

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Les thermoplastiques alvéolaires (Mousses thermoplastiques) rigides Blaga, A.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:

<https://doi.org/10.4224/40001101>

Digeste de la construction au Canada, 1976-02

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=6cccf87a-af97-44b6-b7c1-6fce11d764af>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=6cccf87a-af97-44b6-b7c1-6fce11d764af>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 167F

Les thermoplastiques alvéolaires (mousses thermoplastiques) rigides

Publié à l'origine en février 1976

A. Blaga

Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Les thermoplastiques alvéolaires (mousses thermoplastiques) sont à base de polymères linéaires ou légèrement ramifiés (non réticulés) et par conséquent possèdent les propriétés normalement associées aux résines thermoplastiques (**CBD 158F**). Ils présentent des points de fusion qui s'étendent sur une gamme bien précise; ils sont généralement susceptibles à l'attaque des solvants organiques. Dans le cas des mousses thermoplastiques, la polymérisation de la résine de base est généralement effectuée en premier lieu; ensuite, le polymère est additionné d'adjuvants, et le mélange ainsi obtenu est fondu et expansé. Dans le présent digest, nous décrivons les mousses thermoplastiques et en particulier, la mousse de polystyrène, qui est le principal produit commercial et le plus ancien de cette classe de matériaux.

Etant donné la nature des techniques employées pour les produire, les mousses thermoplastiques ne se prêtent ni à la préparation en portion ni à l'expansion *in situ* (en place). Les mousses qui vont être décrites ici sont celles à base de polystyrène, de poly (chlorure de vinyle) et d'acétate de cellulose. D'autres mousses thermoplastiques bien connues dans le commerce sont celles à base de polyéthylène, de polypropylène et de ABS. Les tableaux I et II donnent les propriétés types et les principales applications de quelques thermoplastiques alvéolaires rigides utilisés dans la construction et dans les domaines connexes.

Tableau I. Propriétés types des mousses thermoplastiques rigides (1)*

Mousse plastique	Masse spécifique (lb/ft ³)	Résistance thermique des éprouvettes de 1 po ^{**}	Coefficient de dilatation thermique 10 ⁻⁵ /°F	Perméabilité à la vapeur d'eau, perm-po	Taux d'absorption d'eau (à court terme),	Résistance à la compression pour déformation	Température maximale en service continu °F
------------------	----------------------------------------	------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	-----------------------------------------	------------------------------------------	----------------------------------------------	--------------------------------------------

	°F/Btu/hr ft ² (ASTM D- 2326)	(ASTM D- 696)	(ASTM C- 355)	% en volume (ASTM D- 2127)	de 10% (lb/po ²) (ASTM D- 1621)		
Polystyrène							
Type extrudé	1.5-5.0	4.0-6.0	3.0-4.0	0.3-1.5	<0.5	25-140 pour déformation de 5%	165-175
Type moulé	1.0-5.0	4.3-3.7	3.0-4.0	0.4-2.2	<3.0	13-115	167-185
Poly (chlorure de vinyle) (PVC)	2.0-6.0	4.0-6.0	4.0-6.0	<0.15	néant	45-250	200
Acétate de cellulose	6.0-8.0	3.0-3.3	2.5	-	1.9-2.5 à 50% HR	125	350

* Certaines de ces données ont été obtenues à la DRB/CNR sur des produits vendus dans le commerce.

** Résistance thermique à une température moyenne de 70°F.

Tableau II. Caractéristiques et applications des mousses thermoplastiques rigides

Mousse plastique	Caractéristiques générales	Applications*
Polystyrène (extrudé et moulé)	isolation thermique relativement bonne. Facilement attaquée par certains solvants organique (par exemple, solvants des adhésifs et des peintures, quelques carburants). Formes disponibles: dalles, plaques et planches.	Isolation thermique des murs, des toitures, des plafonds et isolation périphérique. Isolation des chambres froides.
PVC	Bonne isolation thermique; perméabilité à la vapeur d'eau et absorption d'eau très faibles. Résistance mécanique et rigidité élevées. Disponible en planches et en blocs d'une vaste gamme de densités.	Isolation des chambres froides (pour entreposage à basse température). Ame des panneaux du type sandwich.
Acétate de cellulose	Les propriétés souhaitables incluent: une bonne résistance mécanique, résistance aux solvants, bonne tenue aux températures élevées. Combustion lente. Disponible en planches et en barres.	Cadre, membrures et panneaux. Le coût élevé restreint son utilisation dans le domaine de la construction, aux pièces qui doivent avoir une résistance mécanique élevée.

*Bien que certaines mousses thermoplastiques présentent une très faible perméabilité à la vapeur d'eau, il faut toujours les utiliser en même temps qu'un pare-vapeur.

Les mousses de polystyrène

Les plastiques alvéolaires à base de résine de polystyrène sont généralement des mousses rigides à alvéoles fermés qui peuvent être fabriquées ayant des masses spécifiques variant de 1 à 30 lb/pi³; la plupart d'entre elles se trouvent dans la gamme de masses spécifiques allant de 1 à 5 lb/pi³. Il existe actuellement deux principaux types de mousse de polystyrène: la mousse extrudée et la mousse moulée. Bien qu'on puisse utiliser n'importe lequel des deux types dans certaines applications, il ne faut pas considérer que ces matériaux soient facilement interchangeables.

La mousse extrudée

Pour produire ce type de mousse on commence par fondre une matière plastique à base de polystyrène contenant un agent gonflant (moussant) à température élevée et sous pression, ensuite, la masse fondue est extrudée dans l'atmosphère à travers une fente; à ce point, la masse subit une expansion qui peut atteindre environ 40 fois son volume initial. Elle est extrudée sous forme de planche ayant une pellicule superficielle continue ou bien de grosses billettes qui peuvent être découpées en planches normalisées ou usinées pour leur donner toute autre forme désirée. Les outils servant à travailler le bois (manuels ou électriques) sont employés ordinairement pour donner aux matières plastiques alvéolaires la forme voulue, bien que le découpage à la scie à fil permette d'obtenir une surface plus lisse. Les mousses extrudées ont une structure plus simple et plus régulière (figure 1) que les mousses moulées (figure 2); elles ont aussi une résistance mécanique plus élevée et une plus haute résistance à l'eau.

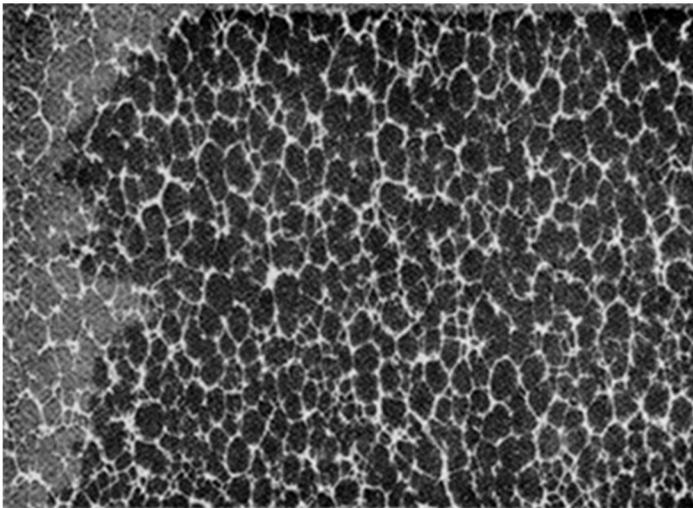


Figure 1. Photomicrographie de la section transversale d'une mousse de polystyrène extrudée, 10X.*

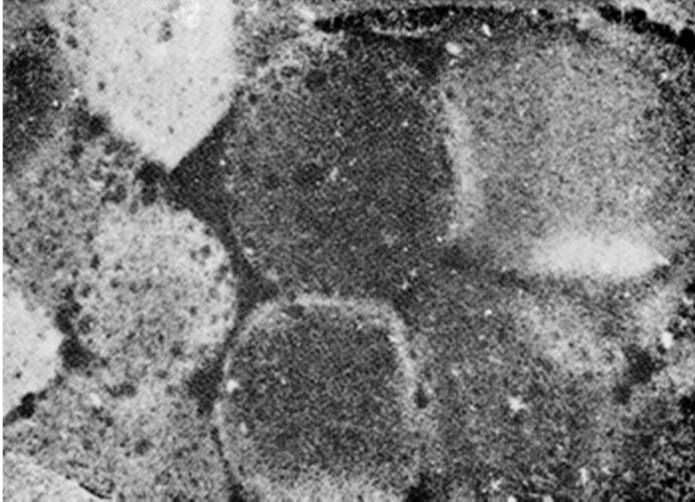


Figure 2. Photomicrographie* de la section transversale d'une mousse de polystyrène moulée, 10X.

La mousse moulée

Ce type de mousse est produit à partir des granulés de polystyrène expansibles dont la grosseur va de 0.2 à 3.0 mm (de 0.008 à 0.118 po) et dont la forme va des particules arrondies aux morceaux concassés. Pour préparer des particules on peut utiliser deux méthodes. Dans la première méthode, les granulés de polymère sont chauffés tout en y faisant pénétrer un agent gonflant (ordinairement un hydrocarbure). Dans la seconde méthode, le monomère styrène est polymérisé en présence d'un agent gonflant de telle sorte que ce dernier soit emprisonné dans les granulés de plastique. Les principaux agents gonflants sont des hydrocarbures (par exemple, les pentanes et les hexanes isomères), des halocarbures et des mélanges des deux.

Les granulés expansibles sont convertis en mousse de la manière suivante. Ils sont chauffés au moyen de la vapeur, de l'eau chaude, ou de l'air chaud, afin d'obtenir des granulés (particules) pré-expansés de mousse; après une période de vieillissement (ou de conditionnement), les granulés sont chauffés une fois de plus (dans un moule) de sorte qu'ils subissent une nouvelle expansion, en même temps qu'ils s'écoulent de façon à remplir les interstices (espaces entre les particules) et se soudent entre eux. On obtient une pièce moulée intégrale.

Propriétés et durabilité

Comme pour la plupart des mousses plastiques, les propriétés des mousses de polystyrène dépendent de la matière plastique utilisée dans la matrice, de la masse spécifique (densité absolue ou densité), du type et de la grosseur des alvéoles, ainsi que des techniques de production. Contrairement aux mousses uréthaniques (thermodurcissables), les mousses de polystyrène (thermoplastiques) sont très déformables, résilientes à basse densité et résistantes à l'abrasion. Etant donné que le polystyrène polymère n'a pas de valeur nutritive, la mousse qui en résulte n'entreprendra pas la croissance des champignons ou des bactéries et n'exerce aucune influence sur la vie végétale ou animale. Cependant, la mousse n'est pas une barrière aux rongeurs, aux fourmis et aux termites. On sait qu'ils peuvent ronger la mousse de polystyrène en vue d'atteindre leur nourriture; de même, les oiseaux peuvent la percer à coups de bec et l'utiliser pour garnir leur nid.

En général, les mousses de polystyrène résistent mal aux intempéries. La matrice de plastique se détériore lorsque le matériau est exposé à la lumière solaire directe pendant longtemps, comme le prouve un jaunissement caractéristique. Pour protéger la mousse de polystyrène contre l'effet des intempéries et contre les dommages physiques, il faut en couvrir la surface d'un revêtement adéquat. Les couches multiples de peinture d'extérieur diluée dans l'eau protègent contre la détérioration imputable aux intempéries; l'enduit de ciment portland, les

enduits au latex et les émulsions d'asphalte servent souvent à la protéger contre les dommages physiques. Les couches épaisses de revêtement à base d'époxyde ou de polyuréthane constituent aussi une bonne protection contre les dommages physiques, mais elles sont onéreuses. Les revêtements qui contiennent des hydrocarbures aromatiques ou chlorurés, des cétones et des esters, dissolvent la mousse de polystyrène et doivent être évités. Des catégories spéciales de mousses de copolymère styrèneacrylonitrile résistent à l'action des solvants.

Les propriétés mécaniques des mousses de polystyrène subissent une légère détérioration (par exemple, une réduction de résistance mécanique) tout comme celles des autres mousses thermoplastiques, lorsque la température s'élève jusqu'au point de distorsion (de 160 à 170 °F; de 71 à 77 °C). Les mousses de polystyrène à usage général sont inflammables et peuvent produire une fumée dense sous l'action du feu.

Sous faibles gradients de chaleur et d'humidité, les mousses de polystyrène absorbent des quantités d'eau relativement faibles. Cependant, les preuves expérimentales révèlent que sous l'influence de fortes fluctuations des gradients de température et d'humidité, certaines mousses de polystyrène peuvent absorber de fortes proportions d'eau. Même dans le cas où la transmission de la vapeur d'eau par une mousse de polystyrène est très faible, il n'est pas certain qu'elle puisse constituer un bon écran contre la vapeur. Elle ne peut pas servir comme pare-vapeur ou pare-vent continu.

Les adhésifs utilisés pour coller la mousse de polystyrène à elle-même ou à d'autres matériaux ne doivent pas contenir des produits susceptibles de la dissoudre. Un adhésif à base de poly (acétate de vinyle) est satisfaisant pour les mousses qui ne seront pas submergées dans l'eau. Les adhésifs d'asphalte (fondus ou sous forme d'émulsion) ou le ciment hydraulique sont satisfaisants pour les besoins de la construction. Lorsqu'il s'agit d'obtenir la résistance optimale à l'humidité ou à la chaleur, il est recommandé d'utiliser un adhésif durcissable (par exemple, les résines époxydes). Le ciment portland est un adhésif idéal pour faire coller la mousse de polystyrène à la maçonnerie, qui a une surface rugueuse.

Applications

Les mousses de polystyrène (en panneau extrudé ou moulé) sont utilisées surtout comme isolant thermique dans les bâtiments. Les trois domaines particuliers d'application sont: l'isolation des murs en maçonnerie, l'isolation périphérique et l'isolation des toitures.

On peut réaliser facilement l'isolation des bâtiments en maçonnerie, en plaçant les panneaux de mousse à l'intérieur des murs extérieurs ou en collant la mousse directement au mur (par exemple, avec un mortier de ciment portland) et en y appliquant directement un enduit de plâtre. Les alvéoles coupés qui se trouvent à la surface de la mousse constituent une bonne base pour tous les types d'enduit.

L'isolation périphérique est appliquée en dessous du niveau du sol, le long des bordures d'une fondation en béton; elle est utilisée dans des fondations à dalle des bâtiments résidentiels et industriels. Les propriétés exigées de la mousse utilisée dans ce genre d'installation sont: une résistance thermique relativement élevée pour une épaisseur donnée et une bonne résistance à l'humidité et à la compression.

L'isolation des toitures peut être réalisée en utilisant soit une planche intégrale (avec la pellicule de surface) de mousse extrudée, soit un panneau de mousse (mousse extrudée, ou mousse moulée ayant une densité plus élevée). Etant donné que la mousse de polystyrène est une matière thermoplastique, il faut la couvrir pour la protéger ou lorsqu'on utilise de l'asphalte ou du goudron d'huile chauds pour la coller à la toiture, il faut prendre des précautions spéciales pour la protéger contre le réchauffage excessif afin de prévenir sa fusion. Les mousses de polystyrène utilisées comme isolant de toiture doivent avoir une bonne stabilité dimensionnelle, une bonne résistance à la flexion et à la compression et doivent de préférence être autoextinguibles.

L'isolation des chambres froides est une autre application considérable des mousses plastiques. Dans cette application, les principales exigences sont: la stabilité dimensionnelle, une résistance thermique élevée pour une épaisseur donnée et une faible perméabilité à la vapeur d'eau en vue d'empêcher l'accumulation de l'eau condensée et de la glace. Les mousses utilisées peuvent être des panneaux extrudés ou moulés. Les applications courantes comprennent: des installations de stockage à basse température dans les industries des denrées agricoles fraîches, des produits laitiers et de la viande; des tuyaux et du matériel de réfrigération; l'isolation des carrosseries de camion, des wagons de chemin de fer et des bateaux.

La mousse de polystyrène est largement utilisée comme âme (matériau de coeur) des panneaux extérieurs du type sandwich, à cause de sa grande résistance thermique, résistance à l'eau et à la vapeur d'eau, facilité de fabrication et facilité d'adhérence à divers placages de surface (métal, bois, béton ou plâtre). Le principal inconvénient (dans ces applications) est qu'elle subit une distorsion sous l'action de la chaleur.

Son faible prix et ses bonnes caractéristiques de flottabilité, font que la mousse de polystyrène convient aux applications insubmersibles, comme par exemple, les supports des ouvrages flottants tels que des docks flottants et des ports de plaisance, des flotteurs de ligne, des radeaux de sauvetage, des ceintures et gilets de sauvetage, ainsi que des bouées de navigation. L'inconvénient de la mousse de polystyrène classique est sa faible résistance à l'huile de pétrole et à l'essence, mais on trouve actuellement sur le marché des mousses améliorées qui résistent à ces substances.

Après la construction, le domaine de l'emballage est le principal débouché de la mousse de polystyrène. De nombreux problèmes d'emballage ont été aisément résolus dans les domaines industriels et militaires, grâce aux mousses de polystyrène, un matériau résistant aux chocs, à faible densité et peu coûteux. La mousse de polystyrène se prête à des usages si nombreux dans ce domaine, qu'il est impossible d'en énumérer complètement les utilisations actuelles et éventuelles, mais parmi les utilisations les plus courantes il faut citer: l'emballage de protection des trousseaux d'instruments délicats et de pièces électroniques et les caisses d'emballage de produits agricoles et des oeufs. Son aptitude à fournir une grande résistance thermique dans un faible espace constitue un avantage pour l'emballage des articles qui sont sensibles à la chaleur et destinés à être transportés ou entreposés.

L'aspect attrayant et la facilité avec laquelle la mousse de polystyrène peut être façonnée en font un matériau intéressant pour les oeuvres d'art et d'artisanat, ainsi que pour la fabrication des articles de consommation tels que des chaises, des tables et des pieds de lampe.

Mousses de poly (chlorure de vinyle)

La mousse de poly (chlorure de vinyle) (PVC), appelée également mousse de vinyle, existe en une variété de types ayant un ensemble de propriétés, selon les ingrédients constituants (par exemple, des plastifiants et des copolymères) et selon la méthode de production. Les types existants comprennent les mousses souples, à alvéoles ouverts et à alvéoles mixtes (ouverts et fermés), semi-rigides et rigides.

Les mousses de vinyle rigide à alvéoles fermés ont une bonne isolation thermique, mais n'ont pas été considérablement utilisées sur ce continent, à cause du coût élevé et des difficultés de production. Ces matériaux ont un très faible taux d'absorption d'humidité et de vapeur d'eau, une bonne résistance aux solvants et une autoextinguibilité inhérente. Cependant, sous l'action du feu, les mousses de PVC se décomposent pour produire une fumée dense qui est à la fois irritante et corrosive.

Les applications les plus importantes de la mousse de PVC rigide sont celles qui exigent une faible inflammabilité. La mousse de PVC rigide est utilisée entre autres, comme isolant thermique, comme âme des panneaux de construction et dans des applications marines.

La mousse de vinyle rigide réticulée est un nouveau type de matériau à base de PVC mis au point récemment et qui (en plus des propriétés inhérentes aux mousses de PVC classiques) ont

un rapport de la résistance mécanique au poids considérablement plus élevé, ainsi qu'une stabilité dimensionnelle et thermique bien meilleure. C'est essentiellement une mousse à alvéoles fermés. L'une des mousses de ce type est produite à partir d'un mélange de PVC homopolymère (le principal ingrédient), de vinyle monomère, d'anhydride maléique et d'isocyanate, en utilisant le CO₂ produit par voie chimique comme agent gonflant. La résistance mécanique et la rigidité exceptionnelles de cette mousse réticulée légère permettent particulièrement de l'utiliser entre des placages de surface de métal ou de plastique armé comme âme de panneaux sandwich, qui servent à fabriquer des coques de bateau et des éléments structuraux d'avion.

Acétate de cellulose

Ces mousses ont une très bonne résistance mécanique, résistance aux solvants et une haute stabilité thermique; la gamme des températures de service est très vaste (de -70 à +350°F; de - 57 à + 177°C). On les fabrique à forte masse spécifique (6 à 8 lb/pi³), ce qui les rend plus coûteuses, de sorte que leur utilisation se restreint aux applications qui exigent une grande résistance mécanique: âmes des panneaux du type sandwich (dans lesquels elles sont collées au métal, au bois ou au verre), renforts structuraux des pièces légères en plastique armé, radômes, ainsi que nervures, poteaux, panneaux et cadres d'abris. Du fait qu'elles sont insubmersibles, ces mousses servent aussi à fabriquer des objets flottants: canots de sauvetage, bouées et autres dispositifs flottants.

Référence bibliographique

1. Guide to Plastics, by the Editor of Modern Plastics Encyclopedia, McGraw Hill, Inc., New York, 1970.

* photographiée par projection de la lumière transmise.