

І. Є. БАТЮШИН (Укрзалізниця),
О. М. БОНДАРЄВ, В. Л. ГОРОБЕЦЬ, О. М. ЗАБОЛОТНИЙ, Д. О. ЯГОДА (ДІТ)

ПОКАЗНИКИ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОВОЗА ЧС4 ТА МІЦНОСТІ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ РАМ ВІЗКІВ ВИРОБНИЦТВА ХК «ЛУГАНСЬКТЕПЛОВОЗ»

В статті наведено результати динамічних ходових міцносних випробувань електровозу ЧС4 з візками виробництва ХК «Луганськтепловоз». На підставі отриманих результатів випробувань зроблено висновки про відповідність електровоза нормативним показникам при його експлуатації у складі пасажирських поїздів зі швидкостями до 140 км/год. включно.

В статье приведены результаты динамических ходовых прочностных испытаний электровоза ЧС-4 с рамами тележек производства ХК «Лугансктепловоз». Полученные результаты испытаний показали, что модернизированный электровоз соответствует Нормативным показателям.

Article is devoted to the results of dynamic tests, tests on the line and tests for durability of electric locomotive CS4 with bogies frames produced by HK «Luganskteplovovoz». The received results of tests have shown, that the modernized electric locomotive corresponds to Normative parameters.

Для забезпечення пасажирських перевезень на залізницях України дуже гострою виявилася проблема оновлення парку пасажирських локомотивів, а також проведення капітально відновлювальних ремонтів з продовженням строку служби тих локомотивів, термін експлуатації яких вичерпано.

Для подолання вказаної проблеми Головне управління локомотивного господарства налагодило виробництво на підприємстві «ХК Луганськтепловоз» дослідної партії рам візків для електровозів ЧС4, які проходять модернізацію на ЗЕРЗ із заміною рам візків, кабін і боковин кузова.

Загальний вигляд електровоза, який пройшов вказану модернізацію наведено на рис. 1.



Рис. 1. Загальний вигляд електровоза ЧС-4 модернізованого ЗЕРЗ

З метою визначення придатності [2, 3] до експлуатації рам візків електровозів ЧС4, виробництва «ХК Луганськтепловоз» були проведе-

ні динамічні ходові випробування із визначенням показників динамічної міцності несучих конструкцій рам візків електровозу ЧС-4 зав. № 191, який побудовано 16.11.1970 р. Загальний пробіг цього електровозу від побудови до останнього КР2, що було проведено на ЗЕРЗ 30.06.05, склав 6140418 км.

Випробування проводилися на основних напрямках експлуатації вказаного електровоза Південно-Західної залізниці: Київ–Козятин–Шепетівка–Здолбунів; Київ–Бориспіль–Баришівка; Київ–Миронівна–Шевченко–Знам'янка–П'ятихатки-стикова. Під час проведення випробувань дослідні поїздки були здійснені: зчепом, який склався з дослідного електровозу ЧС-4 191, вагона – лабораторії ДІТа, та допоміжних електровозів ЧС-4, або ЧС 8; у складі поїзда № 40 Київ–Севастополь. У складі швидкого пасажирського поїзда № 40 Київ–Севастополь дослідна поїздка виконувалася дослідним електровозом ЧС4 зав. № 191, до якого був причеплений вагон – лабораторія ДІТа.

Під час проведених випробувань були зареєстровані величини, за якими визначалися коефіцієнти вертикальної та горизонтальної динаміки, визначено коефіцієнт запасу стійкості від сходу колеса колісної пари з рейки і показники міцності основних несучих конструкцій рами візка.

Переважною на вказаних дільницях була швидкість 100...120 км/год. На деяких дільницях допустимою була швидкість до 140 км/год. На дільниці Бориспіль–Баришівка за спеціальним наказом Начальника залізниці швидкість

руху допускається до 180 км/год.

При проведенні динамічних ходових та динамічних міцносних випробувань вимірювалися: переміщення за допомогою реохордних датчиків; за спеціальною схемою з'єднання тензорезисторів – горизонтальні поперечні рамні сили. По виміряним: переміщенням визначалися динамічні добавки вертикальних сил, які виникають у першому та другому ступенях підвішування; по відповідному з'єднанню тензорезисторів – горизонтальні поперечні рамні сили. За визначеними динамічними добавками вертикальних сил визначалися коефіцієнти динаміки, а за динамічними добавками сил, що виникають у першому ступені підвішування та за горизонтальними поперечними рамними силами визначався коефіцієнт запасу стійкості від сходу колеса з рейки. За виміряними величинами деформацій по тензорезисторах визначалися напруження у основних елементах несучих конструкцій рами візку. За визначеними горизонтальними поперечними переміщеннями колісних пар відносно рами візку оцінювалось розташування колісних пар та рами візку при рухові на різних ділянках колії, а також горизонтальні поперечні сили, які діють на рейки.

Для визначення: динамічних складових вертикальних сил у першому та у другому ступенях підвішування першого за напрямком руху візку у буксових вузлах встановлені реохордні датчики $R11, R12, R21, R22, R31, R32, R41$; вилання та поперечного відносу першого візку відносно кузова електровоза у місці розташування першої та третьої колісних пар встановлено реохордні датчики переміщень $V1, V2$;

горизонтальних поперечних рамних сил на бічних поверхнях повздовжніх балок рам візків на рівні нейтрального шару в перерізах, розташованих навколо двох центральних поперечних балок, з двох сторін встановлено чотири тензорезистори, які попарно з'єднувалися між собою і далі за відліками вольтметра визначалися горизонтальні поперечні рамні сили $H1$ та $H3$.

Для визначення горизонтальних поперечних переміщень колісних пар відносно рам візків між рамою першого візка та буксовими вузлами колісних пар встановлено три датчики малих переміщень $HR1, HR2, HR3$.

Для визначення напружень на повздовжніх бічних балках на нижніх листах встановлено 26 тензорезисторів (ці тензорезистори позначалися таким чином: (1-13)ХП – права за напрямком руху повздовжня бічна балка; (1-13)ХЛ – ліва за напрямком руху повздовжня бічна балка), а на бічних листах цих балок – дві прямокутні

розетки деформацій $P1$ та $P2$, що складаються з трьох тензорезисторів кожна ($P1X, P1Z, P1\alpha$ та $P2X, P2Z, P2\alpha$).

З метою визначення можливих причин, які приводили в інших електровозах до появи тріщин на фіксуєчому кронштейні редуктора, який розташовано на задній поперечній балці встановлена розетка деформацій $P3$ ($P3X, P3Z, P3\alpha$).

Для визначення сили тяги локомотива у вагон – лабораторії встановлено динамометричний автозчепний пристрій, за показаннями якого встановлювалися значення сили взаємодії Sa між дослідним електровозом і вагоном – лабораторією та іншими одиницями дослідних зчепів, або вагонів поїзду.

Схеми та місця установки вимірювальних пристроїв наведено на рис. 2-4.

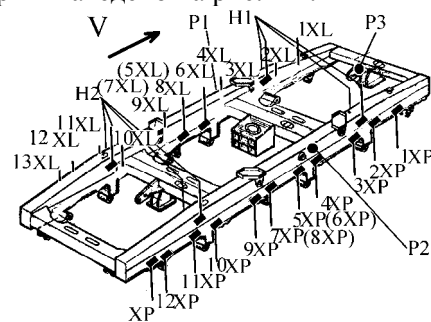


Рис. 2. Розташування датчиків для вимірювання напружень на рамі візку

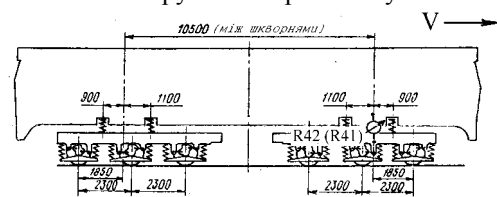


Рис. 3 Розташування датчиків для вимірювання динамічних складових переміщень та зусиль у другому ступені підвішування

Таким чином, при проведенні динамічних ходових випробувань реєструвалося 54 процеси.

Значення жорсткостей першого та другого ступенів підвішування визначалися експериментально і мають наступні значення. Вертикальна жорсткість першого ступеня складає 1,47 кН/мм. на один буксовий вузол, а другого ступеня підвішування – 4 кН/мм. на один бік візку.

Повідкова група дозволяє пружні переміщення осі колісної пари з жорсткістю у поперечному горизонтальному напрямку 4,5-8 кН/мм., у повздовжньому напрямку з жорсткістю 70 кН/мм., у вертикальному – 0,55 кН/мм. При цьому вертикальна жорсткість пружини буксового підвішування 0,46 кН/мм.

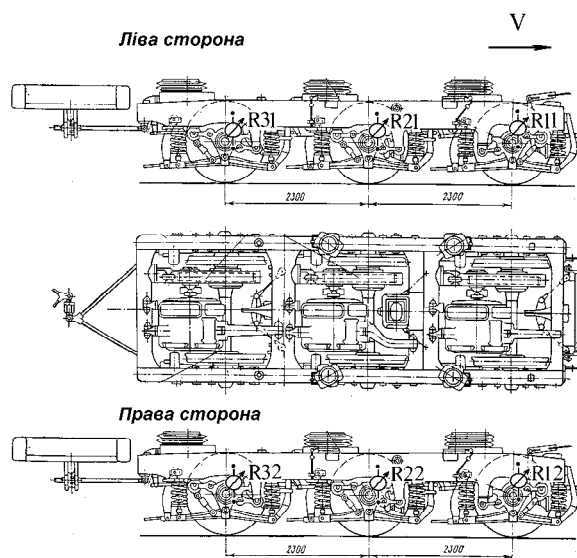


Рис. 4. Розташування реохордних датчиків на рамі візку для вимірювання динамічних складових вертикальних переміщень та відповідних динамічних складових вертикальних зусиль у першому ступені підвішування

На початку випробувань було проведено поосьове зважування дослідного електровозу ЧС-4 зав. № 191 та допоміжного електровозу ЧС-4, якій не проходив КВР, за допомогою зважувальної установи, що розташована на вхідній горловині станції Здолбунів (терези «Пульсар ВТВ-25 ДР №2»).

Ці дані наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати зважування електровоза ЧС4 191

Електровоз ЧС4 191			
№ колісної пари	Навантаження на колісну пару, кН	Навантаження від візку, кН	Вага електровозу, кН
1	208,5	629,5	1270,5
2	212,5		
3	208,5		
4	219	641	
5	218		
6	204		

З табл. 1 маємо, що середнє навантаження на колісну пару складає 211, 75 кН. По першій колісній парі навантаження відрізняється від середнього значення на 1,5 %, по четвертій і п'ятій колісним парам – на 3,4 % і по шостій колісній парі – на 3,7 %.

Нижче у таблиці 2 наведено результати зважування електровозів ЧС-4, які проводилися на ст. Здолбунів у 2003 році. Електровоз ЧС-4 зав. № 206 не проходив КВР, а електровоз ЧС-4

зав. № 082 пройшов таку ж модернізацію, що і електровоз ЧС4 зав. № 191, але ж в той час при модернізації встановлювалися рами візків, які виготовлені на підприємстві заводу-виробника «Шкода ТТ».

Таблиця 2

Результати зважування дослідних електровозів ЧС4, яка проводилася у 2003 році

№ колісної пари	Навантаження на колісну пару, кН		
	Перше зважування	Друге зважування	Середнє значення
Електровоз ЧС4 206			
1	208	217	215
2	219	217	218,5
3	200	200,5	200,3
4	194	193,5	193,8
5	234	233	233,5
6	209	181	195
Електровоз ЧС4 082			
1	221	210,5	215,8
2	215	216,5	215,8
3	219,5	219,5	219,5
4	212	212,5	212,2
5	224,5	223	223,8
6	212	210	211

З наведених таблиць слідує, що вага базового електровозу дорівнює 1256,1 кН. В цьому році, під час зважування модернізованого електровоза ЧС-4, також було проведено зважування базового електровоза ЧС-4 і його вага склала 1249 кН. Вага модернізованого електровоза ЧС-4 082 складає 1298,1 кН. Внаслідок проведених модернізацій у середньому вага електровоза ЧС-4 зростає приблизно на 3,17 Тс.

Для визначення коефіцієнтів динаміки, необхідна інформація про статичні навантаження, що створюються у відповідних пружинних комплектах. Величини статичного навантаження мають такі значення: вага електровозу ЧС-4 зав. № 191 складає 1270,5 кН, вага візків – 570,8 кН, вага кузова – 699,7 кН. Таким чином, статичне навантаження, яке припадає на кожний буксовий вузол, визначимо як різницю між загальною вагою електровоза та підсумковою вагою, що складається з ваги шістьох колісних пар с буксовими вузлами, ваги шістьох тягових редукторів, поділеною на дванадцять буксових вузлів і складає 75,14 кН. Величина статичного навантаження, яка приходить на одну сторону кожного візка від ваги кузова дорівнює 174,9 кН. При визначенні коефіцієнта горизонтальної динаміки величину статичного навантаження приймаємо на рівні 150, 28 кН.

Перед проведенням динамічних ходових випробувань в локомотивному депо Київ-пас.

були проведені дослід з під'юмок кузова електровоза ЧС-4 зав. № 191. На підставі вимірювань за допомогою тензорезисторів деформацій, а потім за визначеними статичними складовими напружень, на підставі статистичної обробки, були отримані середні значення напружень та їх середньоквадратичні відхилення. Ці величини наведено у табл. 3 та 4.

Таблиця 3

Значення статичних складових напружень у повздожніх балках рами першого візку

Напруження	1ХЛ	2ХЛ	3ХЛ	4ХЛ	5ХЛ	6ХЛ	7ХЛ
	1ХП	2ХП	3ХП	4ХП	5ХП	6ХП	7ХП
σ , МПа	15,9	18,8	19,6	17,6	31	38,3	41,6
S_{σ} , МПа	15,9	21,1	16,4	22,6	23,9	29	29
S_{σ} , МПа	0,55	0,47	0,51	0,7	1,08	1,38	1,92
	0,73	1,05	1,55	1,15	1,17	1,45	
Напруження	8ХЛ	9ХЛ	10ХЛ	11ХЛ	12ХЛ	13ХЛ	
	8ХП	9ХП	10ХП	11ХП	12ХП	13ХП	
σ , МПа	28,6	38,5	15,2	17,9	9,8	2,5	
	29	39	15,4	11,8	6,2	1,2	
S_{σ} , МПа	1,6	1,59	0,75	0,75	0,49	0,25	
	1,6	2,42	1,94	2,5	3,34	0,59	

У табл. 3 наведено значення середніх напружень та середньоквадратичних відхилень від відповідних середніх, які виникають на нижніх листах лівої (у верхньому рядку) та правої (у нижньому рядку) повздожніх балок рами візку у перерізах навколо кронштейнів кріплення буксових повідків колісних пар. У табл. 4 наведені значення середніх напружень та середньоквадратичних відхилень від відповідних середніх, які виникають на бічних стінках повздожніх балок рами візку в зоні розташування першого кронштейну середньої колісної пари (розетки деформацій $P1$ та $P2$), на кронштейні фіксації тягового редуктора на випадок обриву тяги його закріплення до рами візка (розетка деформацій $P3$).

На рис. 5 і далі по тексту звіту введено скорочені індекси для відзначення характеру ділянок, на яких проводилося вимірювання відповідних величин під час руху дослідного електровозу. Скороченими індексами позначено: S_a – зусилля у автозчепному пристрої; пр – пряма ділянка колії; лс – ліві криви середніх радіусів; лв – ліві криви великих радіусів; пс – праві криви середніх радіусів; пв – праві криви великих радіусів; ст – стрілочні переводи. З даного рисунку слідує, що найбільші значення розтягуючих та стискаючих повздожніх сил, якими навантажується електровоз при рухові у складі поїзда, досягали 200 кН.

Таблиця 4

Значення статичних складових напружень у повздожніх балках рами першого візку

Напруження та їх середньоквадратичні відхилення	Позначення тензорезисторів				
	P1X	P1 α	P1Z	P2X	P2 α
σ , МПа	16,9	0,7	11,8	17,6	4,5
S_{σ} , МПа	0,51	0,25	0,34	1	0,28
	P2Z	P3X	P3 α	P3Z	kr
σ , МПа	7,4	0,3	0,1	0,02	6
S_{σ} , МПа	0,47	0,13	0,09	0,04	0,74

З аналізу наведених у табл. 3 та 4 результатів слідує, що найбільш навантаженими від ваги кузова оказались точки 5Х...9Х, які розташовані навколо кронштейнів середньої колісної пари. За даними розеток деформацій $P1$ та $P2$ найбільші напруження спостерігаються у повздожньому та у вертикальному напрямках. Величини напружень, наведених у таблицях та відповідні динамічні складові напруження разом далі використовувалися при оцінці коефіцієнтів запасу міцності.

Під час здійснення дослідних поїздок велася безперервна реєстрація значень зусиль, які виникали у динамометричному автозчепному пристрої. Після проведення відповідної обробки було визначено найбільші значення цих зусиль в залежності від швидкості руху. Ці результати наведено на рис. 5.

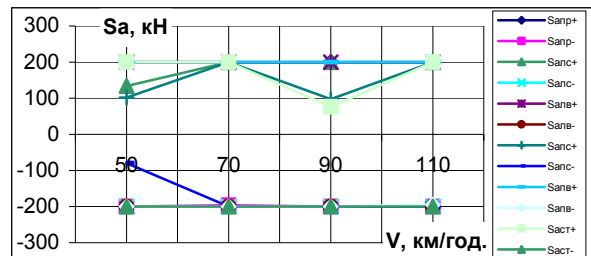


Рис. 5. Найбільші значення стискаючих та розтягуючих зусиль, які створювалися у автозчепному пристрої електровоза під час його руху у складі поїзда

На рис. 6 наведено: процеси змінювання напружень (сім перших зверху процесів); процеси взаємних переміщень кузова та рами першого за напрямком руху візка (восьмий та дев'ятий процеси); останній процес – змінювання швидкості руху. З цих рисунків слідує, що при швидкості руху вище 120 км/год. починають збуджуватися автоколивання. Більш того, при швидкості руху 159 км/год. відключилися тяга електровозу, що привело до появи ударного на-

вантаження. На таке ударне навантаження від-реагували датчики вимірювання напружень, які встановлено на кронштейні фіксації корпуса тягового редуктора на випадок

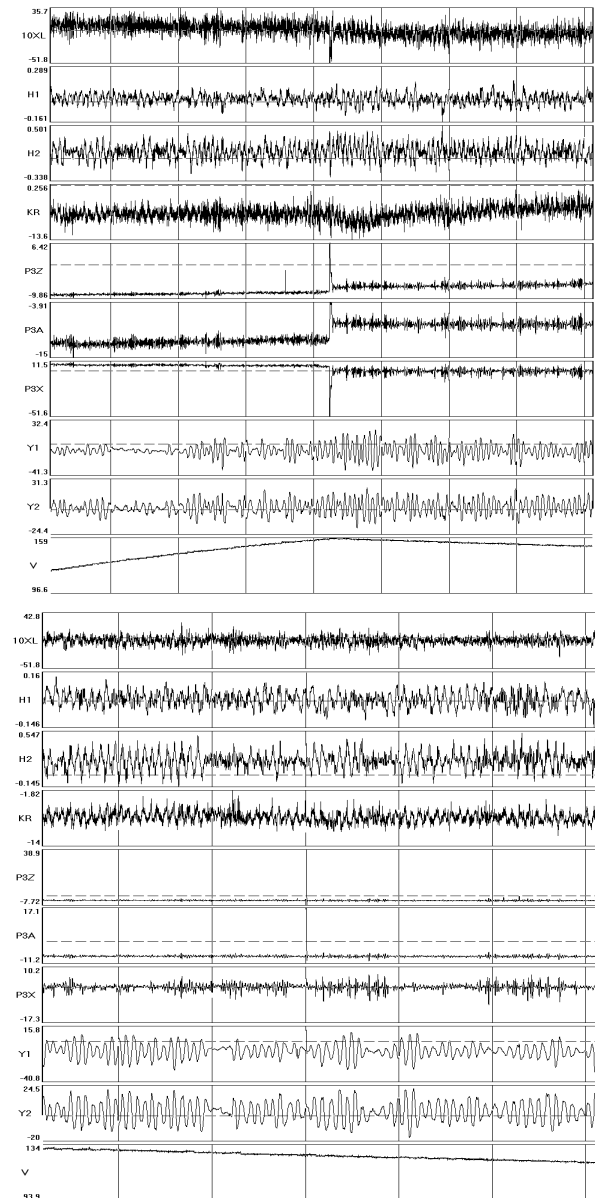
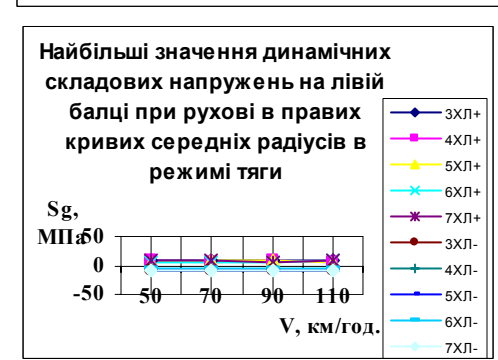
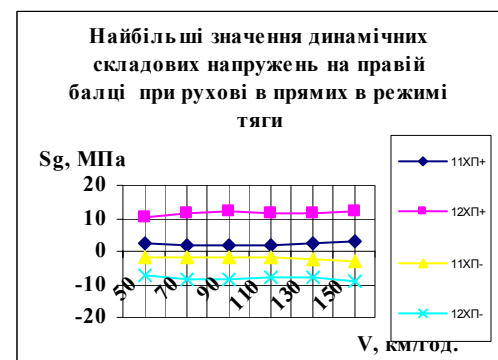
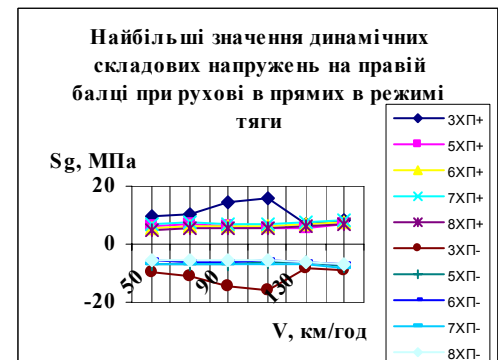
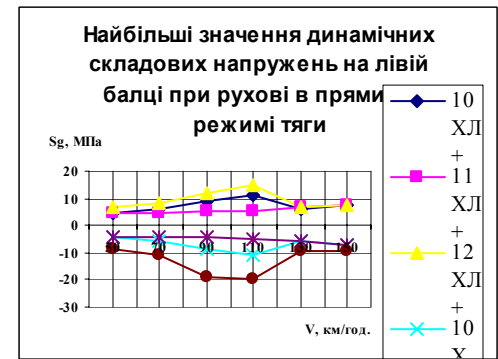
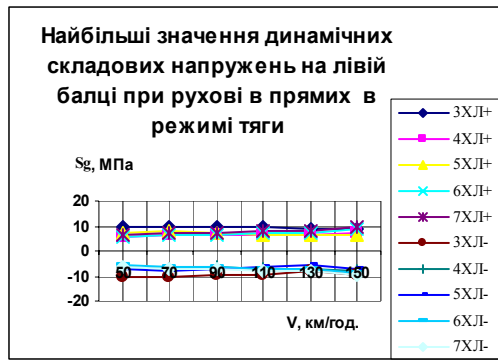


Рис. 6. Процеси при поїзді окремим зчепом, де було досягнуто швидкість руху 159 км/год

обриву тяги закріплення корпуса тягового редуктора до рами візка. Це може і бути причиною, яка приводить до появи тріщин у місці приварення цих кронштейнів до рами візка. На рис. 7-21 наведено залежності від швидкості руху на різних ділянках колії динамічних складових напружень, що виникають в несучих конструкціях рам візків.



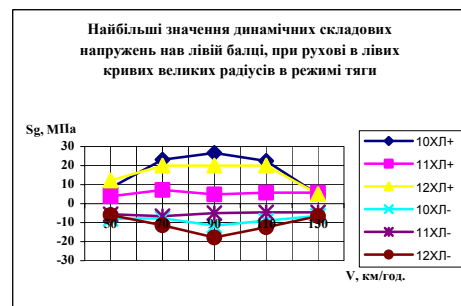
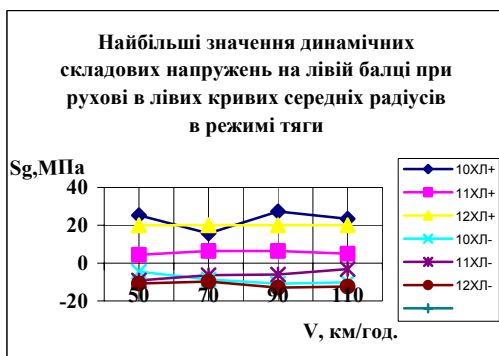
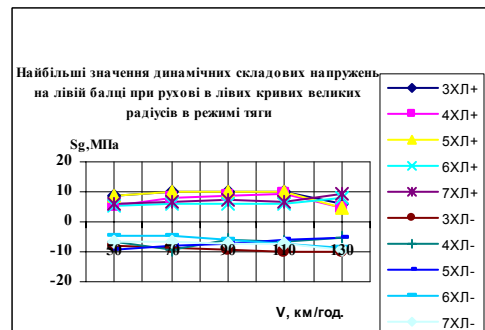
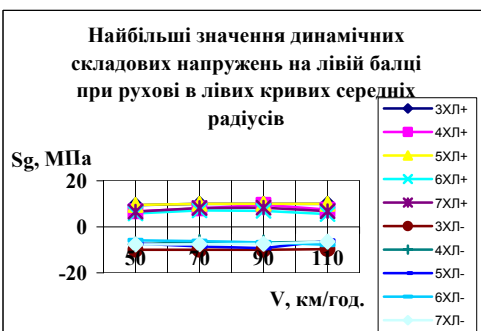
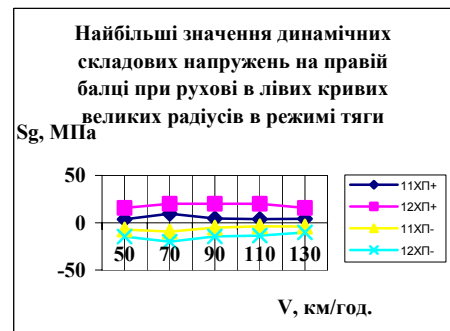
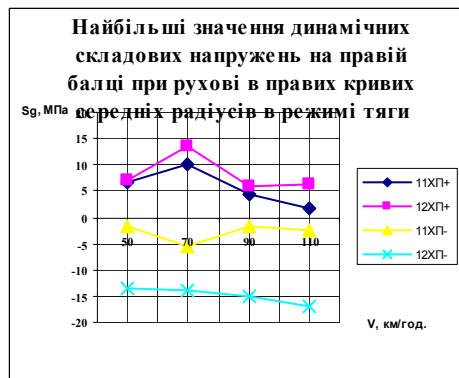
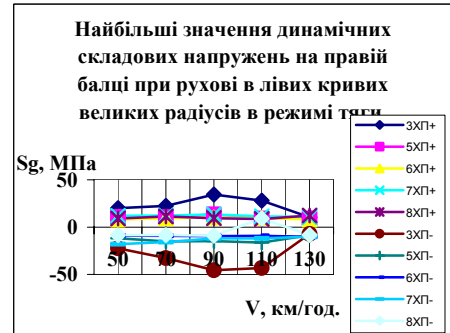
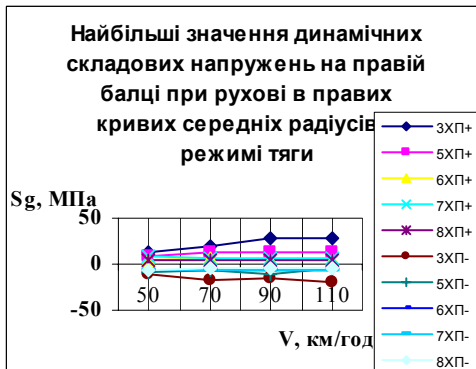
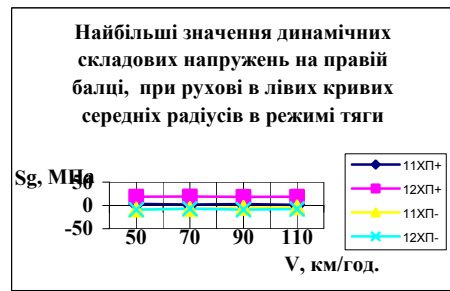
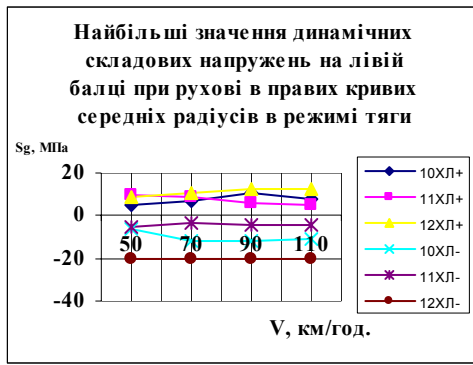


Рис. 7-21. Найбільші значення динамічних складових напружень у характерних точках повздовжніх балок рами першого за напрямком руху візку, які були виміряні з імовірністю 0,95 при рухові як окремим зчепом так і в складі пасажирського поїзду № 40 Київ–Севастополь

З наведених рисунків слідує, що найбільші значення динамічних складових напружень не перевищують 35 МПа. Найбільш чутливими точками до дії вертикального динамічного навантаження оказались точки 3ХЛ, 3ХП, 7ХЛ, 7ХП, 10ХП, 10ХЛ, 12ХП, 12ХЛ.

При рухові на основних напрямках експлуатації електровозів ЧС-4 у першому ступені підвищення дослідного електровозу величини коефіцієнтів вертикальної динаміки не перевищують Нормативних значень 0,3. При рухові по стрілочним переводам у другому ступені підвищення динамічні складові зусиль досягали рівнів, при яких коефіцієнт вертикальної динаміки дорівнював 0,4, що пов'язано із неякісним станом верхньої побудови колії. Це значення слід враховувати при визначенні коефіцієнтів запасу міцності, але ж не слід враховувати як таку величину, яка може обмежувати швидкість руху дослідного електровоза.

За показниками горизонтальної динаміки даний електровоз також відповідає вимогам Норм при рухові як з окремим дослідним зчепом так і у складі поїзда. При цьому, під час руху у складі поїзда, за рахунок стабілізуючої дії зусилля зі сторони автотягачного пристрою коефіцієнти горизонтальної динаміки виявилися меншими у порівнянні з випадками руху вказаного електровозу без складу вагонів поїзду.

Найбільші значення горизонтальних поперечних переміщень буксових вузлів колісних пар відносно рами візку досягали 25 мм., що може привести до створення горизонтальних поперечних зусиль, які діють на рейки, на рівні до 80 кН. Ці величини не перевищують граничні за Нормами значення горизонтальних поперечних сил, що діють на рейки. При цьому чітко прослідковувалася стабільна робота підшипникових вузлів середньої колісної пари, які забезпечують її розбіжність, бо горизонтальні переміщення буксових вузлів середньої колісної пари менше у порівнянні з переміщеннями двох інших колісних пар. Також мало місце, що із збільшенням швидкості руху горизонтальна динаміка має тенденцію до незначного зростання. Візуальний аналіз показав, що коливання виляння та галопування дослідного електровоза ЧС-4 зав. № 191 менш за амплітудами у порівнянні з відповідними коливання електровозів, що пройшли модернізацію і з якими раніше проводилися подібні випробування. Це може пояснюватися більш кращою роботою гасників коливань.

За визначеними величинами напружень по датчикам розеток деформацій виявилися, що не

має необхідності визначати головні напруження, бо їх значення у вказаних точках не перевищують величин напружень у точках, розташованих на нижніх листах поздовжніх балок рами візку навколо кронштейнів кріплення повідків буксових вузлів.

З метою визначення резонансних частот власних коливань були проведені спеціальні досліди з скидання колісних пар першого за напрямком руху дослідного електровоза з клинів. Під час проведення цих випробувань здійснювалися одночасне скидання з клинів за напрямком насуву на клини електровоза: двох коліс першої та третьої колісних пар; одночасне скидання правого колеса першої та лівого колеса третьої колісних пар. У першому випадку збурювалися симетричні коливання, а у другому – косиметричні коливання. Далі зареєстровані по датчиках процеси опрацьовувалися за спеціальною програмою і формувалися амплітудно-частотні характеристики. Результати цих випробувань наведено у таблиці 5.

Таблиця 5

Значення частот власних коливань електровоза ЧС4 191 при скиданні його з клинів

Назва датчиків	Значення резонансних частот, Гц				
Симетричне скидання з клинів					
R11	0,35	1,31-1,7	2,09;2,2	-	-
R31	0,29	1,04;1,3;1,5	1,7;2,1	-	-
R41	0,3;0,54;	1,04;1,45	1,87; 2,2	-	-
10 ХЛ	0,81	1,1;2,3	3,27	-	-
P3Z	-	1,1;1,3	2;3	6,08	13,4
	0,27;0,4;0,9				
Несиметричне скидання з клинів					
R11	0,31	2,14	-	-	-
R31	0,4	2,14	-	-	-
R41	0,31	2,14	-	-	-
10 ХЛ	0,35	1,55	3,24	4,13	-

З аналізу наведених результатів маємо, що основною резонансною частотою коливань є частота 2,1-2,2 Гц., тобто частота коливань підстрибування рами візка. Значення резонансних частот, які були визначені по датчику 10ХЛ, використовувалися при проведенні вібраційних стендових випробувань на витривалість фрагментів рами візку на підприємстві „Південмаш”

За спеціальною програмою, на підставі виміряних значень динамічних складових вертикальних зусиль, які виникають у буксових вузла першого ступеня підвищення та динамічних складових горизонтальних поперечних рамних сил, були визначені найменші значення

коефіцієнтів запасу стійкості від сходу коліс колісних пар з рейок. Найменші значення цих коефіцієнтів в залежності від швидкості руху на різних дільницях колії наведено на рис. 22.

З наведеного рисунку слідує, що найменші значення визначених величин коефіцієнту запасу стійкості від сходу коліс колісних пар з рейок оказались не менше 2, а найменше значення вказаного коефіцієнту за Нормами встановлено 1,4. Під час дослідної поїздки зі швидкістю до 159 км/год. на дільниці Бориспіль – Барішівка оказалось, що при швидкості руху 142 км/год. величина цього коефіцієнту складає 2,69, а при швидкості 155 км/год. – 2,78. Таким чином з точки зору запасу стійкості рух дослідного електровозу є стійким зі швидкостями до 160 км/год. включно.

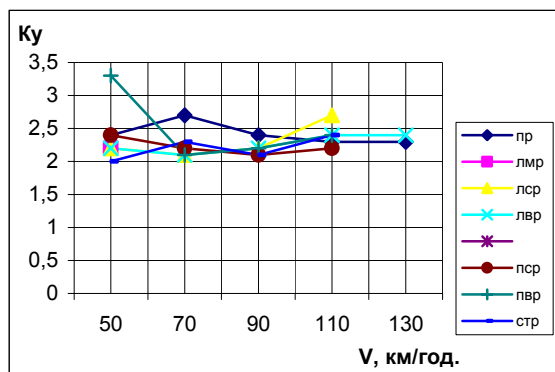


Рис. 22. Найменші значення коефіцієнтів запасу стійкості при рухові дослідного електровозу на різних дільницях колії

Основні висновки

В процесі проведення динамічних ходових та динамічних міцносних випробувань електровоза ЧС-4 зав. № 191 визначено та встановлено наступне.

1. Зважування вказаного дослідного електровоза, а також подібних електровозів, які раніше проходили модернізацію та з ними проводилися подібні випробування показали, що модернізація привела до зростання ваги на 3,17 Тс;

2. У основних точках рами візку від дії статичного навантаження кузова електровоза найбільш навантаженими є точки 5X – 9X, які розташовані навколо кронштейнів середньої колісної пари. Найбільші значення статичних напружень досягають 41,6 МПа у точках 7X та 38,5 МПа у точках 6X і 9X. У точках 3X, 10X та 12X ці величини досягають значень 19,6 МПа, 15,4 МПа та 9,8 МПа відповідно;

3. Найбільші розтягуючі та стискаючі по-

вздовжні сили, якими навантажується електровоз при рухові у складі поїзда, досягали значень – 200 кН;

4. При швидкості руху вище 120 км/год. починають збуджуватися автоколивання. Більш того, при швидкості руху 159 км/год., під час миттєвого відключення тяги електровозу, створилося ударне навантаження, на яке відреагували датчики вимірювання напружень розетки деформацій P3, що встановлено на кронштейні фіксації корпусу тягового редуктора на випадок обриву тяги закріплення корпусу тягового редуктора до рами візка. Це і може бути причиною, яка приводить до появи тріщин у місці приварення цих кронштейнів до рами візка;

5. Найбільші значення динамічних складових напружень не перевищують 35 МПа. Найбільш чутливими точками до дії вертикального динамічного навантаження виявилися точки 3XЛ, 3XП, 7XЛ, 7XП, 10XП, 10XЛ, 12XП, 12XЛ.

6. При рухові на основних напрямках експлуатації електровозів ЧС-4 у першому ступені підвищення значення коефіцієнтів вертикальної динаміки не перевищують Нормативних значень 0,3 [1]. При рухові по стрілочним переходам, внаслідок неякісного стану утримання елементів верхньої побудови колії, динамічне навантаження привело до створення у другому ступені підвищення динамічних складових зусиль, при яких коефіцієнт вертикальної динаміки дорівнював 0,4. Це значення слід враховувати при визначенні коефіцієнтів запасу міцності несучих конструкцій рам візку та кузова, але ж не слід враховувати як таку величину, що може обмежувати швидкість руху дослідного електровоза.

7. За показникам горизонтальної динаміки даний електровоз відповідає вимогам Норм при рухові як з окремим дослідним зчепом так і у складі поїзда. Найбільші значення коефіцієнтів горизонтальної динаміки досягали 0,4, що відповідає вимогам Норм [1].

8. Найбільші значення горизонтальних поперечних переміщень буксових вузлів колісних пар відносно рами візку складають 25 мм., що приведе до створення горизонтальних поперечних зусиль, які діють на рейки, на рівні до 80 кН. Ці величини не перевищують граничних значень горизонтальних поперечних сил, які допускаються Нормами [1]. Було встановлено стабільна робота підшипникових вузлів середньої колісної пари, які забезпечують її розбіжність, бо горизонтальні переміщення буксових вузлів середньої колісної пари менше у порівнянні з переміщеннями двох інших колісних пар.

9. Аналіз коливань виляння та галопування дослідного електровоза ЧС-4 зав. № 191 показав, що амплітуди вказаних коливань менше відповідних амплітуд подібних електровозів, з яким раніше проводилися подібні випробування. Це пояснюється більш кращою роботою гідравлічних гасників коливань.

10. При рухові дослідного електровоза на різних дільницях колії зі швидкостями до 130 км/год., як окремим дослідним зчепом, так і у складі пасажирського поїзду найменші значення величин коефіцієнту запасу стійкості від сходу коліс колісних пар з рейок оказались не менше 2, а найменше значення вказаного коефіцієнту за Нормами [1] встановлено 1,4. Під час дослідної поїздки зі швидкістю до 159 км/год. на дільниці Бориспіль – Баришівка виявилось, що при швидкості руху 142 км/год. величина цього коефіцієнту складає 2,69, а при швидкості 155 км/год. – 2,78. Таким чином з точки зору запасу стійкості рух дослідного електровозу є стійким зі швидкостями до 160 км/год. включно.

Результати, які отримані під час проведення випробувань, дозволяють внести пропозицію про введення в експлуатацію електровозів ЧС-4 з рамами візків, які виготовлені підприємством „ХК Луганськтепловоз”, у складі пасажирських поїздів зі швидкостями руху до 140 км/год. включно.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Нормы для расчета и оценки прочности несущих элементов и динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС РФ колеи 1520 мм. – М: МПС РФ, ВНИИЖТ, 1998.-145 с.

2. СТ ССФЖТ ЦТ 15-98 Тяговый подвижной состав. Типовая методика динамико-прочностных испытаний локомотивов.

3. Технические требования к проектируемым локомотивам по условиям прочности, динамики и воздействия на путь. – М.: ВНИИЖТ, 1964

Надійшла до редколегії 24.09.2007.