

Аннотация: в работе произведено исследование торможения железнодорожного подвижного состава на переломном профиле пути с разностью уклонов до 10 %, на основе компьютерного моделирования в инженерном пакете MSC.ADAMS; выполнен сравнительный анализ с результатами аналитических вычислений, выполненных в соответствии с существующими методиками расчета тормозного пути.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, железнодорожный транспорт, тормозной путь, переменный уклон.

الخلاصة: تدرس هذه الدراسة كبح عربات السكك الحديدية على مسار باختلاف تدرج يصل إلى 10 %، استناداً إلى النمذجة الحاسوبية في حزمة الهندسة MSC.ADAMS؛ ثم إجراء تحليل مقارن بنتائج الحسابات التحليلية التي أجريت وفقاً للطرق الحالية لحساب مسافات الكبح.

الكلمات المفتاحية: النمذجة الحاسوبية، النقل بالسكك الحديدية، مسافة الكبح، المنحدر المتغير.



طاهر بن محمد العباسي

Гегедеш Марина Григорьевна
Декан Машиностроительный
факультет,
ГГТУ им. П.О.Сухого, к.т.н.,
доцент.

د. مارينا جريجوريفنا جيجديش
عميدة كلية الهندسة الميكانيكية بجامعة سخوي
الحكومية التقنية، أستاذ مشارك.

Введение

Эффективность тормозного оборудования, определяющаяся длиной тормозного пути, – наиболее значимый фактор обеспечения безопасности движения железнодорожных составов. Применение компьютерного моделирования может стать основой для прогнозирования подобных характеристик для поездов любой массы и состава, поэтому целью представленной работы является анализ достоверности расчетов, полученных в результате компьютерного моделирования торможения железнодорожного состава.

Результаты и обсуждение

Выполнен анализ движения железнодорожного состава, включающего локомотив (масса принята равной 130 т) и 20 вагонов (массой 61 т. брутто каждый), по переломам продольного профиля пути с разностью уклонов смежных элементов до 10 ‰. Коэффициент инерции вращающихся масс для локомотива принят $\gamma_{\text{л}} = 0,115$, а для вагонов $-\gamma_{\text{в}} = 0,042$ [1,2]. Межвагонные соединения заменены аналоговыми пружинами с соответствующими коэффициентами жесткости и демпфирования, находящимися в начальный момент движения в ненагруженном состоянии. Начальная скорость движения принята равной 120 км/ч в режиме холостого хода с горизонтальной площадки на подъем. При моделировании удельная тормозная сила вагона принята равной 566 Н/т, а для локомотива значение составило 1204 Н/т (соответствует значению для локомотива ТЭП-60).

При торможении поезд может находиться на участках с различным уклоном (рисунок 1, а). В таких случаях для упрощения расчетов длины тормозного пути целесообразно спрямлять профиль. Разработана компьютерная модель в среде MSC.ADAMS (рисунок 1, б), соответствует расчетной схеме (рисунок 1, а). При моделировании приняты следующие допущения: локомотив и вагоны считаются абсолютно твердыми телами, массы которых сосредоточены в их центрах масс; вертикальные колебания и угловые перемещения вагонов отсутствуют

المقدمة

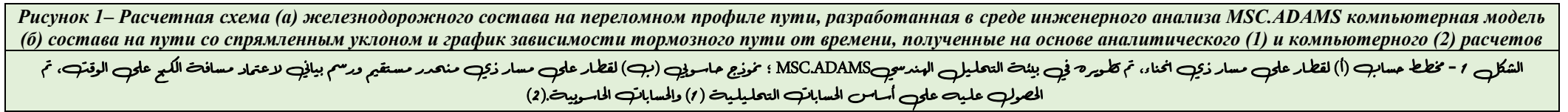
إن كفاءة معدات الكبح، والتي يتم تحديدها من خلال طول مسافة الكبح، هي العامل الأكثر أهمية في ضمان سلامة قطارات السكك الحديدية. يمكن أن يصبح استخدام النمذجة الحاسوبية أساسًا للتنبؤ بمثل هذه الخصائص للقطارات ذات أي كتلة وتركيب،

وبالتالي فإن الغرض من العمل المقدم هو تحليل موثوقية الحسابات التي تم الحصول عليها نتيجة النمذجة الحاسوبية لكبح القطار.

النتائج والمناقشة

تم إجراء تحليل لحركة قطار سكة حديدية، بما في ذلك قاطرة (تبلغ كتلتها 130 طنًا) و 20 سيارة (كل منها كتلة إجمالية 61 طنًا)، على طول كسور المقطع الطولي للمسار مع اختلاف في منحدرات العناصر المجاورة يصل إلى 10%. تم أخذ معامل القصور الذاتي للكتل الدوارة للقاطرة ليكون $\gamma_{II} = 0.115$ ، ولل عربات $\gamma_{B} = 0.042$ [1, 2]. يتم استبدال الوصلات بين السيارات بنوابض تناظرية ذات معاملات صلابة وتخميند مقابلة، والتي تكون في حالة غير محملة في اللحظة الأولى للحركة. تم اعتبار السرعة الأولية للحركة 120 كم / ساعة في وضع الخمول من منصة أفقية إلى منحدر. أثناء المحاكاة، تم أخذ قوة الكبح النوعية للسيارة على أنها 566 نيوتن/طن، وبالنسبة للقاطرة كانت القيمة 1204 نيوتن/طن (تتوافق مع القيمة الخاصة بالقاطرة TEP-60).

عند الكبح، قد يكون القطار على أقسام ذات منحدرات مختلفة (الشكل 1، أ). في مثل هذه الحالات، لتبسيط حسابات مسافة الكبح، من المستحسن تقويم الملف الشخصي. تم تطوير نموذج حاسوبي في بيئة MSC.ADAMS (الشكل 1، ب)، والذي يتوافق مع مخطط الحساب (الشكل 1، أ). تم إجراء الافتراضات التالية في النمذجة: تعتبر القاطرة والعربات أجسامًا صلبة تمامًا، حيث تتركز كتلتها في مراكز كتلتها؛ لا توجد اهتزازات رأسية أو حركات زاوية للسيارات



Результаты расчетов тормозного пути при движении по криволинейному в профиле участкам пути, полученные на основе аналитического расчета и компьютерного моделирования, различаются соответственно на 5,9%, что свидетельствует об адекватности разработанной компьютерной модели.

Заключение

Сравнение результатов аналитических расчетов и результатов, полученных в инженерном пакете MSC.ADAMS, показало, что компьютерный эксперимент позволяет получать адекватные результаты и компьютерное моделирование может быть использовано для анализа кинематических и динамических параметров составов различной длины на любых участках пути.

الخاتمة

أظهرت مقارنة نتائج الحسابات التحليلية والنتائج التي تم الحصول عليها في حزمة الهندسة MSC.ADAMS أن التجربة الحاسوبية تسمح بالحصول على نتائج كافية ويمكن استخدام النمذجة الحاسوبية لتحليل المعلمات الحركية والديناميكية للقطارات ذات الأطوال المختلفة على أي قسم من المسار.

المراجع والمصادر Литература

1. Анисимов, В. В. Решение тормозных задач с использованием методов Рунге-Кутта // Повышение эффективности транспортной системы региона: Проблемы и перспективы. – Том. 3. – 2015. – С. 98 –108.
2. Вершинский, С. В. Динамика вагонов / С. В. Вершинский, В. Н. Данилов, В. Д. Хусидов. – М.: Транспорт, 1991. – 360 с.