

**Павлюченко М.В.**

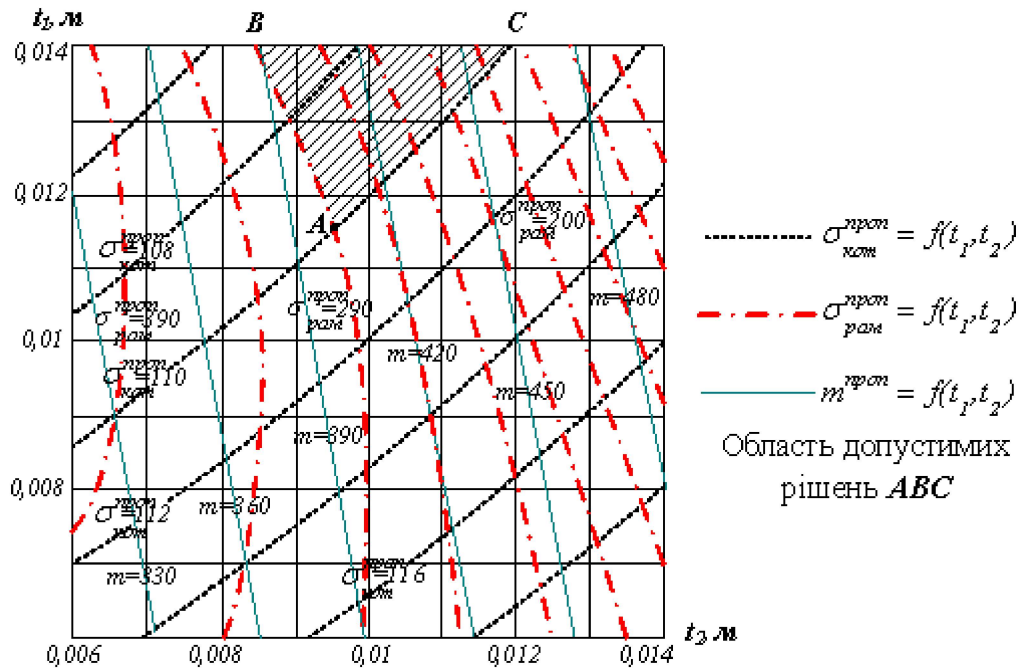
*Українська державна академія залізничного транспорту, Україна*

**Удосконалення конструкції вагонів-цистерн для перевезення рідких вантажів за рахунок нових технічних рішень консольних опорних пристроїв і зниження їх матеріалоемності.**

Вагони-цистерни є одним з масових типів залізничного рухомого складу. Умови експлуатації транспортних засобів пред'являють підвищені вимоги до міцності існуючих і нових конструкцій цистерн. Дослідження [1] свідчать, що напруження обумовлені дією опорного тиску, складають 70...90 % від максимальних напружень, які виникають в котлі цистерни. Внесенням конструктивних змін, які направлені на перерозподіл навантажень та напружень в небезпечних зонах може бути досягнутий ефект зниження максимальних напружень, а за рахунок цього і зниження металоемності.

Для вирішення поставленої задачі виконано дослідження для пошуку оптимальної конструкції опорного пристрою. На першому етапі зроблено патентно-бібліографічний аналіз технічних рішень [2, 3], виявлено переваги і недоліки та запропоновано нові варіанти конструкцій, визначено найбільш ефективнішу конструкцію [4, 5]. На наступному етапі для визначення її оптимальних параметрів складено функцію цілі, введені обмеження; отримано апроксимацію функцій цілі та обмежень у вигляді поліномів [6]. На третьому етапі для розв'язку задачі оптимізації (5) використовувався метод Нелдера-Міда. Ідея метода полягає у порівнянні значень функції в  $n+1$  вершинах симплексу та переміщенні точок симплексу у напрямі оптимальної точки за допомогою ітераційної процедури.

Спочатку, при різних початкових значеннях параметрів, проводилась оптимізація всіх чотирьох параметрів. При цьому перші два параметри змінювалися, даючи різні значення функції, що мінімізується, а  $t_3$  та  $a$  залишалися практично незмінними:  $t_3=0,01$  м,  $a=0,3$  м. Це дало можливість при фіксованих значеннях  $x_3$  та  $x_4$  звести задачу до оптимізації двох параметрів  $x_1$  та  $x_2$ . З точністю до 3 % отримані значення  $t_1=0,0114$  м,  $t_2=0,0094$  м, при цьому:  $m^{npron}=405$  кг;  $\sigma_{рам}^{npron}=290$  МПа;  $\sigma_{кот}^{npron}=110$  МПа. При відомих значеннях двох параметрів  $t_3$  та  $a$  для оптимізації  $t_1$  та  $t_2$  можна скористатися графічним методом. Для цього за допомогою отриманих апроксимацій були обчислені функції  $\sigma_{рам}^{npron}$ ,  $\sigma_{кот}^{npron}$ ,  $m^{npron}$  на сітці 100x100 та побудовані ізолінії цих функцій (рис. 1).



- Рис.1. Графік визначення оптимальних параметрів конструкції опорного пристрою вагона-цистерни

Аналізуючи графік (див. рис. 1) видно, що оптимальними є параметри в точці А:  $t_1=0,0116$  м та  $t_2=0,0095$  м. Пошук, що здійснювався в області допустимих рішень  $D_x$ , дав можливість в якості оптимальних визначити такі величини параметрів:  $t_1 = 12$  мм;  $t_2 = 10$  мм. Таке рішення обґрунтовується встановленими ГОСТ 19903-74 нормованими значеннями листового прокату ( $\delta=4$  мм; 4,5 мм; 5 мм; 6 мм, 7 мм, 8 мм, 9 мм, 10 мм, 12 мм...) і технологічними особливостями виготовлення опорного пристрою вагона-цистерни. Як видно, результати оптимізації, які отримані двома способами, дуже близькі. При більшій кількості змінних зручніше користуватися чисельним методом.

Маса конструкції опорного пристрою при оптимальних значеннях  $t_1 = 12$  мм,  $t_2 = 10$  мм,  $t_3=10$  мм,  $a=0,3$  м, становить  $m^{\text{прон}} = 415$  кг, що на 13% менше у порівнянні з існуючою конструкцією.

#### Література:

- Ждмаров В. С. Исследование напряженного состояния оболочки котла железнодорожной цистерны от локальных нагрузок: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.01 / Владимир Сергеевич Ждмаров, МИИТ – М.,1980.–23 с.
- Исследования по изысканию новых конструктивных схем четырехосных вагонов-цистерн с целью снижения их металлоемкости: Отчет о НИР (заключительный) / Всесоюзный научно-исследовательский институт вагоностроения (НИИВ); Руководитель В.С. Лагута. – Шифр работы № ГР 01840013267; Инв. № 02850060917. – Кременчуг, 1985, ч. I. – 63 с.

3. Лагута В. С. Анализ конструктивных вариантов вагонов–цистерн. Развитие конструкций вагонов. Анализ результатов испытаний и эксплуатации/ В. С. Лагута, А. В. Донченко, Ю. Я. Водяников // Сб. науч. тр. НИИвагоностроения. – 1988. – С. 58 – 64.

4. Павлюченко М.В. Дослідження конструктивних варіантів опор залізничних цистерн для перевезення рідких вантажів / М.В. Павлюченко // Тези доповідей 70 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» – Дніпропетровськ: ДІТ, 2010. – С. 81-82.

5. Пат. 72134 Україна, МПК В 61 D 5/06. Пристрій для кріплення котла залізничної цистерни на рамі ходової частини / Павлюченко М. В.; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту. – № u2012 00495; заявл. 16.01.12; опубл. 10.08.12, Бюл. №15. – 4 с.

6. Мартинов І.Е. Оптимізація опорного пристрою вагона-цистерни / І.Е. Мартинов, М.В. Павлюченко // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків: УкрДАЗ, 2013. – Вип. 138. – С. 221-225.