

УДК 00,1.891.5 : 629.4.017.001.42

Ю.Я. Водяников, В.С. Речкалов, С.В. Мурчков, О.В. Орлов

ИССЛЕДОВАНИЯ ТОРМОЗНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ТОРМОЖЕНИЙ

Представлена процедура проведения тормозных поездных испытаний грузовых вагонов методом последовательных торможений. Приведены результаты испытаний вагона-цистерны, а также алгоритм проведения поездных испытаний и оценки тормозной эффективности.

Исследование динамических, прочностных и тормозных качеств вагонов производства стран СНГ обуславливает необходимость проведения испытаний в условиях железных дорог страны-изготовителя. При этом одной из проблемных задач является поиск участка (полигона) для проведения поездных тормозных испытаний, который должен быть прямым, длиной не менее 5 км и иметь уклоны не более 1 ‰.

Как показывает опыт, подобрать участок с указанными характеристиками практически невозможно, поэтому на практике выбирается прямой участок достаточный для торможения с максимальными скоростями. Отрезок железнодорожного пути, на котором планируется проведение поездных тормозных испытаний, разбивается на отдельные участки с постоянными уклонами. Выделенные участки затем используются для торможения с одной и той же скоростью в прямом и обратном направлениях, что позволяет имитировать торможение на площадке путем усреднения тормозного пути в обоих направлениях.

Единственным методом поездных тормозных испытаний на таких участках является метод последовательных торможений, так как в методе «бросания» испытуемый вагон после расцепки движется самостоятельно, без управления, под действием только своего тормоза, при наличии уклонов такие испытания недопустимы.

В этой связи, одной из актуальных задач является разработка процедуры проведения поездных тормозных испытаний методом последовательных торможений.

Процедура представлена на примере определения тормозной эффективности вагона-цистерны в условиях Грузинских железных дорог.

Для проведения поездных тормозных испытаний формировался опытный поезд (рис. 1), весовые характеристики вагонов и локомотива приведены в таблице 1.

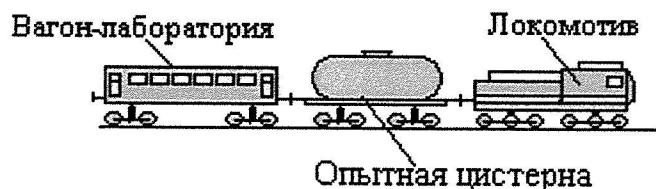


Рис. 1. Опытный поезд для проведения поездных тормозных испытаний

© Ю.Я. Водяников, В.С. Речкалов, С.В. Мурчков, О.В. Орлов 2010

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 1. Весовые характеристики единиц опытного поезда

Наименование	Вес, тс		
	Опытный поезд с исследуемым груженым вагоном	Опытный поезд без исследуемого вагона	Опытный поезд с исследуемым порожним вагоном
Локомотив Э-10	90	90	90
Вагон-цистерна модели 15-9740	92,7	-	26,75
Вагон-лаборатория	56	56	56
ИТОГО	238,7	146	172,75

Весовые характеристики опытного вагона в груженом и порожнем состояниях определялись путем взвешивания на вагонных весах.

Аппроксимация экспериментальных данных аналитической зависимостью тормозного пути от скорости в начале торможения осуществлялась методом наименьших квадратов. Тормозные пути, полученные по уравнению линии регрессии, пересчитывались на поезд, при этом время подготовки тормозов к действию принималось равным 3 с.

Тормозные коэффициенты определялись с использованием уравнения, выражающего аналитическую зависимость расчетного коэффициента от скорости в начале торможения V и тормозного пути S :

$$\delta(V) = c(V) \cdot S(V)^{d(V)} \quad (1)$$

где $c(V)$ и $d(V)$ - коэффициенты уравнения;

$S(V)$ - тормозной путь, м.

Результаты вычислений представлены на рис. 2, 3 и 4.

Экспериментальные значения расчетного коэффициента силы нажатия тормозных колодок (δ_g) вагона-цистерны определялись по формуле [1]:

$$\delta_g = \delta_{c1} + Q1/Q2 \cdot (\delta_{c1} - \delta_{c2}) \quad (2)$$

где δ_{c1} - расчетный коэффициент силы нажатия тормозных колодок опытного поезда с опытным вагоном-цистерной;

δ_{c2} - расчетный коэффициент силы нажатия тормозных колодок опытного поезда без опытного вагона-цистерны;

$Q1$ - вес опытного поезда без вагона-цистерны, тс;

$Q2$ - вес вагона-цистерны порожнего или груженого, тс.

Значения коэффициентов сил нажатия композиционных колодок, полученные с использованием формулы (1) в диапазоне скоростей (40-120) км/ч для порожнего и груженого вагона-цистерны, составили соответственно 0,263 и 0,181, распределение величин расчетных коэффициентов по скоростям в начале торможения показано на рис. 5 и 6.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

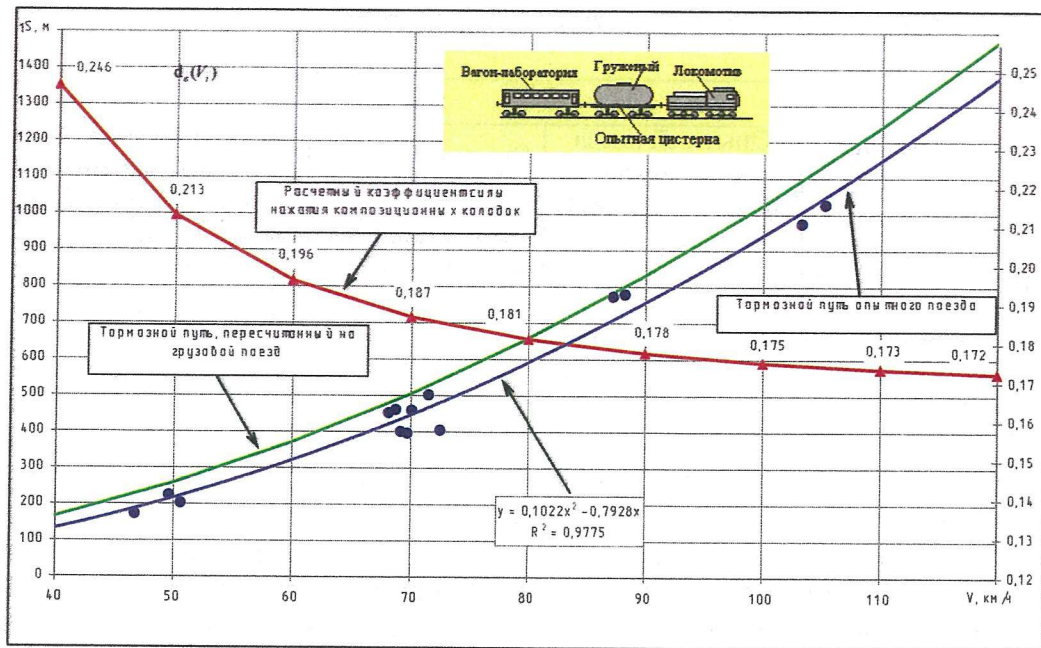


Рис. 2. Тормозной путь поезда с грузеным опытным вагоном

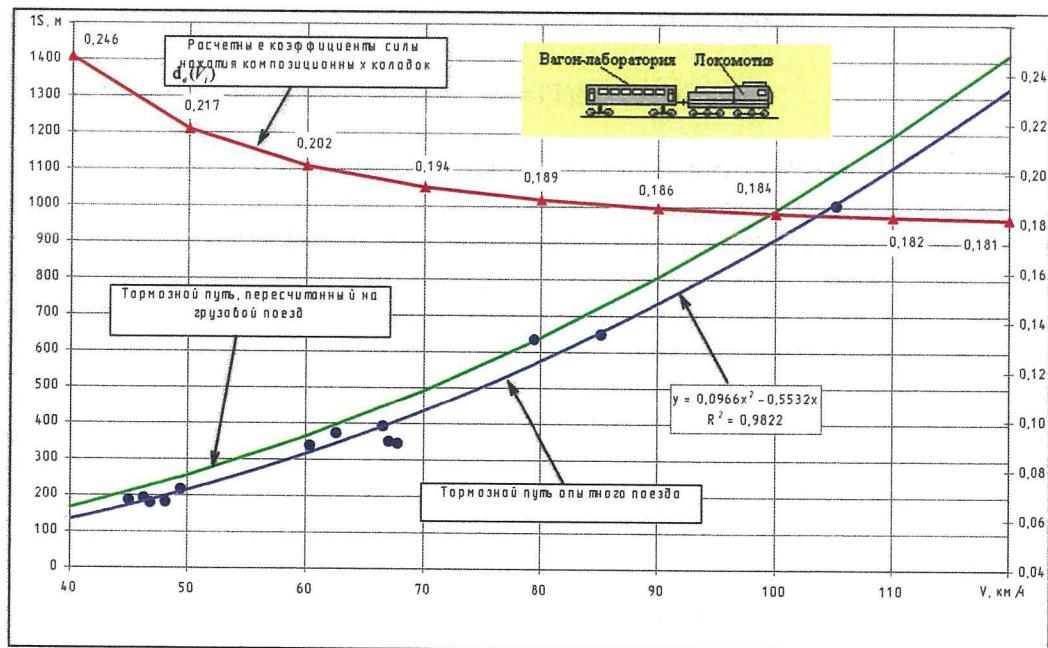


Рис. 3. Тормозной путь поезда без опытного вагона

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

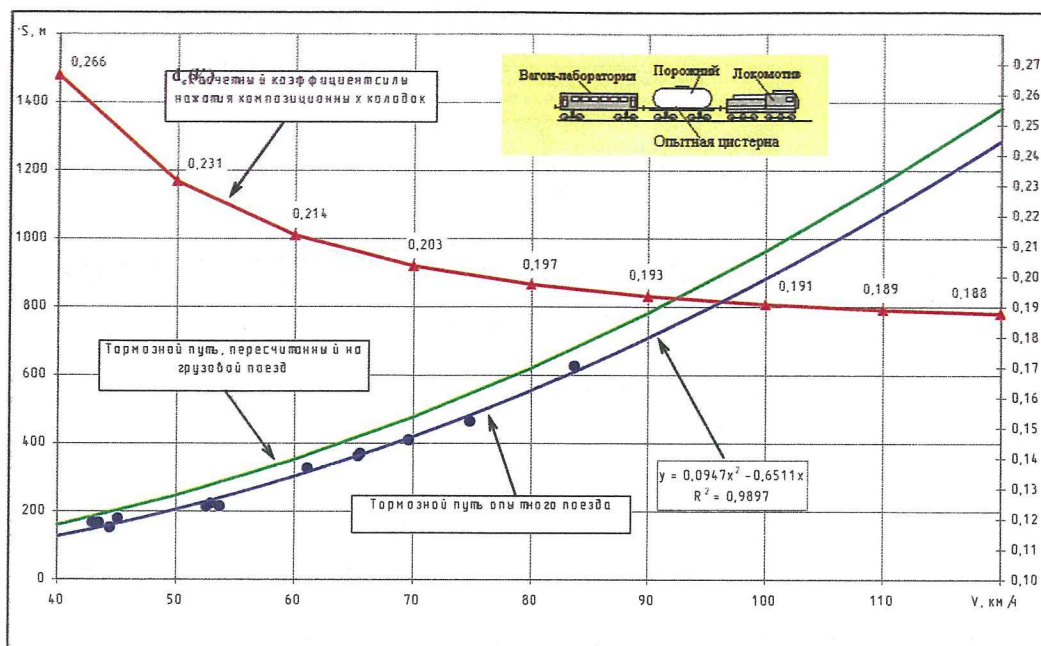


Рис. 4. Тормозной путь поезда с порожним опытным вагоном

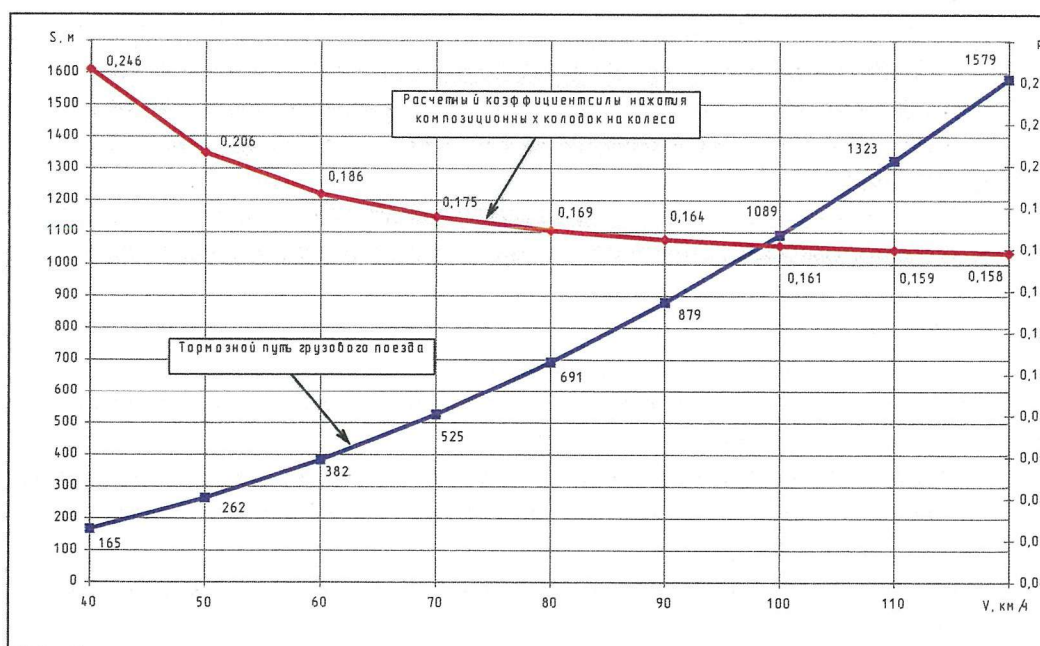


Рис. 5. Расчетные коэффициенты силы нажатия композиционных колодок для вагона в груженом состоянии

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

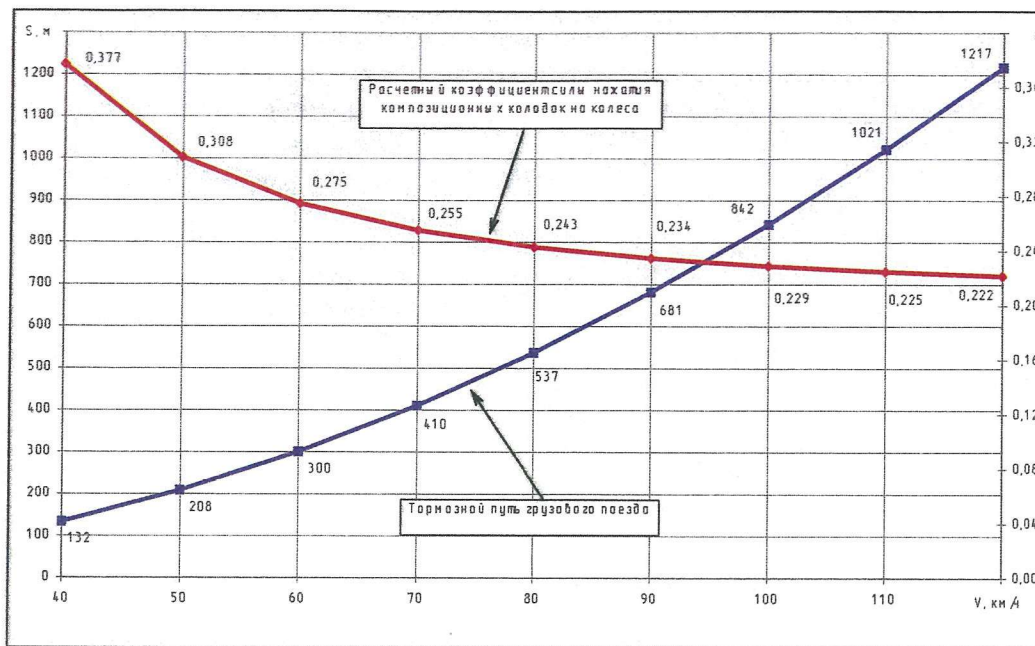


Рис. 6. Расчетные коэффициенты силы нажатия композиционных колодок для вагона в порожнем состоянии

Для пересчета расчетных коэффициентов силы нажатия композиционных колодок на чугунные использовались номограммы. Результаты пересчета показаны на рис. 7 и 8. Значения расчетных коэффициентов сил нажатия и расчетных сил нажатия композиционных колодок в пересчете на чугунные в диапазоне скоростей (40-120) км/ч составили: для груженого вагона 0,442 и 10,3 тс/ось, для порожнего 0,638 и 4,27 тс/ось.

На основании изложенной процедуры разработан алгоритм определения тормозной эффективности методом последовательных торможений, представленный на рис. 9.

Выводы

Метод последовательных торможений позволяет проводить испытания единиц подвижного состава в условиях, когда метод «бросания» невозможно осуществить из-за наличия уклонов, превышающих 1 ‰.

Представленный алгоритм может быть применен для таких единиц подвижного состава, для которых запрещена реализация метода «бросания», например для железнодорожных транспортеров.

На основании выполненных исследований тормозной системы вагонов-цистерн установлено:

Основные показатели работы тормозного оборудования при композиционных колодках (давления в тормозных цилиндрах, выходы штоков тормозного цилиндра) соответствуют требованиям ЦВ-ЦЛ-0013 [2].

Расчетные коэффициенты сил нажатия композиционных колодок в диапазоне скоростей движения (40-120) км/ч, полученные при поездных испытаниях для порожнего и груженого вагонов, превышают минимально допустимые значения соответственно $[\delta_{p, \text{пор}}] = 0,22$ и $[\delta_{p, \text{гр}}] = 0,14$.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

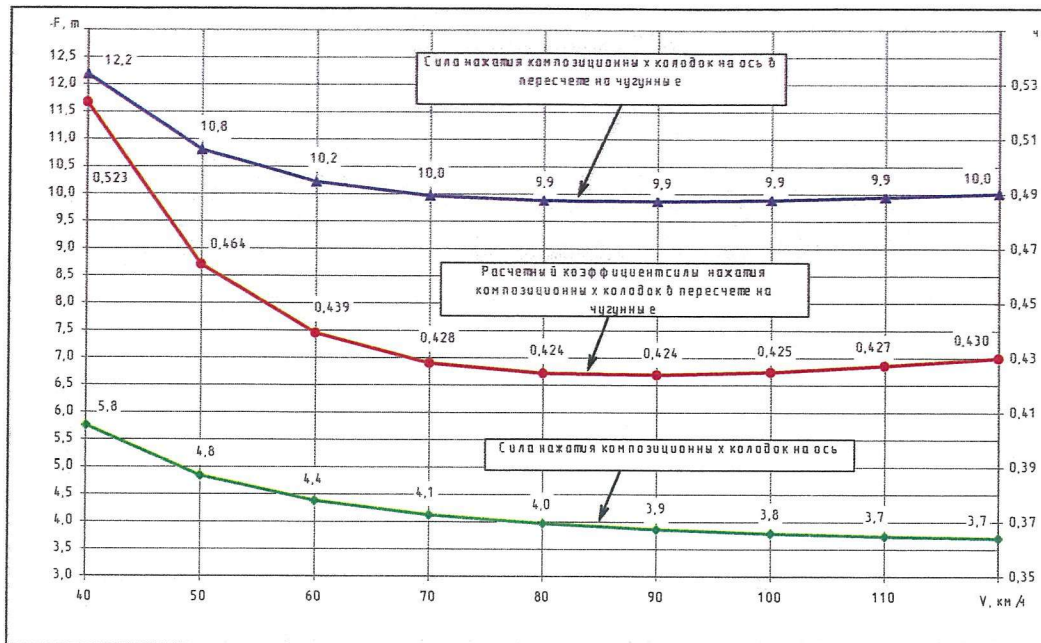


Рис. 7. Расчетные коэффициенты сил нажатия композиционных колодок в пересчете на чугуны для груженого опытного вагона

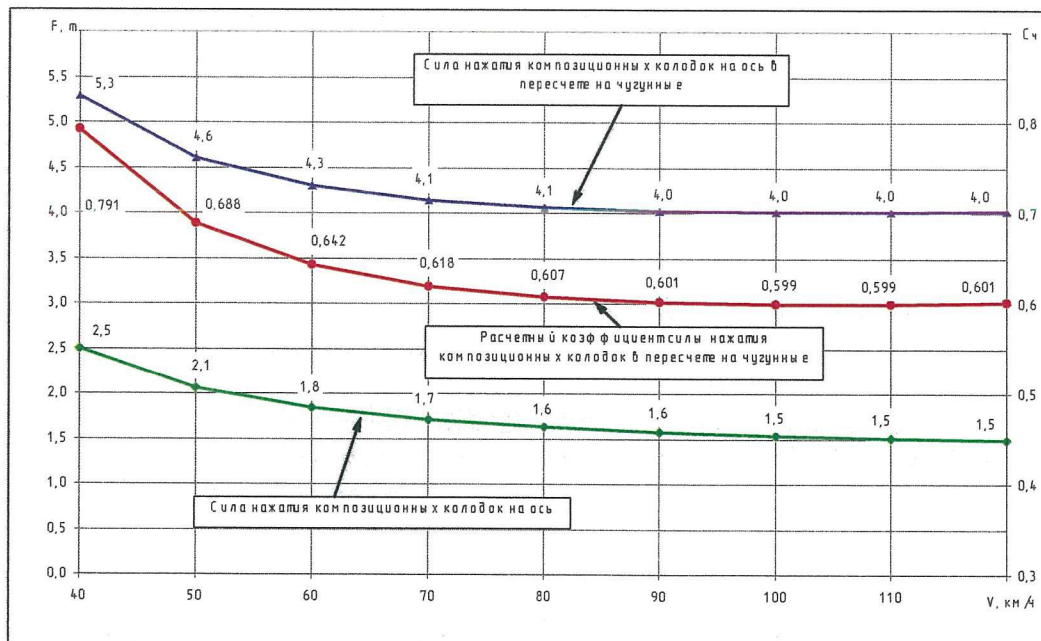


Рис. 8. Расчетные коэффициенты сил нажатия композиционных колодок в пересчете на чугуны для порожнего опытного вагона

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

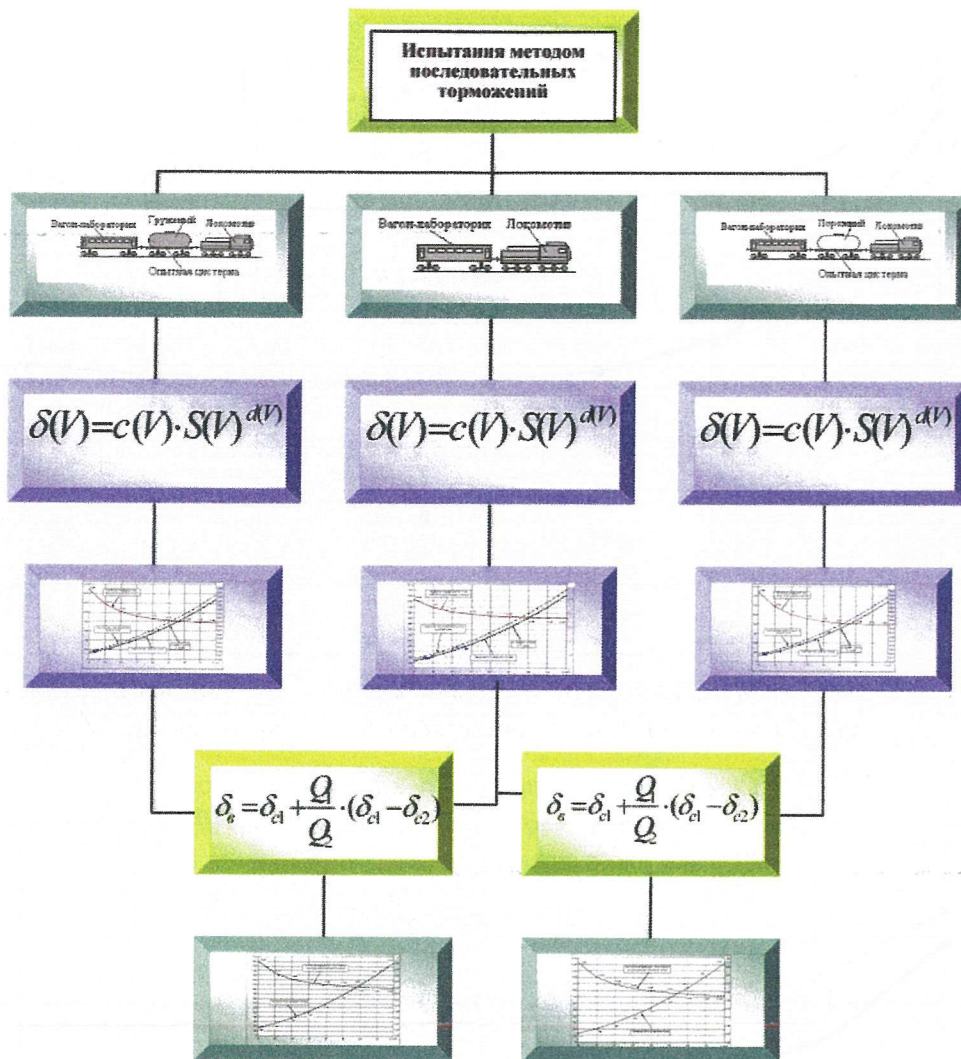


Рис. 9. Алгоритм определения тормозной эффективности грузовых вагонов методом последовательных торможений

Вагон-цистерна модели 15-1970 на композиционных колодках может эксплуатироваться без ограничений по сети железных дорог СНГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмина Э. Н., Морозов А. М. Методика экспериментального определения тормозных характеристик вагонов. - Вестник ВНИИЖТ, 1975, №3 с. 17-23.
2. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України № ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015.