

4. Конструкційні пластмаси

Пластичними масами називають матеріали, основним компонентом яких є синтетичний полімер (з грецької „полі - безліч, багато; „мерос” - частина, доля) – це високомолекулярна сполука, отримана шляхом полімеризації, чи поліконденсації низькомолекулярної органічної речовини (мономера).

Конструкційні пластмаси в будівництві застосовують для елементів несучих і захисних будівельних конструкцій. Основою цих матеріалів є синтетичні полімерні смоли — продукти промисловості хімічних органічних матеріалів. До них відносяться склопластики, пінопласт, оргскло, вініпласт, повітро- і водонепроникні тканини, плівки і деревні пластмаси, синтетичні клеї.

З найбільш міцних склопластиків, розрахунковий опір стиску і розтягання яких досягає 100 Мпа, виконують основні елементи несучих будівельних конструкцій. Прозорі склопластики використовують для прозорих елементів захисних конструкцій будівель. З особливо прозорого оргскла і прозорого вініпласту виготовляють прозорі частини огорожень, що пропускають усі частини сонячного спектра. Надлегкі пінопласти застосовують у середніх шарах легких огорожень покриття і стін. Міцні, тонкі повітро- і водонепроникні тканини використовують у пневматичних і тентових покриттях. З полімерних плівок здійснюють тимчасові покриття закритого ґрунту. Деревні пластмаси можуть служити матеріалом для конструкцій, що працюють на відкритому повітрі.

До позитивних властивостей цих матеріалів відносяться: мала щільність, що не перевищує 1500 кг/м^3 ; хімічна стійкість у деяких агресивних середовищах; вони водостійкі і не піддаються гниттю. У процесі виготовлення їм можна додати ряд необхідних властивостей і зробити елементи конструкцій будь-якої необхідної форми.

Основними недоліками конструкційних пластмас є їхня мала твердість (модуль пружності не перевищує 10^4 МПа) і, отже, підвищена деформативність, що не дозволяє цілком використовувати їхню міцність. Горіння цих матеріалів обмежує їхнє застосування в основних несучих конструкціях. Мала поверхнева твердість веде до легкої пошкоджуваності конструкцій. Повзучість і старіння в процесі експлуатації ведуть до підвищення прогинів і зменшенню прозорості огорожувальних конструкцій.

До складу конструкційних пластмас входить ряд компонентів.

Синтетичні смоли є основними компонентами пластмас. Вони утворюють основну масу матеріалів, служать зв'язуючим аналогічно цементному розчину в бетоні і поділяються на два основних класи — термопластичні і термореактивні.

Термопластичні смоли (поліметилметакрилат, полівініл-хлорид, полістирол, поліетилен і ін.) після завершення процесу синтезу і перетворення у тверду склоутворюючу масу здатні під дією нагрівання розм'якшуватися, переходячи у в'язко-текучий стан, а при охолодженні знову повертатися до твердого стану. Термопластичні смоли використовують для виготовлення листових матеріалів (органічне скло, вініпласт), клеїв для їхнього склеювання, пінопластів, плівок.

Термореактивні смоли переходять з вязкотекучого у твердий стан тільки один раз — у процесі твердіння. Після завершення процесу твердіння термореактивний матеріал не розм'якшується при наступному нагріванні, а лише незначно втрачає міцність і твердість. У конструкційних пластмасах будівельного призначення застосовують наступні термореактивні смоли: фенолфоррисьдегідні, поліефірні, епоксидні, мочевино-форрисьдегідні. Термореактивні смоли широко застосовують для виготовлення фанери, склопластиків, пінопластів, клеїв, деревних пластиків, різних фасонних деталей.

При формуванні полімеру застосовують і такі матеріали, як *прискорювачі* (речовини, що прискорюють твердіння), *каталізатори* (речовини, що не беруть участь в твердінні, але присутність яких необхідно для протікання процесу твердіння), *пластифікатори* (речовини, що зменшують крихкість готового матеріалу), *інгібітори* (речовини, що сповільнюють процес твердіння) і ін. З метою поліпшення механічних і технологічних властивостей, підвищення теплостійкості, зниження вартості в пластмасові матеріали вводять *наповнювачі* неорганічного й органічного походження. Їх вводять у виді порошків, волокон, листів (деревне борошно, цемент, скляні й азбестові волокна, папір, бавовняні і скляні тканини і т.і.). Фарбування пластмасових матеріалів здійснюється шляхом введення *барвників* у масу матеріалу. Потрібний малюнок і колір можуть бути також отримані, якщо вони попередньо нанесені на зовнішній шар листового наповнювача (папір, тканину). *Пороотворювачі* служать добавками для одержання газонаповнювальних матеріалів — пінопластів.

Поряд із пластмасами в конструкціях широко використовують такі неорганічні матеріали, як алюміній, лаковану (захищену) сталь, азбестоцемент.

1. Склопластик - це матеріал, що складається з двох основних компонентів: синтетичного зв'язуючого і скляного волокна (наповнювача). Суть виготовлення склопластику полягає в тому, що в рідку смолу вводять скловолокно, а потім смолу піддають твердінню. Синтетичне зв'язуюче додає монолітність і забезпечує стабільність форми готового склопластику; забезпечує використання високої міцності скловолокна шляхом рівномірного розподілу зусиль між волокнами і забезпечення їхньої стійкості, захист волокон від атмосферних і інших зовнішніх впливів; сприймає частину зусиль, що виникають в експлуатаційних умовах.

У склопластиках найчастіше використовують термореактивні смоли (поліефірну, епоксидну, фенолфоррисьдегідну) з різними добавками, що модифікують, поліпшуючі технологічні й експлуатаційні властивості склопластику.

Скляне волокно, чи скловолокно, — це армуючий елемент, що забезпечує склопластикам велику міцність і стійкість проти ударів. Скловолокно виходить з розплавленої скляної маси спеціального складу, протягнутої через дрібні отвори — фільтри. Воно має мікроскопічний діаметр близько 10 мкм, дуже високу міцність, що досягає 2000 Мпа., і застосовується в рубаному чи суцільному вигляді.

Склопластики на основі рубаного скловолокна є ізотропними матеріалами, однаково міцними у всіх напрямках, завдяки хаотичному розташуванню коротких скловолокон у їхній масі. Вони мають щільність до 1500 кг/м^3 , міцність при розтягненні 150 МПа . Така невисока міцність у порівнянні з високою міцністю скловолокна пояснюється тим, що паралельно до дій розтягуючого зусилля в ньому розміщується тільки незначна частина найбільш напружених коротких скловолокон, а інші спрямовані під різними кутами і напружені менше. Крім того, у роботі на розтяг бере участь менш міцна смола, через яку передається напруга від одних волокон до інших.

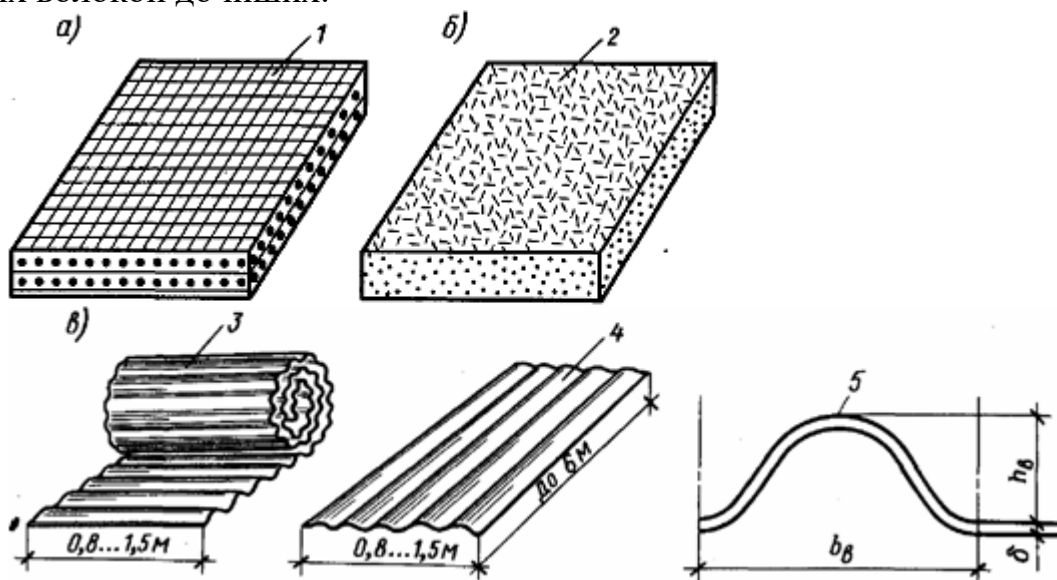


Рис. 4.1. Склопластики: а — плоский; в — хвилястий; 1 — суцільне скловолокно; 2 — рубане скловолокно; 3 — поперечні хвилі; 4 — повздовжні хвилі; 5 — розріз хвилі

Позитивними якостями склопластиків на основі рубаних волокон є простота їхнього виготовлення завдяки хаотичному розташуванню скловолокна і відносно низька вартість, прозорість.

Склопластик на основі суцільних скловолокон непрозорий. Він складається з термореактивних фенолформальдегідних і інших смол і скловолокон у виді окремих волокон або ниток склоджгутів суцільної довжини. Скловолокна розташовуються в одному чи двох взаємно перпендикулярних напрямках у кількості до 70 % по масі. Найбільш високими механічними властивостями мають склопластики, армовані прямими суцільними волокнами, наприклад складжгутами. Якщо всі складжгути розташовані тільки в одному напрямку, міцність склопластику при розтяганні в цьому напрямку уздовж волокон максимальна і може досягати 1000 Мпа , а модуль пружності — 40000 Мпа . Однак у напрямку, поперечному напрямку складжгутів, міцність склопластику невелика і наближається до міцності неармованого зв'язуючого. Якщо складжгути покладені по двох взаємно перпендикулярних напрямках, то міцність і твердість склопластику буде вище в тому напрямку, по якому покладена більша частина складжгутів.

2. Пінопласти — це надлегкі газонаповнені конструкційні пластмаси. Вони являють собою тверду піну, що складається з маси замкнутих осередків, заповнених повітрям чи нешкідливим газом зі стінками з затверділої полімерної смоли. Синтетичним зв'язуючим у пінопластах служать термопластичні чи термореактивні смоли. З термопластичних полістирольних полівінілхлоридних смол виготовляють пінополіуретан ПУ-101 і пінополіфенолфоррисьдегід ФРП-1. Наповнювачами є гази, що утворюються в процесі піноутворення.

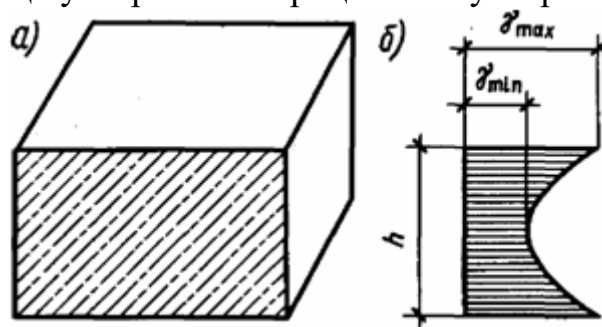


Рис. 4.2. Пінопласт: а – блок; б – еюра зміни міцності по товщині блоку

Пінопласти утворюються шляхом гарячого пінення термопластичних смол чи введенням до складу термореактивних смол затверджувачів і піноутворювачів в процесі їхнього твердіння. Пресові пінопласти виготовляються в установках високого тиску і мають підвищену міцність і вартість. Непресовані пінопласти виготовляються при звичайному атмосферному тиску, є менш міцними і більш дешевими. Особливо ефективно виготовлення термопластичних пінопластів безпосередньо в порожнинах захисних конструкцій, наприклад при формуванні середнього шару тришарових плит і панелей.

Пінопласти — дуже ефективний теплоізоляційний матеріал. Теплопровідність, що відповідає їхній малій щільності, дуже низька. Теплостійкість їх обмежена й у термопластичних видів складає всього 60° і лише удвічі вище в термореактивних. Пінопласти бувають горючі Пс-1 і ПС-4, важкогорючі і самозагасаючі — ПСБ і ФРП. Завдяки малій масі, низькій теплопровідності і відносно достатньої міцності їх використовують як ефективний матеріал для шаруватих плит, панелей покриття і стін будинків різного призначення, що відрізняються легкістю і високими теплозахисними властивостями.

3. Органічне скло, чи оргскло, — це конструкційна пластмаса, що складається цілком з термопластичної полімерної смоли - поліметилметакрилата без яких-небудь наповнювачів. Воно виготовляється у виді листів і плит розмірами до 170 см і товщиною до 40 мм. Оргскло має достатню (до 10 МПа) міцність при згині, але обмежену жорсткість і твердість. Модуль пружності його складає 3000 МПа, поверхня легко ушкоджується, теплостійкість обмежена 60°C , воно вогнетривке. Головною перевагою оргскла є високий ступінь прозорості (до 95%).

4. Вініпласт, як і оргскло, складається цілком з термопластичної смоли без наповнювачів. Виготовляється у виді плоских чи хвилястих листів товщиною до 2 мм і шириною до 120 см. Може бути прозорим. Властивості вініпласту

близькі до властивостей оргскла. Основними перевагами є самозатухаємість, висока стійкість у хімічно агресивних середовищах і відносно низька вартість. Застосовується в конструкціях, що працюють у хімічно агресивних середовищах.

5. Повітронепроникні тканини — конструкційний матеріал, що складається з текстилю й еластичних покриттів.

Технічний текстиль є міцною основою повітронепроникних тканин. Він виготовляється з високоміцних синтетичних волокон. Поліамідні волокна типу «капрон» застосовуються найбільше широко. Вони мають високу міцність, значну розтяжність і малу стійкість проти старіння. Поліефірні волокна типу «лавсан» менш розтяжні і більш стійкі проти старіння. Текстиль має полотняне переплетення. Більш міцні нитки розташовуються уздовж рулону (основа), а менш міцні — поперек нього (утік). Синтетичні волокна не піддані загиванню, але вогненестійкі.

Покриття забезпечують необхідну повітронепроникність тканин, служать для щільного зв'язку ниток і шарів текстилю між собою і захищають їх від активного атмосферного старіння. Як покриття застосовують, головним чином, гуму на основі синтетичних каучуків, а також еластичний пластифікований полівінілхлорид.

Повітронепроникні тканини виготовляються заводами гумовотехнічних виробів у виді рулонів шириною до 1 м, довжиною до 20 м, товщиною 1...2 мм і масою 0,5...1,5 кг/м². По числу шарів текстилю їх виготовляють одно- і багатошаровими з числом шарів до трьох. Багатошарові тканини бувають паралельно дубльованими, у яких нитки шарів розташовуються паралельно, і діагонально дубльованими, коли вони розташовуються під кутом 45⁰ один до одного.

Гума з натурального каучуку товщиною 1 мм застосовується для виготовлення камер пневмокаркасних конструкцій. Для виготовлення невеликих повітроопорних конструкцій з термінами служби, вимірюваними місяцями, застосовуються неміцні і нестійкі до атмосферних впливів, особливо у світлі, синтетичні плівки. Властивості повітронепроникних тканин визначаються властивостями складових їх текстилей і покриттів.

Міцність повітронепроникних тканин залежить не від їхньої товщини, а тільки від міцності ниток текстилю, спрямованих вздовж діючого в тканині зусилля, що розтягує. Вздовж основи міцність тканини значно вище, ніж вздовж утоку, що відповідає їхній відносній міцності. Міцність паралельно дубльованих тканин близька до сумарної міцності складових їхніх шарів.

Деформативність повітронепроникних тканин дуже значна і може досягати при одноосьовому розтяганні 30%. Модуль пружності одношарових тканин складає близько 90 кг/см по основі і близько 45 кг/см по утоці (відповідно 90 і 45 кН/м).

Старіння повітронепроникних тканин відбувається в результаті тривалого впливу на них у процесі експлуатації кисню й озону повітря, сонячного світла, перемінної вологості і температури. Покриття тканин при цьому знижують свою еластичність і повітронепроникність, а нитки текстилю зменшують свою міцність.

Морозостійкість повітронепроникних тканин є достатньою і вони зберігають свої властивості при негативній температурі до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплостійкість їх теж досить висока і вони можуть експлуатуватися при температурі до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. До недоліків повітронепроникних тканин відносяться їхня горючість і легка пошкоджуваність. Синтетичні тканини тільки з водонепроникними покриттями, чи просоченнями, застосовуються для тентових покриттів.

6. Неорганічні конструкційні матеріали. У конструкціях з дерева і пластмас застосовуються також наступні неорганічні конструкційні будівельні матеріали.

Сталь маловуглецева середньої міцності, щільність 7850 кг/м^3 , границя текучості 275 МПа , модуль пружності $E=2,1 \cdot 10^5\text{ МПа}$. Сталь виготовляється у вигляді листів, прокатних і гнутих профілів, прутків і застосовується для виготовлення металевих елементів і з'єднань конструкцій.

Алюміній піддається обробці тиском марок АМц, АМг, АВ і ін. Щільність алюмінію значно менше, ніж у сталі, і дорівнює 2640 кг/м^3 , модуль пружності $E=7,1 \cdot 10^4$, а середня міцність 150 МПа . З алюмінію виготовляють плоскі і гофровані аркуші, прокатні і гнуті профілі. Алюміній набагато більш стійкий, чим сталь, проти корозії у вологому середовищі і застосовується для обшивань легких тришарових плит і панелей покриття і стін різних будинків, а також для виготовлення елементів і з'єднань конструкцій.

Азбестоцемент складається із суміші азбестових волокон з цементним каменем. Виготовляється у виді хвилястих і плоских листів товщиною $6\text{...}10\text{ см}$ і довжиною $1,5, 3,0, 1,7$ і $3,3\text{ м}$ і гнутих профілів. Середня щільність 1800 кг/м^3 , середня міцність при стиску невеликий і дорівнює $1,5\text{ МПа}$, а при розтяганні ще нижче, модуль пружності $E=600\text{ МПа}$. Азбестоцемент негорючий. Застосовується в основному для листів покрівлі.