

В.С. Речкалов, М.І. Соляник, С.О. Скороход, М.В. Григорошенко

**ОЦІНКА МІЦНОСНИХ ЯКОСТЕЙ ВАГОНА-ЦИСТЕРНИ МОДЕЛІ
15-776Э (КРЕСЛЕНИК 776Э.00.000-0 СБ) ВИРОБНИЦТВА ПАТ «КВБЗ»**

Викладено оцінку міцнісних якостей дослідного зразка вагона-цистерни моделі 15-776Э виробництва ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» вимогам нормативної та конструкторської документації за розробленою програмою та методикою типових випробувань.

Вступ

ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (далі ПАТ «КВБЗ») завжди був одним з лідерів у галузі будування вантажних вагонів, як в Україні, так і на території СНД. У багаторічній співпраці з колективом державного підприємства «Український науково-дослідний інститут вагонобудування» (ДП «УкрНДІВ») крюківські вагонобудівники створили десятки моделей вагонів для потреб залізниць колії 1520 мм..

Постановка проблеми

Сьогодні ринок СНД став менш доступним для українських підприємств, не виняток і вагонобудівних також. Тому для пошуку нових ринків збуту вагонної продукції необхідно якомога більше розширення її номенклатури. З метою часткового вирішення такої проблеми ПАТ «КВБЗ» було виготовлено дослідний зразок вагона-цистерни моделі 15-776Э, ринок збуту якого буде орієнтуватися на країни Близького Сходу.

Об'єкт оцінки

Об'єктом досліджень був вагон-цистерна моделі 15-776Э для перевезення в'язких нафтопродуктів з котлом діаметром 2800 мм і з системою внутрішнього розігріву, виготовлений ПАТ «КВБЗ» у відповідності до вимог технічних умов «Вагон-цистерна моделі 15-776Э. Технические условия. ТУ 15-776Э» (далі – ТУ), масою тари 26,5 т, об'ємом 61,7 м³ та вантажопідйомністю 60 т.

Випробувальний центр продукції вагонобудування та ливарного виробництва для вагонобудування державного підприємства «Український науково-дослідний інститут вагонобудування» (ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ»), як незалежна організація, провів дослідження з оцінки відповідності міцнісних якостей вагона-цистерни моделі 15-776Э вимогам «Норм для расчёта и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)», «Норм для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)» та ДСТУ 7598 «Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунку та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 (несамохідних)». Загальний вид дослідного зразка вагона-цистерни моделі 15-776Э зображено на рис. 1.

© В.С. Речкалов, М.І. Соляник, С.О. Скороход, М.В. Григорошенко, 2016

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

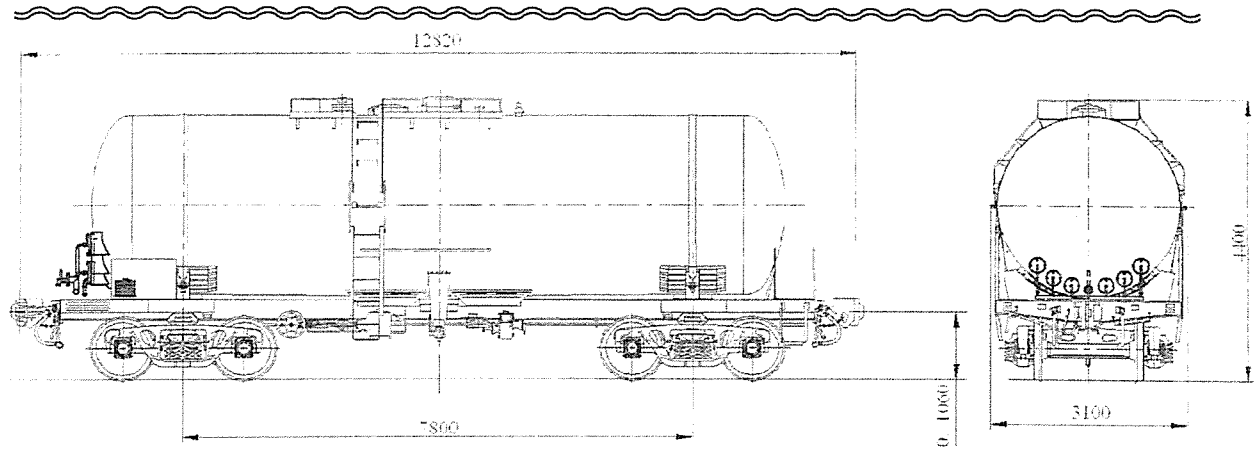


Рис. 1. Загальний вид вагона-цистерни моделі 15-776Э

Мета досліджень

Метою досліджень було визначення напружень, що виникають в елементах конструкції рами та котла вагона-цистерни під час його експлуатації та оцінка його міцнісних якостей, а саме:

– від навантажень за I розрахунковим режимом для вантажного вагона – осаджування та рушання важковагового потяга з місця, співударяння вагонів при маневрах, у тому числі розпуску з гірок, екстрене гальмування в потязі при малих швидкостях;

– від навантажень за III розрахунковим режимом – відносно часте можливе поєднання помірних за величиною навантажень, характерних для нормальної роботи вагона в потязі, що рухається;

– від навантажень, що виникають при ремонті та обслуговуванні вагона – при підйомці завантаженого та порожнього вагона домкратами);

– від гідравлічних навантажень котла цистерни (сума тиску парів рідини або газу та тиску, створеного гідравлічним ударом);

– від навантажень при співударі.

Дослідження проводили за розробленою та затвердженою «Програмою та методикою типових випробувань ПМ 6.5.00679-2016».

Проведення досліджень

Усі дослідження були проведені на території заводу виробника.

Статичні випробування на міцність від дії вертикального навантаження проводили шляхом завантаження котла вагона водою до номінальної вантажопідйомності та наступного розвантаження.

Навантаження вагона поздовжніми силами стискання і силами розтягнення проводили за I розрахунковим режимом (мінус 2,5 МН та плюс 2,0 МН) та III розрахунковим режимом (мінус 1,0 МН та плюс 1,0 МН) в стенді розтягування-стискання РС-300 (рис. 2).



Рис. 2. Вагон-цистерна моделі 15-776Э в стенді розтягнення-стискання

Статичні випробування на міцність від дії сил, що виникають в експлуатації під час ремонту й обслуговування включали:

- вимірювання напружень у елементах завантаженого вагона від підйому за два кінці шворневої балки до відриву п'ятника від підп'ятника надресорної балки;
- вимірювання напружень в елементах завантаженого вагона від підйому за один кінець шворневої балки для заміни елементів ресорного комплекту або коробки бокового ковзуна візка;
- вимірювання напружень в елементах порожнього вагона від підйому під кінці шворневих балок по діагоналі.

Гідравлічні випробування котла цистерни проводили в такий спосіб:

- воду в цистерну нагнітали насосом, після заповнення котла водою і досягнення надлишкового тиску, контрольованого по манометру, перекривали вентиль та вимикали насос;
- після 5-ти хвилинної витримки й реєстрації напружень, тиск у котлі знижували відкриванням вентиля та проводили огляд цистерни;
- при огляді особливу увагу приділяли стану зварних швів (обичайки котла; у з'єднаннях нижньої частини днища котла з обичайкою; у місцях установки заглушок);
- тиск у котлі в процесі випробувань реєстрували за показами манометра, встановленого на кришці технологічного люка.

Випробування на міцність при співударі проводили для завантаженого водою до номінальної вантажопідйомності вагона у двох режимах: «вільностоячий» та «у підпорі»; напруження реєстрували у 31 точці основних елементів металоконструкції котла та рами вагона. Силу удару визначали за допомогою автозчепу-динамометра, попередньо проградуйованого статичним навантаженням до 350 т. Співудари проводили на стенді «гірка» шляхом накочування на дослідний вагон вагона-бойка

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

масою 128 т з початковою швидкістю від 2 км/год до 3 км/год (або силою 0,5 МН) з поступовим збільшенням інтервалу швидкості по 2 км/год до досягнення сили 3,5 МН. Швидкість накочування вагона-бойка на дослідний зразок визначали розрахунковим шляхом за часом проходження вагоном-бойком фіксованого проміжку шляху.

У результаті проведених випробувань було здійснено 29 співударів у «вільностоячому» режимі та 35 співударів «у підпорі». Співударяння проводили окремими серіями. Після кожної серії з 5 ударів перевіряли технічний стан вагона та його обладнання. Вагон-цистерну в стенді «гірка» зображено на рис. 3.



Рис. 3. Вагон-цистерна моделі 15-776Э в стенді «гірка»

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Аналіз результатів досліджень

На підставі аналізу результатів проведених статичних міцносних випробувань вагона-цистерни моделі 15-776Э встановлені максимальні сумарні напруження в основних елементах конструкції.

Максимальні сумарні напруження в основних елементах конструкції зображені на гістограмі рис. 4:

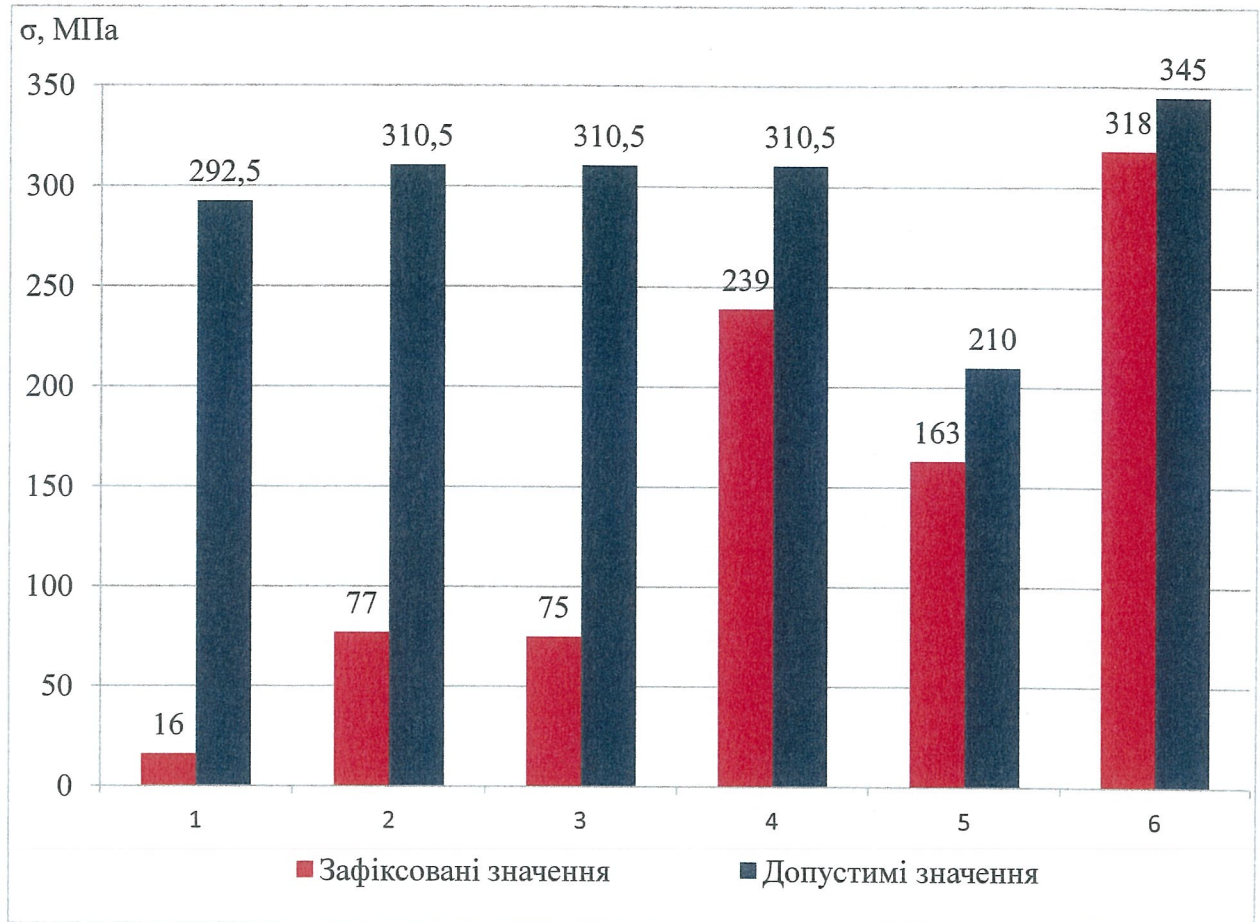


Рис. 4. Максимальні сумарні напруження в основних елементах конструкції вагона

- у режимі підйомки порожнього вагона під кінці шворневої балки по діагоналі вагона зафіксовані в шворневій балці зі сторони консольної частини та становлять 16 МПа, що дорівнює 5,5 % від допустимої величини (ряд 1 гістограми);

- у режимі підйомки завантаженого вагона під один кінець шворневої балки зафіксовані в хребтовій балці у центральному перерізі та становлять 77 МПа, що дорівнює 25 % від допустимої величини (ряд 2 гістограми);

- у режимі підйомки завантаженого вагона під два кінці шворневої балки зафіксовані у хребтовій балці у центральному перерізі та становлять 75 МПа, що дорівнює 24 % від допустимої величини (ряд 3 гістограми);

- за I розрахунковим режимом максимальні сумарні напруження зафіксовані у хребтовій балці у центральному перерізі та становлять 239 МПа, що дорівнює 77 % від допустимої величини (ряд 4 гістограми);

- за III розрахунковим режимом максимальні сумарні напруження зафіксовані у хребтовій балці у центральному перерізі та становлять 163 МПа, що дорівнює 78 % від допустимої величини (ряд 5 гістограми).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

На підставі аналізу результатів проведених випробувань в режимі співударянь нормативними силами максимальні сумарні напруження зафіксовані у хребтовій балці у центральному перерізі та становлять 318 МПа, що дорівнює 92 % від допустимих величин (ряд 6 гістограми).

На підставі аналізу результатів проведених гідравлічних випробувань котла максимальні сумарні еквівалентні напруження зафіксовані у нижній частині котла у місці кріплення лап до нього. Максимальні сумарні еквівалентні напруження в стінках котла вагона-цистерни зображені на гістограмі рис. 5:

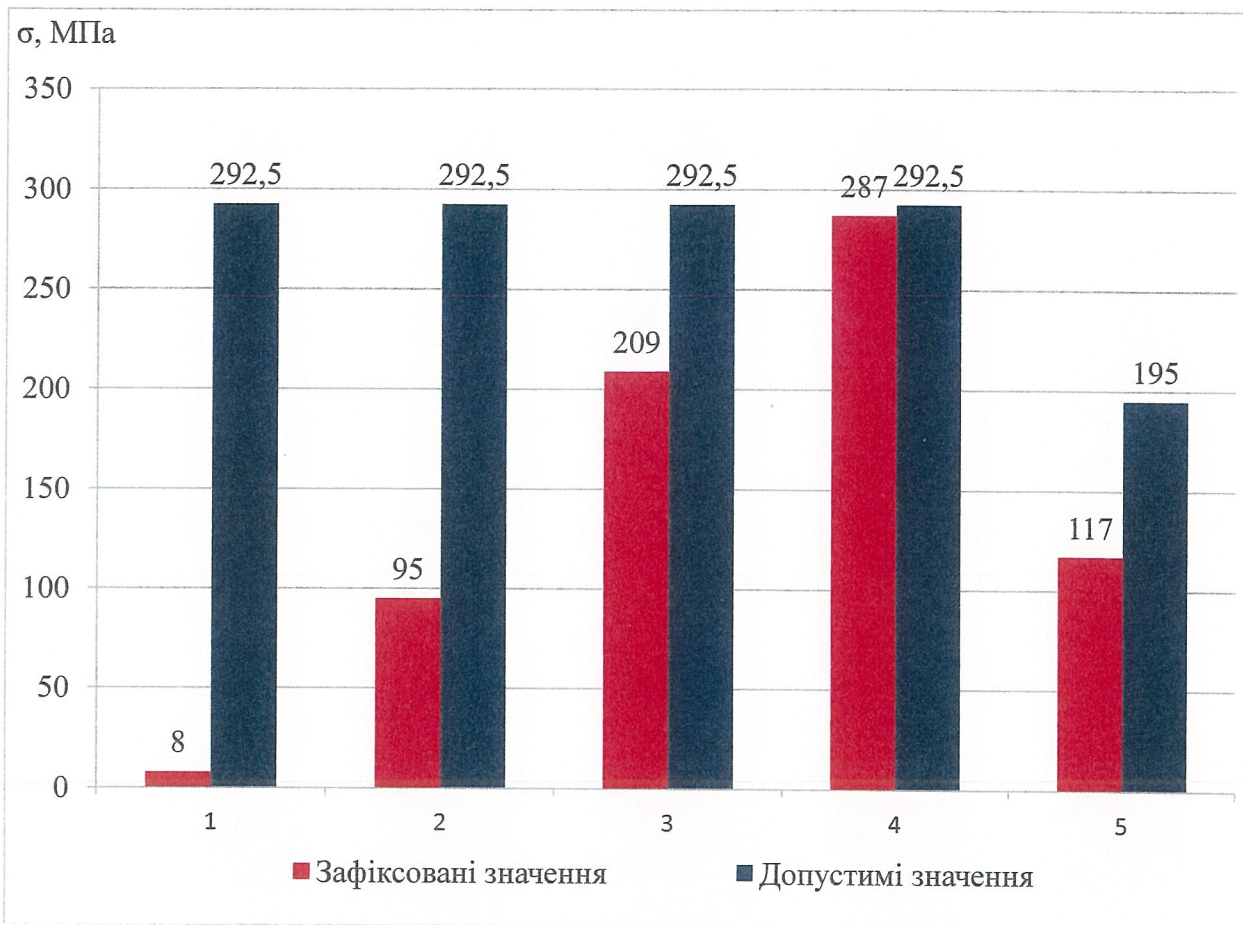


Рис. 5. Максимальні сумарні еквівалентні напруження в стінках котла вагона-цистерни

а) від зовнішнього надлишкового тиску у котлі по регулюванню впускного клапана – 8 МПа, що дорівнює 2,7 % від допустимої величини (ряд 1 гістограми);

б) від надлишкового тиску у котлі по регулюванню запобіжного клапана – 95 МПа, що дорівнює 32 % від допустимої величини (ряд 2 гістограми);

в) від випробувального тиску у котлі при гідравлічних випробуваннях – 209 МПа, що дорівнює 71 % від допустимої величини (ряд 3 гістограми);

г) від навантажень за I режимом – 287 МПа, що дорівнює 98 % від допустимої величини (ряд 4 гістограми);

д) від навантажень за III режимом – 117 МПа, що дорівнює 60 % від допустимої величини (ряд 5а гістограми).

Висновок

Допустимі значення напружень в елементах конструкції вагона-цистерни моделі 15-776Э за нормативними документами на вагон складають: для котла по I-му режиму – 292,5 МПа, по III-му режиму - 195 МПа та рами по I-му режиму – від 310,5 МПа до 292,5 МПа залежно від її елемента, по III-му режиму – від 210,0 МПа до 195,0 МПа залежно від її елемента. Під час проведення досліджень не було виявлено перевищення допустимих значень напружень.

Зважаючи на результати випробувань, можна зробити висновок, що дослідний зразок має достатню міцність, відповідає вимогам нормативної документації та підтверджує стабільність якості продукції, яку випускає ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод».

Тісна співпраця між провідними спеціалістами ПАТ «КВБЗ» та ДП «УкрНДІВ» по впровадженню нових розробок вітчизняного вагонобудування неодноразово відкривала дорогу до ринку збуту країн Близького Сходу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вагон-цистерна модели 15-776Э. Технические условия. ТУ 15-776Э. Кременчук: ПАТ «КВБЗ», 2014.- 12 с.
2. Нормы для расчёта и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.:ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996.- 319 с.
3. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.:ВНИИВ-ВНИИЖТ, 1983.- 258 с.
4. ДСТУ 7598:2014 Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних).– [Чинний від 2015-05-01]. – К.:ДП «УкрНДІВ», 2014. – 250 с.(Національний стандарт України).
5. Програма та методика типових випробувань ПМ 6.5.00679-2016. Кременчук: ДП «УкрНДІВ», 2016.- 33 с.