

Д.т.н., проф. Фомін О. В., ст. викл. Стецько А. А.

*Державний економіко-технологічний університет транспорту, Київ,
Україна*

Концептуальні основи покращення міцнісних якостей несучих конструкцій рухомого складу методом навивання

Головним несучим елементом вантажних вагонів є рама в якості основних складових елементів якої можна виділити: хребтову, проміжні та поздовжні, шворневі, лобові (кінцеві) балки. Результати аналізу перспективних для вагонобудування профілів та також досвіду інших галузей машинобудування вказали на доцільність розгляду питання впровадження труб круглого перерізу в якості несучих складових вагонів.

Разом з тим одним з ефективних методів вдосконалення конструкції вантажних вагонів вважається створення попередніх напружень, що досягаються навиванням високоміцного дроту, скловолокна або стрічки на їх несучі елементи, що виконані з порожнистих замкнутих профілів. При цьому в стінках (несучих елементах) створюються зусилля, зворотні за знаком до робочих. У цьому випадку спостерігається перерозподіл напружень, що можна корисно використати при проектуванні зниженням товщини стінки і створенні більш міцної та з збільшеним ресурсом конструкції за рахунок вирівнювання кільцевих і поздовжніх напружень.

Навивання дроту посилює конструкцію, тим самим підвищуючи ефективність її використання за рахунок зниження собівартості виготовлення та експлуатації шляхом: зниження її матеріалоємності, підвищення вантажопідйомності, ремонтпридатності та корозійної стійкості при виконанні умов міцності та експлуатаційної надійності.

Навивання обмотки на циліндричні оболонки найбільш ефективна в випадках, коли оболонка сприймає внутрішній надлишковий тиск. До того ж,

при заданому робочому тиску за допомогою відповідного армування можна істотно знизити витрати металу. В якості обмотки можуть застосовуватися високоміцна стальна проволока або стрічка, а також склонитки, що навиваються в один або кілька шарів. Внутрішню оболонку можна виготовляти з листів сталі, алюмінієвих або титанових сплавів.

Основна ідея такої конструкції наступна: за допомогою високоміцної попередньо розтягнутої обмотки перерозподілити зусилля в конструкції таким чином, щоб розвантажити внутрішній шар (зробити його більш тонким) із менш міцного матеріалу і в випадку використання алюмінієвих або титанових сплавів більш дорогого матеріалу.

Ефективність впровадження було використано та попередньо перевірено для наведених на рис. 1 конструктивних складових рухомого складу. При цьому застосовувались сучасні загальноприйняті методи та інженерне програмне забезпечення. Попередньо з'ясовано, що застосування запропонованого методу попередньо напруженого-деформованого стану дозволить покращити динамічні та статичні міцнісні якості конструкцій в середньому на 15 %.

Більш поглиблено було проведено аналіз ефективності впровадження попередньо напруженого-деформованого стану для вагона-цистерни, зокрема до рами. Так були проведені комплексні дослідження напружено-деформованого стану рами вагона-цистерни в сучасному програмному комплексі (рис. 2). При цьому моделювались різні експлуатаційні випадки роботи рами, і відповідно схеми прикладення навантажень.

Попередній розрахунок вказав на можливість отримати наступні позитивні результати: тару вагона знизити на 20 %; вантажопідйомність підвищити на 20 %; тріщиностійкість покращити на 30 %; вартість виготовлення та експлуатації знизити на 5 %.

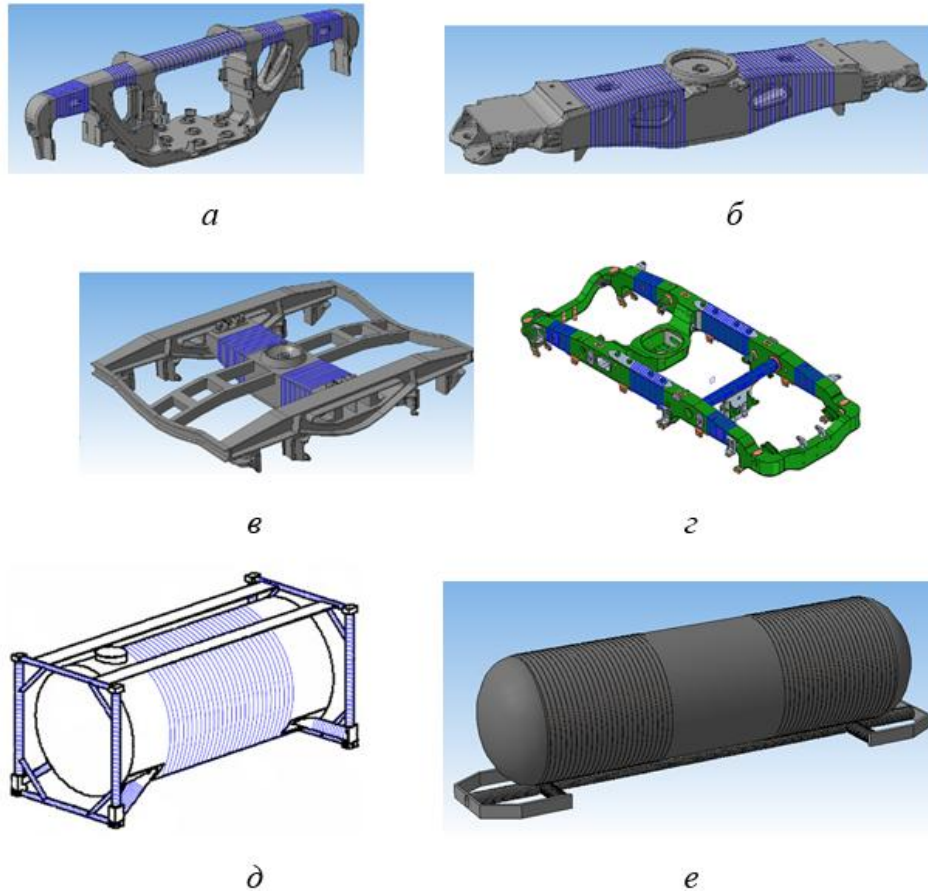


Рис. 1. Схематичне відображення потенційних місць застосування на модулях ходових частин та кузова розподіленого зовнішнього поверхневого зміцнення методом навивання: *а, б* – бокова та надресорна балки візка моделі 18-100; *в* – рама європейського візка моделі Y25; *г* – рама тепловоза 2ТЭ70; *д* – контейнер-цистерна; *е* – вагон-цистерна

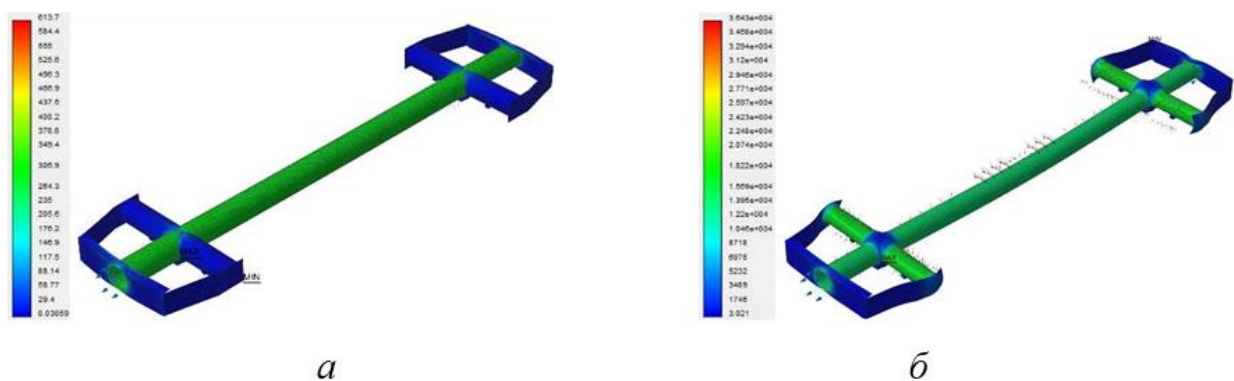


Рис. 2. Дослідження напружено-деформованого стану рами вагона-цистерни: *а* – напружений стан рами без навивання; *б* – напружений стан рами з навиванням

Отримані результати оцінювання впровадження спрямованого напружено-деформованого стану для вагонних конструкцій не суперечать раніше відомим для металоконструкцій.

Представлений метод покращення техніко-економічних та експлуатаційних показників вагонних конструкцій за рахунок поліпшення їх динамічної та статичної міцності також доцільно використовувати при вирішенні аналогічних завдань для інших засобів транспортного машинобудування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Айнабеков, А. И. Экспериментальный анализ колебаний предварительно напряженных магистральных трубопроводов / А. И. Айнабеков, У. С. Сулейменов, К. В. Аврамов, А. Б. Молдагалиев, М. А. Камбаров, Т. Т. Серикбаев, Х. А. Абшенов // Проблемы машиностроения. – 2016. – Т. 19, № 1. – С. 21-27.
2. Беленя, Е. И. Предварительно-напряженные металлические листовые конструкции / Е. И. Беленя, С. М. Астряб, Э. Б. Рамазанов. – М.: Стройиздат, 1979. – 192 с.
3. Ловська, А. О. Дослідження міцності контейнера-цистерни удосконаленої конструкції в умовах експлуатації / А. О. Ловська, О. В. Фомін, А. М. Огороков, О. М. Мельничук // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: науковий журнал. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. В. Лазаряна, 2015. – Вип. 2(56). – С. 180–188.
4. Fomin, O. V. Increase of the freight wagons ideality degree and prognostication of their evolution stages / O. V. Fomin // Scientific Bulletin of National Mining University . 2015 (2). P. 68-76.
5. Fomin, O. V. Modern requirements to carrying systems of railway general-purpose gondola cars/ O. V. Fomin // Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2014 (5). P. 31-43.