

7. Кондратенко О. М. Врахування зміни напору при визначенні впливу нормативної точності виготовлення пожежного ствола на висоту підйому струменя води при забезпеченні техногенно-екологічної безпеки / О. М. Кондратенко, І. В. Міщенко, Г. О. Чернобай // Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека». – 2017. – Вип. 1. – С. 27 – 34.

УДК 539.3:534.1

АНАЛІЗ МІЦНОСТІ БАГАТОШАРОВОГО СКЛІННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Сметанкіна Наталя Володимирівна, докт. техн. наук, професор, завідувач, відділ вібраційних і термоміцнісних досліджень, Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного НАН України,
e-mail: nsmetankina@ukr.net, ORCID: [0000-0001-9528-3741](https://orcid.org/0000-0001-9528-3741)

Характерною особливістю експлуатації спецтехніки є робота поблизу пожеж та вибухонебезпечних об'єктів, що може призвести до впливу значних силових та температурних навантажень [1, 2]. Особливо небезпечною є робота поруч із вибухонебезпечними об'єктами, оскільки під час вибуху на спецтехніку діють короткочасні навантаження великої інтенсивності [3]. Пожежні автомобілі призначені для доставки особового складу, гасіння пожеж та проведення рятувальних робіт. Як правило, пожежні автомобілі виробляються на базі шасі вантажівок. Однієї з найуразливіших частин техніки є скління кабін. За площею скління займає значну поверхню кабін 1,8-2,6 м². На багатоцільових автомобілях встановлені два великі вітрові вікна, які розділені центральною стійкою віконного прорізу. Скління кабін, як правило, виконане із загартованого одношарового скла або тришарового (триплексу). Товщина всіх шибок кабін багатоцільових автомобілів знаходиться в межах 5,0-6,5 мм. Закріплення вітрового скла та скла задньої панелі в прорізах здійснюється за допомогою гумового ущільнювача, який фіксується по периметру закладки замком з полімерного матеріалу або гуми. Встановлено, що триплекс дешевший за скло з багатошаровою полімерною плівкою. Метою роботи є розробка ефективного методу аналізу міцності безпечного багатошарового скління спецтехніки під впливом нестаціонарних температурних полів.

Багатошарове скління спецтехніки розглядається як багатошарова пластина з неканонічною формою плану, яка зібрана із шарів постійної товщини. На зовнішніх поверхнях скління відбувається конвективний теплообмін. Рівняння теплопровідності та граничні умови одержуємо з варіаційного рівняння теплового балансу. Температура в шарах і на бічній поверхні подається у вигляді розвинень у ряди за поліномами Лежандра [4]. Поставлена задача розв'язується методом занурення [5]. Далі розв'язується задача термопружності багатошарових пластин з урахуванням отриманих температурних полів. Деформування скління описується в рамках уточненої теорії [6]. Метод

розв'язання задачі термопружності аналогічний методу розв'язання задачі теплопровідності.

На прикладі вітрового скла деяких типів спецтехніки проведено чисельне дослідження температурних полів та напружень у шарах скління автомобілів спецтехніки. Розглянуто тришарові композиції вітрового скла. Встановлено, що температура руйнування багатошарового скла становить 350°C . Якщо температура перевищує це значення, необхідно використовувати спеціальні пожежні танки або багатоцільові легкі броньовані тягачі, у яких склоблоки обладнані броньовими кришками. При цьому спостереження за дорогою механіком-водієм ведеться через оглядові пристрої. Розрахункові дослідження показали, що температура у склі для всіх типів спецтехніки за умов, що розглядаються, не перевищує температури руйнування. Тобто скління не зруйнується за таких умов, проте інші вузли машин можуть вийти з ладу за значно менших температур. Тому під час гасіння пожеж необхідно встановлювати безпечну дистанцію, де кожен тип спецтехніки витримає температурні навантаження.

Висновки

На основі уточненої теорії розроблено метод розрахунку на міцність багатошарового скління спецтехніки під впливом нестаціонарних температурних полів. Розроблений підхід може бути використаним для аналізу міцності багатошарових елементів транспортних засобів при експлуатаційних та аварійних навантаженнях.

Література

1. 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. In: 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2021, pp. 506–509. <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek53812.2021.956998>
2. Kuznetsov B.I., Kutsenko A.S., Nikitina T.B., Bovdii I.V., Kolomiets V.V., Kobylianskyi B.B. Method for design of two-level system of active shielding of power frequency magnetic field based on a quasi-static model. *Electrical Engineering & Electromechanics*, 2024, no. 2, pp. 31–39. <https://doi.org/10.20998/2074-272X.2024.2.05>
3. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угрімов С.В. Математичне моделювання процесу нестаціонарного деформування багатошарового скління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, 2016, № 3(58), с. 408–413.
4. 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”*, 2019, vol. 41, pp. 46–54. <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2019-41-05>

5. Shupikov A.N., Smetankina N.V., Sheludko H.A. Selection of optimal parameters of multilayer plates at nonstationary loading. *Meccanica*, 1998, vol. 33, no. 6, pp. 553–564. <https://doi.org/10.1023/A:1004311229316>
6. Kurenov S., Smetankina N., Pavlikov V., Dvoretzkaya D., Radchenko V.: Mathematical model of the stress state of the antenna radome joint with the load-bearing edging of the skin cutout. In: Ciobaț'a, D.D. (ed.) *ICoRSE 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, 2022, vol. 305, pp. 287–295. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83368-8_28

УДК 539.3:534.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОГО ВІДГУКУ ШАРУВАТИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ТЕРМОМЕХАНІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ

Сметанкіна Наталя Володимирівна, докт. техн. наук, професор, завідувач, відділ вібраційних і термоміцнісних досліджень, Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного НАН України,

e-mail: nsmetankina@ukr.net, ORCID: [0000-0001-9528-3741](https://orcid.org/0000-0001-9528-3741)

Угрімов Сергій Вікторович, докт. техн. наук, старший науковий співробітник, учений секретар, відділ вібраційних і термоміцнісних досліджень, Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного НАН України,

e-mail: sugrimov@ipmach.kharkov.ua, ORCID: [0000-0002-0846-4067](https://orcid.org/0000-0002-0846-4067)

Композитні пластинчасті конструкції використовуються в багатьох інженерних додатках, таких як автомобілі, авіаційні конструкції, вітряні турбіни та широкий спектр оборонної промисловості для створення легких компонентів і транспортних засобів [1, 2]. Крім того, прогнозування динамічного відгуку пластин, що піддаються залежним від часу навантаженням, є важливим для створення надійних конструкцій із заздалегідь запланованими характеристиками [3, 4]. Наприклад, інженерні конструкції можуть піддаватися імпульсному, а саме вибуховому навантаженню, що необхідно враховувати під час проєктування таких конструкцій [5, 6]. Вплив вибухового навантаження полягає у миттєвому тиску і підвищенні температури [7, 8].

У цій роботі досліджується динамічний відгук шаруватої композитної пластини, яка навантажена тепловими та механічними нестационарними навантаженнями. Динамічні рівняння отримано з варіаційного принципу. Для розв'язання визначальних систем рівнянь застосовується метод скінченних різниць [9]. Отримано залежності переміщень і деформацій у часі для обраних точок на поверхнях пластини. Встановлено, що підвищення температури під час вибухового або ударного навантаження збільшує амплітуду переміщення та деформації. Тому важливо враховувати зміни температури під час вибухового або ударного навантаження під час проєктування конструкцій, що зазнають теплових впливів.