

УДК 629.4.023.18.001.76

Ю.В. Єжов, Ю.С. Павленко

ВІКНО ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА ЯК ІНЖЕНЕРНИЙ ОБ'ЄКТ

Наведені конструкційні характеристики різних типів вікон пасажирських вагонів. Викладено загальні технічні вимоги до них та методи їх випробувань.

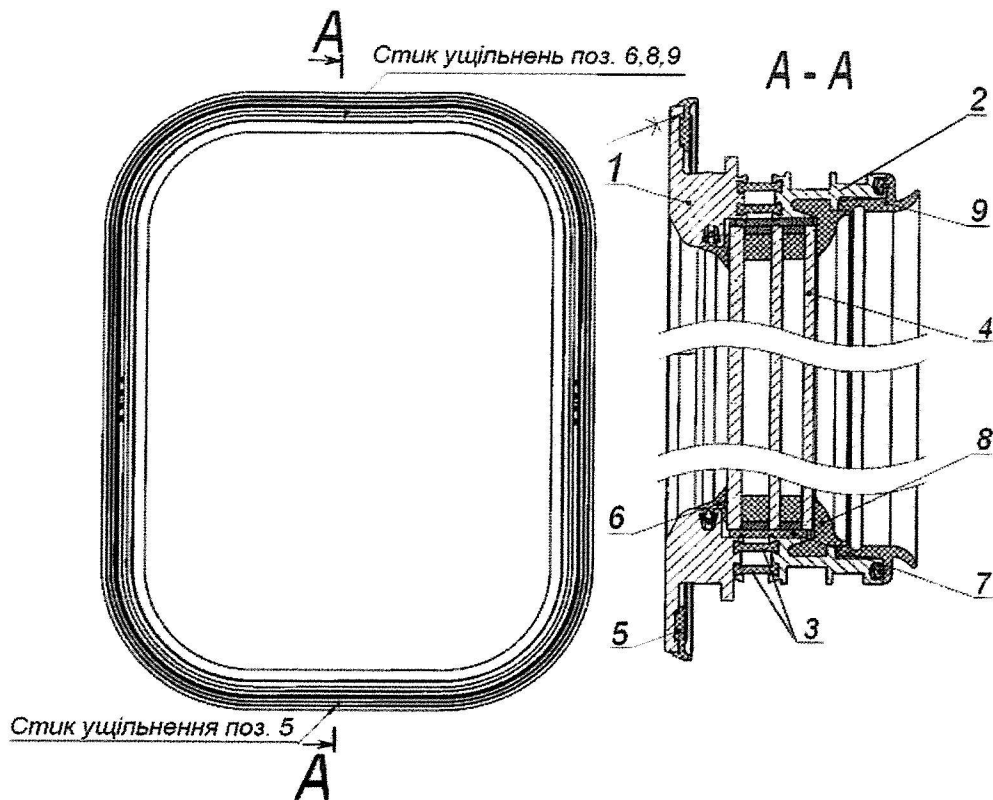
Є очевидним і незаперечним той факт, що конструкції залізничних вагонів, призначених для масових перевезень пасажирів, немислимі без таких елементів, як вікна. Через вікна всередину вагона проникає світло, через вікна пасажирів подорожуючи споглядають навколишні краєвиди. Як відомо, особливо любляють вмошуватись біля вікон діти. Однак, для того, щоб подорож пасажирів була комфортною та безпечною, вікна сучасних пасажирських вагонів повинні задовольняти широкому переліку досить строгих вимог.

Зважаючи на те, що переважаюча складова вікна є скляною, щонайпершою умовою є гарантія його механічної міцності. Особливо це стосується здатності протистояти можливим ударам ззовні, які можуть становити небезпеку особливо при високих швидкостях руху. Вікно, крім того, також не повинне створювати протягів, призводити до додаткового нагрівання внутрішнього простору вагона в спеку та вихолоджування його взимку. А оскільки пасажирський вагон є об'єктом, який знаходиться в постійному русі в різні пори року та за різних кліматичних умов, то вікна повинні відповідати також вимогам стійкості до впливу холоду (температури мінус 45 °С), спеки (температури плюс 50 °С), поштовхів та вібрації, повітряної ударної хвилі від зустрічних поїздів, що проходять сусідніми коліями, не допускати попадання до пасажирського приміщення води та снігу, не допускати утворення всередині вікна конденсату та обледеніння, забезпечувати стійкість зовнішніх поверхонь скла та рами до абразивного зносу дрібними часточками пилу та піску. Вікна також повинні легко митися, в тому числі і з застосуванням мийних засобів. Крім того, для вікон з кватирками та вікон - „аварійних виходів” встановлюється додатково низка специфічних вимог, якими обумовлюються, передусім, показники надійності, довговічності, безпеки та ергономіки.

В конструкціях пасажирських вагонів нової побудови, які випускаються в Україні ВАТ „Крюківський вагонобудівний завод”, до останнього часу застосовувались вікна різних модифікацій виробництва польської фірми RFWW „RAWAG”. Однак, на вітчизняному ринку вже визначились щонайменше два підприємства-виробники вказаної продукції, потенційно здатні створити конкуренцію вказаній фірмі. Це ЗАТ „Дніпровський завод „Алюмаш” (м. Дніпропетровськ) та ТОВ „Науково-виробниче підприємство „Ріст” (м. Вільнянськ Запорізької області). Вікна для пасажирського рухомого складу обох підприємств виготовляються за сучасними технологіями, вони схожі за конструктивним виконанням та основними параметрами, що визначають технічний рівень подібних виробів.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Основою конструкції сучасного вікна є каркас, виконаний з екструдованих профілів з алюмінієвого сплаву. При цьому каркас виконується складеним з двох частин з роз'ємом у площині, що проходить приблизно посередині товщини вікна. Елементи вказаних напівкаркасів поєднуються у загальну раму через термоізолюючу вставку (так звану терморозв'язку), виконану з твердого полімерного матеріалу, який має низький коефіцієнт теплопровідності. Цим самим створюється перешкода для прямої теплопровідності та більш сприятливий режим теплообміну між зовнішнім елементом каркасу, розташованим зовні вагона, та внутрішнім, що виходить безпосередньо в пасажирське приміщення. Загальна схема конструкції вікна наведена на рис. 1 (вигляд з боку внутрішнього скла).



- 1 – каркас зовнішній; 2 – каркас внутрішній; 3 – терморозв'язка;
4 – склопакет; 5 – ущільнення поверхні прилягання зовнішнього каркасу;
6, 8 – ущільнення склопакета; 7 – вставка дистанційна;
9 – ущільнення внутрішнє.

Рис. 1. Загальна схема конструкції вікна пасажирського вагона

Вітчизняні пасажирські вагони локомотивної тяги нової побудови, призначені для масових перевезень пасажирів коліями шириною 1520 мм, потребують встановлення вікон наступних типів (дивись рис.2):

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

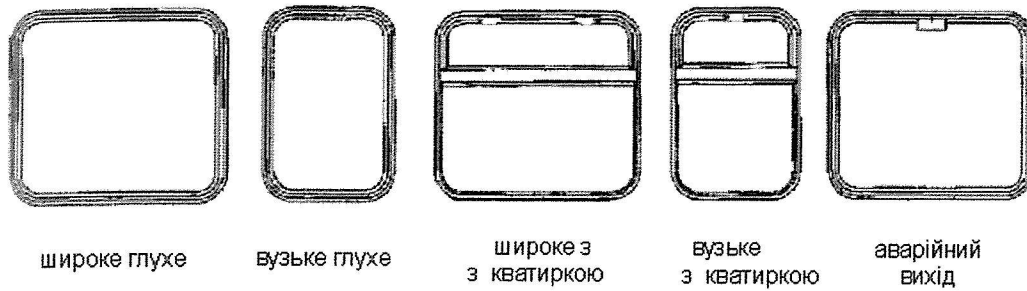


Рис. 2. Типи вікон для українських пасажирських вагонів нової побудови

При цьому вікна вузькі – глухе та з кватиркою - виготовляються ще у виконанні, що передбачає встановлення їх в туалетах. Особливістю таких виконань є те, що внутрішнє скло виконується непрозорим - з світлорозсіюючим покриттям.

Застосування тонованої плівки на зовнішньому склі любого склопакета (однокамерного чи двокамерними) є небажаним, так як вона знижує коефіцієнт пропускання склопакетом світла у видимому спектрі від 30 до 50 % та заважатиме видаленню склопакета в разі розбивання його молотком. Максимально допустимий коефіцієнт теплопередачі $2,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ досягається двокамерним склопакетом і без застосування спеціальних плівок та покриттів.

Конструкція вікна будь-якого з наведених вище типів передбачає наявність в каркасі герметичного склопакета (див. рисунок 1). Останній монтується через дистанційні вставки, які запобігають безпосередньому контакту з металом, та гумові ущільнення. Склопакет в загальному випадку виконується двокамерним. За вимогою замовника чи для встановлення у спеціальні вагони склопакети можуть виконуватись однокамерними (два скла) та безкамерним (з одного скла). Необхідно відмітити, що у разі застосування склопакета який складається з одного скла допускається нанесення на нього ефективних теплозахисних та тепловідбивних покриттів, які здатні забезпечити необхідний коефіцієнт теплопередачі. На сьогоднішній день вартість таких склопакетів вища за звичайні та їх застосування у вагонних вікнах обмежене в основному економічними поглядами. В той же час, у разі необхідності, вони можуть бути корисними для зниження маси тари вагона.

Конструкція вікна повинна передбачати дренаж води з вікна, в тому числі з порожнини між кромками склопакета та фальцями алюмінієвих профілів. Дренажна волога повинна відводитись назовні вагона.

Слід зазначити, що вітчизняного нормативного документу національного рівня, який би зосереджував у собі загальну сукупність спеціальних вимог до склопакетів, встановлюваних у вікна залізничних транспортних засобів, як, до речі, і до вікон в цілому, на даний час не існує. Тому, виробники вікон для пасажирських вагонів були змушені розробити власні технічні умови, звертаючись, стосовно склопакетів, зокрема, і до вимог чинного в Україні ДСТУ Б В.2.7-107 (ГОСТ 24866) „Склопакети клеєні будівельного призначення. Технічні умови”.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

На сьогоднішній день в Україні розроблений проект галузевого стандарту «Вагони пасажирські. Вікна. Загальні технічні вимоги» (розробник ДП «УкрНДІВ») в якому загальна сукупність технічних вимог до вікон встановлюється виходячи з реальних умов експлуатації наявних та нових пасажирських вагонів з урахуванням європейського досвіду та вимог чинних нормативних документів.

Відповідність вікон встановленим показникам, які відображені в технічних умовах підприємств – виробників, перевіряються серією спеціальних випробувань.

Однією з найбільш важливих вимог до вікна, як уже зазначалось, є вимога забезпечення механічної міцності зовнішнього скла склопакету. Відповідність скла цій вимозі, встановленій, зокрема, ГОСТ 5727 – 88 „Стекло безопасное для наземного транспорта. Общие технические условия” гарантують склозаводи, поставляючи продукцію виробникам вікон.

ГОСТом 5727 – 88 встановлений метод перевірки міцності зовнішнього скла склопакету - вільне падіння на зовнішнє скло вікна сталеві кулі. Критерієм придатності загартованого скла товщиною від 3,5 мм до 5,5 мм є його здатність витримувати удар сталеві кулі масою (227 ± 2) г, вільно падаючої з висоти 2,5 м, і вказана норма повинна бути витримана на 5 зразках із 6. Вказаним ГОСТ 5727 – 88 регламентується також характер руйнування скла. Стандартом встановлено, що в будь-якому квадраті розміром 50 мм x 50 мм повинно бути не менше 40 та не більше 400 осколків. При цьому осколки площею понад 3 см² не допускаються.

Перевірити міцність зовнішнього скла склопакету можна і на готовому вікні (див. рис. 3). Але, на відміну від вищезгаданого ГОСТ 5727 – 88, для вікон прийнята більш жорстка вимога – зовнішнє скло кожного вікна повинне витримувати удар за спеціальних умов. При цьому поняття „витримувати удар” означає відсутність будь-яких візуальних змін на поверхні скла після сприйняття удару.

Картина випробувань на характер руйнування скла кватирки вікна пасажирського вагона наведена на рисунку 4.



Рис. 3. Перевірка на механічну міцність зовнішнього скла вікна пасажирського вагона

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

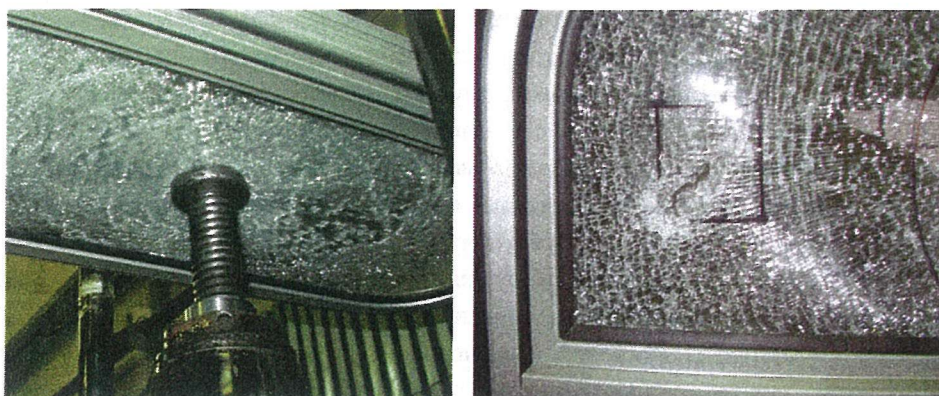


Рис. 4. Випробування на характер руйнування скла кватирки вікна пасажирського вагона

Слід, однак, зауважити, що для вікон пасажирських вагонів не встановлюється вимога „надміцності”, оскільки при виникненні аварійних ситуацій з метою евакуації кожне вікно вагона все ж повинне мати здатність бути розбитим зсередини чи ззовні підручними засобами чи спеціальним молотком. Зазначена вимога діє і на залізничних членах Міжнародної Співки Залізниць (МСЗ). Настановою МСЗ UIC 564-1 встановлюється навіть конструкція спеціального молотка (наведена на рис. 5). Подібна вимога реалізується також на вікнах вагонів, призначених для експлуатування коліями держав колишнього СРСР.

Разом з тим, вагони нових конструкцій для залізниць України в більшості все ж обладнуються аварійними вікнами спеціального виконання (не менше 4-х одиниць на вагон). Конструктивними особливостями таких вікон є те, що їх склопакети вмонтовуються в каркас з забезпеченням можливості виймання (з наступним видаленням всередину вагона) або опускання в міжстінний простір. При цьому повністю вивільнюється віконний проріз.

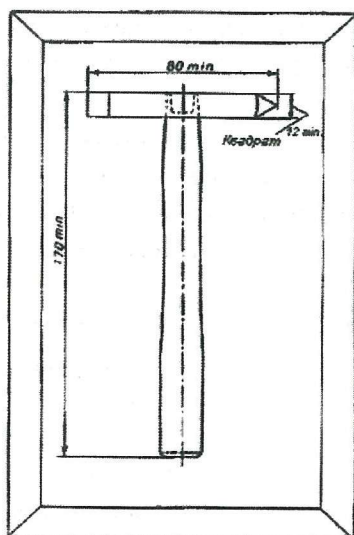


Рис. 5. Конструкція спеціального молотка для розбивання вікон в аварійних випадках (за Настановою UIC № 564-1)

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Вікна „аварійний вихід” виконуються з розмірами, що відповідають зовнішнім розмірам вікна широкого глухого. Через відсутність кватирки, вони ззовні практично не відрізняються від вікон „глухого” виконання, хіба що спостережливий пасажир помітить з перону крізь скло дві ручки-скоби, розташовані вгорі склопакета зсередини вагона та чіткий напис «Аварійний вихід». В середині ж вагона вказані ручки є яскраво помітними - завдяки спеціальному пофарбуванню. Вони якраз і слугують тому, щоб вийняти або опустити, за необхідності, склопакет, попередньо вивільнивши його з гумового ущільнення через висмикування спеціального ущільнюючого шнура, обладнаного передбаченим для цього кільцем згідно інструкції або відповідної піктограми з його використання, яка знаходиться біля вікна. Зрозуміло, що як зусилля вивільнення шнура, так і зусилля виймання чи опускання склопакета є нормованими і перевіряються при всіх видах випробувань вікон. При цьому вікна „аварійний вихід”, мусять бути герметичними та забезпечувати всі інші показники, властиві вікнам „глухого” виконання. Необхідно відмітити, що склопакети всіх вікон пасажирських вагонів нової побудови повинні виготовлятися з безпечних стекол згідно ГОСТ 5727 та являтися водночас теж „аварійними виходами” (розбиття склопакета зсередини чи ззовні підручними засобами чи спеціальним молотком).

Вікна з кватиркою встановлюють для провітрювання вагона в пунктах відстоювання/формування поїзда та на ходу поїзда в разі виходу із ладу системи кондиціонування повітря вагона. Конструктивно вікно з кватиркою може мати кватирку поворотного типу з можливістю відкривання на кут (у вертикальній площині) або кватирку з можливістю переміщення у вертикальній площині (вверх в міжстінний простір або вниз паралельно внутрішній глухій частині вікна).

Кватирки поворотного типу мають вільно відкриватися на кут від 25° до 35° з надійним фіксуванням у крайніх положеннях, не заважаючи відкриттю дверей та проходу пасажирів. Обмеження відкриття кватирки забезпечує конструкція елементів вікна і кватирки. У закритому положенні кватирку фіксують спеціальними замками-фіксаторами та замикають окремими замками під спеціальний вагонний ключ. Конструкція замка-фіксатора має забезпечувати закриття кватирки хлопком. Зусилля відкриття спеціального замка-фіксатора кватирки повинно бути не більше ніж 60 Н. Механізм фіксації кватирки у відкритому стані має забезпечувати стійке її положення під час руху вагона.

Для вікна, кватирка якого переміщається у вертикальній площині, мають забезпечуватися вертикальний розмір вільного прорізу при повній відчиненій кватирці не менше 300 мм та надійне фіксування кватирки у крайніх положеннях. Зусилля, необхідні для відкривання, закривання та переміщення кватирки, не повинні перевищувати 100 Н.

Перевірка відповідності вікон вимогам стійкості до впливу зовнішніх факторів здійснюється через проведення випробувань з залученням спеціального обладнання.

Так, здатність вікон до протистояння вібраційним впливам перевіряється через визначення для зразків вікон показників віброміцності (збереження міцності елементів при дії вібраційних навантажень) та вібростійкості (збереження всіх своїх параметрів при дії вібраційних навантажень). Випробувальне обладнання (вібростенд), що використовується при цьому - згідно з ГОСТ 30630.0.0.

Випробування на віброміцність проводяться за методом 103.2.1 за ГОСТ 30630.1.2 при якому вікно на вібростенді встановлюють послідовно у вертикально-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

му та поперечному горизонтальному напрямках зі ступенем жорсткості 10б. Решта заданих показників вібраційного впливу також визначені вищезгаданим ГОСТ, що обумовлює дію синусоїдальної вібрації у встановленому діапазоні частот. Загальна тривалість впливу вібрації - 80 годин.

Випробування на вібростійкість виконуються за методом 102-3 згідно з тим же ГОСТ 30630.1.2 у встановленому діапазоні частот та амплітуді прискорень $10 \text{ м/с}^2 (1g)$.

Критеріями властивості вікон протистояти вібраційним впливам є відсутність будь-яких механічних пошкоджень їх деталей та збереження роботоздатності, що має бути підтверджене окремою перевіркою.

Випробування вікон на стійкість від впливу поодиноких ударів проводять шляхом здійснення механічних ударів одиначної дії з напівсинусоїдальною чи наближеною до неї формою імпульсу ударного прискорення. Вібраційною установкою задається в попередньо визначеній контрольній точці пікове ударне прискорення $30 \text{ м/с}^2 (3g)$ з тривалістю дії (11 ± 9) мс, реалізовується не менше 3-х ударів. Вікна визнаються такими, що витримали випробування, за умови відсутності, будь-яких механічних пошкоджень їх деталей та збереження роботоздатності. Слід зауважити, що за результатами проведених ДП „УкрНДІВ” експериментальних досліджень, вікна вітчизняних виробників забезпечують стійкість до впливу поодиноких ударів при пікових ударних прискореннях $5 g$ та більших.

Не менш цікавими та інженерно насиченими є тривалі випробування вікон в кліматичних камерах – на холодостійкість та теплостійкість, де зразки послідовно піддаються кількогодінному впливу як низьких (мінус $50 \text{ }^\circ\text{C}$), так і високих (плюс $50 \text{ }^\circ\text{C}$) температур.

В процесі випробувань, згідно з отриманими даними, здійснюється розрахунок коефіцієнта теплопередачі. При цьому, вікна визнаються такими, що витримали випробування, якщо коефіцієнт теплопередачі для „критичних” виконань вікон - широкого з кватиркою та „аварійний вихід” не перевищує, відповідно, $2,5$ та $2,8 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ та встановлених нормованих значень для вікон інших виконань.

Крім наведених, конструкції вікон пасажирських вагонів піддаються тривалим (не менше 96 годин) випробуванням за спеціальними методиками на вологостійкість, на стійкість до утворення льоду, на вплив зниженого та підвищеного атмосферного тиску, на здатність витримувати вплив повітряної ударної хвилі, на стійкість зовнішніх поверхонь скла та рами до абразивного зносу дрібними часточками пилу та піску, на забезпечення легкого змивання водними розчинами і з застосуванням мийних засобів з забезпеченням стійкості до впливу останніх та іншим.

Зусилля виробників вікон для пасажирських вагонів повинні бути спрямовані, на те, щоб пасажир, який користується послугами вітчизняного залізничного транспорту, отримував задоволення від подорожі, його перебування у пасажирському вагоні було безпечним та комфортним.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 4049-2001 „Вагони пасажирські магістральні локомотивної тяги. Вимоги безпеки”.
2. ТУ У 35.2-25221038-005:2008 „Вікна вагонів рухомого складу. Технічні умови”.
3. ТУ У 35.2-19151204-002:2008 „Вікна алюмінієві з терморозв'язкою для пасажирських вагонів. Технічні умови”.
4. ГОСТ 30630.1.2-99 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации.
5. ГОСТ 30630.0.0-99 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования.