à l'acétone ou au white-spirit.

Le primaire s'applique par enduction, pulvérisation ou trempage. Si les supports sont très absorbants, on appliquera plusieurs couches, en veillant cependant à éviter la formation d'un film de résine trop épais qui diminuerait à nouveau la force d'adhérence.

A température ambiante et avec une humidité atmosphérique relative de 40 % minimum, le temps de séchage est d'au moins une demi-heure, mais il est préférable d'attendre une heure.

L'adhérence sera d'autant plus forte que la vulcanisation de l'élastomère aura été lente. Toutefois, l'adhérence maximale ne pourra pas être obtenue avant 48 heures. L'adhérence à d'autres vulcanisats d'élastomère silicone constitue un cas particulier dans lequel les primaires habituels ne conviennent pas.

En vulcanisant, les élastomères silicones RTV-2 réticulant par condensation forment en général des liaisons suffisamment solides avec les vulcanisats d'élastomères silicones réticulant aussi par condensation si ces derniers ont été produits il y a relativement peu de temps et nettoyés avec de l'acétone ou du white-spirit (adhérence entre couches).

Pour faire adhérer des élastomères silicones RTV-2 réticulant par addition, il faut appliquer un traitement spécial. Sur demande, nous vous conseillerons volontiers à ce sujet.

Collage à différents matériaux

Après vulcanisation, les élastomères silicones RTV-2 peuvent être collés à d'autres matériaux à l'aide d'adhésifs en élastomère silicone RTV-1 qui vulcanisent sous l'effet de l'humidité de l'air. Les plus éprouvés d'entre eux sont les ELASTOSIL® E 4 (sans solvant, non coulant), E 41 (avec solvant, fluide) et E 43 (sans solvant, souple), tous les trois translucides.

L'élastomère monocomposant est appliqué en couche mince sur la surface du matériau préalablement traitée et enduite d'un **primaire approprié**, ainsi que sur la surface de l'élastomère silicone RTV-2 vulcanisé préalablement nettoyée à l'acétone ou au white-spirit. Sans attendre, assembler les deux parties, en les faisant éventuellement glisser l'une sur l'autre pour les ajuster. Puis, essuyer l'excédent d'adhésif qui déborde. En général, il suffit d'une à deux heures pour obtenir une bonne adhérence. Mais le temps de vulcanisation de l'adhésif dépend fortement de l'épaisseur de la couche, de l'humidité de l'air et de la température. L'odeur d'acide acétique dégagée pendant la réticulation des ELASTOSIL® E disparaît totalement quand la vulcanisation est terminée.

Pour coller des vulcanisats d'élastomère silicone entre eux, il faut en nettoyer la surface avec de l'acétone ou du white-spirit avant de les encoller avec une couche aussi mince que possible de l'un des ELASTOSIL® E indiqués plus haut, puis les assembler sans attendre. Pour le reste, se reporter aux indications sur le collage des élastomères silicones RTV-2 avec des matériaux non silicones.

Coloration

On peut colorer les élastomères silicones RTV-2 dont la couleur de base convient en leur incorporant jusqu'à 4 % en poids d'une pâte colorante ELASTOSIL® FL. Les pâtes colorantes ELASTOSIL® FL sont des préparations prêtes à l'emploi, de consistance pâteuse et, donc, faciles à incorporer. Elles se composent de pigments minéraux très finement dispersés et d'un polymère de silicone. Elles existent en 12 teintes, se caractérisent par une innocuité physiologique et donnent des colorations stables à la lumière, aux UV et à l'air chaud.

Les renseignements fournis dans la présente notice reposent sur l'état actuel de nos connaissances et de notre expérience. L'acheteur ne s'en trouve pas pour autant dispensé de procéder avec soin à des contrôles de réception adaptés aux cas d'espèce. Nous nous réservons le droit de modifier les caractéristiques de nos produits dans le cadre du progrès technique ou par suite d'une évolution ultérieure interne à l'entreprise. Les recommandations énoncées dans la présente notice doivent faire l'objet de contrôles et d'essais de la part de l'acheteur, car certains facteurs indépendants de notre volonté interviennent lors de la mise en œuvre, en particulier lorsque l'acheteur utilise des matières premières fournies par des tiers. Le fait d'avoir formulé des recommandations ne saurait dispenser l'acheteur ou l'utilisateur de l'obligation de vérifier lui-même qu'il n'a pas violé d'éventuels droits de propriété industrielle appartenant à des tiers et, le cas échéant, de remédier à cet état de choses. Les suggestions d'utilisation données pour le produit ne constituent nullement la garantie, implicite ou explicite, de son adaptation aux résultats escomptés.



N° d'enr. 1882
Système qualité
certifié ISO 9001

N° 5180 f 2.00
remplace N° 5180 f 3.98

Munich, février 2000

WACKER

Wacker-Chemie GmbH
Division Silicones
Hanns-Seidel-Platz 4
D-81737 München
Allemagne
Tél. + 49 - 89 - 62 79 - 01
Fax + 49 - 89 - 62 79 - 28 88
<http://www.wacker.de>

Silicone-Info Service
Tél. +8 00-62 79-80 00
E-Mail: silicones@wacker.de