

## Лекція 14.

### НЕМЕТАЛЕВІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

1. Органопластики
2. Склопластики
3. Вуглепластики
4. Боропластики
5. Текстоліти

#### Органопластики

Органопластики (біополімери, біопластики, біокомпозити) - композити, в яких наповнювачами служать органічні або синтетичні, природні або штучні волокна у вигляді джгутів, ниток, тканин, паперу. У термореактивних органопластиках матрицею служать епоксидні, поліефірні і фенольні смоли, а також поліаміди. Органопластики володіють низькою щільністю, вони легше скла і вуглепластиків, мають відносно високу міцність при розтягуванні; високий опір удару і динамічним навантаженням, але в той же час низькою міцністю при стиску і вигині.

До найбільш поширених органопластиків відносяться дерев'яні -цементні (арболіт, короліт, фіброліт, цементно-стружкові плити, ксилоліт), дерев'яні - стружкові, дерев'яні -волокнисті і дерев'яні -полімерні (середньо щільні деревно-волокнисті плити (MDF-панелі), орієнтовано-стружкові плити (OSB), дерев'яні - шаруваті пластики (ДСП), сендвіч-панелі, ЛВЛ-брус) композиційні матеріали.

*Дерев'яні -цементні (арболіт, короліт, фіброліт, ксилоліт) органопластики*

**Арболіт** - різновид легкого бетону. Арболіт виготовляють з суміші органічних наповнювачів рослинного походження, що містять целюлозу (подрібнених відходів деревообробки, льону, стебел бавовнику, очерету), мінерального в'язучого (зазвичай портландцементу), хімічних добавок і води.

Властивості арболіту. Щільність від 400 до 850 кг/м<sup>3</sup>. Межа міцності при стисненні 0,5 ... 5 МПа. Теплопровідність висушеного арболіту при температурі 20 °С і щільності від 400 до 500 кг/м<sup>3</sup> змінюється від 0,07 до 0,09 Вт/(м·°С). При щільності від 550 до 700 кг/м<sup>3</sup> - від 0,095 до 0,14 Вт/(м·°С). При щільності від 550 до 850 кг/м<sup>3</sup> - від 0,15 до 0,17 Вт/(м·°С). Міцність зчеплення арболіту з металевою арматурою - 0,1 ... 0,4 МПа.

Морозостійкість арболіту від F25 до F50

З арболіту виготовляють стінові панелі і блоки, плити покриття для суміщених покрівель та плити перекриття, посилені залізобетонними брусками або несучої основою, перегородкові плити для перших поверхів культурно-побутових будівель і магазинів, тепло- і звукоізоляційні плити, об'ємно-просторові конструкції.

Призначений для будівництва малоповерхових сільськогосподарських, промислових, житлових і культурно-побутових будівель.

**Короліт** - різновид арболіту, що отриманий з суміші кори, обробленої хімічними речовинами, цементу і води.

Склад суміші по витраті компонентів на 1 м<sup>3</sup> ущільненої маси наступний (кг): дроблена кора суха - 300 ... 320, портландцемент М400 - 380 ... 420, мінералізатор - 15,2 ... 16,8, вода - 420 ... 460.

Міцність при стисненні становить 0,5 ... 3,5 МПа при щільності в сухому стані 550 ... 800 кг/м<sup>3</sup>.

Межа міцності на розтягнення становить 0,5 ... 0,7 МПа.

Збільшення теплопровідності короліту при зволоженні на 1% в межах зволоження до 20% становить 0,0043 Вт/(м·°С).

Максимальне водопоглинення від 70 до 110%.

Морозостійкість - не менше 25 циклів.

**Фібролітові плити** виготовляють з суміші спеціально нарізаною стружки деревини, портландцементу, хімічних добавок і води.

За щільністю фіброліт ділиться на три марки: Ф-300 (300 кг/м<sup>3</sup>), Ф-400 і Ф-500. Зі збільшенням щільності підвищується міцність матеріалу, знижується горючість, але погіршуються теплозахисні властивості.

Коефіцієнт звукопоглинання (відношення звукової енергії, що поглинається до всієї звукової енергії, що впливає на матеріал) плит марок Ф-400 і Ф-500 товщиною 30 мм більше: 0,11 при частоті коливань 125 Гц, 0,3 - при 500 Гц, 0,59 - при 2000 Гц, 0,65 - при 8000 Гц. При нульовому значенні коефіцієнта звукопоглинання звук повністю відбивається, при повному звукопоглинанні коефіцієнт дорівнює одиниці.

*Вироби та застосування фіброліту.*

*Вироби.* Фібролітові плити виготовляються наступних розмірів: довжина - 2000, 2400, 3000 мм; ширина - 500, 550, 600, 1150, 1200 мм; товщина - 25, 30, 35, 50, 75, 100, 150 мм.

*Застосування.* Фібролітові плити Ф-300 використовується в якості теплоізоляційних матеріалів для утеплення огорожувальних конструкцій, Ф-400 і Ф-500 – теплоізоляційних-конструкційних і звукоізоляційних для пристрою накату перекриттів, перегородок і покриттів сільськогосподарських і складських будівель, а також стін в дерев'яному стандартному житловому будівництві.

Фібролітові плити товщиною 35 мм застосовують в приміщеннях виробничих і громадських будівель, де потрібна спеціальна звукоізоляція (будівлі аеропортів).

Фібролітові плити застосовують і для утеплення цегляних і бетонних стін в будівлях для утеплення горищних перекриттів, суміщених покрівель, карнизних панелей, вентиляційних каналів.

**Ксиоліт** - різновид легкого бетону на магнезійному в'язучому і органічному целюлозному заповнювачі (тирса деревини або інші подрібнені частки рослинного походження).

Витрата матеріалів для виготовлення 1 м<sup>3</sup> пресованого ксилолітового виробу становить (кг): магнезійного цементу (MgO+MgCl) - 640; тирса деревини розміром 2-5 мм (при вологості 15%) - 560; розчин MgCl<sub>2</sub> щільністю 1,21, кг/м<sup>3</sup> - 640; фарби-пігменти - 56.

Ксилоліт вогнетривкий і погано проводить тепло. Міцність ксилоліту збільшується пропорційно вмісту каустичного в'язучого (оксид магнію).

Ксилоліт використовується для влаштування монолітних підлог, частіше двошарових (нижній шар більш пружний, оберігає верхній шар від появи тріщин); товщина кожного шару 10 мм. Товщина одношарової підлоги 10 ... 15 мм.

#### *Дерев'яні – стружкові органопластики.*

При плоскому пресуванні частинки деревини розташовані в площині плити. При екструзійному пресуванні частинки деревини розташовані перпендикулярно площині плити.

Плити плоского пресування можуть бути одношаровими, тришаровими, п'ятишаровими і багатошаровими. Плити екструзійного пресування - одношаровими, суцільними і багатопустотні (з внутрішніми каналами).

Для виготовлення деревостружкових плит використовують в'язучі на основі *карбамідоформальдегідних* (карбамід (сечовина) (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO) + формальдегід (CH<sub>2</sub>O\*H<sub>2</sub>O), *фенолоформальдегідних* (фенол (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH) + формальдегід (CH<sub>2</sub>O\*H<sub>2</sub>O) і *карбамідомеламіноформальдегідних* смол (карбамід (сечовина) (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO) + меламін (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>) + формальдегід (CH<sub>2</sub>O\*H<sub>2</sub>O).

#### *Властивості.*

##### *Щільність:*

- плити малої- до 550 кг/м<sup>3</sup>;
- плити середньої щільності - 550 ... 750 кг/м<sup>3</sup>;
- плити високої щільності - більше 750 кг/м<sup>3</sup>.
- *Вологість* ДСП становить 5 ... 10%. При збільшенні вмісту в'язучого з 6 до 12% вологість плит знижується на 20%. З підвищенням температури середовища вологість плит зменшується.
- *Водопоглинання* характеризує здатність ДСП поглинати воду і визначається відношенням маси води, що вбралася в плиту до початкової масі плити. При збільшенні щільності плит екструзійного пресування з 600 до 800 кг/м<sup>3</sup> водопоглинання зменшується зі 100 ... 125 до 70 ... 95%.

*Застосування.* Плити малої щільності (<550 кг/м<sup>3</sup>) використовуються як ізоляційний матеріал або у виробках, що не несуть навантаження. Основним видом ДСП є плити середньої щільності (550 ... 750 кг/м<sup>3</sup>), що застосовуються у виробках, що несуть навантаження. Плити високої щільності (> 750 кг/м<sup>3</sup>) використовують для влаштування підлог.

Деревостружкові плити застосовують в будівництві для обробки приміщень, влаштування огорожень, підстав під підлоги і для звукоізоляції. Там, де можливо зволоження, слід застосовувати плити, що захищені

покриттями. Деревостружкові плити, покриті прозорою або напівпрозорою кольоровою полівінілхлоридною ( $(C_2H_3Cl)_n$ ) плівкою, використовують для виготовлення щитових дверей.

Деревостружкові плити, що отримані на малотоксичних смолах, використовують для влаштування вбудованих шаф, антресолей, перегородок.

#### *Дерев'яні - волокнисті органопластики.*

Деревоволокнисті плити (ДВП) - листовий матеріал, виготовлений у процесі гарячого пресування або сушки маси з волокон деревини, що сформована у вигляді килима.

Волокна деревини - це дрібні частинки деревини, що представляють собою окремі клітини, їх обривки або групи клітин деревини.

Деревоволокнисті плити класифікують за щільністю, способом виробництва, зовнішнім виглядом, механічною обробкою, призначенням, спеціальними властивостями, видом оздоблення.

#### *Властивості ДВП.*

##### *Межа міцності на вигин ( $R_{виг}$ ).*

Для м'яких плит - 0,4 ... 2 МПа, для напівтвердих - 10 ... 22 МПа, для твердих - 33 ... 50 МПа.

*Межа міцності при розтягуванні паралельно площині плит становить - 0,6 ... 0,8  $R_{виг}$ .*

*Межа міцності при розтягуванні перпендикулярно площині плит становить 0,07 ... 0,8 МПа.*

*Біостійкість* характеризує здатність ДВП протистояти руйнівній дії мікроорганізмів (грибів). Близько 10% м'яких плит, використовуваних в будівництві, уражається грибами через 3 ... 4 роки.

#### *Застосування ДВП*

Деревоволокнисті плити широко використовують в малоповерховому будівництві, дерев'яному житловому будівництві, в тимчасових будівлях і спорудах в якості облицювального матеріалу для стін, стель, міжповерхових перекриттів, внутрішніх перегородок.

М'які плити використовуються як оздоблювальний так і теплоізоляційний матеріал.

Плити зі спеціальними властивостями застосовують для настилу підлог і влаштування основи під покриття підлог.

Тверді плити товщиною 4 мм призначені для виготовлення дверей усередині будівель.

Водостійкі плити використовують для санітарно-технічних кабін (ванних кімнат, душових).

У житловому будівництві використовують щитові двері і вбудовані меблі, виготовлені із застосуванням деревоволокнистих плит.

*Дерев'яні - полімерні (середньо щільні деревно-волокнисті плити (MDF-панелі) органопластики.*

*MDF-панелі* (middle density fibreboard – середнещільне плотное волокнисте покриття) - це деревоволокниста плита середньої щільності, що виготовлена з висушених волокон деревини, оброблених синтетичними зв'язуючими речовинами і сформованих у вигляді килима, з подальшим гарячим пресуванням (щільністю 700 ... 870 кг/м<sup>3</sup>) і шліфуванням.

MDF-плита виробляється з дуже дрібної тирси деревини. Частинки дерева скріплюються лігніном ( $C_9H_{10}O_2$ ,  $C_{10}H_{12}O_3$ ,  $C_{11}H_{14}O_4$ ) і парафіном (суміш вуглеводів від  $C_{18}H_{38}$  до  $C_{35}H_{72}$ ).

*Основні види MDF-панелей.*

*Ламіновані панелі.* Ламінування здійснюється покриттям лицьової поверхні плівкою ПВХ (продукт полімерізації хлорвінілу  $CH_2=CHCl$ ). Процес ламінування проходить на пресі, де плівка ПВХ під тиском приклеюється до плити-основи. MDF-панелі такого виду зносостійкі, антистатичні, стійкі до впливу сонячного світла і хімічних речовин.

*Шпоновані панелі.* Шпонування або фанерування панелей - це процес приклеювання до плити МДФ шпону цінних порід деревини. Отримані вироби не коробляться, не розсихаються, мають високі показники по вологостійкості і довговічності.

*Пофарбовані панелі.* Фарбування панелей відбувається фарбами або емалями, що володіють хорошою розтікаємістю, еластичністю і додають виробам не тільки привабливий зовнішній вигляд, але і високу стійкість до механічних і фізичних впливів.

*Застосування MDF-плит*

MDF панелі використовуються в оформленні інтер'єрів, обробці стель і повітропроводів, виробництві міжкімнатних дверей, як основа для ламінованих підлогових покриттів і офісні перегородки. Балки з MDF застосовуються в якості сердечника балок міжповерхових перекриттів при монолітному будівництві.

*Орієнтовано-стружкові плити (OSB).*

Орієнтовано - стружкова плита (Oriented Strand Board-OSB) - це щільна спресована тришарова деревна плита з крупної орієнтованої щепи хвойних порід. Плита складається з трьох шарів: в зовнішніх (верхньому і нижньому) шарах щепи розташовані подовжньо, а у внутрішньому шарі - поперечно. Кожен шар проклеєний водостійкими смолами і спресований при високому тиску і температурі. Плити OSB водостійкі, пружні і стійкі до розтягування та будівельних навантажень.

Деревостружкові плити з орієнтованою структурою (OSB) виготовляються методом гарячого пресування щепи деревини, змішаної зі зв'язуючим матеріалом

Плити OSB виготовляють тільки з стружки розміром 75 ... 150 мм в довжину, 10 ... 25 мм в ширину і 0,5 ... 0,75 мм в товщину.

*Характеристики плит OSB*

Міцність плит щільністю 650 ... 720 кг/м<sup>3</sup> при вигині становить 40 ... 50 МПа в поздовжньому і 20 ... 25 МПа в поперечному напрямках.

Однорідність структури і відсутність розшарування, викривлення, внутрішніх порожнин та тріщин.

Гнучкість (обшивка криволінійних поверхонь).

Вологостійкість (розбухання при перебуванні у воді протягом 24 год становить 17 ... 25%).

Простота плит в обробці (легко ріжуться, свердляться, розпилюються).

Висока звуко- і теплоізоляція.

Здатність міцно утримувати цвяхи і шурупи (в 2,5 рази вище, ніж у ДСП).

#### *Сендвіч-панелі.*

SIP-панелі (сендвіч-панелі) (Structural Insulated Panel) - це шаруваті панелі, влаштовані за типом «сендвіч», коли шар теплоізоляційного матеріалу знаходиться між двома однаковими за розміром деревними плитами.

Зовнішні шари з орієнтовано-стружкової плити (OSB), гіпсокартонного листа або фанери.

В якості внутрішнього теплоізоляційного шару використовують пінопласти:

- пінополістирол;
- уретанова піна (продукт переробки карбамінової кислоти ( $\text{H}_2\text{NCOOH}$ ));
- фенолформальдегідних пінопласт (переважно в огорожувальних панелях);
- мінеральна вата.

Базові розміри плит, мм: довжина 2500, 2800; ширина 625, 1250;

- товщина 110, 120, 170, 200, 220, 270;

- пінополістиролу 100-250 і OSB 10-12.

#### *Застосування сендвіч-панелей.*

Призначені для будівництва малоповерхових будівель житлового, громадського та промислового призначення (котеджі, поліклініки, торгові павільйони, кафе, готелі, битовки, склади, гаражі).

#### *ЛВЛ-брус.*

LVL (ЛВЛ)-брус (від англ. Laminated Veneer Lumber – листовий шаруватий пиломатеріал) - це високоміцний композитний конструкційний матеріал на основі масиву натурального дерева, посилений і поліпшений технологічно. Основною сировиною для виробництва ЛВЛ-бруса є шпон деревини хвойних порід.

ЛВЛ-брус виготовляється з 9 і більше пластів шпону товщиною близько 3 мм, які укладаються в поздовжньому напрямку виробу і склеюються між собою паралельно волокнам суміжних шарів.

Міцність ЛВЛ-бруса в 1,5 ... 3 рази вище, ніж у звичайних пиломатеріалів.

Світове споживання ЛВЛ-бруса зростає на 5 ... 10% в рік

[На початок](#)

## Склопластики

Полімерні композиційні матеріали, армовані скляними волокнами та формовані з розплавленого неорганічного скла. В якості матриці застосовують термореактивні синтетичні смоли (фенольні, епоксидні, поліефірні), так і термопластичні полімери (поліаміди, поліетилен, полістирол).

Шаруватий матеріал, в якому в якості наповнювача застосовується тканина, що сплетена з скляних волокон, називається склотекстоліт.

Алюмосклопластики складаються з тонких, товщиною від 0,25 до 0,6 мм алюмінієвих листів і проміжних, товщиною від 0,2 до 0,4 мм шарів полімерного композиту, який зроблений з термореактивних клейових і термопластичних зв'язуючих з високоміцними армуючими скляними волокнами. Ці матеріали призначені для заміни алюмінієвих листів з метою підвищення надійності та зниження на 15 - 40% маси та вартості експлуатації конструкцій.

*Застосування склопластиків.* Виробництво підвіконня, оздоблювальних плит, дверей, сходів, перил, огорож балконів.

Склопластикова арматура для армування бетону, склопластикові труби, стрижні, балки, сендвіч-панелі.

Напівпрозорий склопластик і покрівельні листи з нього для оранжерей, теплиць, промислових будівель, склопластик для плафонів вуличного освітлення, трубопроводи зі склопластику

[На початок](#)

## Вуглепластики

Наповнювачем в цих полімерних композитах служать вуглецеві волокна, які отримують з синтетичних і природних волокон на основі целюлози, сополімерів акрилонітрилу, нафтових і кам'яновугільних пеков. Діаметр вуглецевих волокон 5 ... 7 мкм. Матрицями в вуглепластиках можуть бути як термореактивні, так і термопластичні полімери.

Основними перевагами вуглепластиків в порівнянні з склопластиками є їх низька щільність і більш високий модуль пружності. Вуглепластики дуже легкі і міцні матеріали.

Композиційні вуглеграфітові матеріали - найбільш термостійкі композиційні матеріали здатні витримувати в інертних і відновлювальних середовищах температури до 3000 °С.

[На початок](#)

## Боропластики

Боропластики, це композиційні матеріали, що містять в якості наповнювача волокна бору, які втілені в термореактивною полімерну матрицю. Волокна можуть бути у вигляді монониток, джгутів, що обплетені допоміжною скляною ниткою або стрічкою, у якої борні нитки переплетені з іншими нитками. Діаметр борних волокон 90 ... 150 мкм.

Борну арматуру застосовують у вигляді арматурних ниток, односпрямованих стрічок різної ширини, листового шпону і тканин.

Полку металевої двотаврової балки, що працює на вигин і на яку діють напрути, що стискають, підсилюють пластинами з боропластика, а іншу полицю, що працює на розтяг, зміцнюють вуглепластиком. Маса такої балки на 20 ... 30% нижче, ніж маса балки з алюмінієвих сплавів при однаковій несучій здатності.

[На початок](#)

### **Текстоліти**

**Текстоліти** це шаруваті пластики, що армовані тканинами з різних волокон. Полотна тканини просочують фенолформальдегідної смолою, потім пресують при підвищеній температурі та отримують текстолітові пластини або фасонні вироби. Зв'язуючими в текстоліти є термореактивні і термопластичні полімери, а також неорганічні сполучні на основі силікатів і фосфатів. В якості наповнювача використовуються тканини з бавовняних, синтетичних, скляних, вуглецевих, азбестових, базальтових волокон.

[На початок](#)