

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

УДК 629.424.2.018

Е. П. БЛОХИН<sup>1</sup>, Р. Б. ГРАНОВСКИЙ<sup>1\*</sup>, Е. М. ДЗИЧКОВСКИЙ<sup>1</sup>, А. Е. КРИВЧИКОВ<sup>1</sup>,  
Н. И. ГРАНОВСКАЯ<sup>1</sup>, А. ЦИЮПА<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Отраслевая научно-исследовательская лаборатория динамики и прочности подвижного состава, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепропетровск, Украина, тел./факс +38 (056) 793 19 08, эл. почта onildpps@gmail.com  
<sup>2</sup> Pojazdy Szynowe PESA Bydgoszcz Spolka Akcyjna Holding, 11, ul. Zygmunta Augusta, Bydgoszcz, Polska, 85-082

### РЕЗУЛЬТАТЫ ХОДОВЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ДИЗЕЛЬНОГО ПОЕЗДА ТИПА 630М ПРОИЗВОДСТВА АО PESA (ПОЛЬША)

**Цель.** Экспериментальное определение значений динамических показателей, характеризующих безопасность движения рельсового автобуса по прямым и криволинейным участкам железнодорожного пути и стрелочным переводам, и проверка соответствия их требованиям нормативных документов. **Методика.** Методы испытаний основываются на сравнении показателей динамических качеств автобуса, полученных экспериментально, с их допускаемыми значениями. В качестве определяющих безопасность движения показателей, численные значения которых приведены далее, используются: коэффициент запаса устойчивости от схода колеса с рельса; коэффициенты вертикальной динамики в первой и второй ступенях рессорного подвешивания; рамные силы; плавность хода. Определение коэффициента запаса устойчивости от схода колеса с рельса производится по известной методике. Коэффициенты вертикальной динамики в каждой ступени рессорного подвешивания определяются как отношение динамических вертикальных прогибов к величинам их статических значений, соответствующих заданной населенности автобуса. **Результаты.** Значения коэффициентов вертикальной динамики вагонов поезда в первой и второй ступенях рессорного подвешивания, а также значения рамных сил и показателей плавности хода не превышали допустимых нормативных значений, а коэффициент запаса устойчивости против схода колеса с рельса был больше минимально допустимого значения. **Научная новизна.** Получены значения показателей, характеризующих динамические качества нового типа рельсового автобуса, и показана возможность его эксплуатации на магистральных путях железных дорог Украины. **Практическая значимость.** Определены допустимые скорости движения рельсового автобуса по различным участкам железнодорожного пути.

**Ключевые слова:** динамические испытания; дизельный поезд типа 630М двухсекционный; коэффициенты динамики; рамная сила; показатели плавности хода

#### Введение

Одним из мероприятий по обеспечению пригородных перевозок пассажиров на малодеятельных участках железных дорог Украины является использование двухсекционных дизельных поездов (рельсовых автобусов) типа 630М производства АО PESA Bydgoszcz S.A. (Польша) [12, 13].

В сентябре 2011 года Отраслевой научно-исследовательской лабораторией динамики и прочности подвижного состава железных дорог ДНУЖТ были проведены приемочные ходовые динамические испытания двухсекционного дизельного поезда 630М-001 производства АО PESA (Польша) после опытной эксплуатации с пробегом 56 452 км. Каждая секция поезда имеет кабину машиниста, моторную и поддерживающую тележки.

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

Основные технические данные дизельного поезда типа 630М следующие [3]:

Ширина колеи, мм .....	1 520
Осевая формула.....	$(1_0-1_0)-(1-1)+(1-1)-(1_0-1_0)$
Длина по осям автосцепок поезда, мм .....	51 600±40
Ширина кузова наружная, мм.....	3 000
База секции поезда, мм.....	19 250±20
База тележки, мм.....	2 400±20
Высота автобуса от уровня головок рельсов, мм.....	4 435±40
Высота оси автосцепок от уровня головок рельсов, мм.....	1 060±20
Масса поезда в служебном состоянии, т .....	116±3
Количество мест для сидения .....	192
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН .....	180±3 %
Конструкционная скорость, км/ч .....	120
Среднее ускорение для тягового режима, м/с <sup>2</sup> :	
– до скорости 60 км/ч.....	0,30...0,80
– до скорости 100 км/ч.....	0,20...0,75
Замедление при торможении со скорости 120 км/ч, м/с <sup>2</sup> :	
– в режиме.....	R1,2
– в режиме.....	P0,9
Габарит:	1-T
– верхнее очертание .....	ГОСТ 9238-86 (черт. 10) [3]
– нижнее очертание .....	ГОСТ 9238-86 (черт. 11) [3]
Дальность хода на одной заправке топлива, км.....	1 000
Диапазон рабочих температур, °С.....	минус 50...плюс 40

### Цель

Целью данной работы является экспериментальное определение значений динамических показателей, характеризующих безопасность движения рельсового автобуса по прямым и криволинейным участкам железнодорожного пути и стрелочным переводам, и проверка соответствия их требованиям нормативных документов.

### Методика

Методы испытаний основываются на сравнении экспериментально определенных показателей динамических качеств автобуса с их допускаемыми значениями [6–8, 10, 11]. В качестве показателей динамических качеств автобуса используются величины сил, ускорений и взаимных перемещений элементов его экипажа, полученные при различных режимах движения подвижной единицы по рельсовому пути. В качестве определяющих безопасность движения показателей, численные значения которых приведены далее, используются: ко-

эффициент запаса устойчивости от схода колеса с рельса; коэффициенты вертикальной динамики в первой и второй ступенях рессорного подвешивания; рамные силы; плавность хода.

Рассматривается движение по прямым участкам пути со скоростями от 120 км/ч до конструкционной + 10 % с интервалом 10 км/ч. Определение коэффициента запаса устойчивости от схода колеса с рельса производится по известной методике [10], в которой необходимые для расчета величины вертикальной и горизонтальной составляющих сил взаимодействия колеса и рельса вычисляются по величинам вертикальных сил, действующих на шейки колесной пары, и рамной силы. Коэффициенты вертикальной динамики в каждой ступени рессорного подвешивания определяются как отношение динамических вертикальных прогибов к величинам их статических значений, соответствующих заданной населенности автобуса. Динамические добавки деформаций рессорного подвешивания при движении автобуса определяются при помощи оттарированных соответствующим образом датчиков переме-

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

щений. В качестве критериев комфорта рассматриваются величины показателей плавности хода в вертикальном и горизонтальном поперечном направлениях [9].

Во время испытаний поезда одна секция (А) была в порожнем состоянии, а вторая (Б) – загружена мешками с песком до номинальной грузоподъемности. Обмеры колесных пар показали, что толщина гребней составляла 27...29 мм, прокат – 2...3 мм, толщина ободов колес – 57 мм [1].

Испытания проводились на магистральных путях Юго-Западной железной дороги Украины. Первым был однопутный участок бесстыкового пути Чернигов–Нежин длиной 77 км, на котором уложены рельсы типа Р65, железобетонные шпалы с эпюрой 1 840 шт/км в прямых и 2 000 шт/км в кривых участках пути, балласт щебеночный. На опытном участке, кроме прямых, имеются кривые малого ( $R_m < 400$  м), среднего ( $400 \text{ м} < R_c < 700$  м) и большого ( $R_g > 700$  м) радиусов. Состояние пути во время проведения испытаний оценивалось средним баллом 27, а максимальная разрешенная скорость движения по прямым составляла 120 км/ч.

Вторым опытным участком был двухпутный участок бесстыкового пути Круты–Плиски длиной 39 км с рельсами типа Р65 на железобетонных шпалах с эпюрой 1 840 шт/км в прямых и 2 000 шт/км в кривых участках пути, балласт щебеночный. На этом участке, кроме прямых, имеются кривые больших радиусов. Состояние пути во время проведения испытаний оценивалось средним баллом 18 для нечетного пути и 11 – для четного. Максимальная скорость движения поезда типа 630М по этому участку составила 140 км/ч.

### Результаты

Значения коэффициентов вертикальной динамики вагонов поезда в первой и второй ступенях рессорного подвешивания, а также значения рамных сил и показателей плавности хода не превысили допустимых нормативных значений, а коэффициент запаса устойчивости против схода колеса с рельса был больше минимально допустимого значения.

На рис. 1 приведены зависимости минимальных значений коэффициента запаса устойчивости против схода колеса с рельса  $k_y$  от скорости движения электропоезда по прямым (рис. 1, а) и кривым большим (рис. 1, б), средних и малых радиусов (рис. 1, в). Значения  $k_y$  определялись для первой и четвертой осей каждой секции. На рис. 1 сплошной линией показано предельно допустимое значение параметра  $k_y$  [5, 6]. На рис. 1, в данные для скоростей  $V < 70$  км/ч относятся к движению по кривым малых радиусов, а для скоростей  $V > 70$  км/ч – по кривым средних радиусов. Как видно из рис. 1, наименьшие значения  $k_y$  наблюдались для второй (немоторной) тележки грузовой секции.

На рис. 2 приведены зависимости от скорости движения максимальных вероятных значений коэффициентов вертикальной динамики вагонов поезда в первой ( $k_{дв1}$ ) и второй ( $k_{дв2}$ ) ступенях рессорного подвешивания, а также значений величины отношения рамных сил к статической нагрузке на ось ( $k_{дг}$ ) при движении поезда по прямым участкам пути. Эти же зависимости приведены на рис. 3 для случая движения по кривым большим радиусов. В тех случаях, когда допускаемые значения для моторных и немоторных тележек совпадают, здесь и далее они показаны сплошной горизонтальной линией. Значения  $k_{дв1}$  для моторных и немоторных тележек различны, поэтому на соответствующих рисунках показаны две горизонтальные линии – сплошная соответствует допускаемому значению для немоторной тележки, пунктирная – для моторной [5, 6]. Как видно из рис. 2 и 3, при движении поезда по прямым участкам пути значения коэффициентов вертикальной и горизонтальной динамики значительно меньше допускаемых значений, а при движении по кривым большого радиуса значения  $k_{дг}$  приближаются к допускаемым при скоростях движения 120...130 км/ч.

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

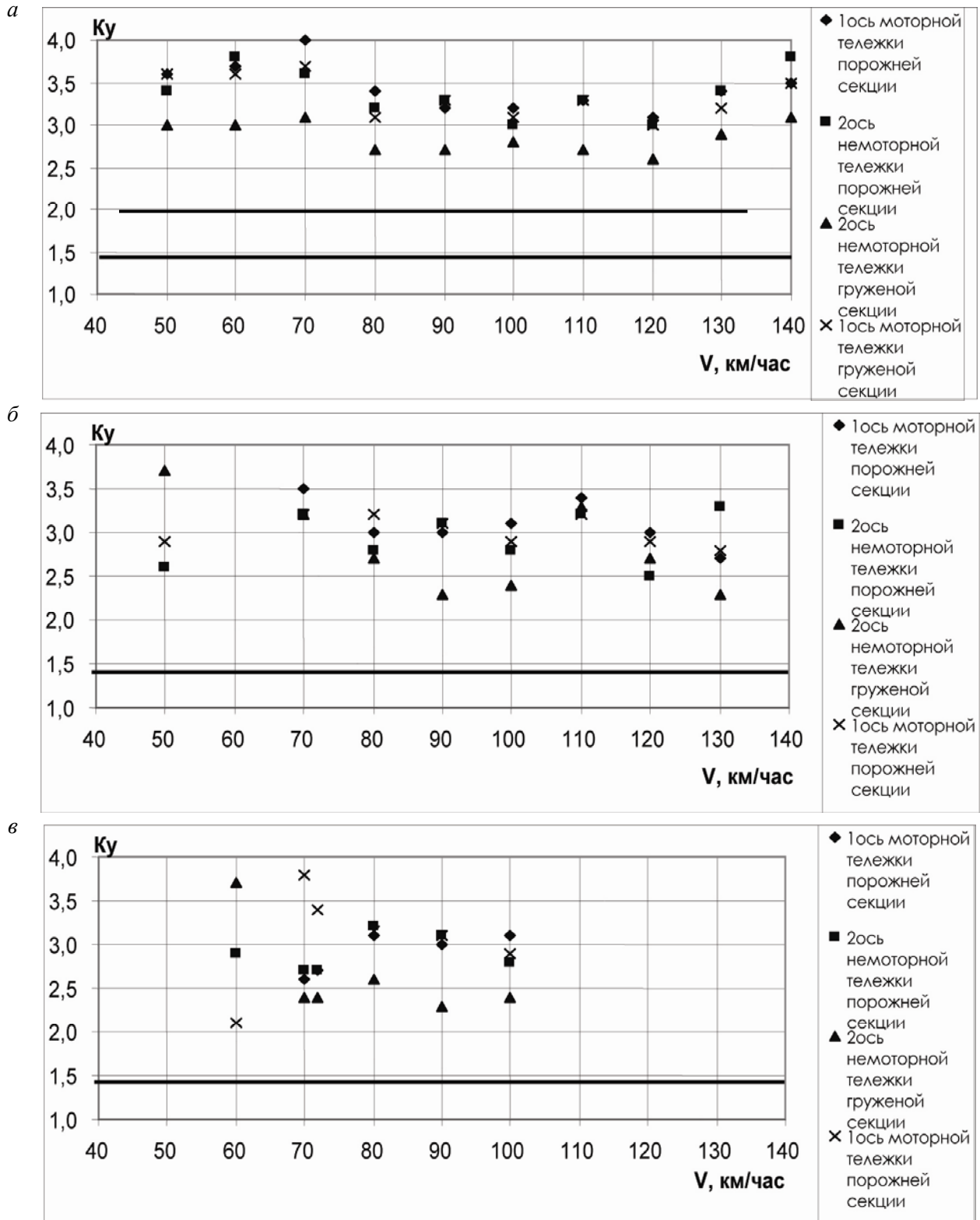


Рис. 1. Зависимости от скорости коэффициентов запаса устойчивости против схода колеса с рельса при движении дизельного поезда типа 630М:

*a* – по прямым; *b* – по кривым больших радиусов; *в* – по кривым малых и средних радиусов

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

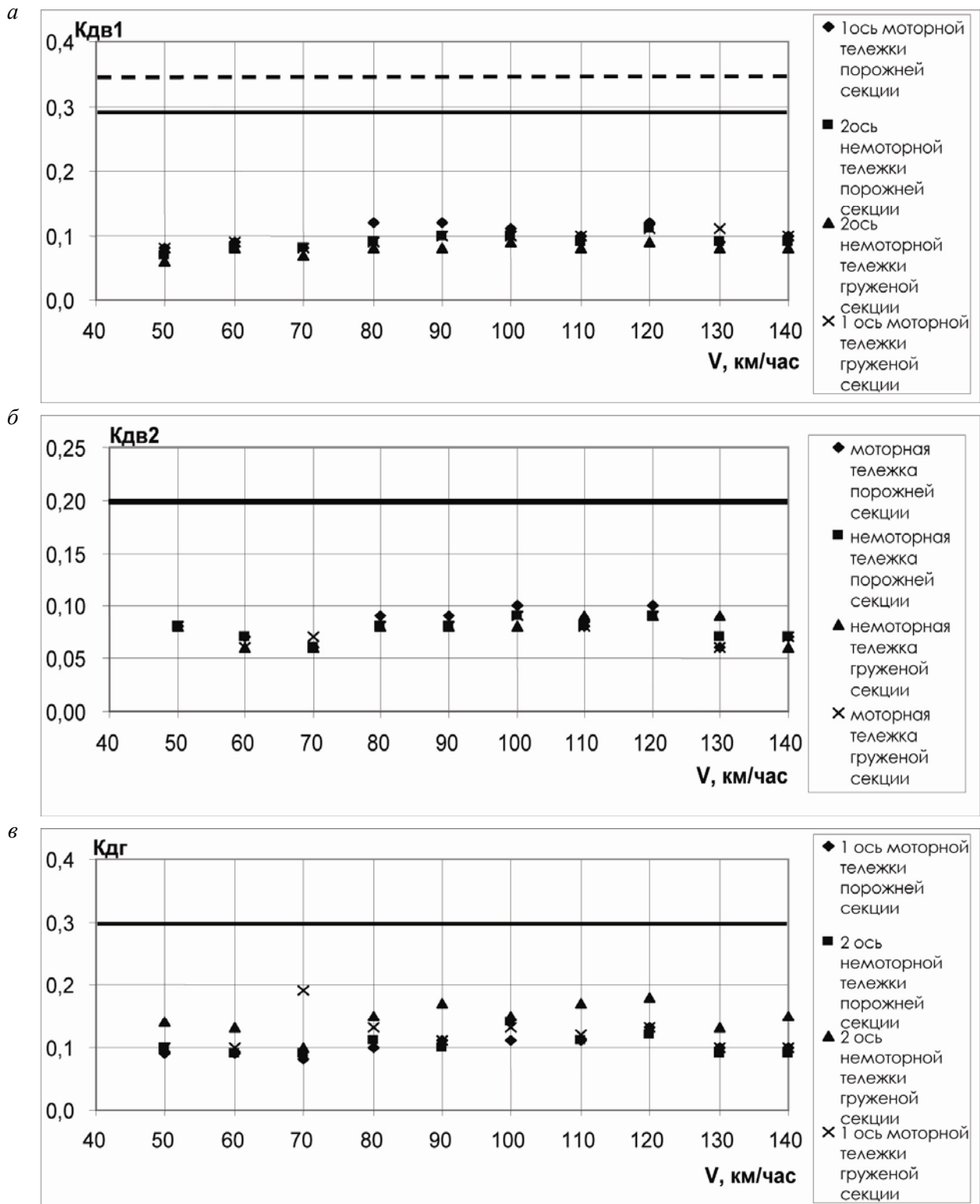


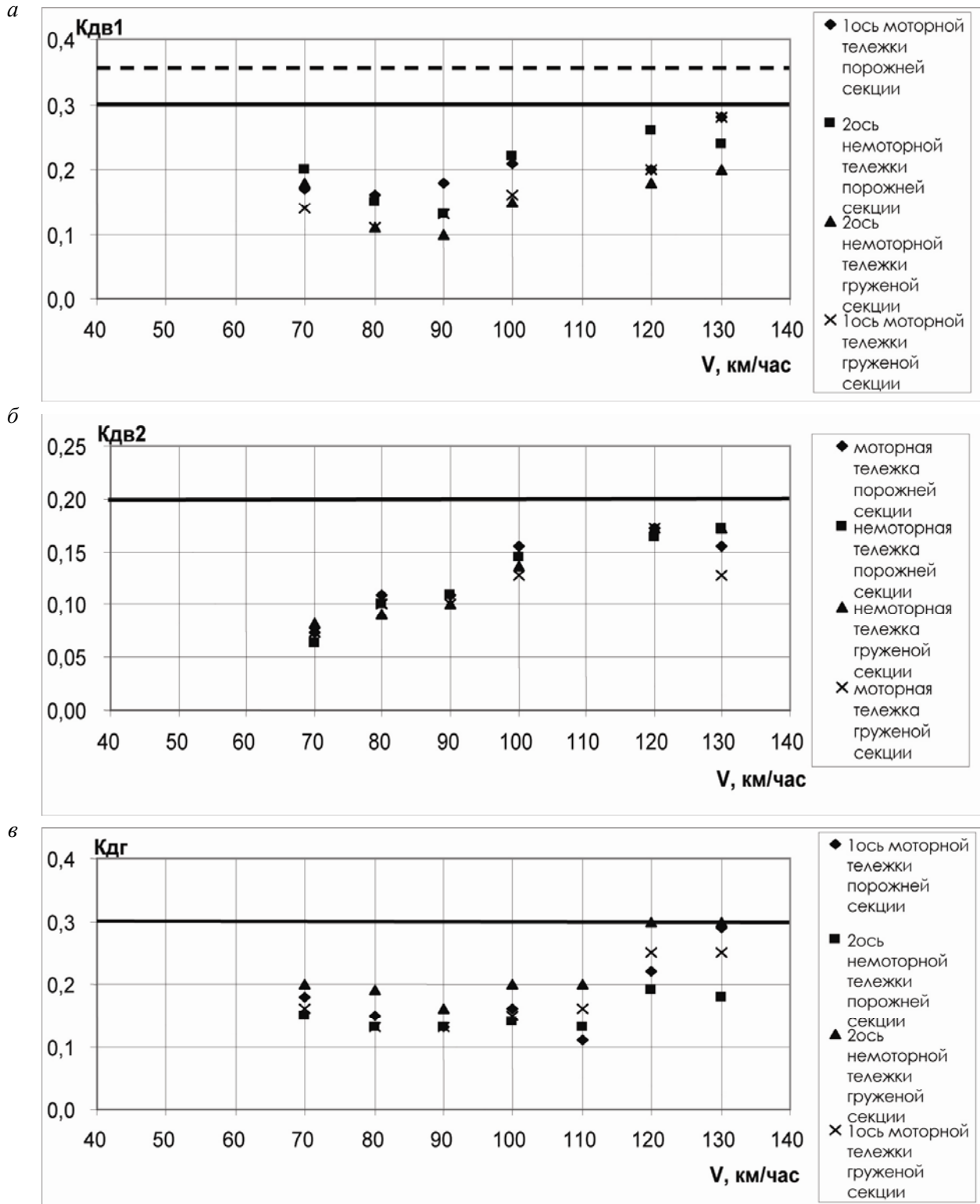
Рис. 2. Зависимости от скорости при движении дизельного поезда типа 630М по прямям:

*a* – коэффициентов вертикальной динамики в первой ступени рессорного подвешивания;

*б* – коэффициентов вертикальной динамики во второй ступени рессорного подвешивания;

*в* – коэффициентов горизонтальной динамики

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

Рис. 3. Зависимости от скорости при движении дизельного поезда типа 630М по кривым больших радиусов:

- a* – коэффициентов вертикальной динамики в первой ступени рессорного подвешивания;
- б* – коэффициентов вертикальной динамики во второй ступени рессорного подвешивания;
- в* – коэффициентов горизонтальной динамики

© Е. П. Блохин, Р. Б. Грановский, Е. М. Дзичковский, А. Е. Кривчиков, Н. И. Грановская, А. Циопа, 2013

23

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

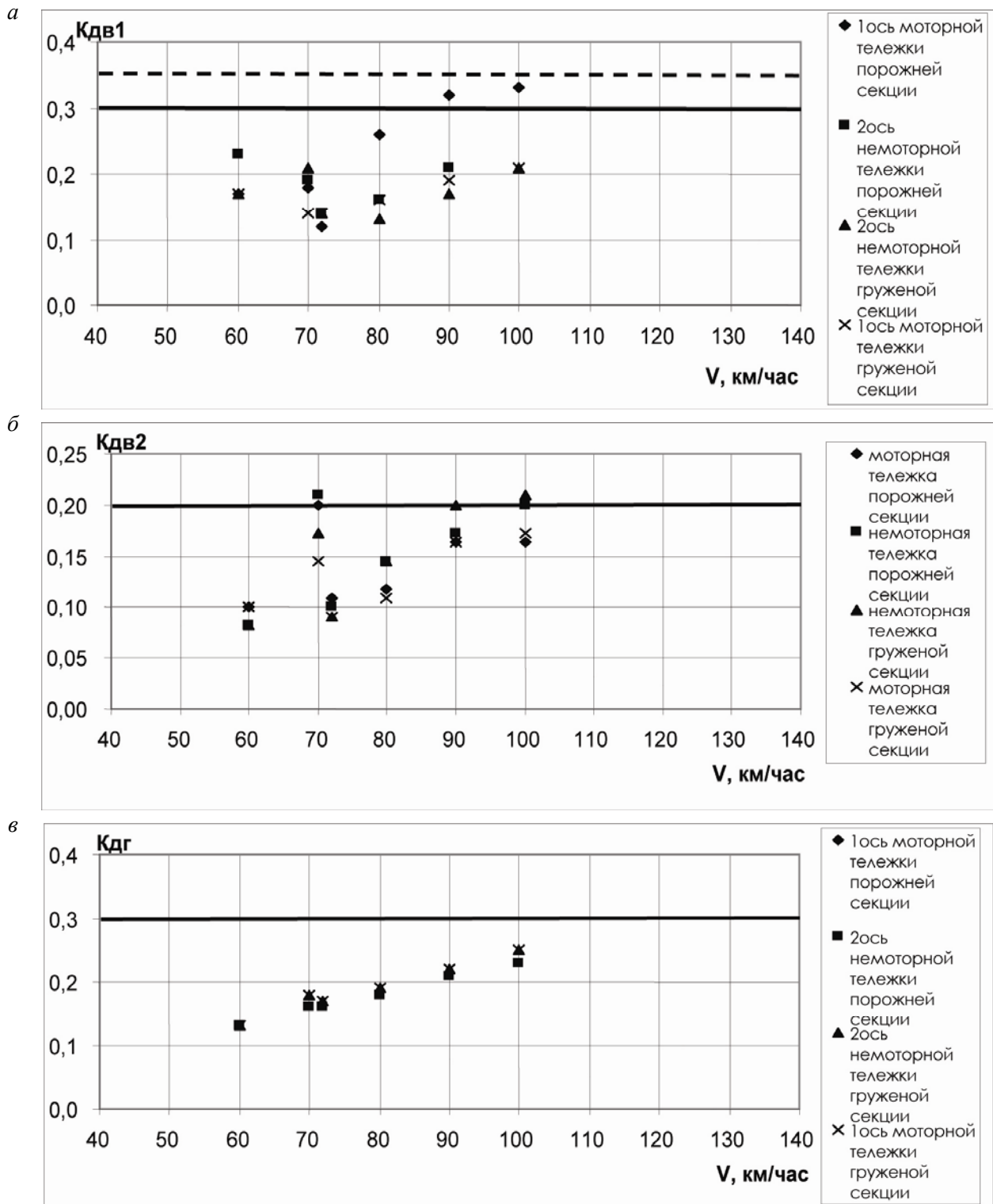


Рис. 4. Зависимости от скорости при движении дизельного поезда типа 630М по кривым малых и средних радиусов:

*a* – коэффициентов вертикальной динамики в первой ступени рессорного подвешивания;

*б* – коэффициентов вертикальной динамики во второй ступени рессорного подвешивания;

*в* – коэффициентов горизонтальной динамики

ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

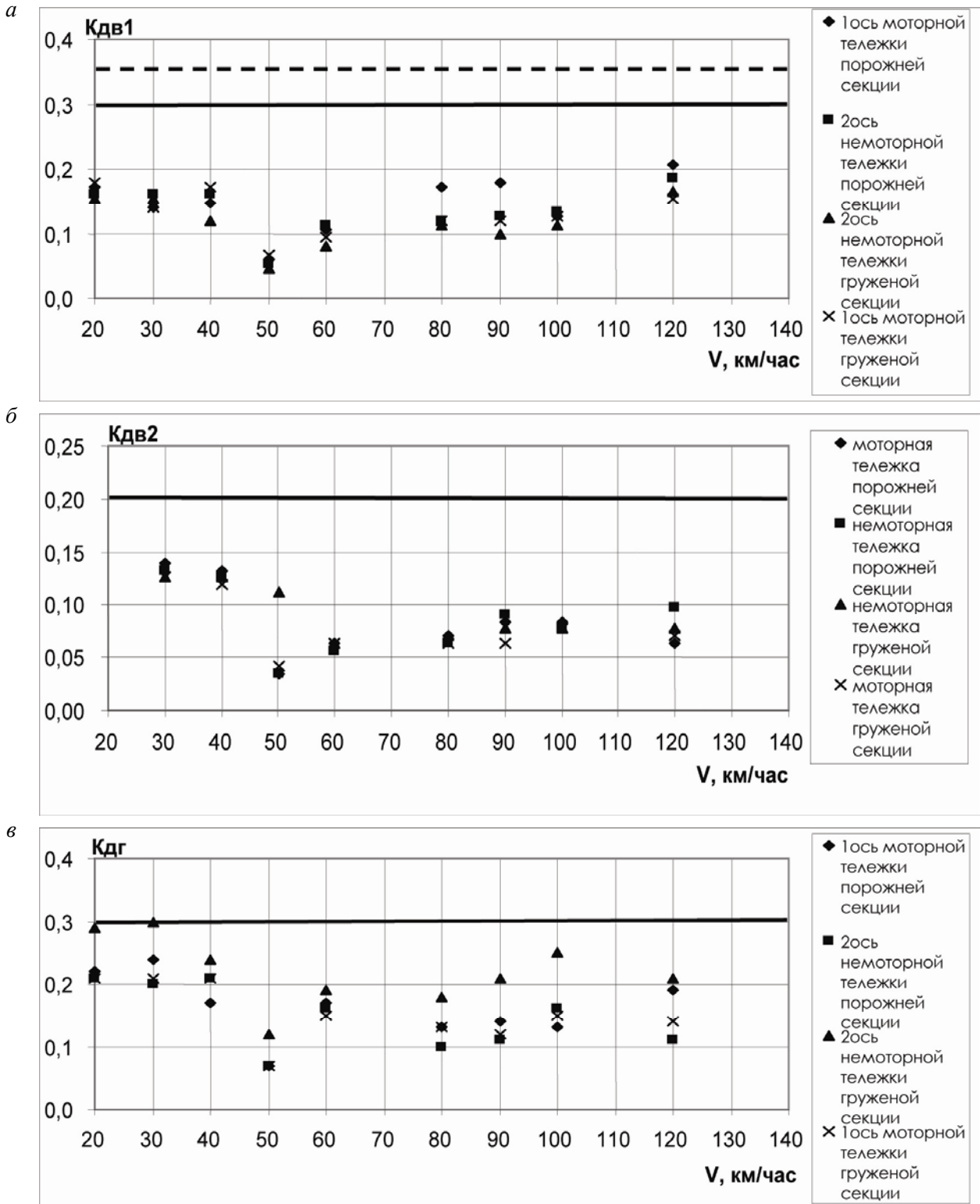


Рис. 5. Зависимости от скорости при движении дизельного поезда типа 630М по стрелкам:  
 а – коэффициентов вертикальной динамики в первой ступени рессорного подвешивания;  
 б – коэффициентов вертикальной динамики во второй ступени рессорного подвешивания;  
 в – коэффициентов горизонтальной динамики



## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

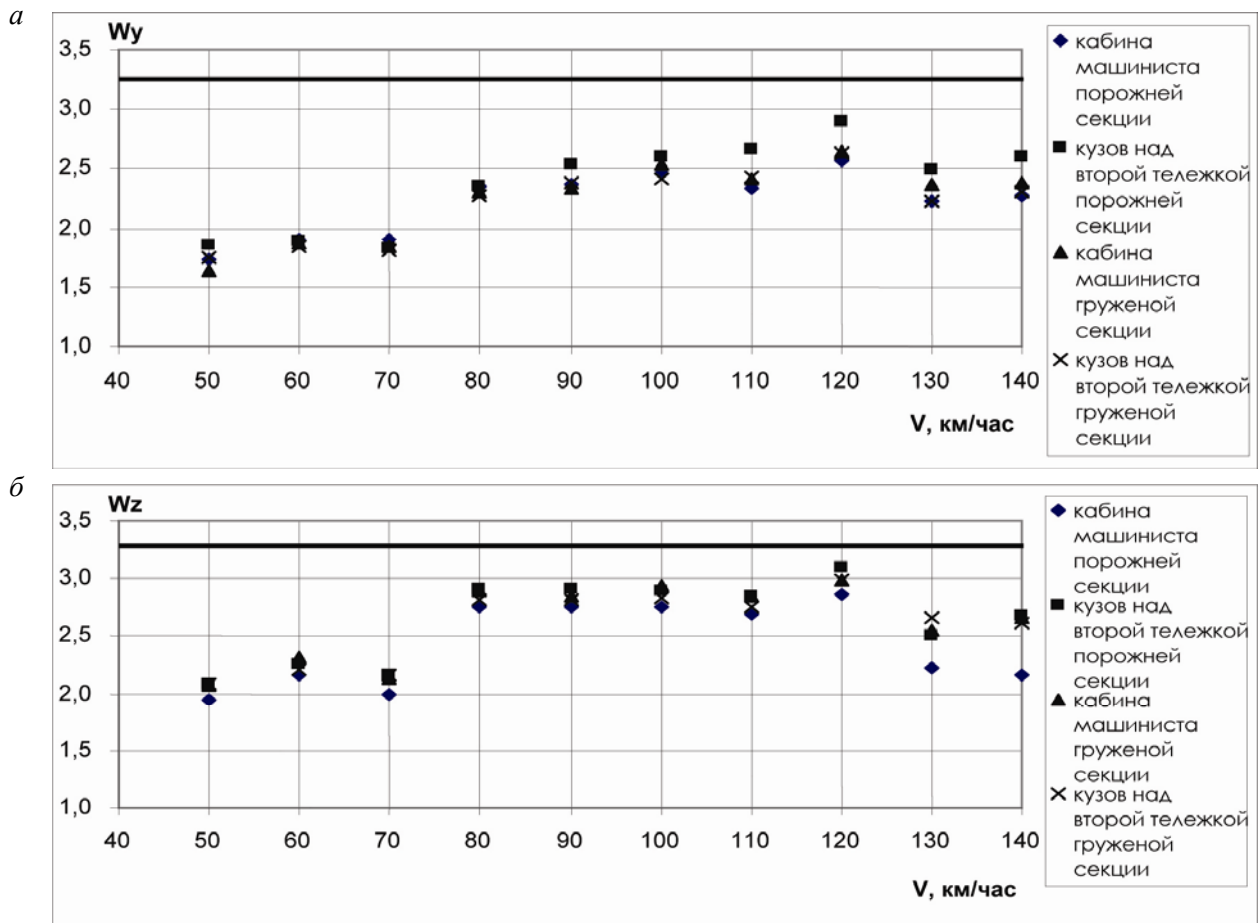


Рис. 6. Зависимости плавности хода от скорости движения дизельного поезда типа 630М:  
 а – в горизонтальном направлении; б – в вертикальном направлении

На рис. 4 приведены зависимости от скорости движения максимальных вероятных значений коэффициентов вертикальной динамики вагонов поезда в первой ( $k_{дв1}$ ) и второй ( $k_{дв2}$ ) ступенях рессорного подвешивания, а также значений величины отношения рамных сил к статической нагрузке на ось ( $k_{дг}$ ) при движении по кривым малого  $R_m$  ( $V < 70$  км/ч) и среднего  $R_c$  ( $V > 70$  км/ч) радиусов. Как видно из рис. 4, на предельных допустимых скоростях движения по кривым малых и средних радиусов значения  $k_{дв}$  достигают предельно допустимых значений.

При движении по стрелочным переводам со скоростями до 40 км/ч на боковой путь, а с большими скоростями – на проход коэффициенты динамики  $k_{дв1}$ ,  $k_{дв2}$  и  $k_{дг}$  не превышают допустимых значений (рис. 5).

Значения плавности хода в горизонтальном  $W_y$  и вертикальном  $W_z$  направлениях, определенные по соответствующим ускорениям, замеренным в кабине машиниста и шкворневых сечениях секций поезда, меньше допустимого значения 3,25 (рис. 6).

#### Научная новизна и практическая значимость

По результатам ходовых динамических испытаний нового для украинских железных дорог типа подвижного состава – двухсекционного дизельного поезда типа 630М производства АО PESA (Польша) определены допустимые скорости его движения по различным участкам железнодорожного пути, получены значения показателей, характеризующих его динамические качества.

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

**Выводы**

Дизель-поезд 630М производства АО PESA (Польша) по своим динамическим качествам и показателям безопасности движения соответствует требованиям нормативных документов и может эксплуатироваться на магистральных путях Украины с установленными скоростями для пригородного подвижного состава, имеющего конструкционную скорость движения 120 км/ч.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- ВНД 32.0.07.001-2001. Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць. – К. : Минтрансспорт, 2011. – 168 с.
- ГОСТ 9238-83. Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм. – Введ. 1984-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 30 с.
- Двохсекційний дизельний поїзд 630М/630Мі для пасажирських перевезень : техн. завдання 630М.00.000-0 ТЗ/PESA Bydgoszcz S.A. ; кер. Журавський, викон. Ціюпа А. – Bydgoszcz, 2010. – 54 с.
- Норми допустимих швидкостей руху рухомого складу по залізничних коліях державної адміністрації залізничного транспорту України шириною 1520 мм : ЦП/0235 : затв. наказом Укрзалізниці від 14.12.2010 р. № 778-Ц. – К., 2011. – 72 с.
- Нормы безопасности электропоезда : НБ ЖТ ЦТ 03-98 : утв. приказом Минтранса России от 11.02.2009 г. № 22, приложение № 15. – М., 2009. – С. 139–272.
- Нормы расчета и оценки прочности несущих элементов и динамических качеств экипажной части моторвагонного подвижного состава железных дорог МПС РФ колеи 1520 мм. – М. : ВНИИЖТ, 1997. – 145 с.
- О концепциях статистических измерений / Е. П. Блохин, М. Л. Коротенко, Р. Б. Грановский и др. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2008. – Вип. 24. – С. 7–17.
- Примеры казусов, произошедших при постановке натуральных испытаний и обработке их результатов / М. Л. Коротенко, Р. Б. Грановский, С. А. Кострица и др. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2010. – Вип. 34. – С. 22–28.
- СОУ МПП 45.060-204:2007. Вагони пасажирські. Плавність руху. Методи визначення. – К. : Мінпромполітики України, 2007. – 12 с.
- СТ ССФЖТ ЦТ 16-98. Стандарт системы сертификации на федеральном железнодорожном транспорте. Тяговый подвижной состав. Типовая методика динамико-прочностных испытаний электропоездов и дизель-поездов. – М. : МПС, 1998. – 25 с.
- Design simulation to pass tests for acceptance as defined in prEN14363 or UIC518 / В. Fisher, R. Menssen, O. Markova, H. Kovtun // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2005. – Вип. 8. – С. 115–121.
- Kettner, J. Den Schienenverkehr fit machen für Zukunft / J. Kettner // ETR: Eisenbahntechnik. Rdsch, 2011. – № 9. – P. 10–16.
- Lübke, D. Zweiteiliger Regionaltriebwagen mit Dieselantrieb / D. Lübke // ETR: Eisenbahntechnik. Rdsch, 2011. – № 9. – P. 62–65.

Є. П. БЛОХІН<sup>1</sup>, Р. Б. ГРАНОВСЬКИЙ<sup>1\*</sup>, Є. М. ДЗИЧКОВСЬКИЙ<sup>1</sup>, О. Є. КРИВЧИКОВ<sup>1</sup>,  
Н. Й. ГРАНОВСЬКА<sup>1</sup>, А. ЦІЮПА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>\*Галузева науково-дослідна лабораторія динаміки та міцності рухомого складу, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпропетровськ, Україна, тел./факс +38 (056) 793 19 08, ел. пошта onildpps@gmail.com

<sup>2</sup>Pojazdy Szynowe PESA Bydgoszcz Spolka Akcyjna Holding, 11, ul. Zygmunt Augusta, Bydgoszcz, Polska, 85-082

## РЕЗУЛЬТАТИ ХОДОВИХ ДИНАМІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ ДИЗЕЛЬНОГО ПОЇЗДА ТИПУ 630М ВИРОБНИЦТВА АТ PESA (ПОЛЬЩА)

**Мета.** Експериментальне визначення значень динамічних показників, що характеризують безпеку руху рейсового автобуса на прямих і криволінійних ділянках залізничної колії та стрілочних переводах, і перевірка їх відповідності вимогам нормативних документів. **Методика.** Методи випробувань базуються на порівнянні експе-

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

риментально визначених показників динамічних якостей автобуса з їх допустимими значеннями. Як показники, що визначають безпеку руху, числові значення яких наведено далі, використовуються: коефіцієнт запасу стійкості проти сходу колеса з рейки; коефіцієнти вертикальної динаміки в першому та другому ступенях ресорного підвішування; рамні сили; плавність ходу. Визначення коефіцієнта запасу стійкості проти сходу колеса з рейки виконується за відомою методикою. Коефіцієнти вертикальної динаміки в кожному ступені ресорного підвішування визначаються як відношення динамічних вертикальних прогинів до величин їх статичних значень, що відповідають заданій населеності автобуса. **Результати.** Значення коефіцієнтів вертикальної динаміки вагонів поїзда в першому й другому ступенях ресорного підвішування, а також значення рамних сил і показників плавності ходу не перевищили допустимих нормативних значень, а коефіцієнт запасу стійкості проти сходу колеса з рейки був більшим за мінімально допустиме значення. **Наукова новизна.** Отримано значення показників, що характеризують динамічні якості нового типу рейкового автобуса, та визначена можливість його експлуатації на магістральних коліях залізниць України. **Практична значимість.** Визначено допустимі швидкості руху рейкового автобуса по різних ділянках залізничної колії.

*Ключові слова:* динамічні випробування; дизельний поїзд типу 630М двосекційний; коефіцієнти динаміки; рамна сила; показники плавності ходу

**E. P. BLOHIN**<sup>1</sup>, **R. B. GRANOVSKIY**<sup>1\*</sup>, **E. M. DZICHKOVSKIY**<sup>1</sup>, **A. E. KRIVCHIKOV**<sup>1</sup>,  
**N. I. GRANOVSKAYA**<sup>1</sup>, **A. TSIYUPA**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>\*Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan Str., 2, 49010, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. / fax +38 (056) 793 19 08, e-mail onildpps@gmail.com

<sup>2</sup>Pojazdy Szynowe PESA Bydgoszcz Spolka Akcyjna Holding, 11, ul. Zygmunta Augusta, Bydgoszcz, Polska, 85-082

## DYNAMIC RUNNING TEST RESULTS OF DIESEL TRAIN 630M OF PRODUCTION A.S. PESA (POLAND)

**Purpose.** Experimental definition of values of the dynamic parameters characterizing traffic safety of the rail autobus in tangent and curved track sections and switches, and conformity check to their demands of normative documents. **Methodology.** Test methods are based on comparison of experimentally determined dynamic qualities of the autobus with their admitted values. As the parameters defining traffic safety, the numerical value of which is resulted further, are used the following ones: the derailment stability coefficient; vertical dynamics coefficients in the first and second steps of spring suspension; the frame forces; smoothness of movement. Determination of the derailment stability coefficient is performed by a known technique. Vertical dynamics coefficients in the each step of spring suspension are defined as the relation of dynamic vertical bending flexures to magnitudes of their static values corresponding to the set occupancy of the autobus. **Findings.** Coefficient values of the vertical dynamics of train carriages in the first and second steps of spring suspension, as well as the value of frame forces and parameters of movement smoothness did not exceed the admissible standard values, and was higher than the minimum admissible value. **Originality.** Values of the parameters characterizing dynamic qualities of new type of the rail autobus are obtained, and possibility of its operation on the main ways of the railways of Ukraine is shown. **Practical value.** Admissible speeds of the rail autobus traffic on various railway track sections are defined.

*Keywords:* dynamic tests; the diesel train 630M two-section; dynamic factor; frame strength; performance of movement smoothness

### REFERENCES

1. *Instruktsiia z formuvannia, remontu ta utrymannia kolisnykh par tiahovoho rukhomoho skladu zaliznyts* [The instruction on formation, repair and the maintenance of wheel pairs of the railway traction rolling stock]. Kyiv, Mynttransport Publ., 2011. 168 p.
2. *GOST 9238-83. Gabarity priblizheniya stroenyi i podvizhnogo sostava zheleznykh dorog kolei 1520 (1524) mm* [Approach dimensions of structures and rolling stock of the railways of the track 1520 (1524) mm]. Moscow, Standartinform Publ., 1988. 30 p.
3. Tsiyupa A. *Dvokhseksiyni dyzelnyi poizd 630M/630Mi dlia pasazhyrskykh perevezhen* [Two-section diesel train 630M/630Mi for passenger conveyances]. Bydgoszcz Publ., 2010. 54 p.

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

4. *Normy dopustymykh shvydkostei rukhu rukhomoho skladu po zaliznychnykh koliakh derzhavnoi administratsii zaliznychnoho transportu Ukrainy shyrnoiu 1520 mm* [Admissible motion speeds standards of the rolling stock in the tracks of the state administration of the Ukrainian railway transport with width of 1520 mm]. Kyiv, 2011. 72 p.
5. *Normy bezopasnosti elektropoyezda* [Safety standards of electric train]. Moscow, 2009, pp. 139-272.
6. *Normy rascheta i otsenki prochnosti nesushchikh elementov i dinamicheskikh kachestv ekipazhnoy chasti motorvagonnogo podvizhnogo sostava zheleznykh dorog MPS RF kolei 1520 mm* [Standards for calculating and assessing the supporting elements strength and the dynamic qualities of the multiple unit undercarriage of the railroads of the Ministry of Communications of RF with the track 1520 mm]. Moscow, VNIIZhT Publ., 1997. 145 p.
7. Blokhin Ye.P., Korotenko M.L., Granovskiy R.B., Garkavi N.Ya., Fedorov Ye.F., Filippenko Ye.I., Litvinenko O.N. O kontseptsiyakh statisticheskikh izmereniy [About the concepts of statistical measurements]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2008, issue 24, pp. 7-17.
8. Korotenko M.L., Granovskiy R.B., Kostritsa S.A., Sultan A.V., Glukhov V.V., Klimenko I.V., Garkavi N.Ya., Fedorov Ye.F., Karpenko V.V. Primery kazusov, proizoshedshikh pri postanovke naturnykh ispytaniy i obrabotke ikh rezultatov [Instances of the incidents, which have occurred at statement of full-scale tests and machining of their results]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2010, issue 34, pp. 22-28.
9. *SOU MPP 45.060-204:2007. Vahony pasazhyrski. Plavnist rukhu. Metody vyznachennia* [SOU MPP 45.060-204:2007. Passenger cars. Ride quality. Determination methods]. Kyiv, Minprompolityky Ukrainy Publ., 2007. 12 p.
10. *ST SSFZhT TsT 16-98. Standart systemy sertifikatsii na federalnom zheleznodorozhnom transporte. Tyagovyy podvizhnoy sostav. Tipovaya metodika dinamiko-prochnostnykh ispytaniy elektro-poyezdov i dizel-poyezdov* [ST SSFZhT TsT 16-98. Standards of certification systems on the federal railway transport. Traction rolling stock. Typical methodology of dynamic-strength tests of electric and diesel trains]. Moscow, MPS Publ., 1998. 25 p.
11. Fisher B., Menssen R., Markova O., Kovtun H. Design simulation to pass tests for acceptance as defined in prEN14363 or UIC518. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2005, issue 8, pp. 115-121.
12. Kettner J. Den Schienenverkehr fit machen für Zukunfft. *ETR: Eisenbahntechnik.Rdsch*, 2011, no. 9, pp.10-16.
13. Lübke D. Zweiteiliger Regionaltriebwagen mit Dieselantrieb. *ETR: Eisenbahntechnik.Rdsch*, 2011, no. 9, pp. 62-65.

*Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. В. Л. Горобцом (Украина); д.т.н., чл.-кор. НАНУ В. Ф. Ушкаловым (Украина)*

Поступила в редколлегию 14.05.2013

Принята к печати 05.08.2013