

ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСІВ САД У СТВОРЕННІ РОЗРАХУНКОВИХ СХЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ РАМ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Анотація

Рама вантажного автомобіля є базовою його деталлю, яка сприймає всі навантаження. Для ефективного використання продуктів САД під час проектування рами необхідним є створення її адекватної розрахункової схеми, яка б урахувала різноманітність умов руху автомобіля з унікальним розташуванням сил та фізичним змістом джерел їх виникнення. Не врахування вказаних особливостей призводить до появи екстремальних і не правдоподібних розрахункових напружень у певних місцях моделі рами, які типово виникають в місцях різкого перепаду перерізів лонжеронів. Різкі зміни форми і напрямки деформації розрахункового зразка викликають сумніви щодо адекватності моделі, що аналізується. Щоб уникнути цього доцільно штучно накладати певні обмеження на напрямки можливих деформацій. Для цього треба враховувати особливості будови несучої конструкції автомобіля та імовірні ступені її свободи.

Ключові слова: вантажний автомобіль; рама; експлуатація; напружений стан; моделювання; аналіз.

Вступ

Рама – це базова деталь вантажного автомобіля, яка сприймає всі зовнішні та внутрішні навантаження. Невідповідність конструкції рами заданим умовам експлуатації може призвести до втрати автомобілем працездатності через виникнення різних пошкоджень. Режим руху автомобіля визначає наявність, розподіл і напрямки навантажень, що діють на його несучу систему. У загальному випадку навантаження на раму вантажного автомобіля викликаються під час розгону-гальмування, буксирування, переїзду перешкоди, повороту, розвантаження-навантаження, від агрегатів автомобіля та вантажу і є найчастіше несиметричними.

Сучасні САД-системи [1] надають можливість враховувати всі вказані навантаження під час дослідження напруженого стану рами. Актуальним наразі є розробка методології створення розрахункових схем навантажень рами вантажного автомобіля в цих системах, які б найбільше відповідали типовим умовам руху автомобіля з урахуванням особливостей будови рами та підвіски для моделювання та аналізу напружено-деформованого стану рами.

Матеріал і результати досліджень

У процесі моделювання напружень і деформацій конструкції в САД-системах є доступним два варіанти створення розрахункових схем: рама автомобіля розглядається як балка з певною кількістю опор або може бути класифікована, як статично не визначена система. Відповідно будується розрахункова схема (рис. 1).

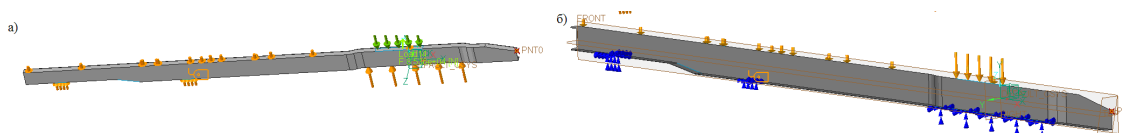


Рис. 1 – Розрахункові схеми лонжерона рами

Перший варіант є реалізацією класичної задачі опору матеріалу – за відомими навантаженнями визначають реакції опор рами [2]. Розрахункова схема лонжерона (рис. 1а) створена на основі припущення, що на лонжерон діє половина навантаження рами, наявність

поперечин не враховується, розглядаються виключно деформації у вертикальній площині.

Перспективнішим вбачається інший варіант, де не треба визначати реакції опор. У цьому випадку на місця, де знаходяться опори (місця кріплення кронштейнів підвіски), треба накласти граничні обмеження, які обмежують ступені свободи площадок, куди прикладені реакції опор. На (рис. 1,б) граничні обмеження показано дрібними стрілочками під лонжероном.

Результати розрахунків (рис. 2) за наведеними схемами за однакового навантаження на лонжерон рами вказують на помітну різницю в значеннях напружень і дуже різні значення деформацій. При цьому деформації лонжерону відрізняються ще й за напрямком.

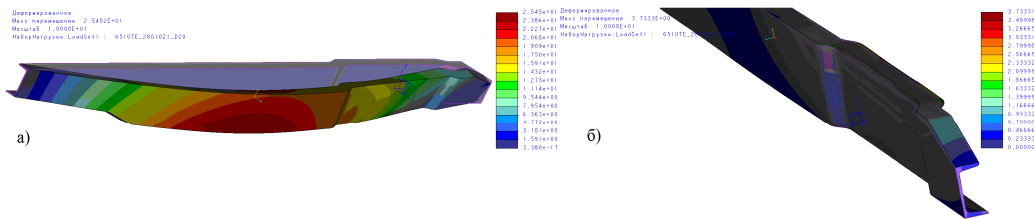


Рис. 2 – Деформації лонжерону рами

За використання першого варіанту розрахункової схеми з заданими реакціями опор отримано прогин лонжерону вниз і сильний його вигин у бік (рис. 2а), максимальне значення деформації склало 25,45 мм, а максимальне значення напружень за Мізесом – 355 МПа. Очевидно, що отриманий результат моделювання напруженого стану лонжерону не є адекватним, оскільки лонжерон рами реального автомобіля не може деформуватися вказаним чином. Сумнівним є і отримане значення деформації за статичного навантаження автомобіля. Отриманий результат моделювання є наслідком не адекватно створеної розрахункової схеми.

У випадку використання розрахункової схеми з граничними обмеженнями отримано значення деформації лонжерону 3,33 мм (рис. 2б), що ближче до реального стану. При цьому максимальне напруження за Мізесом дорівнює 505 МПа.

Видно, що значення отриманих максимальних напружень і деформацій лонжеронів рами вантажного автомобіля при використанні різних розрахункових схем помітно відрізняється.

Розрахункова схема з накладанням додаткових обмежень на бокові поверхні лонжерону, що виключають можливість його деформації (прогину) у бік, наведена на рис. 3а, а результат моделювання наведено на рис. 3б. За результатами моделювання видно, що лонжерон вигнуло й скрутило, максимальне напруження дорівнює 530 МПа, деформація дорівнює 139 мм.

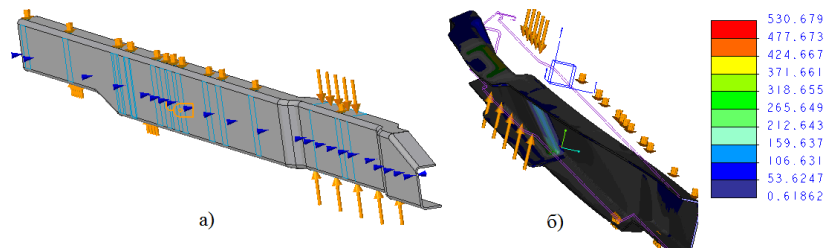


Рис. 3 – Розрахункова схема з накладанням додаткових обмежень та результати розрахунків

Розглянуті приклади демонструють значну залежність результатів моделювання від розрахункової схеми рами вантажного автомобіля, що є вагомою причиною для виконання верифікації моделювання напружено-деформованого стану рами.

Найкращим варіантом для цього є створення адекватної моделі реально існуючого об'єкта досліджень, для якого вже визначені експериментальні дані напружень і деформацій. Після отримання результатів моделювання, збіжних з експериментальними даними, використовувати дану розрахункову схему для об'єктів, що проектуються чи аналізуються.

Проте цей спосіб складно реалізувати у зв'язку з малодоступністю даних експериментів заводів-виробників. Тому певного часу використовувався спосіб верифікації за допомогою визначення напружень у лонжероні відповідного профілю на основі положень опору матеріалів

[3–5]. В [6] аналогічний спосіб верифікації було використано для модального аналізу.

Але такий спосіб має суттєвий недолік, який полягає в тому, що розрахунок на основі положень опору матеріалів має низку припущень. Не враховані за моделювання припущення суттєво впливають на результати застосування методу скінченних елементів, як видно з розглянутих вище прикладів.

Висновок

Доцільно оцінювати адекватність створюваної розрахункової схеми за рахунок оцінювання вигляду та значення деформації об'єкта досліджень (будь яким способом, у тому числі наближеним розрахунковим), з урахуванням результатів будови об'єкта досліджень щодо можливого вигляду деформацій. Створення розрахункової схеми для аналізу напруженого стану вимагає розуміння способів використання інструментів САД-систем і глибокого розуміння будови об'єкта дослідження та умов його роботи. Обов'язковим є аналіз імовірних ступенів свободи рами автомобіля з урахуванням способів з'єднань її складових.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yelistratov, V. & Pavlenko, O. & Kharkov, O. & Chernenko, S. & Chernysh, A. & Puzyr, R. (2022). Peculiarities of the of Engineering Disciplines Teaching Process Organization Using Three-Dimensional Computer Modeling Methods. *IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*, pp. 1-5.
2. Arimadla, S., & Kumar, P., & Jhansi, P., & Vivek, M., & Susheel, P. (2022). Design and static analysis of heavy vehicle chassis with different alloy materials at different optimum load conditions. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 09, Issue 03, pp. 1202-1209.
3. Palagiri, D., & Davidson, C., & Vemuluri, R. (2017). Static, dynamic and harmonic analysis of heavy vehicle chassis system. *International journal of research in mechanical engineering & technology*, Vol. 7, Issue 2, pp. 44-47.
4. Siraj, A., & Babu, R., & Reddy, S. (2019). Static analysis of dump truck chassis frame made of composite materials. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, Vol. 11, No. 2, pp. 21-32.
5. Singh, N., & Chauhan, H. (2017). Dynamic analysis & shape optimization of electric car chassis. *International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering*, Vol. 4, No. 4, pp. 1-4.
6. Khannukar, K., & Kallannavar, V., & Manjunath, Dr. (2015). Dynamic analysis of automotive chassis using FEA. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 02 Issue 09, pp. 2164-2170.

Єлістратов Вячеслав Александрович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобілів і тракторів, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, E-mail: yelisslava@gmail.com

Павленко Олександр Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобілів і тракторів, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, E-mail: alexander6170101@gmail.com

USE OF CAD COMPLEXES IN CREATING CALCULATION SCHEMES FOR ANALYSIS OF THE STRESS-DEFORMATION STATE OF TRUCK FRAMES

Abstract

The truck frame is its basic part that perceives all loads. For the effective use of CAD products during frame design, it is necessary to create an adequate calculation scheme that would take into account the variety of vehicle driving conditions with a unique arrangement of forces and the physical content of the sources of their occurrence. Failure to take into account these features leads to the appearance of extreme and implausible design stresses in certain places of the frame model, which typically occur in places of sharp differences in the cross-sections of the spars. Sharp changes in the shape and direction of deformation of the design sample raise doubts about the adequacy of the model being analyzed. To avoid this, it is advisable to artificially impose certain restrictions on the directions of possible deformations. For this, it is necessary to take into account the features of the structure of the supporting structure of the car and its probable degrees of freedom.

Key words: truck; load-bearing system; operation; stress state; modeling; analysis.

Yelistratov Viacheslav O. – PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of Automobiles and Tractors Department Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, E-mail: yelisslava@gmail.com

Pavlenko Olexandr V. – PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of Automobiles and Tractors Department Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, E-mail: alexander6170101@gmail.com