

Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Сумський національний аграрний університет
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування
техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва
імені Леоніда Погорілого



AutoTRAK-2024

Міжнародна
науково-практична конференція
«AutoTRAK-2024»

06-07 травня 2024 року
Київ, Україна

АНАЛІЗ МІЦНОСТІ ШАРУВАТОГО СКЛІННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

д.т.н., професор Сметанкіна Н.В.,

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
м. Харків, Україна*

к.т.н., доцент Місюра С.Ю.,

*Національний технічний університет «ХПІ»
м. Харків, Україна*

к.т.н., доцент Місюра Є.Ю.,

*Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця
м. Харків, Україна*

Забезпечення ефективної та безпечної експлуатації спецтехніки є однією з найважливіших задач під час ліквідації наслідків техногенних аварій [1, 2]. Для вирішення цієї задачі необхідно забезпечити міцність скління кабін основних і спеціальних пожежних автомобілів як однієї з найуразливіших частин техніки [3, 4]. Характерною особливістю експлуатації спецтехніки є робота поблизу пожеж і вибухонебезпечних об'єктів, що може призвести до впливу значних силових і температурних навантажень. Особливо небезпечною є робота поруч із вибухонебезпечними об'єктами, оскільки під час вибуху на спецтехніку діють короточасні навантаження великої інтенсивності [5, 6].

Пожежні автомобілі призначені для доставки особового складу, гасіння пожеж і проведення рятувальних робіт. Як правило, пожежні автомобілі виробляють на базі пасі наявних вантажівок. За площею скління займає значну поверхню кабін 1,8-2,6 м². На багатоцільових автомобілях, як правило, присутні по два великих вітрових вікна, розділених центральною стійкою віконного прорізу. Найбільше застосування в кабінах знайшли плоске скло. Скління кабін складається з загартованих одношарових або тришарових стекол. Закріплення вітрових стекол і стекол задньої панелі в прорізах здійснюється за допомогою гумового ущільнювача, який фіксується по периметру закладки замком із полімерного матеріалу або гуми. Створення захисного скла для спецтехніки потребує комплексного підходу і не допускає спрощеного розв'язання задачі за рахунок звичайного наклеювання багатошарової полімерної плівки на скло.

Метою роботи є розробка ефективних методів розрахунку міцності безпечного багатошарового скління спецтехніки під час дії нестационарних температурних полів.

Шарувате скління спецтехніки розглядається як багатошарова пластина з неканонічною формою плану, яка зібрана з шарів постійної товщини. На зовнішніх поверхнях пластини відбувається конвективний теплообмін. Між шарами знаходяться міжшарові плівкові джерела тепла. Рівняння теплопровідності та граничні умови на зовнішніх поверхнях пластини отримуємо з варіаційного рівняння теплового балансу. Щоб

тривимірну задачу теплопровідності звести до двовимірної задачі, температуру в шарах і на бічній поверхні, а також питомі потужності внутрішніх джерел тепла подаємо у вигляді розкладів у ряди за поліномами Лежандра. Поставлена задача розв'язується методом занурення [7]. Деформування пластини описується в рамках уточненої теорії, що враховує деформації поперечного зсуву й обтиснення матеріалу шарів за товщиною [8]. Метод розв'язання задачі термопружності аналогічний методу розв'язання задачі теплопровідності.

Для деяких типів спецтехніки проведено чисельне дослідження температурних полів і напружень у шарах тришарового скління автомобілів. Встановлено, що температура руйнування багатошарового скління становить 350°C. Якщо температура перевищує це значення, необхідно використовувати спеціальні пожежні танки або багатоцільові легкі броньовані тягачі, в яких склоблоки обладнано броньовими кришками.

Список літератури

1. Sierikova O., Strelnikova E., Gnitko V., Degtyarev K. Boundary calculation models for elastic properties clarification of three-dimensional nanocomposites based on the combination of finite and boundary element methods. *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, 2021, P. 351–356.
2. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Misura S.Yu., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Optimal design of layered cylindrical shells with minimum weight under impulse loading. *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, 2021, P. 506–509.
3. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угрімов С.В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатошарового скління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях, *Вісник Херсонського національного технічного університету*, № 3(58), 2016, С. 408–413.
4. Smetankina N., Semenets O., Merkulova A., Merkulov D., Misura S. Two-stage optimization of laminated composite elements with minimal mass. *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE-2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 536, 2023, Springer, Cham, P. 456–465.
5. Smetankina N., Postnyi O. Nonstationary heat conduction in multilayer glazing subjected to distributed sources. *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, Vol. 10, No 2, 2020, P. 28–31.
6. Hontarovskiy P.P., Smetankina N.V., Ugrimov S.V., Garmash N.H., Melezhyk I.I. Computational studies of the thermal stress state of multilayer glazing with electric heating. *Journal of Mechanical Engineering – Problemy mashynobuduvannia*, Vol. 25. No. 2, 2022, P. 14–21
7. Malykhina A.I., Merkulov D.O., Postnyi O.V., Smetankina N.V. Stationary problem of heat conductivity for complex-shape multilayer plates. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series “Mathematical modeling. Information technology. Automated control system”*, Vol. 41, 2019, P. 46–54.

8. Smetankina N., Merkulova A., Merkulov D., Misura S., Misiura Ie. Modelling thermal stresses in laminated aircraft elements of a complex form with account of heat sources. *ICoRSE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 534, 2023, Springer, Cham, P. 233–246.

АНАЛІЗ МІЦНОСТІ ШАРУВАТОГО СКЛІННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

д.т.н., професор Сметанкіна Н.В.,

к.т.н., доцент Місюра С.Ю.,

к.т.н., доцент Місюра Є.Ю.,

Розроблено метод розрахунку параметрів термонапруженого стану шаруватого скління спеціальної автомобільної техніки під впливом теплових навантажень. Проведено чисельне дослідження температурних полів і напружень у шарах тришарового скління.

Ключові слова: пожежний автомобіль, триплекс, температурне поле, міцність.

STRENGTH ANALYSIS OF LAMINATED GLAZING OF SPECIAL AUTOMOTIVE EQUIPMENT UNDER THERMAL LOADS

DSc, Professor Smetankina N.V.,

Ph.D., Associate Professor Misiura S.Yu.,

Ph.D., Associate Professor Misiura Ie.Iu.

A method for calculating the parameters of the thermal stress state of laminated glazing of special automotive equipment under the influence of thermal loads has been developed. A numerical study of temperature fields and stresses in the layers of triplex glazing has been carried out.

Key words: fire truck, triplex, temperature field, strength.