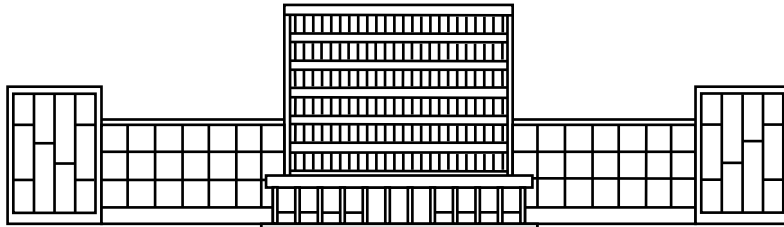


Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет будівництва і архітектури

Кафедра технології будівельних конструкцій та виробів



КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з освітньої компоненти

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ АЛЮМІНІЄВИХ КОНСТРУКЦІЙ



Київ - КНУБА - 2024

УДК 691
Т76

Рецензент О.В. Ластівка, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В. І. Гоц, д-р техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри технології будівельних конструкцій і виробів, протокол № 11 від 9 лютого 2024 року.

Гелевера О.Г.

Т7 Технологія будівельних алюмінієвих конструкцій / уклад.: Гелевера О.Г. – Київ: КНУБА, 2024. – 71 с.

Даний конспект лекцій призначений для студентів-магістрантів спеціальності 192 "Будівництво і цивільна інженерія" освітньо-наукової програми "Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів" будівельно-технологічного факультету.

У конспекті висвітлено загальну класифікацію алюмінієвих будівельних конструкцій та обладнання, що використовується для їхнього виробництва.

Представлені будівельні вироби з алюмінію і комплектуючі до них – світлопрозорі конструкції, склопакети, ущільнювачі, фурнітура, ліси і опалубка.

Наведені технологічні особливості підготовки сировини, напівфабрикатів та заготовок для виготовлення алюмінієвих профілів. Розглянуті теоретичні основи пресування алюмінію і його сплавів, основні технологічні процеси виробництва алюмінієвих будівельних профілів, способи нанесення на них захисних покриттів, гідравлічне обладнання для пресування та конструкція пресового інструмента.

Розглянута технологія виготовлення і використання алюмінієвих будівельних конструкцій та конструктивно-технологічна підготовка виробництва.

Розглянуті питання контролю сировини, виробничих процесів та якості готової продукції.

З М І С Т

Лекція 1. ОДЕРЖАННЯ АЛЮМІНІЮ І СПЛАВІВ НА ЙОГО ОСНОВІ	
Основні властивості алюмінію	
Отримання первинного алюмінію	
Алюмінієві сплави	
Шихтові матеріали	
Виготовлення циліндричних злитків	
Кристалізатори ковзання	
Електромагнітні кристалізатори	
Лекція 2. ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНО-ПРЕСОВАНИХ ВИРОБІВ З АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ	
Підготовка злитків до пресування	
Гідравлічне обладнання для пресування	
Конструкція пресового інструмента	
Лекція 3. ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ	
Класифікація, види, сировинні матеріали	
Технологія нанесення лакофарбових покриттів	
Порошкові лакофарбові матеріали і методи їхнього нанесення ...	
Гальванічні захисні покриття	
Лекція 4. СВІТЛОПРОЗОРИ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЄВИХ ПРОФІЛЬНИХ СИСТЕМ	
Класифікація	
Віконно-дверні системи	
Додаткові функціональні можливості віконних систем	
Фасадні системи	
Лекція 5. ВИРОБНИЦТВО ТА МОНТАЖ ВІКОННО-ДВЕРНИХ СИСТЕМ	
Інструменти, устаткування, послідовність збірки	
Основи монтажу сучасних віконно-дверних систем	
Опис монтажних матеріалів	
Лекція 6. СКЛО І СКЛОПАКЕТИ	
Будівельне скло, технології отримання	
Енергозберігаючі покриття	
Спеціальне скло	
Будівельні склопакети. Різновиди. Технологія виробництва	
Класифікація, маркування	
Сумісна робота склопакетів та віконного профілю	

Лекція 7.	УЩІЛЬНЮВАЧІ ДЛЯ ВІКОННО-ДВЕРНИХ ТА ФАСАДНИХ СИСТЕМ
	Класифікація
	Вихідні матеріали
	Технологія виробництва ущільнювачів
	Ущільнювачі монтажні (герметики)
	Монтажні пінні ущільнювачі
	Монтажні стрічки
Лекція 8.	ФУРНІТУРА ДЛЯ СУЧАСНИХ ВІКОННО-ДВЕРНИХ СИСТЕМ
	Загальні положення. Класифікація систем фурнітури
	Правила експлуатації віконної фурнітури
Лекція 9.	ІНШІ АЛЮМІНІЄВІ БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ
	Великощитова опалубка для бетонування стін
	Великощитова опалубка для бетонування перекриттів
	Начіпні вентилязовані алюмінієві фасади
	Сходи для горіщ та огороження

ОДЕРЖАННЯ АЛЮМІНІЮ І СПЛАВІВ НА ЙОГО ОСНОВІ

Основні властивості алюмінію

Алюміній один з найлегших металів: він у 3,1 рази легший за мідь і у 2,9 рази легший заліза.

Щільність його складає $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$, а модуль пружності $E = 71000 \text{ Па}$, що майже втричі менше, ніж щільність і модуль пружності сталі.

Алюміній дуже пластичний – подовження при розриві досягає 40...50%, але міцність його досить низька (границя міцності складає приблизно 60...70 МПа). Температура плавлення – 660,5°C

Алюміній має дуже високу, навіть у порівнянні з іншими металами, теплопровідність та електропровідність і поступається в цьому відношенні тільки сріблу, золоту та міді.

Його коефіцієнт теплопровідності складає $\lambda = 237 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$, що майже в чотири рази перевищує коефіцієнт теплопровідності сталі (посуд, батареї опалення та ін.)

Чистий алюміній швидко покривається дуже міцною оксидною плівкою, яка перешкоджає подальшому розвитку корозії (Al_2O_3 – корунд).

Однак, внаслідок низької міцності технічно чистий алюміній у будівельних конструкціях застосовується вкрай рідко. Натомість, алюмінієві багатокомпонентні сплави мають у 2...5 разів вищу міцність у порівнянні з чистим алюмінієм, однак їхнє відносне подовження при цьому в 2...3 рази нижче.

Отримання первинного алюмінію

Трохи історії

Найдавніша археологічна знахідка алюмінію – пояс з обрамленням на пряжці, відноситься до **третього тисячоріччя до нашої ери**. Однак ніхто не знає, як вироблявся алюміній у той час.

Є така байка. Древній історик **Пліній Старший** розповідає про цікаву подію, що відбулася майже два тисячоріччя тому назад. Одного разу до римського імператора Тиберія прийшов незнайомец. У дарунок імператорові він підніс виготовлену ним чашу з блискучого, як срібло, але надзвичайно легкого металу. Майстер повідав, що цей нікому не відомий метал він зумів одержати з глинистої землі. Боячись, що новий метал з його прекрасними властивостями знецінить золото і срібло, що зберігалися в його скарбниці, він відрубав винахідникові голову, а його майстерню зруйнував, щоб нікому більш не захотілося займатися виробництвом "небезпечного" металу.

У **1825 році** датський фізик Гаїс Ерстед **вперше одержав** металевий алюміній у вільному стані з його оксиду хімічним шляхом. А у **1827 році** німецький хімік **Велер** також отримав невелику кількість чистого алюмінію.

Перші злитки алюмінію, отримані [Девіллем](#), демонструвалися на всесвітній Паризькій виставці [у 1855 р.](#) і викликали до себе дуже жвавий інтерес.

Але всі ці технології були дуже дорогі. Тому навіть на банкетах у Наполеона III алюмінієвий посуд, ложки виделки цінувався дорожче за срібло і золото і призначався тільки для самих дорогих гостей. Солдатам охорони нашивались алюмінієві гудзики, а коням – алюмінієві вуздечки.

[У 1856 р.](#) на заводі братів [Тіс'є](#) в Руані Девілл організував перше промислове підприємство з випуску алюмінію.

[У 1854 р.](#) [Бунзен](#) одержав алюміній шляхом електролізу розплаву хлористого алюмінію. Майже одночасно з Бунзеном одержав електролітичним шляхом алюміній і [Девілл](#).

[У 1878 р.](#) [Сіменс](#) винайшов [електричну дугову піч](#). Тепер всі умови для електролітичного способу виробництва алюмінію були в наявності. Необхідно було тільки розробити технологію процесу.

Проблемою була висока температура плавлення оксиду алюмінію – 2060°C (все є таки корунд). Треба було її якось знизити. [У 1885 р.](#) цю задачу незалежно один від одного розв'язали [француз Еру](#) і [американець Хол](#) за рахунок використання кріоліту (хімічна формула кріоліту Na_3AlF_6)

Вони хотіли добувати з кріоліту (який мав температуру плавлення усього 950°C) алюміній. Алюміній вони не отримали. Але потім спробували розплавити оксид алюмінію у присутності кріоліту і це їм вдалось. Це був прорив у технології тримання алюмінію, який використовується до цих пір.

* * *

Незважаючи на те, що алюміній є четвертим у списку найбільш розповсюджених у земній корі елементів відразу після кисню, водню і кремнію, а також найрозповсюдженим серед металів, існує зовсім не багато родовищ, з яких було б економічно вигідно видобувати алюміній. Для цього його вміст у породі у вигляді Al_2O_3 повинен бути не менше 25%. У бокситах кількість окису алюмінію складає 28...60% .

Найбільші родовища бокситів – в Австралії, Бразилії, Гвінеї і Ямайці.

В Україні, на Ніколаєвському алюмоглиноземному заводі йде тільки переробка бокситів, які поставляються з інших країн, наприклад, з Гвінеї.

Технологія виробництва алюмінію з бокситів така:

- видобуток бокситів;
- подрібнення бокситів, змішування з каустичною содою і подача у великі автоклави;
- одержання розчину алюмінату натрію за рахунок хімічної взаємодії каустичної соди з окисом алюмінію в бокситах в умовах високого тиску і температури;

- видалення окису заліза та інших компонентів, що утримуються в бокси-тах, у вигляді "червоного бруду". Алюмінат натрію залишається для подальшої переробки;
- отриманий алюмінат натрію піддають гідролізу і охолоджують. Гідроліз – це розкладання складної сполуки під дією води. При цьому утворюються кристали гідроксиду алюмінію – $Al(OH)_3$, які беруть участь в подальших фізико-хімічних процесах;
- нагрівання кристалічного гідроксиду алюмінію в спеціальних печах до $t = 1000^\circ C$, з видаленням хімічно зв'язаної води. Залишається безводний окис алюмінію у вигляді сухого білого порошку;
- розчинення окису алюмінію в спеціальних електролітичних ваннах у рідкому кріоліті (Na_3AlF_6) при температурі $950^\circ C$ (замість $2050^\circ C$ – температура плавлення Al_2O_3). Ванни працюють під невисокою напругою – 4,0...4,5 В, але при великій силі струму – до 150 тис. А. Під дією електричної енергії кисень відокремлюється від алюмінію на вугільних анодах і у вигляді двоокису вуглецю – CO_2 викидається в атмосферу, у той час як рідкий алюміній – Al збирається біля вугільних блоків на дні ванни, які відіграють роль катодів;
- після охолодження чистий алюміній заливається в спеціальні печі, де змішується з іншими компонентами необхідних сплавів, після чого ці сплави розливаються у форми з утворенням злитків, круглих прутків або спеціальних стовпів для екструзії.

У порівнянні з іншими металами виробництво чистого алюмінію вимагає **набагато більших енерговитрат** – 14...16 тис. кВт·год електроенергії на 1 т. Тому для його виробництва споруджувались потужні електростанції (наприклад, Дніпрогес у Запоріжжі).

Алюмінієві сплави

Якість сплаву значною мірою залежить від типу печі, застосовуваної для розплавлення шихти і від виду палива. У ливарних цехах застосовуються печі різної ємності – від 50 кг до 10 т.

Плавильні печі класифікуються за такими ознаками:

1. За конструкцією:

- тигельні печі;
- відбивні печі;
- шахтні печі.

2. За видом енергії:

- печі, які працюють на паливі: твердому; рідкому; газоподібному;
- електричні печі:
- опору з металевим і неметалевим нагрівачем; індукційні печі з залізним осердям (низькочастотні) і без осердя (високочастотні).

Шихтові матеріали для одержання алюмінієвих сплавів

До шихтових матеріалів відносяться всі матеріали, необхідні для одержання сплавів необхідного хімічного складу:

- первинні матеріали і сплави;
- лігатури або проміжні сплави;
- відходи і повернення виробництва (браковані деталі, стружка, обрізки і т.п.).

Первинні (чушкові) матеріали і сплави. Первинні кольорові метали і сплави поставляються зазвичай у вигляді чушок, хімічний склад і основні умови, постачання яких встановлюються відповідними державними стандартами і технічними умовами.

Для плавки алюмінієвих ливарних сплавів і лігатур використовують, як правило, такі шихтові матеріали:

- 1) алюміній первинний у чушках (ГОСТ 11069);
- 2) силумін у чушках (ГОСТ 1521)*;
- 3) магній первинний у чушках (ГОСТ 804);
- 4) кремній кристалічний (ГОСТ 2169);
- 5) марганець металевий (ГОСТ 6008);
- 6) мідь електролітична (ГОСТ 859);
- 7) нікель електролітичний (ГОСТ 849);
- 8) цинк електролітичний (ГОСТ 3640);
- 9) кадмій у чушках (ГОСТ 1467).

Лігатури або проміжні сплави – це сплави з максимальним вмістом легуючої добавки. Лігатури призначені для зручності введення тугоплавких і легкоокислюваних легкоплавких складових у сплави, що готуються.

Застосування лігатур дає можливість зменшити угар дефіцитних легуючих металів і уникнути перегріву сплаву при плавці, а, отже, підвищених втрат основного металу.

У складі шихти маса лігатури може складати 30...70% залежно від хімічного складу сплаву.

Лігатура може містити одну або кілька легуючих добавок і повинна характеризуватися такими властивостями:

- мінімальною температурою плавлення;
- однорідністю хімічного складу;
- достатньою крихкістю для зручності дроблення.

Кількість легуючої добавки обумовлюється температурою її плавлення: чим вона вище, тим менший її вміст у лігатурі.

* Силумін — сплав алюмінію з кремнієм. Хімічний склад — 4-22 % Si, основа — Al, незначна кількість домішок Fe, Cu, Mn, Ca, Ti, Zn, і деяких інших. Сплав володіє гарними ливарними властивостями. Силуміни стійкі до корозії у вологій атмосфері і морській воді, у порівнянні з алюмінієм володіють бо́льшої міцністю і износоустойчивістю. Застосовується для лиття деталей в авто- мото- і авіабудуванні (напр. картерів, блоків циліндрів, поршнів), і для виробництва товарів народного споживання (напр. м'ясорубок).

Відходи і повернення виробництва. При литті і механічній обробці деталей утворюється велика кількість відходів у вигляді бракованих деталей, стружки, обрізків тощо, правильне використання яких має велике економічне значення.

Технологія переплавляння великогабаритних відходів аналогічна технології плавлення чистих металів.

Технологія переплавляння дрібних відходів істотно відрізняється від переплавляння великих відходів, тому що велика сумарна поверхня і ступінь окислення металу викликають труднощі при плавленні дрібних часток.

Якщо не ужити заходів щодо захисту стружки, що плавиться, від окислення, то втрати можуть досягти 30...40%.

Щоб зменшити втрати при переплавлянні стружки та інших дрібних відходів, застосовують два методи плавки: під шаром захисного флюсу і у рідкій ванні.

Найбільшого поширення у світовій будівельній практиці набули сплави алюмінію з магнієм (який збільшує міцність сплаву) і кремнієм (який покращує ливарні властивості алюмінію) – зокрема, сплав AlMgSi0,5 (авіль). У вітчизняних будівельних нормах цьому сплаву відповідають марки АД31Т и АД31Т1.

Так, для виробництва віконних та дверних профілів і фасадних конструкцій найчастіше використовують сплави на основі системи Al-Mg-Si, які за своїм хімічним складом відносяться до достатньо пластичних алюмінієвих сплавів, які зміцнюються термічною обробкою. Практично всі закордонні виробники використовують сплав AlMgSi 0,5F22 (сплав №6060 відповідно до “Міжнародного реєстру сплавів і хімічних композицій для алюмінієвих сплавів”, виданим Вашингтонською Асоціацією Алюмінію), а українські виробники використовують сплав АД31.

Таблиця 2.5

Характеристики алюмінієвих сплавів для пресування профілів

Характеристики	Одиниця виміру	Сплави	
		AlMgSi 0,5F22 (№6060)	АД31
Об'ємна вага	кг/м ³	2700	2710
Модуль пружності	МПа	–	70000
Межа міцності (тимчасовий опір розривові)	МПа	220	160
Відносне подовження при розриві	%	10	8
Коефіцієнт температурного розширення	1/°C	–	20·10 ⁻⁶

Останнім часом будівельники все частіше використовують при розробці великих просторових конструкцій з досить високими навантаженнями сплави середньої міцності типу 6061, 6082 (аналоги АД33 та АД35) з межею міцності 300 МПа і вище, які використовуються для несучих конструкцій.

ВИГОТОВЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗЛИТКІВ З АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

Круглі злитки використовують для одержання профілів, прутків, кувань і штампувань, а також труб. Діаметри круглих злитків, які відливаються, визначаються потужністю пресів, застосовуваних для їхнього деформування, і якістю самих злитків. У даний час для одержання деформованих напівфабрикатів застосовують горизонтальні гідравлічні преси, обладнані контейнерами діаметром від 70 до 1100 мм; контейнер діаметром понад 1100 застосовується рідко.

Довжину злитків, які відливаються, прагнуть довести до максимально можливої. Однак, зі збільшенням довжини здорожуються будівельно-монтажні роботи і вартість машини. Через ці причини довжина злитків, які відливаються, складає від 5 до 9 м. За зовнішнім діаметром сортамент злитків, які відливаються, може бути умовно розділений на чотири групи:

- до 200 мм;
- 200...400 мм;
- 400...850 мм;
- понад 850 мм.

Внутрішній діаметр порожнинних злитків – від 40 до 400 мм.

Зазвичай процес лиття відбувається на ливарній машині безперервного лиття алюмінієвих злитків.

Лиття алюмінієвих злитків виконується безупинно в кілька струмків.

Кристалізатор – основний елемент ливарного оснащення. Конструкцією кристалізатора визначається не тільки форма і розміри злитка, але й значною мірою його якість, наприклад, стан поверхні, утворення тріщин, макро- і мікро-структура.

В даний час при безперервному литті злитків з алюмінієвих деформуючих сплавів застосовують *кристалізатори ковзання* і *електромагнітні кристалізатори*.

Кристалізатори ковзання

Кристалізатори ковзання відкриті з обох торцевих боків, і злиток у них переміщується під дією власної ваги або тягнучим зусиллям, створюваним піддоном.

Кристалізатор ковзання (рис. 3.1) складається з двох основних частин: корпусу і гільзи.

Корпус кристалізатора може бути виготовлений з будь-якого матеріалу, що має достатню міцність. Найбільш поширені гільзи і корпуси, виготовлені з алюмінієвих сплавів типу Д1 і АК6.

Внутрішня поверхня гільзи, що стикається зі злитком, повинна бути полірованою.

Піддони, що закривають кристалізатор на початку лиття, виготовляють зі сплавів Д1 і АК6. Діаметр піддона, щоб уникнути його заклинювання при розі-

гріві на початку лиття, повинен бути меншим, ніж діаметр внутрішнього діаметра кристалізатора, на 1,0...1,5%.

Для нормального режиму початку лиття необхідна правильна установка кристалізатора і піддона на ливарній машині, а також змащення гільз до початку лиття, наприклад, мастилом «Вапор-Т».

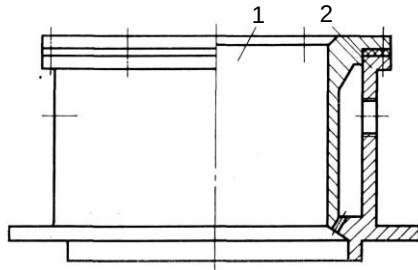


Рис. 3.1. Схема кристалізатора:
1 – гільза; 2 – корпус

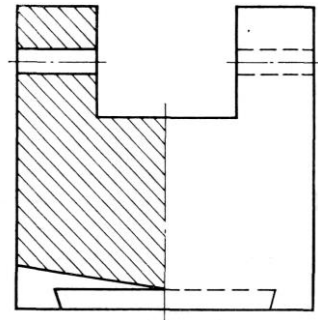


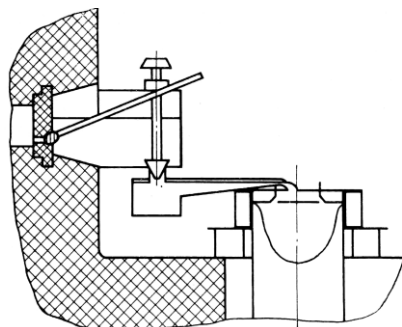
Рис. 3.2. Схема піддона

Охолодження кристалізатора та злитка виконується, як правило, водою.

Подача металу з міксера в кристалізатор. Ливарне оснащення

Найбільш розповсюджений випуск металу з міксера через льотки із шамоту. Льотку закривають сталевим ломиком, кінець якого обмотаний шнуровим азбестом. Ломиком же регулюють витрату металу. Це ручне регулювання. Автоматична подача дає кращі результати.

Правильно організована подача металу показана на рис.3.8.



а



б

Рис. 3.8. Схема розливу металу (а) та загальний вигляд відлитої стовпів (б)

При литті декількох злитків через одну льотку метал із жолоба спочатку попадає в розподільну коробку (рис.3.10), а потім у кристалізатори.

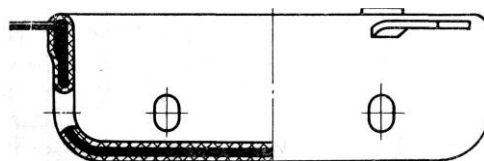


Рис. 3.10. Схема розподільної коробки

Електромагнітні кристалізатори

(принцип – вихрові токи Фуко при використанні перемінного струму)

Основні переваги методу лиття в електромагнітний кристалізатор (ЕМК) полягають у відсутності фізичного контакту на будь-якій стадії процесу між формоутворювачем та злитком і в інтенсивному охолодженні поверхні злитка. Відсутність контакту і подача охолоджувального середовища безпосередньо на поверхню злитка виключають утворення ліквідаційних напливів, а наявність стовпа рідкої фази над злитком, що кристалізується, запобігає утворенню незлитин.

Структура злитків, особливо їхня периферійна область, характеризується досить високою однорідністю хімічного складу, тонкою кристалічною будовою, високими механічними властивостями і підвищеною технологічною пластичністю. Хімічна неоднорідність з'являється лише в поверхневому шарі, на глибині не більше декількох часток міліметра. Менш значний вплив умов лиття в ЕМК на структуру і властивості центральної зони злитка.

До переваг нового методу лиття, що впливає з особливостей процесу, варто також віднести можливість **підвищення швидкості лиття на 10...30%, зменшення витрати охолоджувальної води в півтора-два рази, поліпшення умов праці**. Високі техніко-економічні показники досягнуті при литті злитків з алюмінієвих сплавів у ЕМК насамперед за рахунок **усунення наступної механічної обробки злитків**.

Сортамент злитків

У серійному виробництві найчастіше відливають плоскі злитки і круглі діаметром від 300 до 600 мм. Злитки діаметром менше 250 мм відливати в ЕМК недоцільно, тому що при литті дрібних злитків у кристалізатор ковзання якості їхньої поверхні цілком дозволяє пресувати такі злитки без обточування поверхні. Плоскі злитки відливають у ЕМК зазвичай прямокутного перетину або з округленою гранню.

Круглі злитки відливають зі сплавів АМг6, Д1, Д16, Д31, АК6, АК8/АК4, АК4-1, АВ діаметром від 160 до 650 мм, але, як уже було зазначено, **найбільш економічно вигідно відливати злитки діаметром 300...600 мм**.

Електромагнітні кристалізатори

Електромагнітний кристалізатор (рис.3.11) складається з трьох основних елементів: індуктора 2, електромагнітного екрана 3 і кільцевого охолоджувача 1.

Види браку при литті злитків

При порушенні режимів лиття, а також у тому випадку, якщо режими лиття недостатньо відпрацьовані, злитки можуть вийти з різними дефектами.

Тріщини в злитках утворюються при порушенні встановленої швидкості і температури лиття, при нерівномірному охолодженні по периметру злитка або через неправильний розподіл металу в кристалізаторі. Тріщини при литті ряду

сплавів можуть також утворюватися при відхиленні від оптимального хімічного складу сплаву.

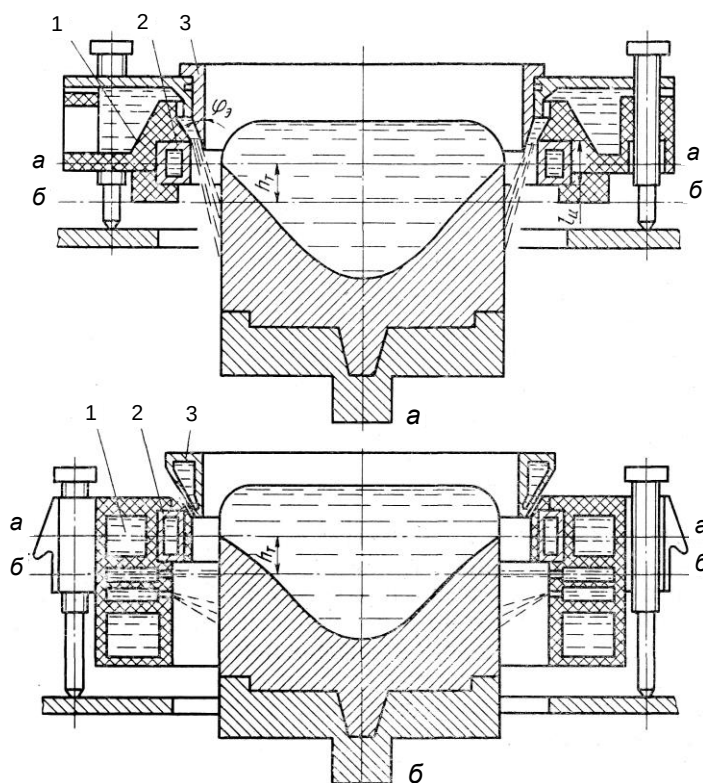


Рис. 3.11. Електромагнітний кристалізатор з подачею води під гострим (а) і прямим (б) кутом до поверхні злитка

Незлитини – поверхневий дефект злитка, викликаний частковим затвердінням відкритої поверхні злитка. Для ряду сплавів і різних розмірів злитків, при виливанні яких змушені застосовувати низькі швидкості лиття через можливу появу тріщин, утворення незлитин неминуче. Незлитини утворюються при таких порушеннях режимів лиття: мінливості рівня розплаву в кристалізаторі, неправильній установці розподільної коробки, низькій температурі лиття.

Найбільш дієві засоби боротьби з незлитинами – підвищення швидкості лиття для сплавів із досить хорошими ливарними властивостями і застосування кристалізаторів з конусністю у верхній частині гільзи в тих випадках, коли збільшення швидкості лиття неможливе через утворення тріщин.

Незлитини можуть бути усунені завдяки обточуванню заготовок перед їхнім деформуванням, однак це веде до значного (5...10%) зниження виходу придатного.

Ліквацийні напливи – дефект теж поверхневий; викликається порушенням таких режимів лиття: швидкості, температури і розподілу розплаву в кристалізаторі. При завищеній швидкості лиття на поверхні злитка не встигає утворюватися досить міцна скоринка, і легкоплавкі складові видавлюються по міждендритних каналах на поверхню злитка. Висока температура лиття призводить до такого ж явища.

Пори – дефект внутрішньої структури злитка. Пористість утворюється при високій газонасиченості розплаву, що може бути викликане його перегрівом, застосуванням рафінуючих реагентів, що утримують вологу, а також при вико-

ристанні непросушеного ливарного оснащення. Пористість сильніше розвивається у великих злитках і при литті злитків, що мають широкий температурний інтервал кристалізації.

Пори призводять до утворення в напівфабрикатах дефектів типу “штрихів” (нашарувань).

У ливниковій частині злитка внаслідок недостатнього його живлення розплавом після припинення лиття утворюється усадочна пористість, яка видаляється за рахунок обрізання ливникової частини злитка.

Тверді неметалеві включення є наслідком недостатньої чистоти вихідних матеріалів, поганого рафінування розплаву або порушення оксидної плівки в процесі подачі розплаву з міксера в кристалізатор.

Найбільш ефективний спосіб боротьби з неметалевими включеннями – фільтрація розплаву. Ефективність фільтрації зростає в міру наближення фільтра до злитка. Найкращий ефект дає установка фільтра безпосередньо в розподільній коробці. Широке застосування одержали сітчасті фільтри зі склотканини.

Інтерметалеві включення виникають у сплавах, легованих такими тугоплавкими компонентами, як титан, цирконій, хром, залізо, нікель, марганець, ванадій. Інтерметалеві сполуки можуть утворюватися у процесі лиття при низькій температурі розплаву.

До способів боротьби з інтерметалевими включеннями відносяться корегування складу сплаву і підвищення температури лиття. Необхідно також забезпечувати повне розчинення компонента у сплаві, що досягається при використанні лігатур з низьким вмістом компонентів, що погано розчиняються.

Брак за розмірами може виникнути через помилки виконавців при литті і обробці злитків. Такі дефекти, як незлитини і ліквацийні напливи, можуть також вивести злитки з установлених допусків.

Велике значення для усунення цього браку має справність і надійність роботи устаткування і вимірювальних приладів, тобто надійність контролю довжини злитків, що відливаються, довжини заготовок при різанні, правильне центрування злитків при обточуванні і перпендикулярність різача щодо осі злитка.

Загальна технологічна схема виготовлення профільно-пресованих виробів з алюмінієвих сплавів

Технологія виготовлення профілів з алюмінієвих сплавів складається з таких основних операцій:

1. Транспортування алюмінієвих чушок та лігатури зі складу до плавильної печі;
2. Шихтування, плавлення та лиття циліндричних відливків (стовпів) ;
3. Охолодження стовпів;
4. Переміщення стовпів до печі термічної обробки (500...550°C);
5. Термічна обробка – гомогенізаційне відпалювання злитків;
6. Розрізування стовпів на заготовки (шашки);
7. Підготовку пресового устаткування до роботи;
8. Підготовку технологічного інструмента до роботи (контейнер, прес-шайби, матрицетримачі, матриці, підкладки, опорні кільця, ножі видалення прес-залишка);
9. Нагрівання пресового інструменту (400...450°C);
10. Завантаження і нагрівання злитків у газовій печі (450...520°C);
11. Переміщення заготовок до пресу. Гаряче пресування профілів;
12. Правка профілю на розтяжній машині;
13. Охолодження профілів та розрізування їх на потрібну довжину;
14. Укладка профілю в корзини;
15. Переміщення профілів до печі старіння. Старіння профілів (як ТВО для бетону);
16. Переміщення до цеху захисних покриттів (гальванічного, полімерного чи лакофарбового);
17. Контроль;
18. Склад готової продукції.

ПІДГОТОВКА ЗЛИТКІВ ДО ПРЕСУВАННЯ

Злитки виготовляють або наповнювальним литтям у виливниці, або напів-безперервним литтям через кристалізатори. Останній спосіб одержав найбільше поширення, тому що забезпечує кращу якість поверхні.

Злитки для пресування надходять з ливарного цеху, де проходять первинну обробку, яка полягає :

- у термічній гомогенізації заготовок при температурі 500...520°C з охолодженням та витримуванням протягом 6...24 год. (для однорідної дрібнокристалічної структури);
- в нарізанні стовпів на шашки-заготовки;
- в обточуванні при необхідності поверхні заготовок на токарних станках або гарячому скальпуванні;

Нагрівання злитків перед пресуванням

Заготовки перед пресуванням на заводах нагрівають у газових методичних печах, камерних і прохідних електропечах опору і в індукційних печах промислової частоти до температури **450...520°C**.

При нагріванні заготовок треба стежити за тим, щоб температура не перевищувала встановленого інтервалу. *Заготовки з алюмінієвих сплавів, що нагріті до температури, яка перевищує гранично допустиму, є остаточним браком і відправляються на переплавляння!!!* (змінюється кристалічна структура)

Для нагрівання під пресування заготовок з алюмінієвих сплавів найчастіше застосовують два типи печей:

- індукційні трифазні печі промислової частоти
- і електричні печі опору з повітряною циркуляцією.

Пресове обладнання (контейнер) також попередньо розігріваються до температури приблизно на **50...70°C** нижчої, ніж температура заготовки (**400...450°C**).

Методи пресування

Кількість способів пресування на сьогодні надзвичайно велика.

При максимальному спрощенні можна виділити такі основні методи:

- пряме пресування;
- зворотне пресування;
- суміщене пресування (комбіноване);
- поперечно-бокове пресування;

Всі інші є комбінаціями вищеназаних методів з накладенням на них різних додаткових технологічних прийомів.

Гідравлічне обладнання для пресування

Преси за *призначенням і конструктивним виконанням* розділяються на:

- прутково-профільні (без порожнин)
- трубно-профільні (з порожниною).

За *розташуванням*, на:

- вертикальні;
- горизонтальні.

За *методом пресування* преси розділяються на

- преси для прямого пресування;
- зворотного пресування.

Не зважаючи, на те, що вертикальні преси мають ряд переваг над горизонтальними, останні одержали більше розповсюдження через їх більшу продуктивність, простоту обслуговування та автоматизації, можливість пресування більш довгих виробів і більшого поперечного перерізу виробів.

Конструкція пресового інструмента

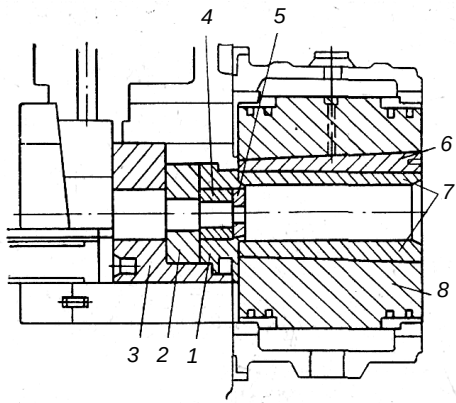


Рис. 3.53. Інструмент для типового горизонтального гідралічного преса при пресуванні профілів:

1 – матрицетримач; 2 – натискна плита; 3 – інструментотримач; 4 – опорне кільце; 5 – матриця; 6 – проміжна втулка; 7 – внутрішня втулка; 8 – контейнер;

Контейнер

Контейнер преса разом із вбудованими в нього втулками **служить приймачем злитка**, нагрітого до температури пресування.

Він **сприймає під час пресування весь тиск**, необхідний для деформації злитка. Періодичне інтенсивне нагрівання, високі питомі тиски (робочі напруження), а також тертя сильно нагрітого металу об стінки внутрішньої втулки контейнера з наступним повітряним охолодженням, створюваним рухом потоків холодного повітря через отвори контейнера, викликають термічні перенапруження матеріалу внутрішньої втулки і вихід її з ладу внаслідок розтріскування поверхневого шару (явище розпалу).

Матриця

При пресуванні **матриця тривалий час безпосередньо контактує із сильно нагрітим злитком**. Великі питомі тиски при витіканні металу через матрицю, стирання її поверхні при мінімальних можливостях змащення і охолодження, що відбувається тільки в результаті потоків повітря, що йде через отвір контейнера або в момент перебування її поза горловиною преса – усе це визначає **визначено тяжкі умови роботи матеріалу**, з якого повинна бути виготовлена матриця.

Основні типи матриці

Конструкції матриць надзвичайно різноманітні і залежать від ряду умов, які повинні враховуватися при їхньому проектуванні.

Від правильного вибору **кута обтискового конуса, розмірів пояска і навіть радіусів заокруглення** залежить правильна робота матриці і одержання заданих розмірів виробу.

Конструктивно розрізняють матриці таких типів:

- конічні;
- плоскі;
- плоско-конічні;
- радіальні,
- язичкові;
- складені;
- комбіновані.

При пресуванні алюмінієвих сплавів звичайно застосовують плоскі матриці, без обтискного конуса.

Також не мають обтискного конуса і матриці для пресування профілів усіх сплавів. Різновидом основних типів матриць є плоско-конічні і радіальні матриці з частково обтискним конусом. Розміри калібрувального пояса, кута обтискного конуса і радіуса заокруглення для різних сплавів різні.

Матриці для профілів

При проектуванні профільних матриць необхідно враховувати такі фактори:

- кількість профілів (число вічок), що одночасно пресуються і їхнє розташування на матриці;
- необхідність гальмування елементів профілю (при різній товщині);
- рівномірність швидкості витікання металу по всьому перетині вічка;
- питомий тиск на матрицю і можливість її прогину;
- термічну усадку перетину, що пресується.

При пресуванні профілів, особливо на великих пресах, необхідно враховувати нерівномірність швидкості витікання металу по перетину контейнера. Тому при розміщенні профілів на матриці потрібно широкі частини профілю розміщати ближче до краю матриці, а вузькі – до центра (рис. 3.55, *а*). Крім того, вирівнювання швидкості витікання досягається завдяки різній ширині калібрувального пояса, а також зміні кута нахилу пояса в широкій частині (рис. 3.55, *б*).

Голка

Голка служить для прошивання отвору в злитку і утворення отвору в трубі або профілі, що пресується. При пресуванні вона піддається високим механічним і термічним навантаженням.

Прес-шайба

Прес-шайба охороняє шплінтон від безпосереднього контакту з нагрітим злитком, розвантажуючи його від термічних впливів. Вона періодично відчуває тільки однобічне сильне нагрівання від злитка при великих питомих тисках, що виникають при пресуванні.

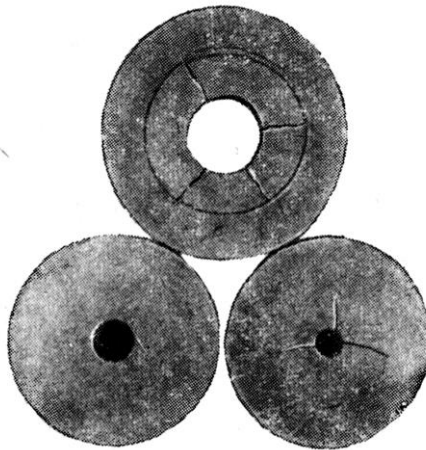


Рис. 3.59. Зовнішній вигляд зношених прес-шайб

Шплінтон

Шплінтон передає основний тиск від головного плунжера преса на виріб, що пресується. Навантаження, передане шплінтоном, спрямоване уздовж його осі і викликає у ньому напруження стиску, а при великій довжині шплінтона можливий його поздовжній вигин.

Матрицетримач

Щоб закрити отвір втулки контейнера і утримати матрицю, в рухому голову преса кріплять матрицетримач, конструкція якого залежить від типу преса.

Допоміжний інструмент

Для відділення прес-залишку на вертикальних пресах використовують два типи інструменту. У пресах старої конструкції цю операцію проводять за допомогою вирубного пуансона-відтинача, що закріплюється в спеціальному утримувачі (державці). На сучасних вертикальних пресах виріб від залишку і залишок від матриці відокремлюються механічно. Перша операція виконується горизонтальним висуванням опори матриці, що одночасно прорізає трубу або профіль.

Потім матриця проштовхується разом із відходом, падає на похилу площину і попадає на елеватор, що піднімає її до невеликого преса, який знаходиться поруч, де звичайний відтинач відокремлює прес-залишок від матриці. У цьому випадку працюють зі змінними матрицями.

Технологія пресування алюмінію та його сплавів

Будівельні профілі з алюмінієвих сплавів одержують методом пресування – шляхом механічного продавлювання заготовки, нагрітої до потрібної температури, через матрицю з заданим перетином. У сучасній термінології, уживаній закордонними виробниками, за аналогією з ПВХ застосовується таке поняття як "екструзія". Оскільки алюмінієві сплави, які використовуються для виробництва профілів, дуже пластичні, метод пресування (екструзії) дозволяє одержувати профілі складного перетину.

Для прикладу [самостійно](#) розглянути процес виготовлення профілів на Броварському заводі алюмінієвих будівельних конструкцій.

ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

Захист металів від корозії. Найбільш розповсюдженим методом захисту металів від корозії є нанесення на їхню поверхню покриттів. Захисні покриття можна підрозділити на такі групи:

- органічні (лакофарбові);
- металеві (гальванічні);
- неорганічні неметалічні (окисні, фосфатні й ін.).

З усіх видів захисних покриттів найпоширеніші лакофарбові.

Види лакофарбових матеріалів (*опрацювати студентам самостійно*)

У будівельній індустрії застосовують всі основні види лакофарбових матеріалів:

- лаки,
- ґрунтовки,
- шпаклівки,
- фарби і емалі.

Плівкоутворювальні речовини

Це, в основному, полімерні продукти.

Полімерні з'єднання за походженням поділяють на *природні* і *синтетичні*.

Природними полімерами є целюлоза, що входить до складу деревини, бавовни й інших рослин, натуральний каучук, білки, що входять до складу живих організмів, тощо.

Синтетичні полімери одержують хімічним шляхом методами полімеризації і поліконденсації.

Розчинники і розріджувачі

Розрізняють *активні розчинники* і *розріджувачі*.

Активні розчинники здатні розчиняти дану плівкоутворювальну речовину, а розріджувачі її не розчиняють, але в суміші з активними розчинниками сприяють зменшенню в'язкості лакофарбових матеріалів.

Пластифікатори

Це малолеткі рідкі органічні речовини, що вводяться до складу лакофарбових матеріалів на основі полімеризаційних смол (перхлорвінілових, акрилових і ін.) і ефірів целюлози для підвищення еластичності покриття.

Отверджувачі

Це хімічні сполуки, що вводяться до складу деяких лакофарбових матеріалів (епоксидних, уретанових і ін.) для їх отвердіння.

Пігменти і наповнювачі

Пігментами називають кольорові порошкоподібні речовини, що не розчиняються в органічних розчинниках і здатні утворювати з плівкоутворювальними речовинами захисні, декоративні або декоративно-захисні покриття. Розрізняють неорганічні й органічні пігменти. Як пігменти використовують також деякі металеві порошки. Пігменти надають лакофарбовому покриттю колір і покриттєвість.

Сикативи

Вони являють собою речовини, отримані в результаті взаємодії важких металів і органічних кислот, їх застосовують для прискорення процесу висихання рослинних олій і лакофарбових матеріалів, що містять ці олії.

ТЕХНОЛОГІЯ НАНЕСЕННЯ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ

Складається з таких основних операцій:

- підготовка поверхні;
- нанесення покриття;
- сушіння.

Підготовка поверхні до нанесення покриттів

У промисловості для підготовки поверхні перед фарбуванням застосовують такі методи:

- механічний (*ручним і механізованим інструментом, піскоструминний, дробоструминний, дробометний, гідроабразивний та ін.*);
- хімічний (*травлення в кислотах, знежирення у водних лужних розчинах, емульсійне знежирення, знежирення органічними розчинниками*);
- ультразвуковий та інші методи.

Оксидування металів

Анодне окислювання

Усі лакофарбові матеріали мають погану або обмежену адгезію до алюмінієвих сплавів, особливо в умовах підвищеної вологості. Для поліпшення адгезії і підвищення захисних властивостей лакофарбових покриттів алюмінієві сплави піддають анодному окислюванню.

Анодним окислюванням, або анодуванням, називають процес електрохімічної обробки алюмінію і його сплавів в електроліті для одержання на поверхні оксидної (анодної) плівки. Як електроліти найчастіше застосовують сірчану кислоту, рідше хромову і щавлеву кислоти.

Хімічне оксидування

Спосіб хімічного оксидування або хроматування алюмінію і його сплавів знаходить широке застосування. Покриття, які утворюються на поверхні металу, сприяють значному підвищенню адгезії лакофарбових матеріалів.

Перевагами цього способу в порівнянні з анодуванням є простота, економічність і мала тривалість процесу.

Покриття, одержувані хімічним оксидуванням, використовують не тільки як підшар для лакофарбових покриттів, але і для тимчасового захисту деталей, наприклад, при їх зберіганні в умовах цеху або опалювального складу. Однак захисні властивості і стійкість до зношування цих покриттів значно гірші, ніж у покриттів, отриманих при анодуванні.

Методи нанесення рідких лакофарбових матеріалів

- Пневматичний (повітряний) метод;
- Фарбування зануренням;
- Фарбування методом струминного обливу;
- Фарбування в електричному полі високої напруги;
- Фарбування методом електроосадження;

Лакофарбові матеріали наносять різними методами, однак основним є пневматичний (повітряний) метод розпилення. Цим методом наносять приблизно 70% лакофарбових матеріалів, він дозволяє наносити на поверхню рівномірні шари ґрунтовки, лаку й емалі, у тому числі дуже рідких або швидковисихаючих, робити фарбування по недосушених ґрунтовках або шару фарби, який ще має “прилипання”. Цим високопродуктивним способом можна одержувати високоякісні покриття на великих поверхнях.

До недоліків методу пневматичного розпилення відносять утворення барвистого туману, що погіршує санітарно-гігієнічні умови праці, необхідність інтенсивного відсмоктування забрудненого повітря; великі втрати лакофарбового матеріалу (30...60%) залежно від розмірів і конфігурації деталей, підвищена витрата розчинників, використовуваних для доведення лакофарбових матеріалів до робочої в'язкості

Повітряне розпилення лакофарбових матеріалів здійснюють фарборозпилювальними установками.

Сушіння лакофарбових покриттів

Види сушіння

Нанесені на поверхню лакофарбові матеріали сушать:

- при нормальній температурі (природне сушіння);
- при підвищеній температурі (штучне сушіння).

Порошкові лакофарбові матеріали і методи їх нанесення

Покриття утворюються в результаті сплавлення часток порошкових полімерних матеріалів під дією підвищеної температури у монолітну плівку, зчеплену з поверхнею, на яку вона нанесена.

Нанесення порошкової фарби за сучасною технологією обходиться в 5...10 разів дешевше, ніж раніше. Тому у світі “суха” фарба поступово витісняє “рідку”.

Цей метод має такі переваги перед іншими методами одержання покриттів на основі лакофарбових матеріалів:

- відпадає необхідність у застосуванні органічних розчинників, що значно поліпшує санітарно-гігієнічні умови праці;
- заощаджується час на фарбуванні: поверхня металу попередньо не ґрунтується, фарба наноситься тільки в один шар, і шар цей не має потреби в повітряному сушінні; повний цикл фарбування займає від півгодини до двох годин;
- при фарбуванні втрати порошку не перевищують 2...4% (фарба, що не потрапила на деталь, повертається в бункер і використовується повторно); технологічні втрати рідких фарб можуть досягати 40...50%;
- для одержання покриттів можна використовувати погано розчинні або нерозчинні смоли (полімери) і одержувати з них покриття з поліпшеними фізико-механічними властивостями;
- технічні характеристики, а також термін служби порошкових покриттів на порядок вищі в порівнянні з традиційними.

Основним недоліком порошкової технології можна вважати температуру, при якій оплавляється порошок, – 150...220°C. При такій високій температурі неможливо фарбувати пластикові або дерев'яні вироби.

Технологічний ланцюжок фарбування виробів порошковими фарбами умовно можна розділити на такі етапи:

- підготовка виробів до фарбування (підготовка поверхні);
- напилювання порошку на деталь у камері напилювання;
- оплавлення і полімеризація порошкового покриття в печі (150...220°C).

Способів напилювання (нанесення) порошку досить багато. Це:

- Метод нанесення в псевдорідинному шарі.
- Вібраційний метод.
- Вібровихровий метод.
- Нанесення порошкових матеріалів в електричному полі (за допомогою пневморозпилювача, в іонізованому псевдорідинному шарі, в хмарі заряджених часток).
- Газо-полум'яне напилювання
- Теплопроменеве напилювання
- Струминний метод нанесення порошків

Гальванічні захисні покриття

Металеві покриття осаджують на поверхню металів і неметалів, неметалічні покриття – тільки на металеву основу.

За своїм призначенням покриття поділяються на:

- захисні;
- захисно-декоративні;
- функціональні.

Захисні покриття осаджують з метою запобігання поверхні деталей від корозії.

Захисно-декоративні покриття не тільки забезпечують захист від корозії, але і надають поверхні декоративний зовнішній вигляд.

Функціональні покриття призначені для надання поверхні деталей спеціальних властивостей (електропровідності, паяльності, твердості, зносостійкості тощо), для відновлення зношених ділянок деталей, захисту від науглецювання, азотування та ін.

За характером захисту металеві покриття підрозділяють на:

- анодні;
- катодні.

Анодні покриття захищають металеву поверхню електрохімічно, тому що електродний потенціал металу-покриття більш електронегативний, ніж електродний потенціал металу-основи. Наприклад, цинкові покриття є анодними відносно сталі.

Катодні покриття забезпечують захист механічно, цілком ізолюючи поверхню, яку треба захистити, від корозійного середовища. Наприклад, до катодних покриттів відносяться мідні покриття, нанесені на сталь, або срібні – на міді і її сплавах. Електрохімічний захист такі покриття забезпечити не можуть, тому що електродний потенціал металу-покриття більш електропозитивний, ніж потенціал металу-основи.

Підготовка деталей під гальванічне покриття

Тут теж присутні механічна, хімічна, фізико-хімічна обробка поверхні металу, знежирення, які докладно наведені вище в п. 4.3.1. – Підготовка поверхні до нанесення покриттів.

Оксидні покриття на алюмінії

Найбільш розповсюдженими методами захисту алюмінію і його сплавів від корозії є:

- електрохімічне оксидування (анодування);
- хімічне оксидування;
- електрохімічне покриття;
- плакування тонким шаром чистого алюмінію.

З наведених методів найпоширенішим є анодування алюмінію і його сплавів у розчинах кислот.

Анодним оксидуванням (анодуванням) алюмінію і його сплавів називається одержання на поверхні металу оксидних плівок під дією електричного струму. Анодні плівки залежно від їхнього подальшого використання поділяються на три групи:

1. Тонкі бар'єрні плівки з товщиною 0,1...1 мкм. Вони формуються в електродолітах, що не розчиняють оксид, і знаходять застосування при виготовленні електроізоляційних матеріалів;
 2. Анодні оксидні плівки (АОП) середньої товщини 1...50 мкм. Використовуються головним чином при захисті алюмінію і його сплавів від корозії і при декоративній обробці виробів різного призначення;
 3. Товсті анодні оксидні плівки 50...300 мкм. Товстошарове анодування застосовується для захисту поверхні від зносу і стирання, тепло- і електроізоляції.
-

СВІТЛОПРОЗОРИ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЄВИХ ПРОФІЛЬНИХ СИСТЕМ

Світлопрозорі огороджувальні конструкції призначені для забезпечення необхідної природної освітленості приміщень і можливості візуального контакту з навколишнім середовищем. До основних світлопрозорих огороджувальних конструкцій цивільних будівель відносяться:

- вікна і засклені двері (вхідні і балконні);
- вітражі і вітрини;
- засклені стіни фасадів;
- елементи засклення дахів (ліхтарі і похилі засклені поверхні);
- огородження зимових садів, торговельних павільйонів, соляріїв тощо.

За конструктивною схемою світлопрозорі конструкції поділяються на віконні і вітражні.

Віконні конструкції призначені для засклення типових або нестандартних невеликих проїмів у стінах, а засклення виконує в них тільки огороджувальну функцію.

Вітражні конструкції, крім виконання огороджувальних функцій, є також елементом несучих або самонесучих конструкцій, і призначені для засклення вертикальних і похилих поверхонь великої площі. До вітражних конструкцій відносяться стіни фасадів, зимових садів, торговельних павільйонів тощо.

За типом відкривання вікна поділяються на :

- поворотні,
- поворотно-відкидні,
- відкидні,
- розпашні,
- розсувні
- глухі;

За конструкцію вікна поділяються на :

- одинарні,
- спарені,
- роздільні
- роздільно-спарені.

Стандартна конструкція віконного блоку включає :

- стаціонарну контурну обв'язку – коробку (у ряді джерел – раму);
- рухливо закріплені на ній елементи – стулки, які відкриваються;
- елементи засклення (звичайно у вигляді склопакету);
- фурнітуру.

Залежно від площі пройому і діючого вітрового навантаження, у конструкцію коробки (рами) для забезпечення жорсткості вводять проміжні вертикальні елементи – *імпости* і горизонтальні – *поперечки*. Додатково у віконному блоці можуть бути встановлені пристрої для вентиляції і різні захисні екрани.

Під системою віконних профілів будемо розуміти сукупність профілів різного призначення, що поділяються на основні і додаткові, які випускаються тим чи іншим виробником.

Віконно-дверні системи

Конструктивні рішення віконно-дверних профілів з алюмінію

Системи алюмінієвих віконно-дверних профілів утворюються тонкостінними профілями, геометрія яких визначається функціональним призначенням системи і її профілі можуть виконуватися одно- і багатокамерними.

При цьому висока теплопровідність алюмінію визначає поділ профілів за теплотехнічними характеристиками на дві основні групи: “*холодний профіль*”, застосовуваний при виготовленні вікон і дверей для неопалюваних об'єктів, при закладенні вітрин і балконів, у конструкціях внутрішніх перегородок і дверей (рис. 5.3) і “*теплі профіль*” для вікон і закладених дверей опалювальних приміщень (рис. 5.4).

Теплий профіль відрізняється від холодного наявністю *термоізолюючої вставки* (у деяких джерелах – “*термовставка*” або “*термоміст*”), що розділяє зовнішню і внутрішню частини профілю. Через таку будову теплий профіль називають іноді “*комбінованим профілем*”. У найбільш розповсюджені варіанті термовставка являє собою дві ізолюючі планки з армованого скловолокном поліаміду

За рахунок поліамідних вставок здійснюється розрив горизонтальних стінок профілю, через які тепло втрачається внаслідок високої теплопровідності алюмінію. Армований скловолокном поліамід, що має в 150 разів менший коефіцієнт теплопровідності, виключає можливість промерзання профілю по горизонтальних стінках. Разом з тим, армований поліамід, що відноситься до композитних матеріалів, не поступається алюмінієві за міцнісними характеристиками і забезпечує спільну роботу внутрішнього і зовнішнього профілю при сприйнятті горизонтальних вітрових навантажень.

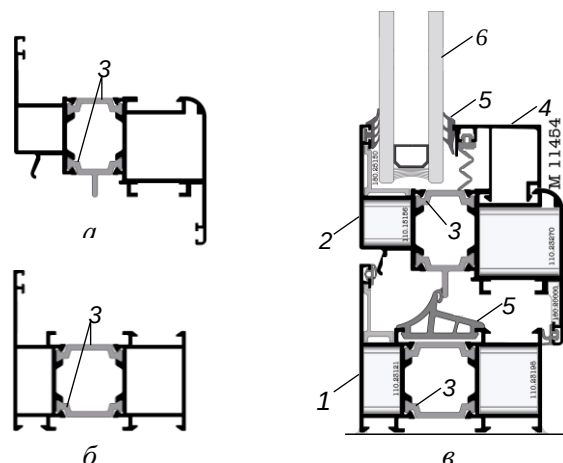


Рис. 5.4. Приклад типової конструкції алюмінієвих профілів з термовставками :

а – профіль стулки; *б* – профіль коробки;
в – коробка і стулка
 1 – коробка; 2 – стулка; 3 – поліамідні вставки;
 4 – штапик; 5 – ущільнювачі; 6 – склопакет

Слід зазначити, що, незважаючи на застосування ізолюючих вставок, термічний опір профілів з алюмінію залишається дещо нижчим у порівнянні з віконними профілями з інших матеріалів. Так, наведений термічний опір найбільш розповсюджених ПВХ-профілів залежно від кількості камер коливається в межах 0,5...0,7 (м²·С)/Вт, а в більшості теплих алюмінієвих профілів змінюється в середньому від 0,35 до 0,5 (м²·С)/Вт.

Можна підвищити теплозахисні характеристики алюмінієвих профілів, що досягаються:

- зниженням інтенсивності теплообміну у внутрішній камері за рахунок заповнення простору між вставками спіненим поліуретаном, що має низький коефіцієнт теплопровідності – $\lambda = 0,04...0,05$ Вт/м²С (рис.5.5, *а*);
- за рахунок наявності єдиної комбінованої термовставки з проміжними подовжніми стінками (рис. 5.5, *б*).

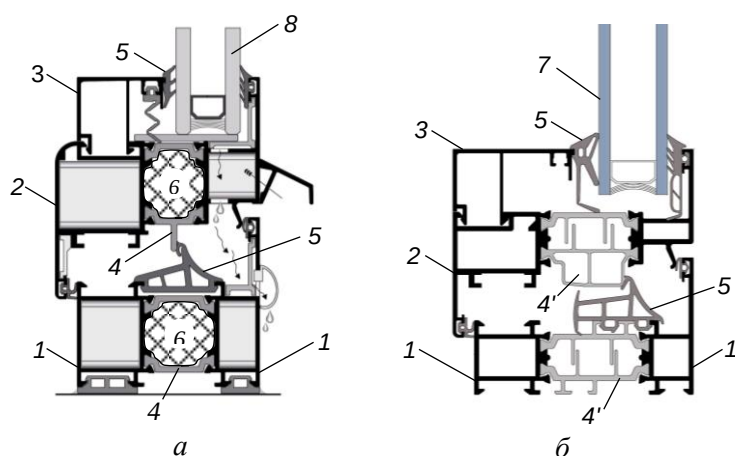


Рис. 5.5. Приклад алюмінієвих профілів з підвищеними теплозахисними характеристиками:

а – із заповненням простору між термовставками спіненим поліуретаном; *б* – із багатокамерною термовставкою:

1 – профіль коробки; 2 – профіль стулки; 3 – штапики; 4 – термовставка; 4' – багатокамерна термовставка; 5 – ущільнювачі; 6 – заповнення поліуретаном; 7 – склопакет

В результаті цих заходів для алюмінієвого профілю гарантовано досягається значення опору не менше 0,5 (м²·С)/Вт, що лише в 1,2...1,3 рази гірше, ніж відповідна характеристика дерев'яних профілів і практично однакове з ПВХ.

Комбіновані дерево-алюмінієві вікна. На сьогоднішній день дерево-алюмінієві вікна є найбільш перспективною конструкцією для виготовлення вікон найвищої якості. Основна ідея проста – захистити ззовні алюмінієм дерев'яне вікно. Така конструкція дозволяє поєднати довговічність алюмінію і природне тепло деревини. Внутрішній сторона вікна має хороші теплоізоляційні властивості і виконана з екологічного дерева, яке гармонує з будь-якими деталями інтер'єра. Зовнішній алюмінієвий профіль забезпечує відмінну стійкість до атмосферних впливів. Існують два види дерево-алюмінієвих конструкцій. Перший, коли основною (несучою) частиною є дерево (рис. 5.22), і другий, коли дерево служить лише для облицювання алюмінієвої рами (рис. 5.23). Система, зображена на рис. 5.23, є однією з останніх розробок науково-дослідного центру компанії Alumil Milonas S.A – алюмінієво-дерев'яною системою M23000 Forestal.

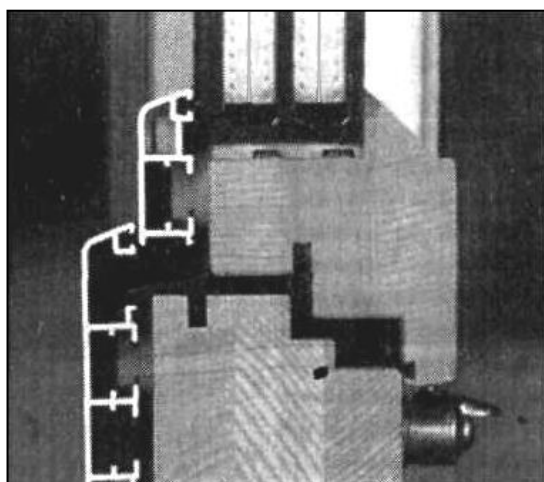


Рис. 5.22. Переріз дерево-алюмінієвих вікон

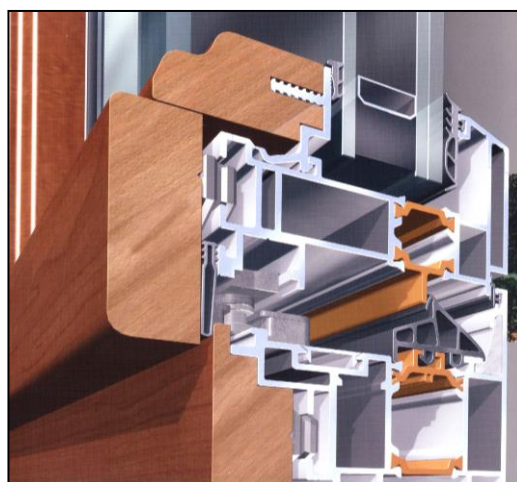


Рис. 5.23. Алюмінієво-дерев'яна система M23000 Forestal

ДОДАТКОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ВІКОННИХ СИСТЕМ

Рольставні, ставні, жалюзі

Під загальним терміном “*ставні*” будемо розуміти глухі, непрозорі екрани, які тимчасово закривають вікна. Основне призначення ставень – захист від теплового сонячного випромінювання. Закриті ставні практично цілком захищають приміщення від денного світла, забруднення, заглядання у приміщення з боку вулиці, що створює відчуття психологічної захищеності. Крім того, при закритих ставнях істотно підвищується тепло- і шумозахист.

За конструкцією відкривання ставні можна поділити на *розпашні (двійчасті) ставні, рольставні і жалюзі*.

Рольставні (рис. 5.24, а) складаються з окремих горизонтальних пластинок – ламелей, висотою 50...70 мм, шарнірно з'єднаних між собою, і короба з валом, розташованого у верхній частині, на який “намотується” полотнина ставень, що складаються з ламелей. При цьому торці ламелей утримуються спеціальними напрямними.

Двійчасті ставні (рис. 5.24, б), складаються з двох стулок, які відкриваються як віконні, підвішені на поворотних завісах.

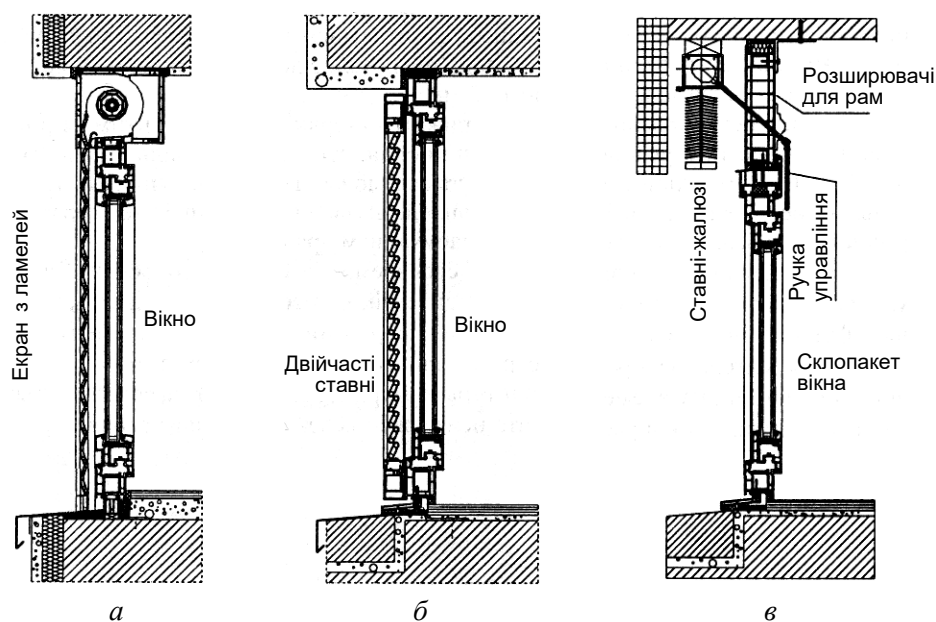


Рис. 5.24. Вікно з захисним екраном, встановлене в зовнішній стіні:

а – вікно з рольставнями; б – вікно з двійчастими ставнями; в – вікно з жалюзі

Жалюзі (рис. 5.24, в), що монтуються на сучасні віконні системи, розташовуються з зовнішнього боку віконного прорізу. Жалюзі складаються з окремих пластинок увігнутої форми, що можуть розсовуватися по усій висоті вікна. На відміну від рольставень, у цьому випадку не потрібно ставити додатковий короб над вікном. Крім того, на відміну від рольставень, де всі ламелі з'єднані один з одним, у жалюзі кожна пластина повертається і переміщується по вертикалі, незалежно від інших пластин. За рахунок цього за допомогою жалюзей

можна змінювати ступінь “закритості” вікна. При цьому жалюзі, у порівнянні з рольставнями, мають меншу герметичність та щільність, і, відповідно, більш низькі теплозахисні властивості.

Усі варіанти захисних екранів можуть бути виконані як із ПВХ, так і з алюмінію.

Найбільш розповсюдженим варіантом зовнішніх екранів, установлюваних на алюмінієві та ПВХ-вікна в даний час в Україні, є рольставні.

ФАСАДНІ СИСТЕМИ

За своїм конструктивним рішенням, технологією зведення і способом створення архітектурної композиції фасадні системи поділяються на стандартні, структурні і напівструктурні.

Стандартні фасади (рис. 5.33) характеризуються наявністю вираженого заелементного членування. Зовнішня площина навісних ригелів і стійок виходить за площину застібання, а колір і форма завершальних планок є важливим елементом архітектурної композиції.

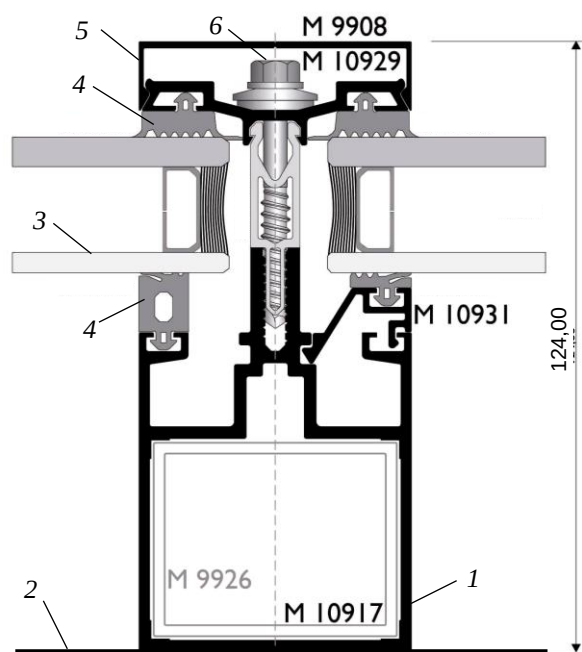


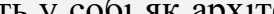
Рис. 5.33. Стандартна класична фасадна система з алюмінієвих профілів.

Горизонтальний розріз:

1 – стійка; 2 – ригель; 3 – склопакет; 4 – ущільнювачі; 5 – монтажна накладка; 6 – болт кріплення

На рис. 5.33 показане конструктивне рішення стандартного фасаду, виконаного з алюмінієвих профілів. Несуча стояково-ригельна система утворена стійками і поперечками, що з'єднуються за допомогою спеціального елемента. Навантаження від власної ваги застібання сприймаються опорним елементом, через який воно передається на ригель. Закріпні гвинти, установлювані з кроком біля 300 мм по горизонталі і вертикалі, вкручуються в нарізане в профілях стійок і ригелів різьблення, проходячи через кілька рядів теплоізолюючих поліамідних елементів. Кількість рядів ізолюючих перемичок при цьому визначається товщиною застібання.

1 – склопакет; 2 – структурний силіконовий клей; 3 – прокладка під склопакет; 4 – упорне страхувальне кріплення; 5 – еластична силіконова прокладка; 6 – ущільнювачі для заклення; 7 – алюмінієві профілі; 8 – центральне ущільнення; 9 – термовставки; 10 – несучий горизонтальний алюмінієвий ригель

Напівструктурні фасади (рис. 5.35) займають відповідно проміжну позицію і поєднують у собі як архітектурні, так і конст-


тивні риси стандартних і структурних фасадів. Напівструктурний фасад відрізняється наявністю видимих алюмінієвих кромek, що забезпечують захист крайових ділянок склопакету.

Поряд зі складністю конструкції, системи структурного і напівструктурного застосування мають і ряд безсумнівних переваг у порівнянні зі стандартними. Вони красивіші і виразніші з архітектурної точки зору, при цьому, на відміну від стандартних фасадів, не мають виражених «містків холоду», тому що метал практично не стикається з зовнішнім повітрям. У системах структурного застосування всі ділянки склопакету, включаючи його крайові зони, знаходяться в однакових умовах роботи по відношенню до температурних деформацій, що значно знижує ймовірність їхнього руйнування в процесі експлуатації. У порівнянні зі стандартними системами у структурних забезпечується ефективніший захист від атмосферних впливів, включаючи систему водовідведення. Важливою перевагою структурних фасадів є можливість монтажу застосування «зсередини», значно дешевшого у порівнянні з єдино можливим “зовнішнім” монтажем стандартних фасадів. Через можливість монтажу “зсередини” застосування такого типу більш придатне для застосування в будинках підвищеної поверховості.

* * *

Таким чином, основу будь-якої фасадної системи (як стандартної, так і структурної) складають стійки, як правило, коробчатого перетину, що закріплюються на несучих елементах будинку – стінах, перекриттях, колонах. На стійки від площини фасаду передається вітрове навантаження, а також навантаження від власної ваги застосування, яке сприймається горизонтальними ригелями профільної системи. При цьому конструкція застосування в цілому може бути розглянута як єдина оболонка, що навішується на несучі конструкції будинку.

Через таку побудову, характерну для усіх фасадних систем, їх ще називають *навісними (начіпними) фасадами*.

Зимові сади

Під сучасним поняттям “зимовий сад” будемо розуміти приміщення, утворене легкими світлопрозорими конструкціями стін і покрівлі, прибудоване до будинку, що займає площу на його верхніх поверхах або стоїть окремо.

Історія зимових садів бере початок від XV...XVII ст. ст. – можливість довгими зимовими вечорами слухати подих літа дуже приваблювала людей.

Зимові сади в наші дні – це дуже серйозна дизайнерська розробка, будівельна конструкція, що виготовляється за допомогою найновішого обладнання і матеріалів.

Приміщення зимового саду (рис.5.43) може використовуватися безпосередньо як оранжерея для вирощування продовж року теплолюбних рослин, а також для будь-яких інших функцій, передбачених у житловому або адміністративному будинку (приміщення для басейну, тренажерної зали, відпочинку, кафе, кімнати переговорів тощо). При цьому, незалежно від функціонального призначення, у таких приміщеннях забезпечується особливе, специфічне почуття зорового контакту з навколишнім середовищем, а міська забудова або прилеглий парк стають своєрідним елементом інтер'єру.

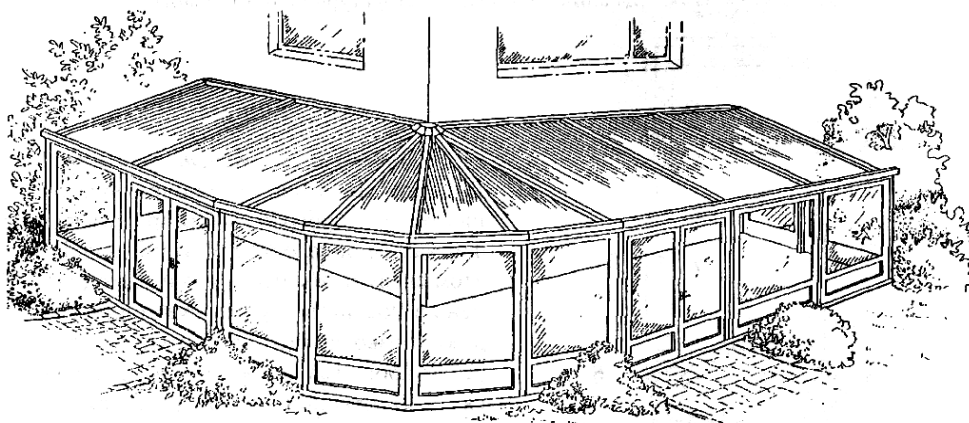


Рис. 5.43. Зимовий сад, прибудований до індивідуального житлового будинку. Загальний вигляд

Залежно від обсягів приміщення, його розмірів, розташування і функціонального призначення, а також побажань замовника, зимові сади можуть виконуватися як на основі алюмінію, так і на основі ПВХ. В останньому випадку це стосується невеликих будівель. При цьому, незалежно від варіанта виконання стін, у конструкції світлопрозорої покрівлі ПВХ використовується винятково в комбінації з потужними елементами з алюмінію (в основному коробчатого перетину), що виконують роль несучих кроквяних конструкцій.

При цьому, на відміну від навісних фасадів, для зимового саду, що являє собою суцільну світлопрозору тонкостінну оболонку, характерна відсутність потужних несучих елементів будинку (стін, перекриттів, колон), на які може бути перерозподілене вітрове *навантаження*. Найбільш складним є варіант зимового саду, який стоїть окремого або прибудований до будинку. У цьому випадку, крім навантажень від вітру, снігу і власної ваги засклення варто брати до уваги і зусилля, що впливають з боку ґрунту.

У будь-якому випадку, вибір тієї чи іншої системи профілів, застосовуваної для засклення великих поверхонь, має ґрунтуватися на необхідності забезпечення просторової роботи всього спорудження в цілому.

Слід зазначити, що позиція виробників ПВХ-профілів щодо споруджень типу “зимовий сад” носить складний і неоднозначний характер. Але все ж таки більшість з них вважають, що застосування ПВХ у спорудженнях такого типу невиправдане і поступається у цій сфері виробникам алюмінієвих профілів (рис. 5.44).

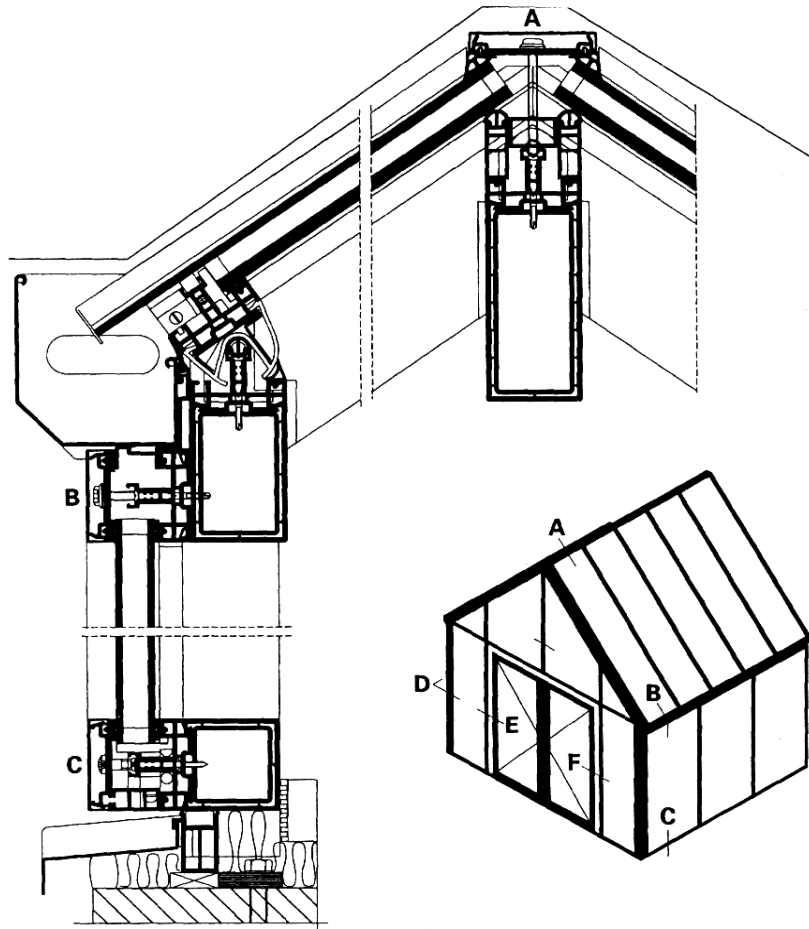


Рис. 5.44. Конструктивні елементи зимового саду (теплиці)

З усіх зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку, конструкція покрівлі зазнає найбільшого впливу надлишкової сонячної радіації влітку і зледеніння узимку. При малих нахилах на покрівлі накопичується сніг, водовідведення з неї стає утрудненим.

Як уже зазначалося, світлопрозорі конструкції мають набагато більш низький термічний опір у порівнянні з глухими ділянками зовнішніх стін і покриттів. Тому тепловтрати через світлопрозору покрівлю будуть досить відчутними. Через засклені поверхні, розташовані під кутом до горизонту, втрачається набагато більше тепла, ніж через вертикальне застелення.

Скупчення снігу на даху зимового саду призводить до утворення льоду в його нижньому шарі за рахунок підтавання, викликаного тепловтратами. У зв'язку з цим можна говорити про те, що в кліматі середньої і північної України значного зледеніння покрівлі зимового саду можна уникнути лише за умови здування з неї снігу, тобто при значних ухилах і максимально гладкій поверхні заповнення, що має малу адгезійну здатність (склопакети з флюат-склом).

Для зниження ризику руйнування скляної покрівлі, викликаного скупченням снігу, її термічний опір може бути штучно занижений відносно необхідних норм теплотехніки. Таким чином, штучно створюється можливість для більш інтенсивного танення снігу за рахунок високих тепловтрат через дах (особливо

під час сильного снігопаду), і стікання води, що утворилася, у водовідвідні жолоби.

Наочним прикладом такого рішення можуть бути тепличні господарства радянського періоду, у яких дахи теплиць мали одне скло, а сніг на них повністю танув. При цьому стіни таких “парників” були запроектовані у подвійне скло. Сучасним аналогом такого рішення може служити зимовий сад з двокамерним склопакетом у стінах і однокамерним – у даху.

Світлопрозорі міжкімнатні перегородки

Світлопрозорі перегородки відносяться до групи вітражних конструкцій за конструктивною схемою і характером сприйманих навантажень. Такі перегородки можуть встановлюватися в будь-якому приміщенні, де за задумом архітектора необхідно зберегти єдиний обсяг, сприйманий зором, при цьому функціонально розділений на дві або більше частини.

В даний час на українському ринку головним чином знайшли застосування найбільш прості рішення, пов'язані з установкою світлопрозорих перегородок у невеликих приміщеннях адміністративних будівель, за рахунок чого вони отримали назву “офісних перегородок” (рис. 5.52).

Принципова відмінність “офісних перегородок” від усіх інших видів застосування полягає в тому, що вони є *внутрішніми відгороджуючими конструкціями*. До них не висуваються вимоги щодо теплозахисту, повітрянепроникності і стійкості до атмосферних впливів.

ВИРОБНИЦТВО ТА МОНТАЖ ВІКОННО-ДВЕРНИХ СИСТЕМ

Вікна та двері виготовляються на основі системи уніфікованих алюмінієвих профілів як “теплих”, так і “холодних”. Технологічний процес виготовлення віконно-дверних систем різними виробниками може мати деякі відмінності, але основні операції будуть присутні незалежно від виробника.

Основне устаткування та інструменти, застосовувані при складанні вікон та дверей:

- підставка;
- машина для з'єднання кутів;
- пневмогайковерт;
- пневмодриль;
- ніж;
- киянка;
- шаблони;
- лінійка;
- рулетка;
- щуп.

Послідовність технологічних операцій при складанні вікна

- Складання коробки з профілів
- Складання стулки з профілів
- Складання поворотного приладу (ручки, завіси)
- Складання склопакетів:
- Складання вікна з вищеназваних вузлів та деталей (коробки, стулок, поворотного приладу, скло пакетів)
- Контроль якості виробу ВТК.

Послідовність технологічних операцій при складанні дверей

Може відрізнятися від збірки вікон операцією збірки полотна дверей та наявністю або відсутністю склопакетів :

- Складання коробки:
- Складання полотна дверей (суцільного або з склопакетом)
- Складання поворотного приладу.
- Складання дверей.
- Контроль ВТК

Основи монтажу сучасних віконно-дверних систем

При установці віконних блоків у стінах цивільних будинків необхідно дотримуватися таких основних вимог:

1. Забезпечення надійного закріплення віконного блоку у стіні. При цьому необхідно врахувати його можливі температурні деформації;
2. Забезпечення необхідного температурно-вологісного режиму в місці примикання віконної коробки (рамы) до стіни. При цьому віконний блок повинен бути встановлений так, щоб уникнути промерзання віконних укосів і безпосередньо профілю рами, що призводить до випадання на них конденсату в розрахунковий зимовий період;
3. Монтажні шви по всьому периметру примикання віконної коробки до стіни повинні відповідати таким вимогам:
 - бути щільними і герметичними;
 - мати низьку теплопровідність і високу довговічність;
 - сприймати температурні розтягання-стиски віконного блоку, при цьому не втрачаючи своєї герметичності;
 - мати достатню стійкість до впливу пароподібної і капілярної вологи.

На підставі перерахованих вимог, розробляються робочі креслення на установку віконних блоків, що включають у себе набір характерних перетинів і детальне пророблення вузлів примикання до зовнішніх стін.

ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ У ВУЗЛІ ПРИМИКАННЯ ВІКНА ДО ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ

Не можна встановлювати вікно у зоні негативних температурних полів стіни (рис.6.6, б)

Коробку вікна (чи дверей) треба просувати зовні всередину приміщення, тобто в зону позитивних температурних полів.

А якщо нема такої можливості, то потрібно утеплювати місце примикання коробки до стіни (рис.6.9)

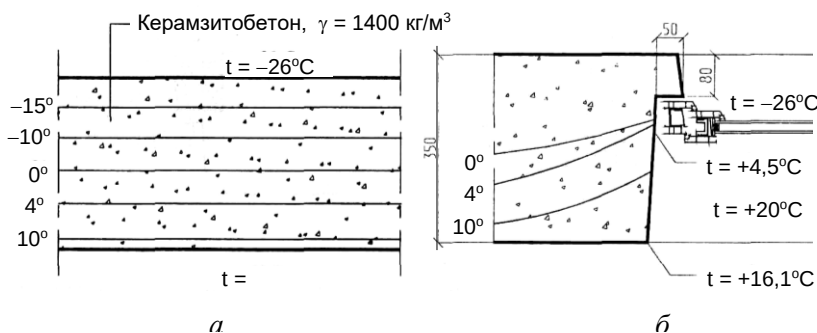


Рис.6.6. Температурне поле в зовнішній стіні з одношарового керамзитобетонних панелей:

а – на суцільній протяжній ділянці; б – у вузлі примикання вікна



Рис. 6.9. Температурне поле у вузлі примикання вікна до стіни з одношарових керамзитобетонних панелей з віконним укосом, утепленим зсередини

Правила закріплення віконних блоків у стінах

Для монтажу вікон використовують спеціальні *монтажні пластини* або *дюбелі* (рис. 6.10).

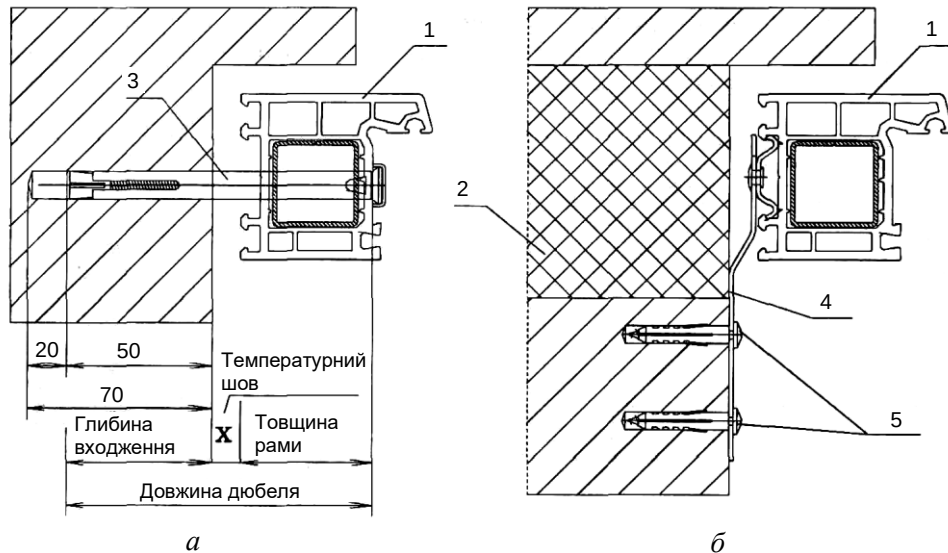


Рис. 6.10. Закріплення вікна в зовнішніх стінах різної конструкції:

a – суцільна цегляна стіна; *б* – цегляна стіна з пористим ефективним утеплювачем;
1 – віконна рама; 2 – утеплювач у стіні; 3 – дюбель; 4 – монтажна пластина;
5 – анкер

Через кріпильні елементи вітрове навантаження, сприймане вікном, передається на непрозорі ділянки зовнішніх стін. При цьому вибір типу кріплення визначається конструкцією ділянки стіни, що примикає до вікна.

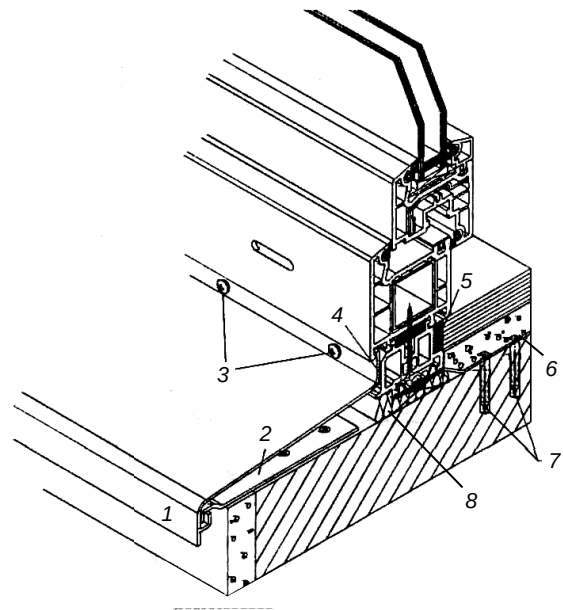
Як дюбель, так і монтажна пластина забезпечують можливість вільного переміщення віконного блока при його нагріванні–охолодженні, викликаного зміною температури зовнішнього повітря.

Дюбелі забезпечують більш міцне закріплення і, як правило, вони використовуються у стінах з твердого матеріалу (бетон, цегла тощо). А анкери з монтажною пластиною – як в твердих, так і більш м'яких матеріалах (деревині, пінобетоні тощо).

Слід зазначити, що при установлюванні дюбелів у нижню горизонтальну частину вікна, виникає ймовірність попадання дощової води в стіну (через нещільності у зовнішньому контурі ущільнення і наскрізні отвори, просвердлені в коробці, під дюбель). Тому в нижній частині вікно необхідно закріплювати тільки за допомогою анкерів та монтажних пластин (рис.6.12).

Рис. 6.12. Нижній вузол примикання вікна до зовнішньої стіни:

1 – алюмінієвий відлив; 2 – додатковий утримувач при ширині відливу >150 мм; 3 – кріплення шурупами; 4 – герметизуюча стрічка для зовнішньої гідроізоляції; 5 – попередньо стиснута ущільнювальна стрічка; 6 – монтажна пластина; 7 – анкери; 8 – монтажна піна



Принципи виконання монтажних швів. Призначення товщини і типу матеріалу

У місці примикання вікна до непрозорих ділянок зовнішніх стін по всьому периметру утворюються *монтажні шви*, що піддаються в процесі експлуатації силовим навантаженням і різноманітним впливам внутрішнього і зовнішнього середовища (рис. 6.13).

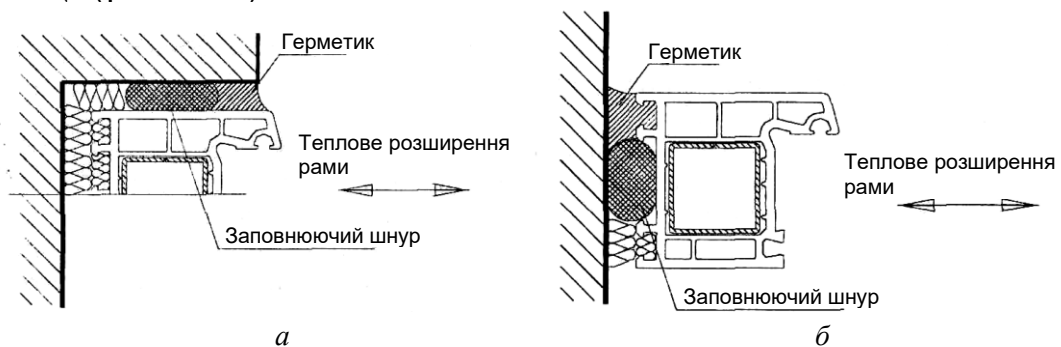


Рис. 6.13. Навантаження і впливи на монтажний шов, утворений у місці примикання віконного блоку до непрозорих ділянок зовнішніх стін:

а – поперечний переріз шва між вікном та стіною (зрізаюче навантаження);
б – поперечний переріз шва між вікном та стіною (навантаження “розтягання-стиск”)

Монтажний шов у місці примикання віконної коробки до стіни повинен:

- забезпечувати вільне температурне розширення віконного блока при підвищенні температури зовнішнього повітря;
- бути щільним, герметичним, повітронепроникним;
- мати стійкість до впливу атмосферної вологи;
- мати необхідні теплозахисні властивості (термічний опір), достатній для того, щоб виключити локальне промерзання огорожувальної конструкції по монтажному шву;

- мати достатню довговічність і зберігати стабільність своїх властивостей протягом усього розрахункового періоду експлуатації вікна;
- мати хорошу опірність до впливу водяної пари, яка йде в холодний період зсередини приміщення назовні.

Але, не дивлячись ні на що, частина вологи з середини приміщення може потрапляти у монтажний шов. Тому, якщо зовнішня гідроізоляція буде “надто добротною і надійною”, то у шві буде накопичуватися волога.

Тому при організації монтажних швів завжди необхідно дотримуватися принципу “*зсередини щільніше, ніж ззовні*”.

Шов повинен містити:

1. Низькотеплопровідний податливий матеріал із низьким модулем пружності, який легко стискається і повертається в попереднє положення з малими залишковими деформаціями. Ущільнювальні шнури і спеціальні стрічки (так звані *попередньо стиснуті ущільнювальні стрічки* – ПСУС), які виконані з матеріалу з такими характеристиками і прокладаються між стіною і вікном, не перешкоджають вільному температурному розширенню віконного блока при нагріванні, а при охолодженні набувають вихідної форми, зберігаючи в такий спосіб теплозахисні властивості шва.
2. Утеплювач, що заповнює порожнини, які не попадають у зону впливу температурних напруг розтягання–стиску.
3. Ущільнювальний вологонепроникний матеріал, що захищає шов від дії водяної пари, яка поступає з приміщення, і від попадання атмосферної вологи. В якості такого матеріалу, як правило, застосовують гумоподібні силіконові герметики або спеціальні ущільнювальні стрічки.

Товщина шва призначається, виходячи з умови можливого видовження елементів віконного блока при нагріванні. За даними німецьких виробників, для вікон із різних матеріалів температурні зміни довжини складають:

- 1,6 мм/м – для твердого білого ПВХ;
- 2,4 мм/м – для твердого кольорового ПВХ;
- 0,8...1,2 мм/м – для алюмінієвих сплавів.

На підставі цих даних будується таблиця, в якій подається залежність ширини монтажних швів від довжини елемента віконної рами. При користуванні таблицею варто пам'ятати, що випробування німецьких профілів на нагрівання-охолодження проводяться при температурі внутрішнього повітря +20°C і зовнішніх температурах відповідно +65°C та -15°C.

ОПИС МОНТАЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

1. *Виконний ущільнювач на основі спіненого поліетилену – “Вілатерм”*. Випускається у вигляді шнурів діаметром 8, 12, 20, 30, 40 і 50 мм. Має малу об'ємну масу $\gamma_{об} = 35...50 \text{ кг/м}^3$ і низький коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,03...0,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$. Відносна залишкова деформації при стиску на 25% складає 10%, при стиску на 50% – 20%.
2. *Монтажна піна*. Відноситься до групи поліуретанових герметиків. Поставляється в балонах, ємністю 500, 650, 750 і 1000 мл.

За своєю структурою піна є ніздрюватою поліуретановою пластмасою, яка при виході з балона вулканізується під впливом вологи, що утримується в повітрі, при цьому приблизно в 20...30 разів збільшуючись в об'ємі.

Затвердіння піни відбувається за рахунок хімічної реакції з вологою, що утримується в повітрі або на оброблюваних поверхнях. Після затвердіння піна перетворюється в однорідну ніздрювату пластмасу, в закритих порах якої знаходиться повітря.

Роботи з піною варто виконувати при температурах від $+5^\circ\text{C}$ до $+35^\circ\text{C}$. При температурах нижче 0°C в повітрі утримується недостатньо вологи і вулканізація піни не відбувається. Оптимальна температура нанесення $+15...+20^\circ\text{C}$. Експлуатація затверділого герметика можлива в інтервалі температур $-40^\circ\text{C}...+100^\circ\text{C}$.

Затверділа піна має малу об'ємну масу – $\gamma_{п} = 20...25 \text{ кг/м}^3$ і має низький коефіцієнт теплопровідності – $\lambda = 0,036 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$. Має малу міцність на розтягування–стиск – приблизно 1,5 МПа (для порівняння ця величина для твердого ПВХ складає 80...90 МПа). Затверділа піна – крихкий і малопластичний матеріал. Вона витримує лише близько 10% зміни товщини шва, після чого відбувається руйнування ніздрюватої структури.

До недавнього часу існувала думка про те, що монтажна піна, яка легко проникає в усі нещільності і має хороші теплотехнічні характеристики, може бути ефективно використана в якості єдиного і достатнього матеріалу, застосовуваного для заповнення монтажного шва. Чимало російських і вітчизняних практиків-монтажників вважали, що піна може надійно “склеїти” між собою вікно і стіну, що дозволяє при монтажі вікна цілком відмовитися від закріплюючих його в стіні анкерів і дюбелів.

Однак, навіть невеликий досвід перших монтажів переконливо довів помилковість такого підходу. Процес прискорило недотримання інструкцій по застосуванню монтажною піни, які пропонувалися серйозними виробниками, а також наявність на вітчизняному ринку великої кількості неякісних саморозширювальних герметиків.

При нанесенні піни в холодну погоду (нижче 0°C) у повітрі утримується недостатньо вологи, у результаті чого лише невелика частина молекул речовини, що утворить піну, виявляється здатною вступити в хімічну реакцію з молекулами води, що утримуються в повітрі. Весь інший об'єм піни укладається в шов у “законсервованому” стані. Як тільки в повітрі з'являється додаткова вільна волога (навесні або в період тривалої відлиги), відразу ж починається хімічна реакція. Піна, що збільшується в об'ємі, починає давити на віконний блок і, при відсутності кріпильних елементів, вікно може бути частково видавлене з віконного прорізу в стіні.

Таким чином, при використанні саморозширювальних поліуретанових герметиків у монтажних швах, насамперед варто пам'ятати, що піна, покладена у шви, є утеплюючим матеріалом, який *виявляє подвійну чутливість до впливу вологи* :

- як безпосередньо пористий матеріал, який добре абсорбує вологу, що характерно практично для всіх утеплювачів (за винятком екструдованого пінополістиролу (марки Sturodur та ін.), який має дрібні замкнуті пори);
- як матеріал, що негайно вступає в хімічну реакцію при контакті з вологою.

Через зазначені причини, піна, що *утримується в монтажному шві, повинна бути добре захищена від вологи, – не тільки атмосферної, але і від пароподібної, що йде зсередини приміщення назовні, а також від капілярної, що знаходиться в стіні.*

3. *Силіконові герметики* – гумоподібні однорідні матеріали білого, сірого або рожевого відтінку. Призначені для герметизації швів у віконних і інших конструкціях, що піддаються впливу вологи. Поставляються в тубах по 310 мл. Вулканізуються на повітрі при видавлюванні з туби монтажним пістолетом. Для більшості силіконових герметиків побічним продуктом вулканізації є оцтова кислота, для деяких – спирт і метилкетоксим.

Температура нанесення силіконів від -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$, температура експлуатації від -50°C до $+150^{\circ}\text{C}$. Силікони дуже пластичні. Їхнє відносне подовження при розриві коливається в межах 100...250% залежно від типу силікону. Силікони мають низьку межу міцності при розтягуванні – порядку 0,5 МПа, при цьому залишкові деформації складають від 5 до 20%. Щільність силіконів складає 1000...1500 кг/м^3 .

Герметики на основі поліуретану – дуже схожі за зовнішнім виглядом на силіконові герметики, при цьому можуть працювати в більш жорстких умовах у порівнянні з останніми. Мають відмінні показники адгезійної здатності до скла, бетону, ПВХ, алюмінію, цементно-піщаного розчину. Мають дуже високу атмосферостійкість.

СКЛО І СКЛОПАКЕТИ

Будівельне скло

Скло являє собою рідину, що знаходиться в застиглому стані. Скло – аморфна речовина, яка не має у твердому стані властивостей кристалічної речовини. Воно не має власної точки плавлення, а переходи з рідкого стану у твердий і навпаки відбуваються в широкому температурному діапазоні, який для скла складає біля 500°C (600...1100°C). Традиційними основними сировинними компонентами скла є кварцовий пісок (69...74%), сода (12...16%), вапняк і доломіт (5...12%).

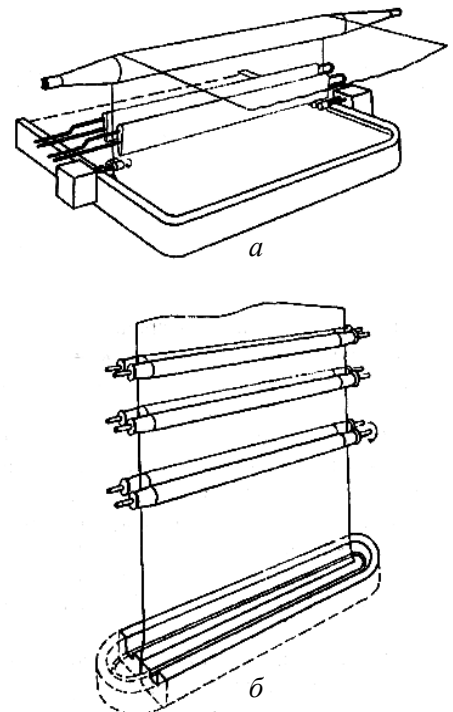
Історія застосування скла в будівництві порівняно молода і бере свій відлік з кінця XIX ст., незважаючи на те, що скло, як конструкційний матеріал, відоме людству з найдавніших часів.

Вже в бронзовому віці людина у своєму господарстві використовувала природне скло – обсидіан.

Найдревніші зразки скляних виробів виявлені в Єгипті. Мова йде про зелену глазур, вік якої оцінюється приблизно в 12 тис. років; з неї був виготовлений (приблизно в 7000 році до н.е.) блакитний амулет – найдавніший зі знайдених дотепер скляних виробів.

На сьогодні відомі два основні методи виробництва листового скла:

- **Метод тягнення скла** (спосіб Еміля Фурко – 1902) з подальшим шліфуванням та поліруванням.
- **Флюат-метод** (Аластер Пілкінгтон – 1959). При цьому процесі скло надходить з печі плавлення в горизонтальній площині у вигляді плоскої стрічки через ванну з розплавленим оловом на подальше охолодження і відпал. Величезною перевагою флюат-методу, у порівнянні з усіма попередніми, є, крім всього іншого, вища продуктивність, стабільна товщина і висока якість поверхні. За якістю поверхні таке скло не поступається полірованому, – флюат-процес витісняє техніку шліфування і полірування скла.



Скло, одержуване за допомогою флюат-методу, називається *флюат-склом*, і в даний час є найбільш розповсюдженим типом скла.

Рис. 7.1. Схема витягування скла способами Ліббі-Оуенса (а) і Фурко (б)

Крім звичайних прозорих стекол у будівництві застосовуються спеціальні стекла:

- стекла, пофарбовані в масі;
- стекла зі спеціальним покриттям або плівками, які називаються загальним терміном – “*низькоемісійні стекла*” з *LowE покриттями*. Залежно від способу нанесення, їх позначають “К” або “І” (тверде або м’яке відповідно).

Застосування *низькоемісійних стекол* (теплових дзеркал) у конструкціях віконного і фасадного заскління *дозволяє вирішувати широкий спектр архітектурно-будівельних задач і є одним із найбільш перспективних напрямів у світовій скляній індустрії*.

Ці стекла можуть бути призначені для виконання таких функцій:

- скорочення втрат тепла приміщенням за рахунок відбиття теплових хвиль в інфрачервоному діапазоні;
- відбиття сонячної радіації;
- захист приміщень від електромагнітного випромінювання і радіохвиль;
- відбиття випромінювання у видимому діапазоні.

Залежно від функціонального призначення проектного заскління, у ньому можуть бути застосовані два типи покриття, що принципово розрізняються за технологією нанесення, – тверде і м’яке.

1. “*Тверде покриття*” (“Hard coating” – англ.) на основі оксиду олова $\text{SnO}_2\cdot\text{F}$, яке називається ще “напівпровідниковим покриттям”. Стекла з таким покриттям як правило позначаються в спеціальній літературі терміном “К-скло”. Покриття наноситься безпосередньо на одній зі стадій виробництва флюат-скла (так звана технологія “on-line” – англ. “на лінії”) за рахунок хімічної реакції піролізу (розкладання речовини під дією високих температур). Під час цієї реакції шар оксиду олова осідає на поверхню гарячого скла, стаючи невіддільною його частиною. При цьому утворюється міцне металеве покриття, що має хімічну, механічну і термічну стійкість, рівноцінну склу без покриття. Тверді покриття стійкі до впливу погодних умов і витримують вплив температур до 620°C.

Таким чином, “К-скло” пропускає інфрачервоні (теплові) промені тільки в одному напрямку. Тому при установці таких стекол треба уважно стежити, щоб “К-покриття” було звернено усередину приміщення. В іншому випадку інфрачервоне випромінювання буде легко виходити з приміщення і не надходити ззовні, наприклад від сонця, відбиваючись від скла.

2. “*М’яке покриття*” (“Soft coating” – англ.) на основі срібла – Ag, позначається в літературних джерелах як “І-скло”. Покриття наноситься на готове флюат-скло (технологія “off-line” – англ. “поза лінією”) і утримується на ньому силами молекулярної взаємодії. Складається з декількох тонких шарів, вибір яких залежить від необхідних характеристик заскління – випромінювальної здатності, світлопропускання, а також оптичних властивостей – усунення не-

бажаного віддзеркалення – “бліків”.

На відміну від “твердих” покриттів, “м'які” обмежено стійкі стосовно погодних і температурних впливів. Однак, при установці в склопакеті – покриттям у бік повітряної камери, мають довговічність, порівняну з “твердими” покриттями.

Загартуванням називають процес термозміцнення скла.

В результаті термічної обробки, що полягає в нагріванні скла до температури загартування (трохи вище 570°C) і наступному швидкому охолодженні, зовнішні шари його приходять у стан сильного стиску, а внутрішні – у стан розтягання. В результаті у склі утвориться система напружень, що забезпечує його високу механічну і термічну міцність у порівнянні зі звичайним склом, що може сприймати тільки невеликі розтяжні зусилля.

При руйнуванні загартоване скло розпадається на дрібні округленої форми осколки, які не мають гострих різучих граней.

Під загальним терміном **ламінування** розуміють виготовлення багатошарових конструкцій зі скла за допомогою *полівінілової плівки* або спеціального рідиноподібного матеріалу – *смоли*, а виготовлені в такий спосіб конструкції називають *ламінованими стеклами*.

Найбільш розповсюдженим типом ламінованого скла, застосовуваного у віконних і фасадних конструкціях різних класів безпеки, є так званий *триплекс* – *конструкція з двох стекол і проміжного ламінуючого шару*. В окремих випадках можливе наклеювання плівки на скло з одного боку – так звана *однобічна ламінація*.

Основною перевагою ламінованих багатошарових конструкцій зі скла є безпека при руйнуванні. Оскільки при руйнуванні осколки скла залишаються “висіти” на еластичній плівці, не виникає небезпеки утворення осколків скла, здатних нанести травму.

За допомогою ламінування можна виготовляти конструкції, які можуть служити як стекла, що захищають від злому і вибухової хвилі, а також як куленепробивні, удароміцні і вогнезахисні стекла.

Ламіновані стекла добре захищають також і від ультрафіолетового випромінювання. При цьому *необхідно зазначити, що ламінування (на відміну від загартування) не збільшує механічну міцність*.

При необхідності одержання виразних архітектурних рішень скло може бути піддано **моліруванню** – вигинові. Молірування стекол роблять у нагрівальних камерах або печах з використанням спеціальних форм для надання потрібної конфігурації. Перед моліруванням скло вирізають відповідно до заданої форми.

БУДІВЕЛЬНІ СКЛОПАКЕТИ. РІЗНОВИДИ. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

У більшості сучасних світлопрозорих конструкцій різні стекла використовують у, так званих, ізолюючих склопакетах. Під ізолюючим склопакетом (в подальшому - склопакетом) будемо розуміти елемент, у якому два або більше скла, герметично з'єднаних один з одним за допомогою спеціальної дистанційної рамки, а також внутрішнього і зовнішнього герметиків, утворюють замкнену порожнину, заповнену осушеним повітрям або іншими газами (аргоном - Ar, криптоном - Kr, гексафторидом сірки - SF_4) *

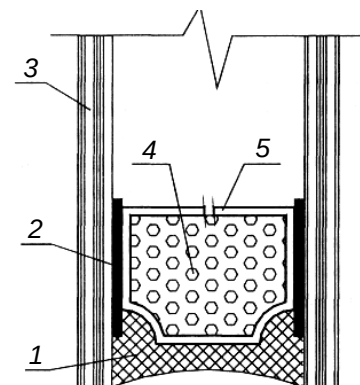
Конструкція склопакетів. Класифікація. Маркування

Перший патент на виробництво склопакетів був виданий у 1865 році. Однак, їхнє промислове виробництво почалося тільки з 1934 року.

А 1970 рік вважається роком народження сучасного склопакета, що має подвійну герметизацію. Сьогодні за цією технологією виробляється 90% усіх склопакетів. Конструкція склопакета, найбільш розповсюджена в даний час, показана на рис. 7.8.

Рис. 7.8. Конструкція “клеєного” склопакета:

1 – зовнішня герметизуюча мастика; 2 – внутрішній бутиловий герметик (стрічка або мастика); 3 – скло; 4 – осушувач (силікагель); 5 – дистанційна рамка (алюмінієвий або гальванізований сталевий профіль)



Виробництво сучасних склопакетів, здійснюється в два етапи.

На I етапі на дистанційну рамку шаром товщиною приблизно 4 мм, методом екструзії при температурі 120...140°C наноситься термопластичний однокомпонентний бутиловий герметик (поліізобутилен) або вручну з катушок наклеюється бутилова стрічка (шнур). На цьому ж етапі дистанційна рамка заповнюється осушувачем (так званим “молекулярним ситом” – речовиною, близькою за властивостями до відомого в побуті силікагелю), який поглинає вологу з повітря, що заповнює повітряний прошарок. До попередньо обробленої рамки з двох боків приклеюються стекла.

* Аргон і криптон застосовуються для поліпшення теплозахисних властивостей склопакета, а гексафторид сірки – для підвищення його звукоізоляції. При цьому аргон є найбільш розповсюдженим і дешевим газом.

На II етапі на автоматичному устаткуванні або вручну наноситься зовнішній герметик. Застосовувані зовнішні герметики можна умовно розділити на два основних класи:

- еластичні *двокомпонентні полісульфідні герметики* (бутил + тіокол), твердіння яких здійснюється за рахунок хімічної реакції між складовими
- і *однокомпонентні герметики* на основі синтетичного каучуку, розплавлювання й отвердіння яких є фізичними процесами (технологія *хот-мелт*).

СКЛОПАКЕТИ КЛАСИФІКУЮТЬСЯ ЗА КІЛЬКІСТЮ ПОВІТРЯНИХ КАМЕР НА :

- *однокамерні* (два скла)
- і *двокамерні* (три скла).*

З якого ж скла повинен бути зібраний склопакет?

Базовим склом у більшості українських фірм, які виготовляють склопакети, є вітчизняне.

Усе більший інтерес у замовників викликає енергозберігаюче *Low E*-скло. Це не випадково, адже у однокамерного склопакета з одним *Low E*-склом коефіцієнт теплопередачі такий самий, як і в двокамерного склопакета, а вага значно менша. До того ж існує ще ряд переваг:

- узимку скло *Low E* зберігає більше тепла усередині приміщення, зменшуючи вихід тепла через скло, а отже зменшуючи витрати на опалення;
- улітку *Low E*-скло зменшує кількість тепла, що надходить ззовні, а отже знижуються витрати на охолодження;
- *Low E*-скло зменшує ультрафіолетове випромінювання на 25% і запобігає вигорянню порт'єр і драпірування на меблях.

У маркуванні склопакетів вказуються товщина і тип стекол, ширина дистанційної рамки, кількість повітряних прошарків, а також тип газу, використовуваного для їхнього заповнення.

Для стекол звичайно застосовується таке основне маркування:

М	Звичайна шибка, отримана методом витяжки
F	Шибка, отримана флюат-способом
К	Скло з твердим низькоемісійним покриттям, отримане за технологією “on-line”
I	Скло з м'яким низькоемісійним покриттям, отримане за технологією “off-line”
S	Скло, пофарбоване в масі
Pl	Тепловідбивальна плівка

Для газів, що заповнюють міжстекольний простір, застосовується таке маркування:

* У вітчизняній літературі по вікнах, у модифікованому вигляді можна зустріти застарілий термін, що застосовувався до двошарового і тришарового застелення віконних блоків одинарними стеклами; відповідно – “двошаровий скло пакет” стосовно до однокамерного і “тришаровий скло пакет” стосовно до двокамерного.

Повітря	Пробіл за замовчуванням
Аг	Аргон
Кг	Криптон
SF ₆	Гексафторид сірки

Приклади:

4F-12-4F – однокамерний склопакет із двома однаковими флюат-склами по 4 мм і дистанційною рамкою 12 мм. Міжстекольний простір заповнений осушеним повітрям.

6F-10-4F-10-6F – двокамерний склопакет із двома дистанційними рамками по 10 мм, два зовнішніх флюат-скла мають товщину 6 мм, внутрішнє – 4 мм.

4F-12Ag-4K – однокамерний склопакет з дистанційною рамкою 12 мм, міжстекольний простір заповнений аргонном, внутрішнє флюат-скло, товщиною 4 мм, має тверде низькоемісійне покриття.

Сумісна робота склопакетів та віконного профілю

Напруження, які виникають в крайовій зоні пакета за рахунок різних коефіцієнтів температурного розширення металу і скла, а також зусилля, викликані температурними деформаціями віконного профілю, є однією з основних причин руйнування склопакетів, поряд з перепадами тисків і температур.

З метою уникнути руйнування між склопакетом і профілем залишають *компенсаційні зазори*, в які при установці склопакета в проектне положення укладаються спеціальні *підкладки*. За своїм призначенням вони підрозділяються на *опорні* і *фіксуючі*.

Підкладки під склопакет для алюмінієвих або ПВХ-профілів виготовляються у вигляді пластин із ПВХ, розміром 30×97 мм і товщиною 1, 2, 3, 4 і 5 мм.

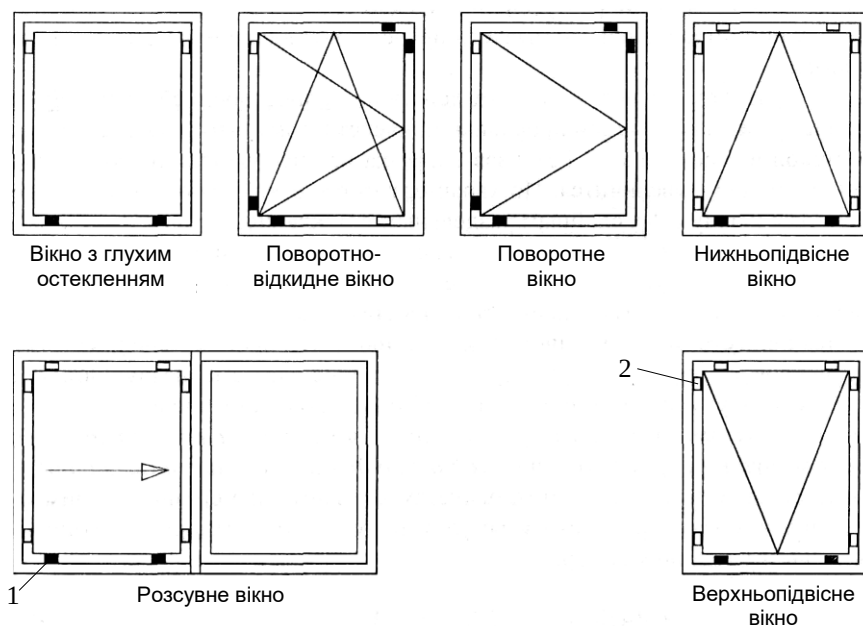


Рис. 7.12. Приклади установки підкладок під склопакет:

1 – опорні підкладки; 2 – фіксуючі підкладки

УЩІЛЬНЮВАЧІ ДЛЯ ВІКОННО-ДВЕРНИХ ТА ФАСАДНИХ СИСТЕМ

8.1. Класифікація ущільнювачів

Всі ущільнювачі (герметики) можна класифікувати за призначенням, за ступінню готовності та за типом основи герметика.

За призначенням ущільнювачі діляться на:

- конструкційні – герметики, що входять до складу конструктиву;
- монтажні – герметики, які використовуються для герметизації монтажних швів при установці конструкції;

За ступінню готовності до застосування ущільнювачі бувають:

- профільні – вони готові до застосування, вулканізовані в заводських умовах, в перерізі мають профіль різноманітної конфігурації; можуть мати вигляд стрічки;
- рідкі або пастоподібні – перетворюються в гумоподібні під дією вологого повітря або змішування компонентів;

За типом основи герметиків поділяються на:

- гумоподібні – на основі синтетичного каучуку;
- силіконові – кремнійорганічні;
- поліуретанові;
- тіоколові – полісульфідні;
- акрилові.

8.2.1. Вихідні матеріали

Основним матеріалом для виробництва конструкційних ущільнювачів є каучук. Загальновідомо, що каучук існує на землі вже не один мільйон років. Індіанці Майя були першими, хто почав його добувати. Вони збирали продукт із дерева, який згодом було названо каучуконос, і робили м'ячі і ритуальні статуетки. Батьком гумової промисловості і першою людиною, яка привезла гуму в Європу, був француз Шарль Кондамин. Під час першої світової війни Німеччина, яка не мала доступу до натуральної сировини, почала виробництво синтетичного каучуку.

Як матеріал для виробництва гумових ущільнювачів використовуються такі види синтетичних каучуків:

- EPDM (етилен-пропилен-дієн-мономер);
- NBR (бутадієн-нітриновий каучук);
- SBR (бутадієн-стирольний каучук);
- NR (каучук із високим відновленням еластичності);
- CR (поліхлоропен);
- силіконовий каучук;
- вітановий каучук;
- бутиловий каучук.

В результаті може бути отримана, так звана, нітрилова, натуральна або силіконова гума.

EPDM (етилен-пропилен-дієн-мономер) – є найбільш використовуваним при виробництві ущільнювачів для вікон і дверей. Його популярність і особливе місце серед перерахованих синтетичних каучуків пояснюється високими експлуатаційними характеристиками:

- кліматична стійкість, він витримує перепади температур $-70^{\circ}\text{C} \dots +130^{\circ}\text{C}$;
- не піддається деструктивному впливові озону й ультрафіолетового випромінювання;
- висока еластичність;
- довговічність – може служити без ознак старіння до 50 років.

Силіконові гуми (Q) меншою мірою використовуються для виробництва ущільнювачів, ніж EPDM, але їх варто розглянути через незвичайність властивостей. Незвичайність силіконових гум серед синтетичних гум полягає в тому, що вони за своєю природою частково органічні, а частково неорганічні.

Силіконові гуми розділяються на три групи:

- 1) суцільні гуми гарячої вулканізації;
- 2) рідкі гуми гарячої вулканізації (LSR), розроблені для автоматизованого виробництва литих деталей;
- 3) гуми, вулканізовані при кімнатній температурі (RTV), як правило текучі рідини, що поставляються у вигляді, готовому до застосування як герметики будинків, капсулатори, покриття і гнучке лиття.

Склад. Звичайно інгредієнтів небагато. Типові силіконові компаунди містять підсилюючі і продовжуючі наповнювачі або обоє разом, пігменти та органічні пероксиди як отверджувачі. Для досягнення особливої обробки або властивостей можуть додаватися спеціальні добавки. В антиоксидантах немає необхідності.

Більшість вулканізованих силіконів вимагають наступної полімеризації в печі з повітряною циркуляцією. Зазвичай період вулканізації займає від декількох годин до 24 годин при температурі 250°C . Товсті деталі повинні полімеризуватися поступово (починаючи з 100°C), щоб уникнути розтріскування. В процесі наступної полімеризації усуваються продукти розкладання і випаровування. Результатом є поліпшення характеристик при стиску, електротехнічних властивостях, характеристик при температурному старінні і хімічному опорі.

Вулканізаційні властивості:

1. Високий опір озонів, сонячним променям і факторам зовнішнього впливу;
2. Відмінна стабільність при високих температурах;
3. Відмінна гнучкість при низькій температурі;

4. Високі електроізолюючі властивості, що постійно підтримуються в межах робочих температур (можливі електропровідні склади);
5. Низькозабруднюючі компоненти (навіть при горінні еластомер згорить, перетворившись у непровідний кремнієвий попіл);
6. Відмінний стиск протягом усього терміну служби при температурному режимі.
7. Висока фізіологічна інертність (при належній полімеризації вулканізатори не мають запаху, зовсім нетоксичні);
8. Відмінна опірність до бактерій, грибків і до ґрунту;
9. Високий опір гарячій воді, рослинним і тваринним жирам, руйнівним рідинам на гліколієвій основі;
10. Відмінні властивості поверхні, що запобігають адгезії липких матеріалів;
11. Хороший опір високій радіації – до 10^7 рад;
12. Поганий опір хімічному руйнуванню, викликаному кислотами, лугами і паром вище 120°C .

Застосування. В основному, силіконові еластомери застосовуються в електричних ізоляторах, кабелях запалювання, прокладках, кільцях, статичних ущільнювачах (рухливі ущільнювачі не рекомендуються), кисневих масках, харчових і медичних трубопроводах і покриттях.

Технологія виробництва ущільнювачів складається з таких основних операцій:

- підготовки сировини;
 - готування сировинної суміші (тіста) у міксерах – перехресних і роторних тангенціальних;
 - виготовлення необхідних матриць-філь'єр;
 - одержання профільованих гумових непористих ущільнювачів способом екструзії через відповідні філь'єри;
 - контролю якості продукції;
 - упакування і складування.
-

Суміш (тісто), зроблена в міксерах, на виході має вигляд стрічок. Після процесу обрізки країв за допомогою спеціального машинообрізника, ці стрічки розвішуються (укладаються) на проміжному складі в цеху. Надалі ці стрічки матеріалу необхідної кондиції і якості подаються в екструдери для виготовлення ущільнювачів.

Виготовлення матриць-філь'єр

Контури профілів, зразки яких надає Замовник, вимірюються за допомогою апарата для проектування профілю (рис. 8.3, б), викреслюються в програмі AutoCad (рис. 8.3, а) і точно передаються на електроерозійний верстат (EDM) (рис. 8.3, в), який виконує основну роль у виробництві.



a



б



в

Рис. 8.3. Виготовлення матриць-філь'єр для екструзії ущільнювачів:

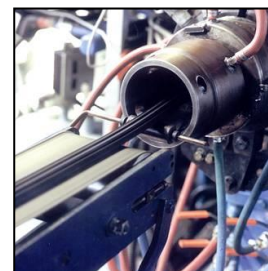
a – викреслювання контурів профілів в AutoCad; *б* – апарат для проєкціювання профілю ущільнювача; *в* – електроерозійний станок

Виготовлення гумових ущільнювачів

Здійснюється способом екструзії на екструзійних лініях (рис. 8.4) і виробляється відповідно до стандартів DIN 7863 і DIN 7715 за допомогою екструдерних сольових ванн-тунелів з гарячим повітрям і автоклавних ліній. Використовується також технологія виробництва продукції з системою припікання перекисом водню, що сприяє стійкості продукції на залишкову деформацію і усадку.



a



б

Рис.8.4. Виробництво ущільнювачів :

a – цех екструзійних ліній; *б* – екструзійна головка

Деякі зразки готової продукції зображені на рис. 8.5.

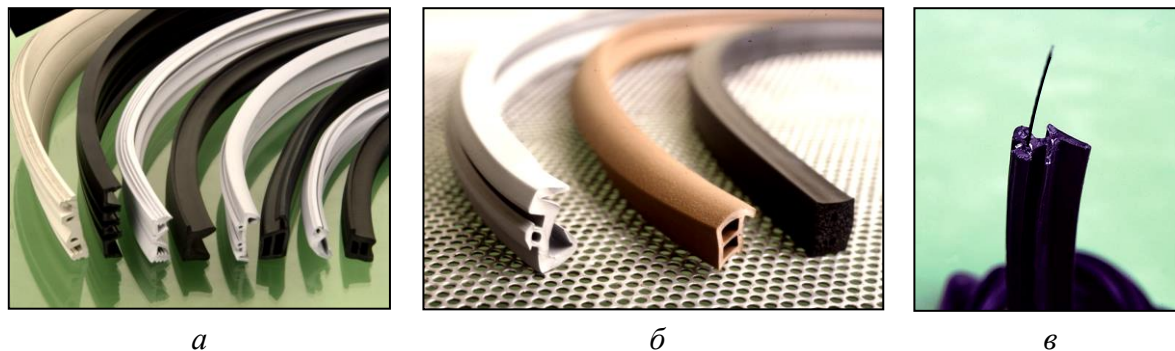


Рис. 8.5. Зразки ущільнювачів:

a, б – звичайні ущільнювачі на основі EPDM;

в – ущільнювач з армуючою ниткою

Профілі деяких зразків ущільнювачів алюмінієвої групи для вікон і дверей, виготовлених фірмою “СЕЧІЛЬ КАУЧУК”, зображені на рис. 8.6.

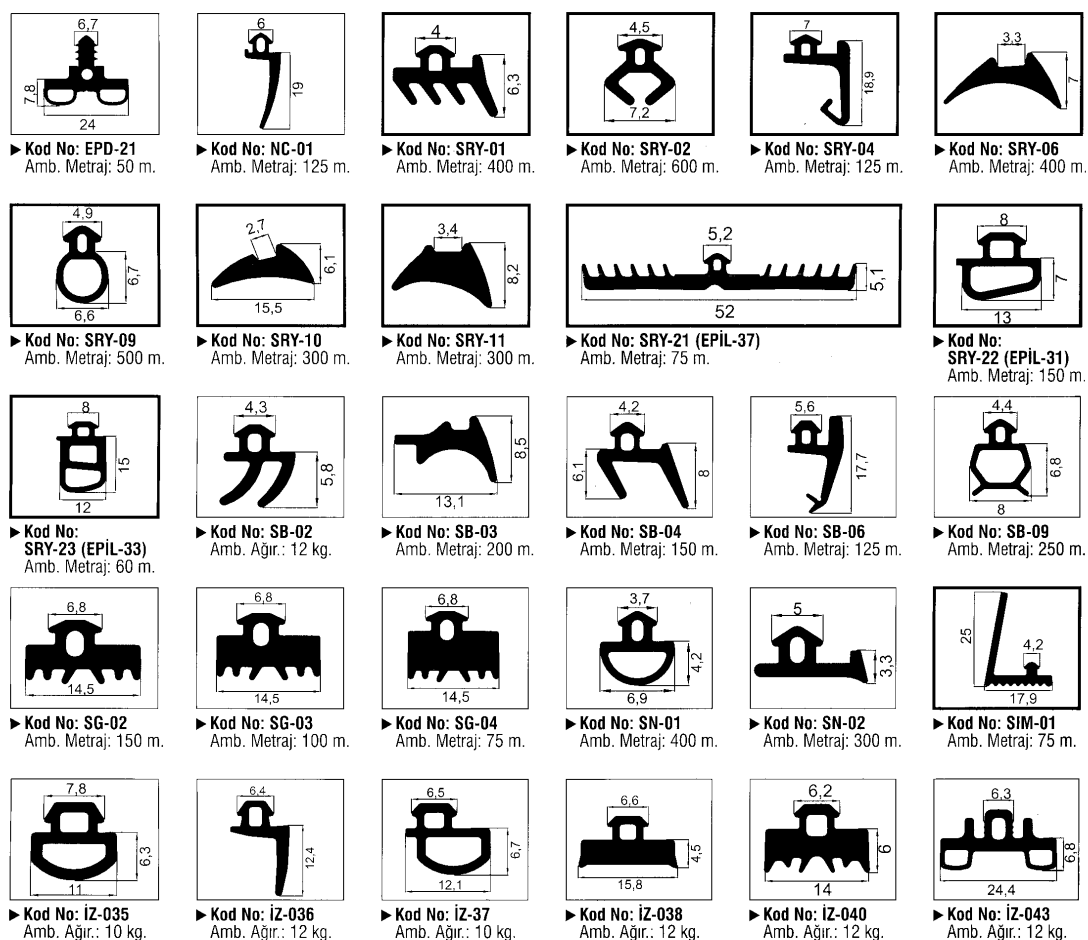


Рис. 8.6. Зразки профілів конструкційних ущільнювачів

8.3. Ущільнювачі монтажні

Комплекс матеріалів, застосування яких забезпечує захист і герметизацію алюмінієвих конструкцій у будівельному стінному прорізі називають монтажними ущільнювачами (герметиками).

Монтажні герметики можуть бути:

- рідкими та пастоподібними – це різноманітні композиції на основі силікону, поліуретану, бутилу, акрилу;
- профільними – це монтажні шнури, стрічки з нанесеними на них зі спеціальними властивостями шарами ущільнюючих матеріалів.

Розглянемо найбільш застосовувані монтажні ущільнювачі при збиранні та встановленні алюмінієвих конструкцій.

8.3.1. Силіконові ущільнювачі

Для силіконових герметиків характерні такі особливості:

- стійкість до УФ випромінювання;
- стійкість до будь-яких погодних умов і практично до будь-яких агресивних середовищ;
- хороша адгезія до більшості видів будівельних матеріалів навіть без використання праймерів (грунтовок-посередників);
- хороша аккомодация руху (не менше 20%);
- підвищена термостабільність і морозостійкість – працездатні (зберігають пружно-еластичні властивості) в діапазоні температур $-50...+200^{\circ}\text{C}$;
- широкий інтервал температур використання – можна наносити на поверхні при температурах у діапазоні $-30...+60^{\circ}\text{C}$.

Самі силіконові герметики є складними композиціями такого загального складу:

- основа – силіконовий каучук (кремнійорганічний полімер, як правило диметилполісілоксан з кінцевими гідроксильними групами);
- підсилювач – служить для підвищення показників міцності і забезпечення тиксотропних властивостей – відсутності стікання з вертикальних поверхонь;
- наповнювач – виконує ряд другорядних функцій;
- барвник – при необхідності;
- вулканізуючий компонент – для перетворення вихідної пастоподібної консистенції герметика в гумоподібний матеріал під дією вологи повітря;
- промотори адгезії – забезпечують міцний постійний контакт герметика з поверхнею;
- силіконовий пластифікатор – підвищує еластичні властивості герметика.

Не дивлячись на те, що основа силіконів однакова, властивості цих ущільнюючих матеріалів суттєво залежать від властивостей окремих компонентів.

Виходячи з того, що силіконові герметики обов'язково вміщують вулканізуючий компонент, вони додатково підрозділяються ще на два типи:

- кислі – “оцтові”, під час вулканізації утворюється оцтова кислота, що легко визначається за її запахом;
- нейтральні – оксидні, амідні, спиртові.

Герметики обох підвидів мають свої переваги і недоліки. Так, “кислі” герметики дешевші, ніж “нейтральні”, але їх не рекомендується використовувати для герметизації поверхонь, які можуть реагувати з оцтовою кислотою, утворюючи розчинні солі (цементовміщуючі матеріали, мармур та ін.). У цьому відношенні “нейтральні” герметики є більш універсальними, так як таких обмежень у них нема, але вони дорожчі.

Повертаючись до питання про “універсальність”, необхідно відмітити ще одну особливість герметиків. Для того, щоб вони добре виконували свої функції, вони повинні мати хорошу адгезію (“прилипаємість”) до поверхні, що герметизується.

Однак існує ряд матеріалів, в основному це пластики (полікарбонати, поліетилен, поліпропилен, тефлон, ПВХ), до яких адгезія більшості герметиків недостатня.

У таких ситуаціях є два виходи:

- 1) використання спеціальних марок герметиків, що є доволі дорогим варіантом;
- 2) використання “рядових” герметиків у парі зі спеціальними ґрунтовками (праймерами), які утворюють проміжний шар між “проблемною” поверхнею і герметиком, забезпечуючи міцний зв'язок між різнорідними і спочатку несумісними між собою матеріалами.

8.3.2. Монтажні пінні ущільнювачі

Монтажні піни – це однокомпонентні герметики, які спінюються і тверднуть під дією вологи повітря. Вони не вміщують компонентів, які руйнують озоновий шар. Більшість монтажних пін не можуть використовуватися як самостійні герметики, так як мають розвинуту пористу структуру. В порах, при певних умовах, може накопичуватися конденсатна волога, яка при від'ємних температурах руйнує структуру піни. Руйнується піна і під дією ультрафіолетового випромінювання. Але при організації системи захисту піни від зовнішніх та внутрішніх негативних впливів за допомогою стрічкових матеріалів та захисних мастик вона зберігає свої експлуатаційні властивості протягом дуже тривалого часу. Завдяки дрібнопористій структурі і малій гігроскопічності, піна використовується для заповнення стиків при монтажі вікон, дверей, вітражів і перегородок, для тепло- та звукоізоляції, а також для приклеювання легких оздоблювальних та ізоляційних матеріалів. Піна сумісна практично з усіма будівельними матеріалами, профілями і їх покриттями.

Таблиця 8.1

Технічні та експлуатаційні характеристики монтажно піни "Illbruck"

Характеристика	Показник
Теплопровідність	0,025...0,030 Вт/(м·К)
Міцність при розтягуванні	150 кПа
Подовження при розтягуванні	15%
Міцність при стиску	60 кПа
Водопоглинання	0,3%
Температура експлуатації	-40°C ... +90°C
Температура використання (при $t_{\text{балона}}$ не нижче +10°C)	-10°C ... +35°C
Густина піни	25...30 кг/м ³

8.3.3. Монтажні стрічки

Монтажні стрічки – це композитний матеріал, який складається з несучої основи та нанесеної на неї герметизуючої речовини, покритої захисною плівкою. В якості основи використовується алюмінієва фольга, алюмінієва фольга армована міцними нитками, фліс-пропиленові стрічки. Герметизуючий шар виконаний з бутил-каучуку і нанесений з однієї або з двох боків стрічки.

Останнім часом, у зв'язку з високими вимогами щодо якості монтажу конструкцій, великої популярності набули, так звані, "саморозширюючі" стрічки. Стрічки такого типу виготовляються на поліуретановій або бутил-каучуковій основі і мають товщину 2...13 мм. Після розміщення у монтажному зазорі між алюмінієвою конструкцією та стіновим будівельним прорізом така стрічка поступово розширюється до 3...24 мм, заповнюючи його та забезпечуючи захист від вологи і фільтрації повітря.

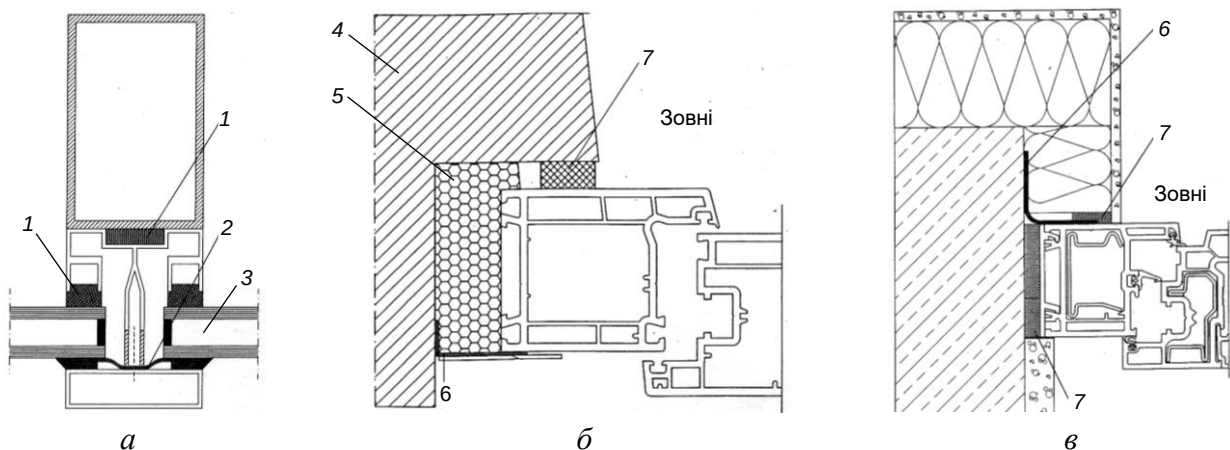


Рис. 8.9. Використання паронепроникних та герметизуючих розширювальних стрічок при монтажі конструкцій:

a – фасадна система; *б, в* – віконні системи;

1 – конструкційні ущільнювачі; 2 – пароізоляційна ущільнювальна стрічка типу Fester-Butylband; 3 – склопакет; 4 – стіна; 5 – піниий утеплювач; 6 – пароізоляційна ущільнювальна стрічка типу Festerfolie Innen або Festerfolie Aussen; 7 – ущільнювальна розширювальна стрічка типу illmod

Розглянемо деякі монтажні стрічки концерну “Illbruck” (рис. 8.10).

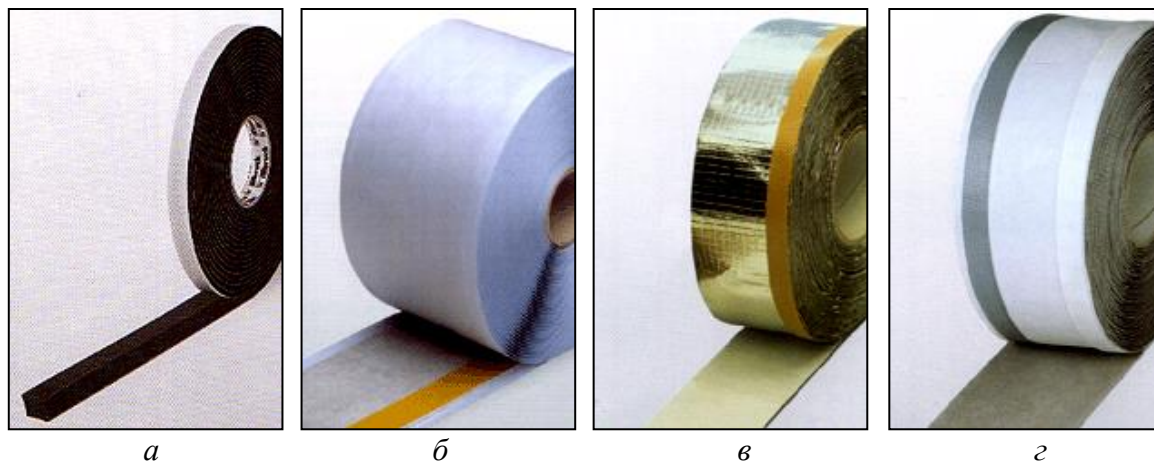


Рис. 8.10. Зовнішній вигляд ущільнювальних стрічок “Illbruck”:
a – illmod 2D; *б* – Fester-Butylband; *в* – Festerfolie Innen; *г* – Festerfolie Aussen

Таблиця 8.2

Технічні та експлуатаційні характеристики стрічки illmod 2D

Характеристика	Показник
Теплопровідність	0,025...0,030 Вт/(м·К)
Клас вогнестійкості	B1 (важкозаймистий)
Температура експлуатації	–50°C ... +90°C
Температура використання	–20°C ... +35°C
Розрахунковий коефіцієнт паропроникності	0,1 мг/(м ² ·год·Па)
Сумісність з іншими матеріалами	сумісна

Поставляються стрічки illmod 2D на котушках у стиснутому вигляді. Стрічка розширюється безпосередньо після розмотування з котушки. Герметичність шва гарантується при правильному підборі розміру стрічки. Розмір стрічки підбирається відповідно до маркування стрічки і розмірів шва, що підлягає герметизації (табл. 8.3).

ФУРНІТУРА ДЛЯ СУЧАСНИХ ВІКОННО-ДВЕРНИХ СИСТЕМ

9.1. Загальні положення. Класифікація систем фурнітури

У загальному значенні слово “фурнітура” (з франц. *fourniture*) означає різні допоміжні (підсобні) матеріали для того або іншого виробництва. У традиційних вікнах роль фурнітури виконує набір найпростіших ручок і петель, за допомогою яких і відбувається відкривання-закривання. Більш складні системи, що застосовуються у промислових і громадських приміщеннях, які виконують функцію відкривання вікна, розташованого на значній висоті від підлоги, тобто вище людського зросту, класифікують у спеціальній літературі як додаткові механізми.

Вікна, в яких фурнітура не встановлюється, називаються глухими.

Залежно від призначення і комплектації фурнітура може виконувати такі додаткові функції, як:

- різні режими мікропровітрювання приміщень;
- захист від зламу і небажаного відкривання вікон дітьми, приміщення спеціального призначення тощо.

Крім того, існує цілий ряд спеціальних пристосувань для міжкімнатних, входних і балконних дверей.



Рис. 9.1. Фурнітура для алюмінієвих віконно-дверних систем від SAVIO

Фурнітура, механізми якими комплектують віконні системи, можна поділити за такими ознаками:

- типом відкривання вікна;
- матеріалом віконного профілю;
- ступенем захисту від зламу;
- геометричною формою вікна.

Для класифікації фурнітури за типом відкривання введемо таке поняття, як режим відкривання.

Під основними *режимами відкривання стулки* будемо розуміти:

- поворотний режим (класичне відкривання);
- комбіноване відкривання, поворотно-відкидний режим відкривання стулки;
- відкидання (нахил);
- розсування;
- виставлення і розсування стулки.

Під *поворотом* будемо розуміти поворот стулки навкруги вертикальної осі з правого або лівого боку. Розташування петель зліва або справа означає, яким є відкривання – правим або лівим.

Режим *комбінованого відкривання* – стулка може відкриватись при певному положенні ручки і при зміні положення ручки верхня частина стулки відходить від рами (нахил) на кут біля 10...25° по відношенню до рами.

Режим *відкидання (нахилу)* – стулка відходить від рами у верхній або нижній частині навколо горизонтальної осі за допомогою ручки або дистанційного механізму. Діапазон відкидання може варіюватись від 25° до 180°.

Режим *розсування* – стулка рухається вздовж рами по спеціальних направляючих.

Режим *виставлення стулки і паралельного розсування* передбачає виставлення (вихід) стулки з площини вікна з подальшим розсуванням стулки паралельно рамі в лівий або правий бік.

Отже, комплекти фурнітури та механізми призначені забезпечити вказані типи відкривання. Тобто, це може бути фурнітура (комплект) для поворотного вікна, поворотно-відкидного тощо.

За способом відкривання вікна фурнітуру можна поділити на декілька груп :

- фурнітура для поворотного вікна з вертикальним розташуванням петель;
- фурнітура для поворотно-відкидного відкривання;
- поворотна (фрамужна) фурнітура з нижнім горизонтальним підвісом;
- розсувна фурнітура;
- нахильно-зсувна фурнітура.

За матеріалом віконного профілю фурнітура ділиться на фурнітуру для:

- вікон з ПВХ (полівінілхлорид);
- вікон з дерева;
- вікон з алюмінієвого профілю;
- дерево-алюмінієвих вікон.

Фурнітура для вказаних вікон виконує ті ж самі функції, різниця тільки в елементах, які використовуються в комплектах фурнітури для вікна та розмірах фурнітурного паза на профілі з того або іншого матеріалу.

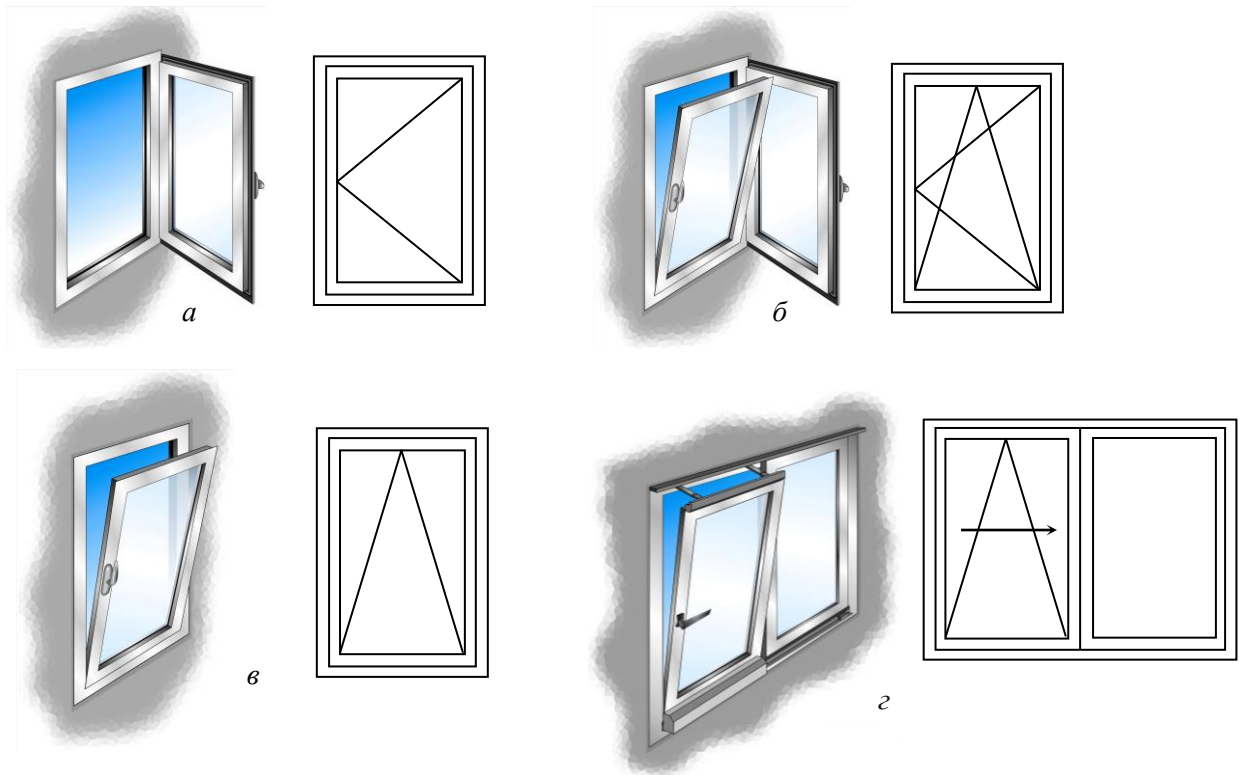


Рис. 9.2. Вікна з різними способами відкривання:

а – поворотне вікно; *б* – поворотно-відкидне вікно; *в* – нижньо-підвісне вікно (фрамуга);
г – нахильно-зсувне вікно

За геометричною формою вікна розподіляються на:

- прямокутні;
- арочні;
- трапецієвидні;
- з гострим кутом;
- круглі та інші.

Крім того, існує велика кількість *додаткової фурнітури* та *додаткових елементів*. Це протизламні елементи, аксесуари для розсувних вікон (автоматичні засувки, елементи блокування, ущільнювачі, ролики і т.п.), обмежувачі, антипанікові системи, шпінгалети, внутрішні механізми закривання до ручок, стаціонарні ручки і т.д.

Базовий комплект – в деяких джерелах – “основний механізм” (рис. 9.6).

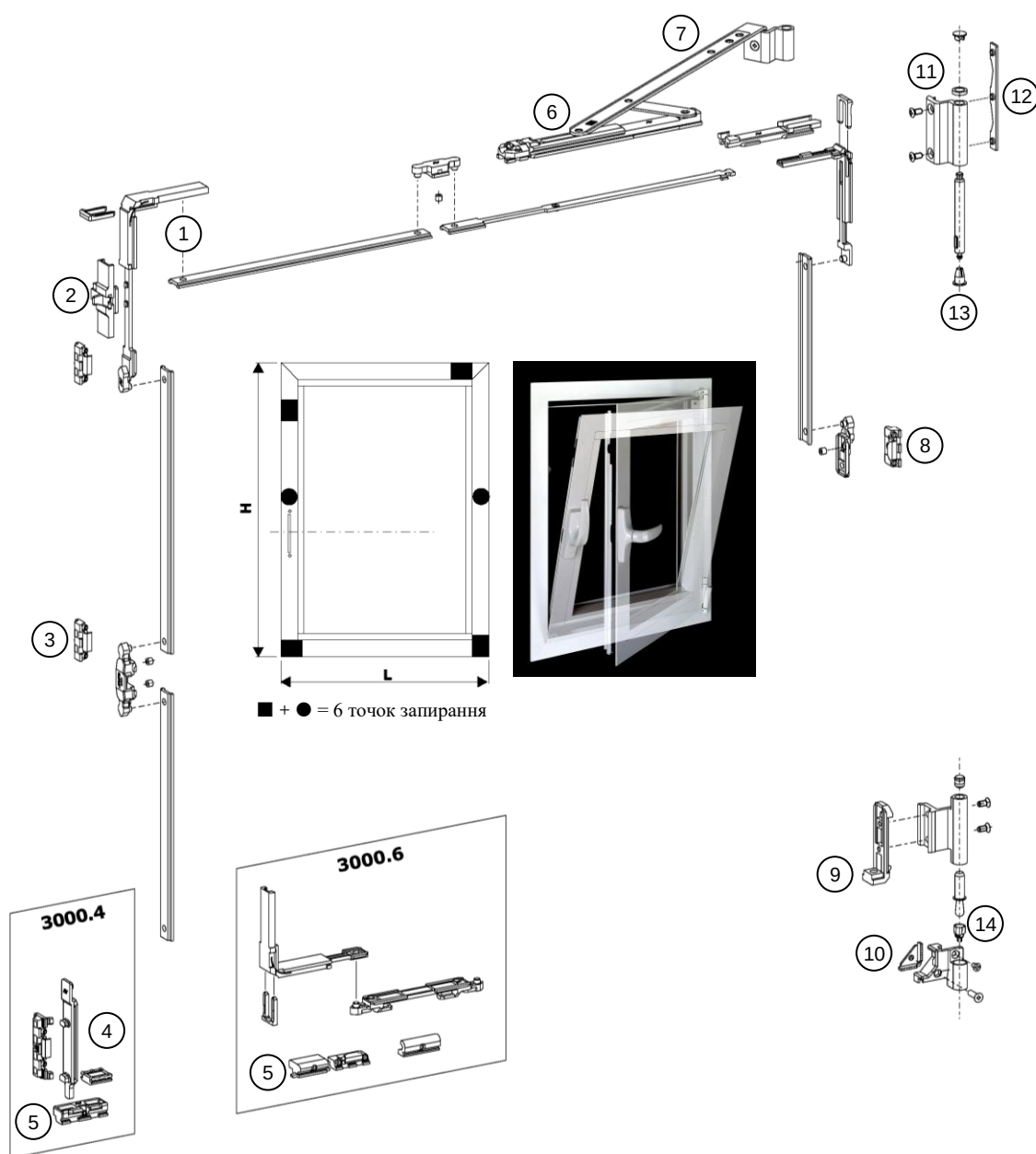


Рис.9.6. Комплект фурнітури для одноствулкового поворотно-відкидного вікна або поворотної стулки Ribanta 4 (SAVIO)

Кутова передача – в деяких джерелах “кутовий перемикач” (рис.9.6, 9.7), призначений для передачі руху через кут. Основним робочим елементом кутової передачі є пластини з пружної сталі, які не з’єднані між собою в площині, але не дивлячись на це вони працюють разом. Набір пластин знаходиться в обоймі, вигнутої під кутом з радіусом повороту, величина якого визначається глибиною фурнітурного пазу. Гнучкість пластин впливає на плавність ходу фурнітури.

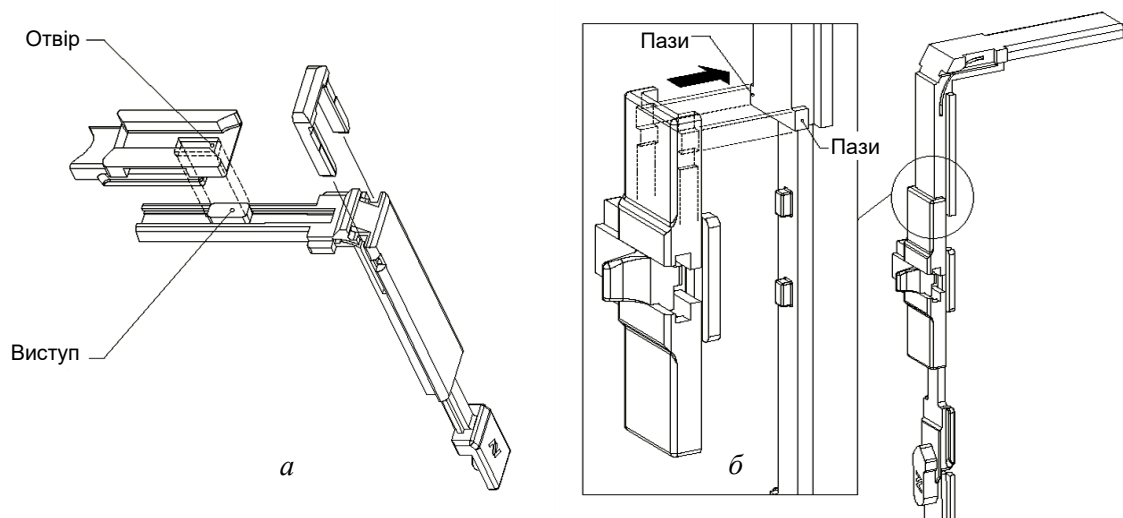


Рис. 9.7. Кутова передача (а) та її монтаж разом із пристроєм проти випадання вікна (б)

Ножичний кронштейн – у деяких джерелах “ножиці”, призначений для фіксації стулки, в режимі відкидання, коли стулка нахилена по відношенню до рами. Ножичний кронштейн – це елемент рамної частини (встановлюється на рамі) і елемент стулки (встановлюється на стулці). В закритому положенні вікна рамні і стулчасті елементи входять один в одного за допомогою спеціальних запорних цапф. При відкритому положенні вікна ножичний кронштейн роз’єднується, а рамні і стулчасті елементи з’єднуються між собою за рахунок спеціальної тяги.



Рис. 9.8. Ножичний кронштейн

Ножичний кронштейн встановлюється на поворотно-відкидні вікна. Конструкція кронштейну показана на рис.9.8 та рис.9.6 у верхній частині схеми.

Верхня петльова група (рис.9.6, 9.9) призначена для закріплення стулки на рамі у верхній точці.

Нижня петльова група (рис.9.6, 9.9) – петля складної конструкції, призначена для закріплення стулки на рамі у нижній точці. Виконує функцію нижньої опори для стулки, відкритої як в режимі повороту, так і нахилу.

Запірний елемент (див.рис.9.6) встановлюється в нижньому куті вікна, протилежному від нижньої петлі. Може закривати по вертикальній осі, або як по вертикалі, так і по горизонталі. Встановлюється на стулці і працює разом із відповідною планкою, в яку власне входить. Ще таку планку можуть називати утримувачем запірної частини. Утримувачі, як регульовані, так і нерегульовані, встановлюються на рамі. На рис.9.6 в нижній частині показано вертикальний (3000.4) і вертикально-горизонтальний (3000.6) запори.

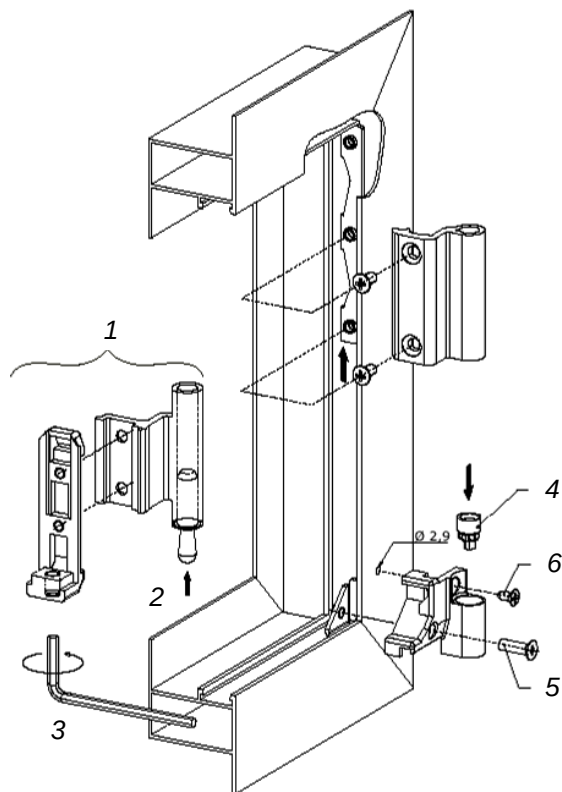


Рис. 9.9. Установка верхньої і нижньої петель:

1 – деталі петлі для установки на ступці;
2 – деталь, яку треба забити гумовим молотком;
3 – максимальне вертикальне регулювання 2 мм; 4 – прокладка; 5 – гвинти M5; 6 – гвинти-саморізи

9.11. Правила експлуатації віконної фурнітури

При проведенні монтажних робіт часто виникає необхідність демонтажу стулок з наступним поверненням їх на місце, що, як правило, веде до розрегулювання фурнітури. Тому остаточне регулювання фурнітури виконується, як правило, уже після монтажу вікон безпосередньо на будівельному об'єкті. При цьому досить часто виникають проблеми, викликані такими причинами:

- неправильна установка склопакета в профілі, що призводить до нерівномірного розподілу навантажень на петльову групу і, відповідно, відвисання стулки. Це більш актуально для профілів з ПВХ, ніж з алюмінію;
- неякісний монтаж вікна у проїмі з відхиленнями від вертикалі, що призводить до ексцентриситетів у петльовій групі і елементах контурного механізму;
- відсутність необхідних температурних зазорів між вікном і стіною, що призводить до вигинів віконних профілів із площини, і відповідно, до нещільного притиску рами в точках запирання.

Регулювання фурнітури не може цілком усунути негативний ефект від усіх перерахованих вище факторів, однак може частково його компенсувати. Комплект фурнітури має кілька точок регулювання, що залежать від системи:

- по петлях залежно від конструкції;
- по відповідних планках або запірних цапфах (роликах). За рахунок регулювання тих або інших вузлів можлива зміна положення стулки і її притиску в межах до 1...2 мм.

ІНШІ АЛЮМІНІЄВІ БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ**10.1. Великощитова опалубка для бетонування стін**

Алюмінієві профільні системи знаходять усе ширше застосування й у таких сферах будівництва, як монолітне бетонування у вигляді силових конструкцій великощитової опалубки, при монтажі вентилязованих фасадів, при виробництві драбин для горищ, огорожень люків, поручнів тощо.

Перший же досвід роботи з алюмінієвою опалубкою показав незаперечні переваги такої опалубки перед традиційною. Це легкість, простота монтажу та демонтажу, можливість застосування підйомно-транспортних засобів невеликого тоннажу, мобільність, можливість застосування нових технологічних прийомів, висока якість бетонної поверхні.

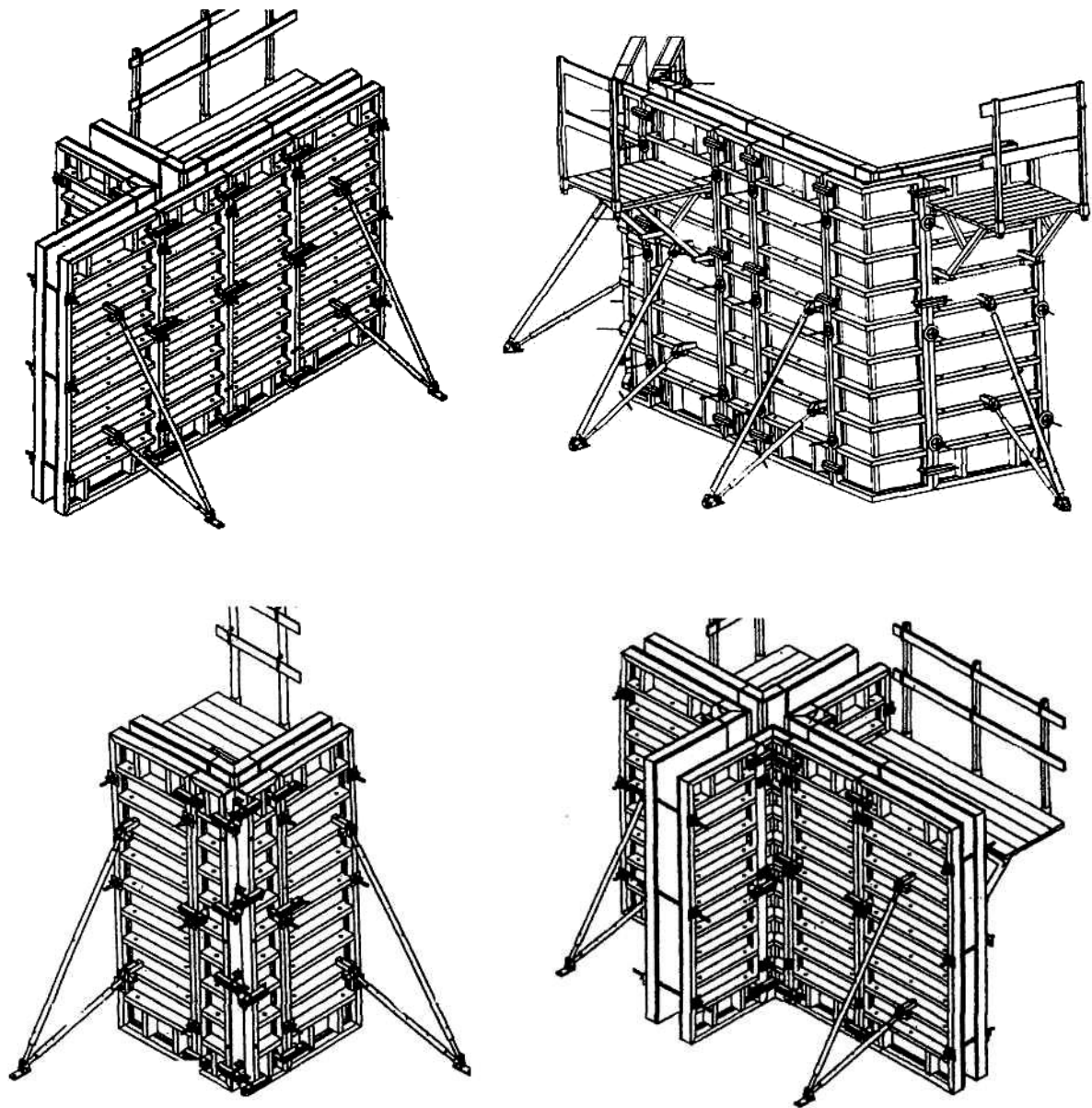


Рис. 10.2. Схеми формування елементів стіни

10.2. Великощитова опалубка для бетонування перекриттів

Система “літаючих столів”

Опалубка цього типу, або так звані “столи”, дозволяє бетонувати балкове перекриття. Спеціальні шарнірні пристрої дають можливість бетонувати балки, що виступають за площину плити перекриття.

Система столів із шарнірною формою для балок дозволяє збільшити швидкість будівництва і зменшити трудовитрати.

Легка вага алюмінієвих компонентів опалубних столів дозволяє використовувати крани середньої вантажопідйомності.

Загальний вигляд опалубки для бетонування перекриттів типу “літаючих столів” у момент їхнього переміщення показаний на рис. 10.6.

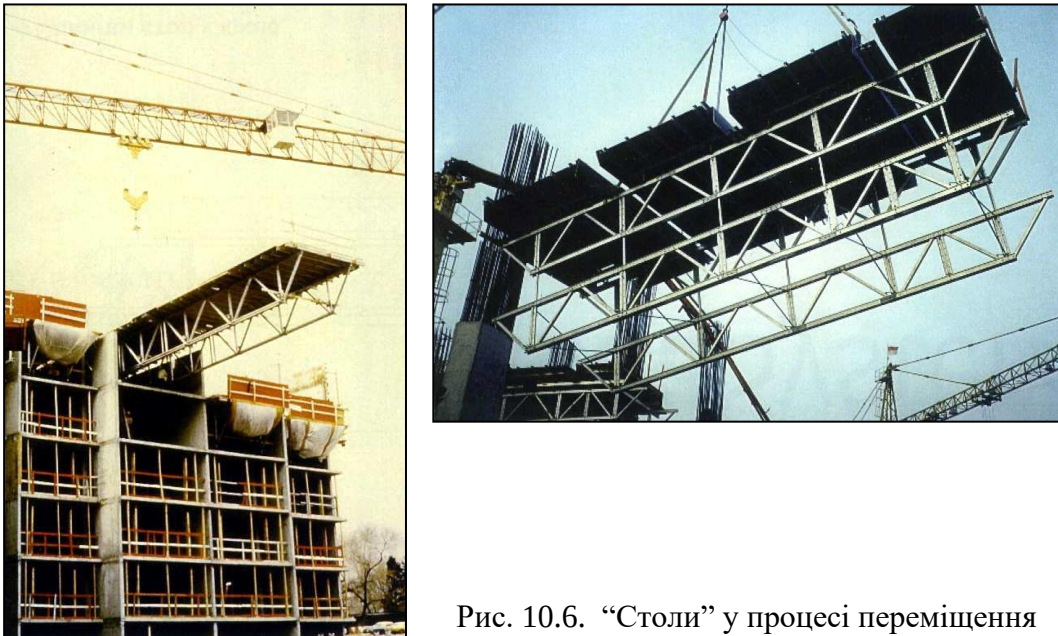


Рис. 10.6. “Столи” у процесі переміщення

Алюмінієві рами (об'ємні стійки) для опалубки перекриттів

Алюмінієві рами (рис. 10.8) застосовуються для утворення опорних елементів опалубки перекриттів у житловому, промисловому і транспортному будівництві.

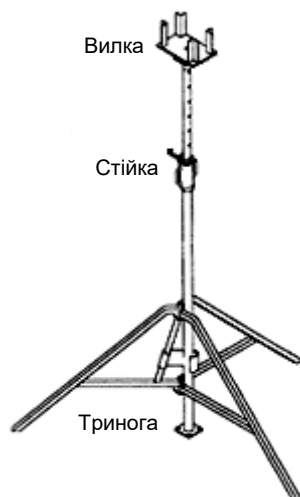


Рис.10.7. Телескопічна стійка для опалубки перекриттів



Рис.10.8. Рамна алюмінієва стійка для опалубки перекриттів

Опалубка шахт

При бетонуванні стін шахт і перекриттів над шахтами ліфтів застосовується опорна площадка для шахт ліфтів (рис. 10.9), яка служить опорою для опалубного устаткування.

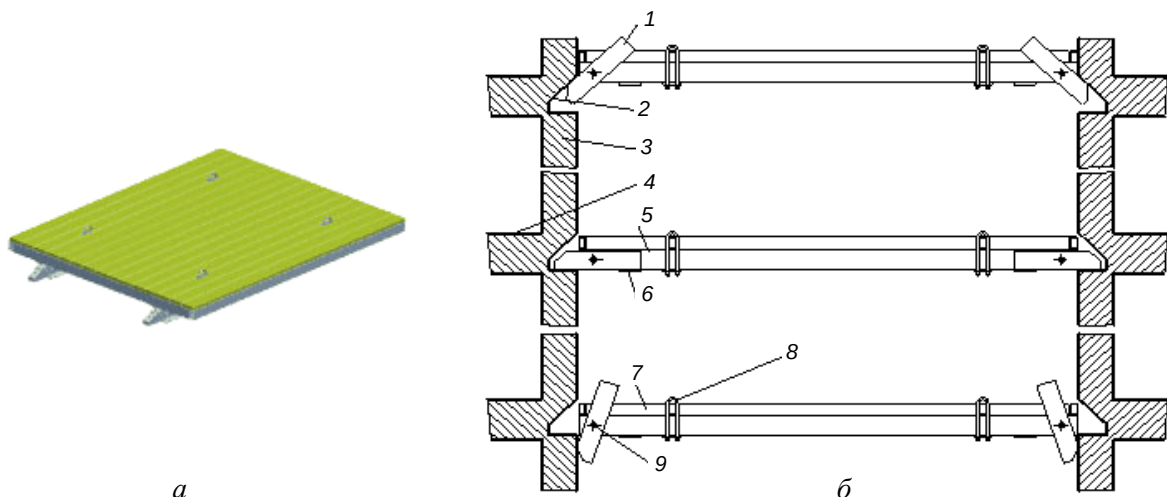


Рис. 10.9. Алюмінієва опорна площадка для опалубки шахт:

а – загальний вигляд; *б* – принцип дії опорної площадки;

1 – лапа; 2 – виріз для обпирання лапи; 3 – стіна шахти; 4 – плита перекриття; 5 – головна балка; 6 – опора; 7 – рама; 8 – скоба для кріплення рами і підйому опорної площадки; 9 – вісь

Опорна площадка встановлюється і пересувається з поверху на поверх за допомогою крана. Конструкція улаштована таким чином, що фіксування площадки на рівні перекриттів відбувається автоматично.

Використання опорної площадки дозволяє скоротити час і трудовитрати при веденні робіт з монтажу і демонтажу опалубки.

Площадка шахти ліфтів забезпечує безпечну роботу монтажників при монтажі опалубки і проведенні робіт із заливання бетону.

10.4. Начіпні вентилязовані алюмінієві фасади

Тільки-но з'явившись в Україні, начіпні вентилязовані фасади одразу завоювали велику популярність у архітекторів, будівельних організацій і інвесторів. І це не дивно, адже маючи безліч переваг, вони дозволяють якісно перетворювати вигляд будинків, зробити їх сучасними і втілити в життя найцікавіші ідеї.

Начіпний вентиляований фасад (рис. 10.10) являє собою конструкцію, що складається з захисного екрана і підоздолювальної конструкції, що кріпиться до стіни таким чином, щоб між захисним екраном і стіною утворився вентиляований повітряний прошарок. Для додаткового утеплення в конструкцію може додаватися теплоізоляційний шар і гідровітрозахисна паропроникна плівка.

Начіпні вентилязовані фасади мають ряд переваг у порівнянні зі звичайними фасадами. Це:

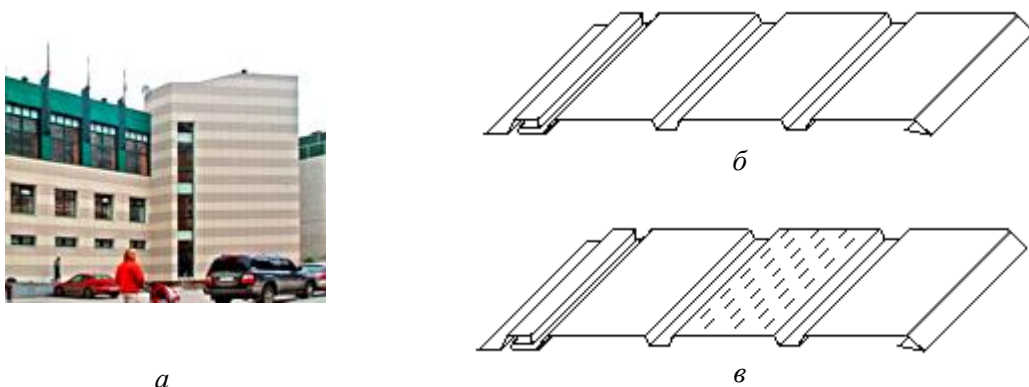


Рис. 10.10. Вентилювані алюмінієві начіпні фасади:

а – зовнішній вигляд будівлі з вентиляваним фасадом;
б – суцільний алюмінієвий софіт; *в* – перфорований алюмінієвий софіт

1. Поліпшені теплоізоляційні властивості будинку. Начіпний вентиляований фасад дозволяє будинкові відповідати підвищеним вимогам до теплоізоляції (поліпшення в 5...6 разів). Влітку такий фасад зберігає усередині будинку прохолоду, дозволяючи заощаджувати на дорогих системах кондиціювання.
2. Поліпшені звукоізоляційні властивості будинку. Начіпні вентилязовані фасади підвищують звукоізоляційні характеристики будинків у середньому в 1,5...2 рази в порівнянні зі звичайними фасадами. Такий ефект

досягається завдяки захисному екранові і шару утеплювача, що мають звукобійні властивості в широкому діапазоні частот.

3. Збільшення теплоакumuлюючої здатності масиву стіни. Так, наприклад, якщо відбудеться відключення джерела теплопостачання, то при наявності зовнішньої ізоляції, цегельна стіна буде остигати в 6...6,5 разів повільніше, ніж при внутрішньому шарі теплоізоляції такої ж товщини.
4. Відсутність вимог до попередньої підготовки стін. Монтаж начіпних вентилязованих фасадів не висуває спеціальних вимог до якості поверхні стін. Вони не вимагають попереднього зачищення і вирівнювання. Крім того, начіпні вентилязовані фасади дозволяють сховати дефекти стін і надати будинкові респектабельний і закінчений вигляд.
5. Можливість використання на територіях із суворим кліматом. Начіпні вентилязовані фасади добре зарекомендували себе в регіонах з великими річними і добовими перепадами температур і в регіонах з високою вологістю. У таких умовах традиційні фасадні матеріали мають короткий термін служби.
6. Тривалий термін служби фасаду. При правильному проектуванні і монтажі начіпні вентилязовані фасади прослужать не менш 30 років. Начіпний вентиляований фасад значно збільшує термін служби будинків, захищає стіни від атмосферних і механічних впливів, перешкоджає передчасному руйнуванню стін і запобігає появі на них грибка і цвілі.
7. Відповідність вимогам пожежної безпеки. Матеріали, що використовуються в конструкції начіпних вентилязованих фасадів, відповідають усім вимогам пожежної безпеки і відносяться до категорії важкоспалювальних або неспалювальних, перешкоджаючи поширенню вогню.
8. Архітектурна виразність. Начіпні вентилязовані фасади дозволяють змінити архітектурний вигляд будинку і надати йому неповторний вигляд, який запам'ятовується. Комбінування різних алюмінієвих лицевальних матеріалів, зміна їхньої форми і кольору відкриває простір для найсміливіших дизайнерських рішень.

10.5. Сходи для горищ та огороження

Складні горищні алюмінієві сходи (рис.10.11, *а, б*) дозволяють зручно і безпечно підніматися на горище або в мансарду, заощадивши при цьому місце в приміщенні.

Горищні сходи – це конструкція, що складається з трьох або чотирьох секцій, які легко перетворюються в сходовий марш і прибираються в стелю або відкриваються в один прийом за допомогою спеціального стрижня.

У складеному вигляді сходи являють собою блок, якій можна "зберігати в стелі" і який може служити перешкодою для поширення вогню при пожежі. По периметру коробки люка, виготовленого з вогнетривкого негорючого матеріалу, встановлене контур ущільнення, яке розширюється під впливом високої те-

мператури, що обмежує проникнення диму. Усі матеріали, які використані при виробництві сходів, пройшли випробування на вогнестійкість і відповідають усім європейським нормам.

Допомагаючи заощадити простір у приміщенні, сходи ідеально підходять для будь-якого інтер'єра. Естетично виконана теплоізоляційна кришка не вимагає додаткової обробки.

Параметри горищних алюмінієвих драбин:

- загальна вага	25...35 кг
- максимальне навантаження	160...250 кг
- ширина сходинки	40...70 см
- глибина сходинки	6...10 см
- товщина кришки люка	3...66 см
- висота приміщення	270...335 см

Огородження прорізу люка (рис.10.11, в) підвищує безпеку використання сходів, а також полегшує спуск по сходах униз. Виготовляється з алюмінієвих профілів. Розмір огороження: довжина – 70 см, ширина – 130 см, висота – 95 см (за необхідності розміри можуть бути змінені).



а



б



в

Рис. 10.11. Сходи для горищ та огороження з алюмінію:
а, б – драбини для горищ; в – огороження люків

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ АЛЮМІНІЄВИХ КОНСТРУКЦІЙ

для студентів спеціальності 192 "Будівництво і цивіль-
на інженерія" спеціалізації 192.04 "Технологія будіве-
льних конструкцій, виробів і матеріалів"
для усіх форм навчання

Укладач: ГЕЛЕВЕРА Олександр Григорович,

Комп'ютерна верстка Ю.Г. Томащука

Підписано до друку Формат 60х84 ^{1/16}
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Друк на різнографі.
Ум.-друк. арк. 1,86. Обл.-вид.арк..2,0 Ум. Фарбовідб.17.
Тираж 50 прим. Вид. № 74/III-04. Зам. №

КНУБА, Повітрофлотський проспект, 31, Київ, 03037

Віддруковано в редакційно-видавничому центрі
Київського національного університету будівництва і архітектури

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
Видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.