

Малышева А. А. (ДИИТ)

ВЛИЯНИЕ РАЗНОСТИ ДИАМЕТРОВ КОЛЕС НА ИХ ИЗНОС

В результате теоретических исследований при помощи метода математического моделирования были получены данные о влиянии на интенсивный износ колес таких факторов, как разности диаметров колес одной колесной пары, колесных пар одной тележки и у двух соседних тележек.

В последнее время на железнодорожном транспорте очень остро стоит проблема интенсивного износа боковой поверхности катания и гребней колес [1]. На износ оказывают влияние большое количество различных факторов, но в данной статье рассматривается влияние лишь некоторых из них:

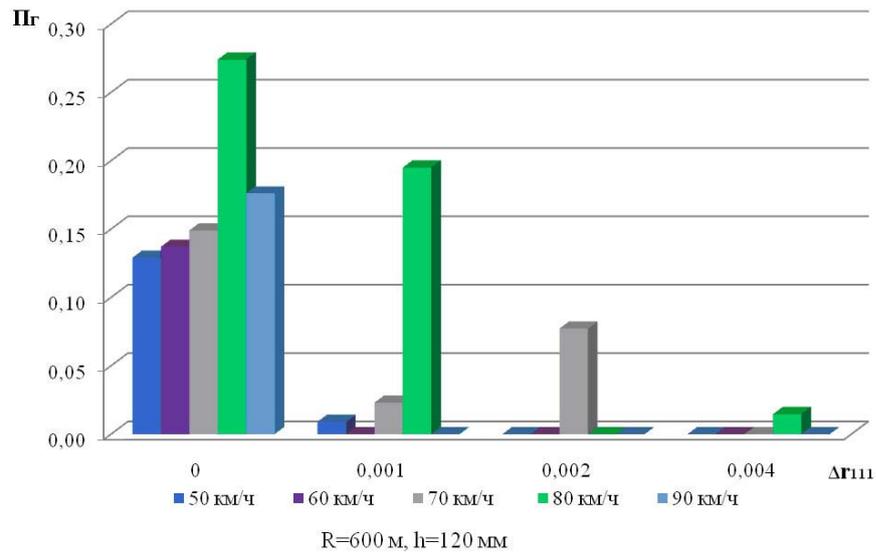
- разности диаметров колес одной колесной пары;
- разности диаметров колес колесных пар одной тележки;
- разности диаметров колес у двух соседних тележек.

Исследование проводилось в основном методом математического моделирования с использованием модели пространственных колебаний сцепа пяти вагонов [2]. Для оценки влияния на износ колес и рельсов тех или иных факторов были введены показатели износа P_{Γ} и P_{κ} . Показатель износа P_{Γ} представляет собой работу сил трения на контакте гребня колеса и рельса, отнесенную к единице пройденного пути. Показатель износа P_{κ} представляет собой работу сил трения на контакте колеса и рельса, также отнесенную к единице пройденного пути.

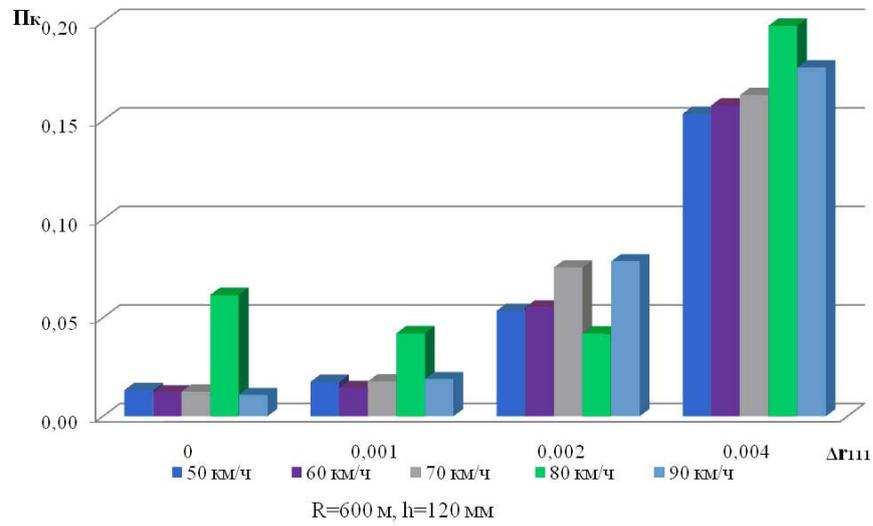
Теоретические исследования проводились при движении полувагона модели 12-532 с типовыми тележками и 18-100 со скоростями в диапазоне от 50 до 90 км/ч в кривых радиусами 350 и 600 м, с возвышениями наружного рельса 130 и 120 мм соответственно.

При исследовании влияния на показатели износа боковой поверхности гребней колес P_{Γ} и поверхности катания колес P_{κ} разности диаметров колес одной колесной пары рассматривались разности в пределах от 0 до 4 мм. Результаты теоретических исследований приведены в виде графиков изменения показателя износа на гребне P_{Γ} и показателя износа на поверхности катания P_{κ} в зависимости от разности диаметров колес при параметре – скорость движения.

Показатель P_{Γ} на набегающем колесе с увеличением радиуса набегающего колеса Δr_{111} уменьшается (рис. 1), а при уменьшении радиуса Δr_{111} возрастает (рис. 2). Показатель износа на поверхности катания P_{κ} в обоих случаях растет.

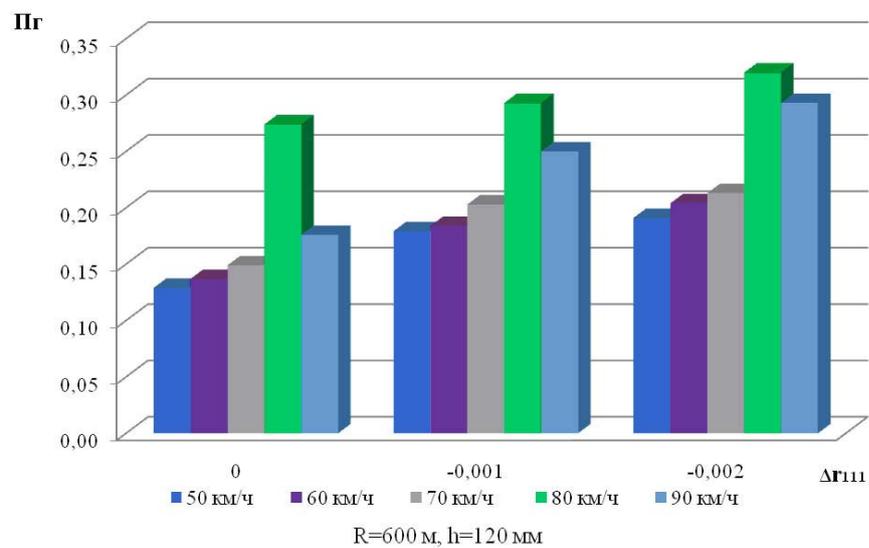


a)



б)

Рис. 1. Показатели износа на набегавшем колесе при увеличении радиуса набегавшего колеса



a)

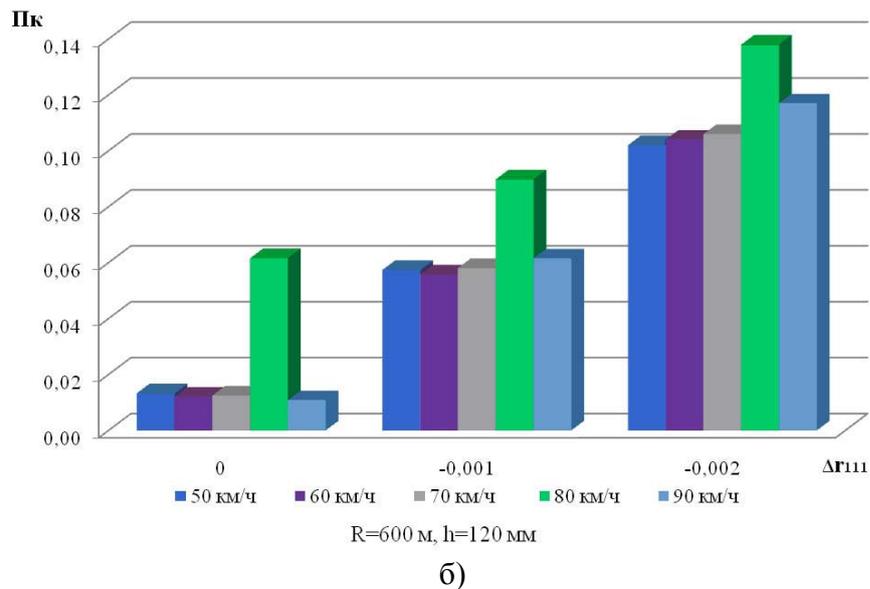


Рис. 2. Показатели износа на набегающем колесе при уменьшении радиуса набегающего колеса

В результате анализа рамных сил и давления колеса на рельс для всех рассмотренных случаев установлено, что характер изменения рамных сил, в общем, соответствует характеру изменения показателя Π_r . Однако более четкое соответствие наблюдается между показателем Π_r и давлением гребня колеса на рельс. Для объяснения полученного явления рассматривались зависимости влияния колесной пары от изменения радиуса набегающего колеса при его увеличении и уменьшении. В первом случае в целом имеет место тенденция к уменьшению влияния передней колесной пары (рис. 3). При отрицательном ψ_{11} колесо набегающее на рельс, а при положительном – гребень набегающего колеса не касается наружного рельса, поэтому при положительном влиянии показатель износа Π_r отсутствует. При уменьшении радиуса набегающего колеса отрицательное влияние колесной пары возрастает, то есть увеличивается угол набегания и, следовательно, износ на гребне колеса. Эти результаты можно объяснить следующим образом: возрастание радиуса набегающего колеса приводит к увеличению продольного проскальзывания этого колеса. Если при одинаковых радиусах одной колесной пары ее влияние имело определенное отрицательное значение, то при увеличении проскальзывания набегающего колеса это отрицательное значение уменьшается, то есть колесная пара вписывается в кривую с меньшим углом набегания, а это приводит к уменьшению износа поверхности гребня. В кривой $R=600$ м показатель износа Π_r при равных радиусах колеса меньше, чем в кривой $R=350$ м, поэтому в кривой $R=600$ м показатель Π_r быстрее достигает нулевого значения.

Показатели износа поверхности катания второго колеса ($\Pi_{к112}$) в целом возрастают как при увеличении, так и при уменьшении радиуса набегающего колеса.

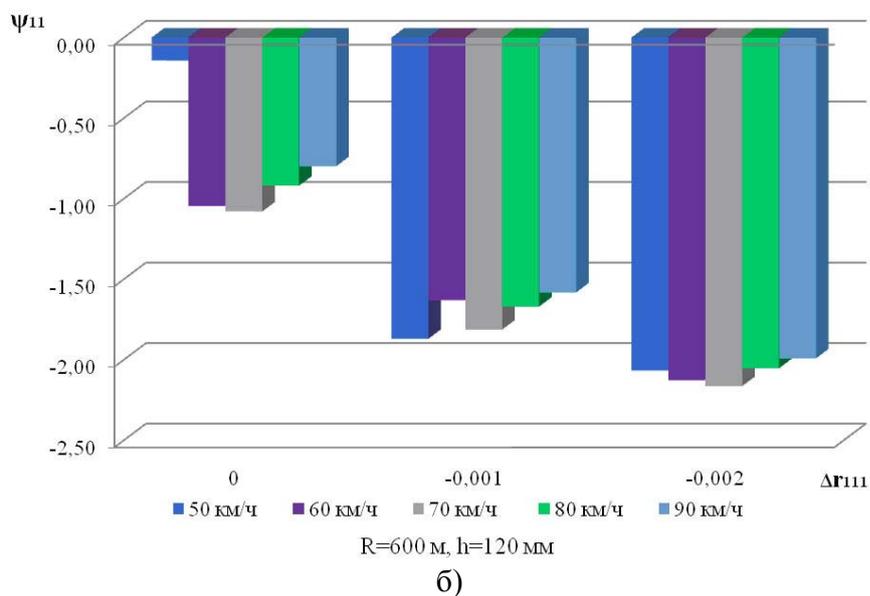
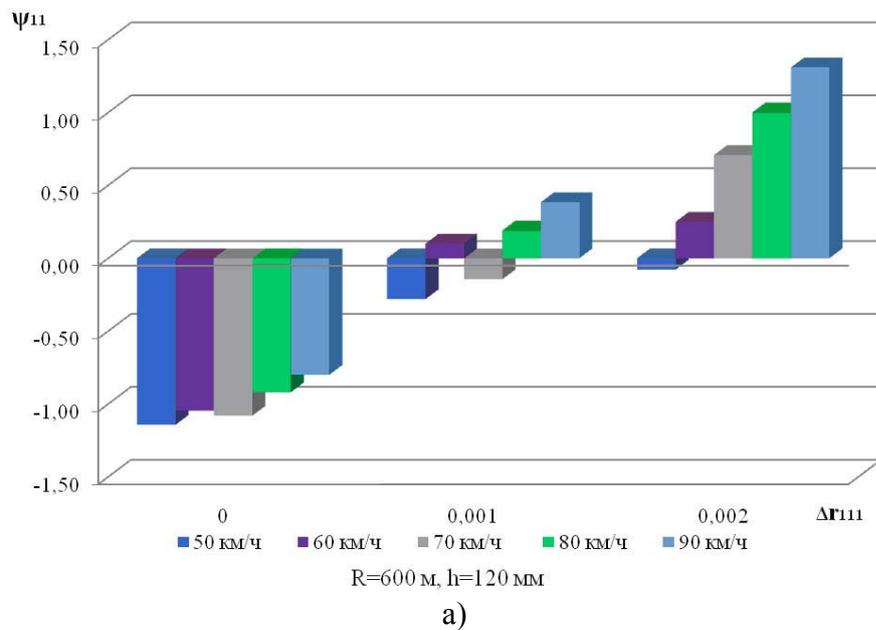


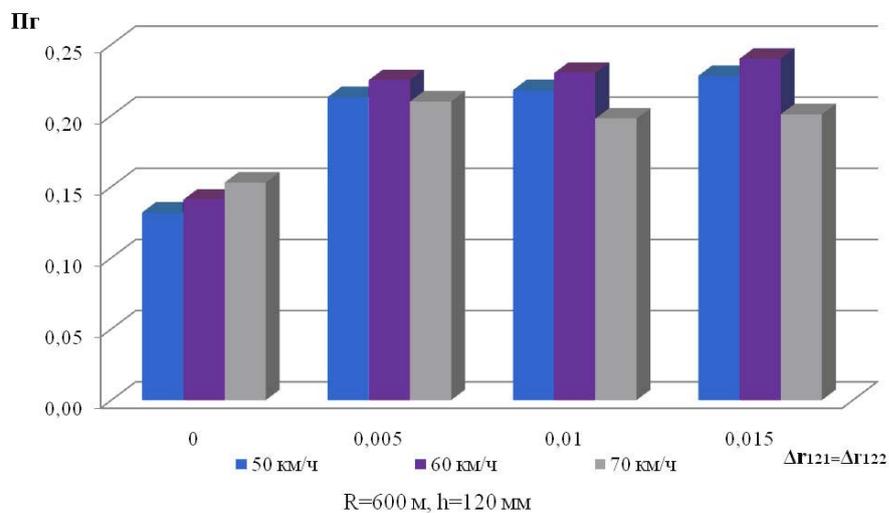
Рис. 3. Зависимости влияния колесной пары от изменения радиуса набегающего колеса при его увеличении и уменьшении

Противоположные результаты получают, разумеется, при изменении радиуса не набегающего колеса (Δr_{12}) при его увеличении показатели износа на гребне P_r возрастают, а при его уменьшении – уменьшаются. Аналогично ведут себя рамные силы и давление колеса на рельс. Показатели износа P_k на поверхности катания на набегающем колесе практически всегда возрастают как с уменьшением, так и с увеличением радиуса набегающего колеса. Показатели износа на поверхности катания колеса также растут с ростом и с уменьшением радиуса ненабегающего колеса. В некоторых случаях при увеличении радиуса ненабегающего колеса на 0,5 мм, что допускается нормами [3] показатель износа на гребне увеличивается довольно значительно. Например, в кривой $R=600$ м при $V=70$ км/ч показатель P_r возрос на 20% (с 0,15 до 0,18). Поэтому нельзя допускать увеличения радиуса поверхности катания одного колеса по сравнению с

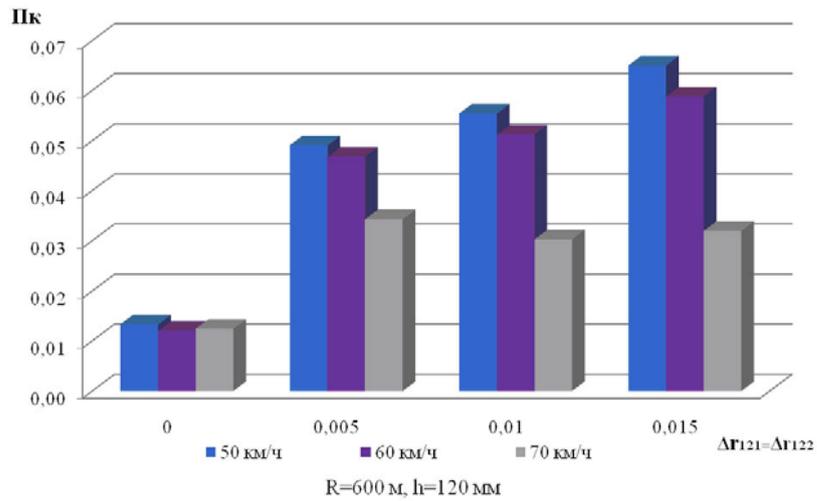
радиусом другого колеса той же колесной пары более чем на 0,5 мм (или диаметра на 1 мм), что соответствует допускаемым размерами колесных пар при выпуске вагонов из ремонта [3].

В случае, если радиусы двух колес одной колесной пары отличаются больше чем на 0,5 мм, например, на 1 мм (диаметры отличаются на 2 мм), то показатель износа на гребне возрастает в кривой $R=600$ м при $V=70$ км/ч на 40%, а в кривой 350 м при аналогичной скорости – на 8%.

Рассмотрено влияние на износ колес и рельсов разности диаметров колес колесных пар одной тележки. Исследованы случаи, когда радиусы колес передней колесной пары тележки больше на 0,005 – 0,015 м, чем радиусы колес задней пары (в каждой колесной паре радиусы колес одинаковы), и когда радиусы колес передней колесной пары тележки меньше на 0,005 – 0,015 м. В обоих случаях показатели износа на гребне уменьшаются, за исключением высоких скоростей движения, а показатели износа на поверхности катания резко возрастают. На показателях износа второй колесной пары эти изменения радиусов мало сказываются. При увеличении (рис. 4) и уменьшении (рис. 5) радиусов колес задней колесной пары показатели износа гребней колес передней колесной пары возрастают. При возрастании радиусов второй колесной пары на 5 мм (диаметров на 10 мм) показатель износа Π_r увеличивается (при скорости 70 км/ч в кривой $R=600$ м) на 38%, а при уменьшении радиусов второй колесной пары на 5 мм (диаметров на 10 мм) показатель износа Π_r при скорости 70 км/ч в кривой $R=600$ м увеличивается на 50%; при дальнейшем увеличении или уменьшении радиусов колес он практически не меняется. В кривой радиусом 350 м показатель износа на гребне набегающего колеса передней колесной пары при изменении радиусов колес задней колесной пары мало меняется. Отметим, что согласно «Нормам выпуска вагонов из деповского ремонта» разница диаметров колес по кругу катания у одной тележки не должна превышать 20 мм. Следовательно, исходя из полученных результатов, этот допуск может быть сохранен.

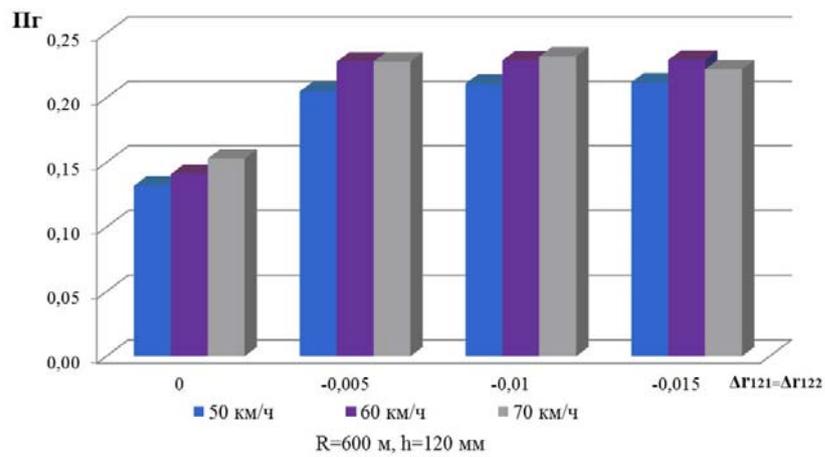


а)

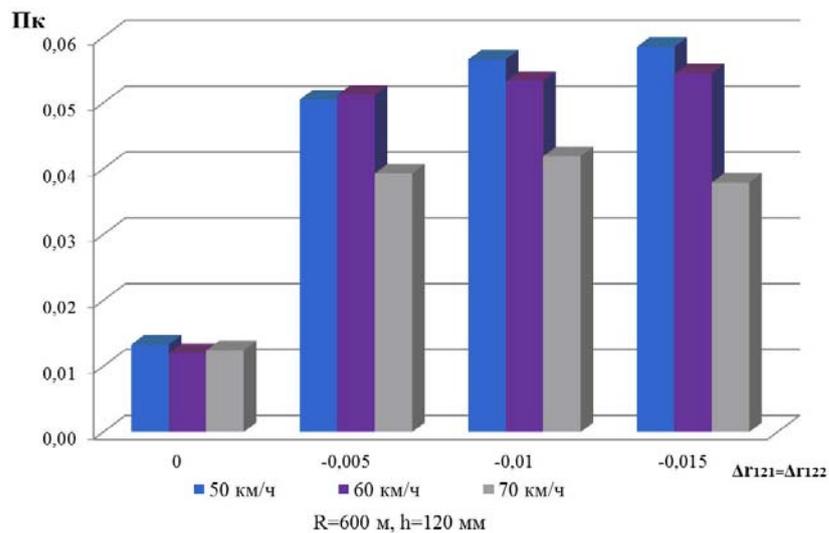


б)

Рис. 4. Показатели износа второй колесной пары при увеличении радиусов колес



а)



б)

Рис. 5. Показатели износа второй колесной пары при уменьшении радиусов колес

Исследовано также влияние на износ колес и рельсов разности диаметров колес у двух соседних тележек: при увеличении радиусов колес обеих колесных пар передней тележки на 0,01 – 0,05 м по сравнению с радиусами колес второй тележки и при их уменьшении. Во всех случаях

показатели износа гребня набегающего колеса уменьшаются, а показатели износа поверхности катания растут.

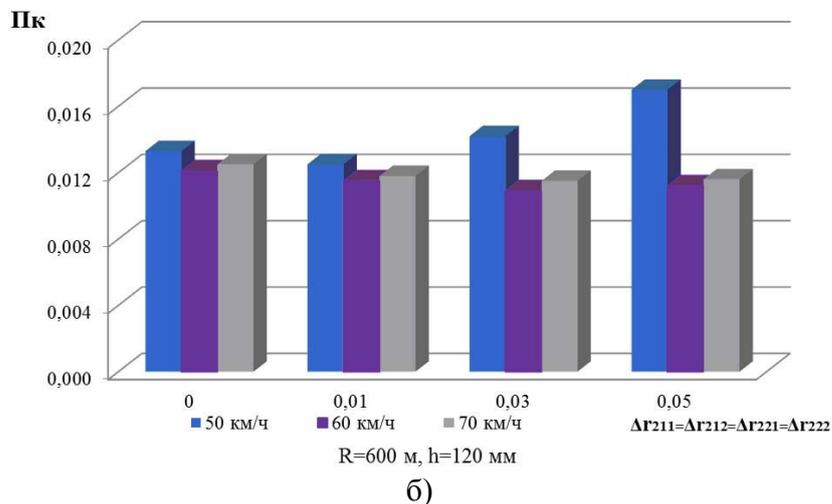
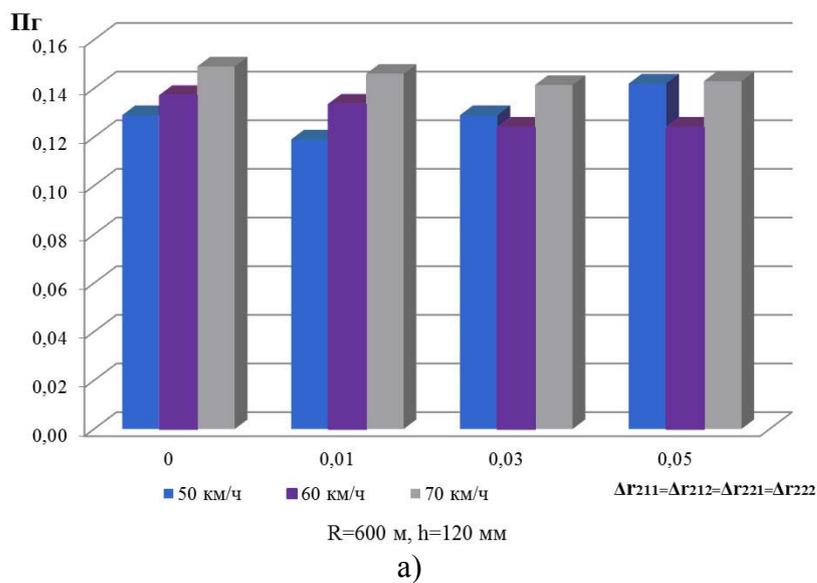
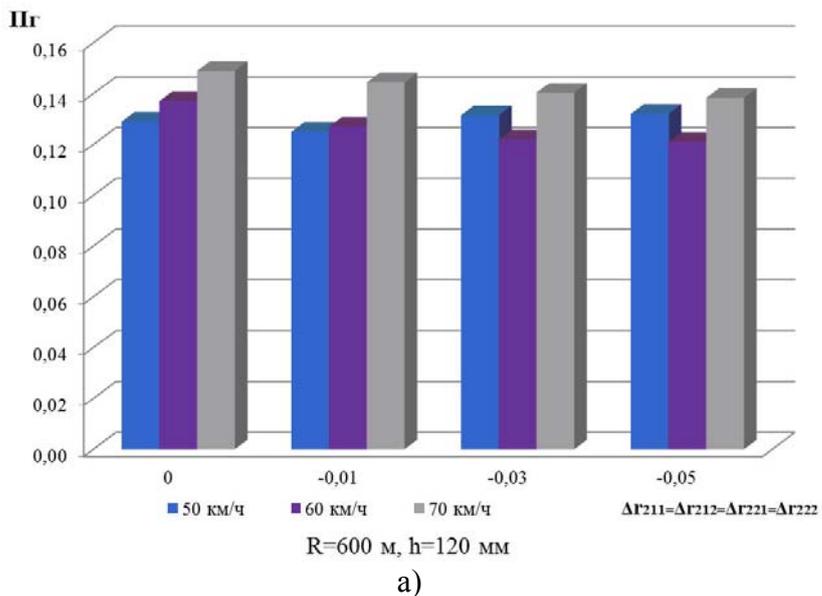


Рис. 6. Показатели износа при увеличении радиусов колес задней тележки



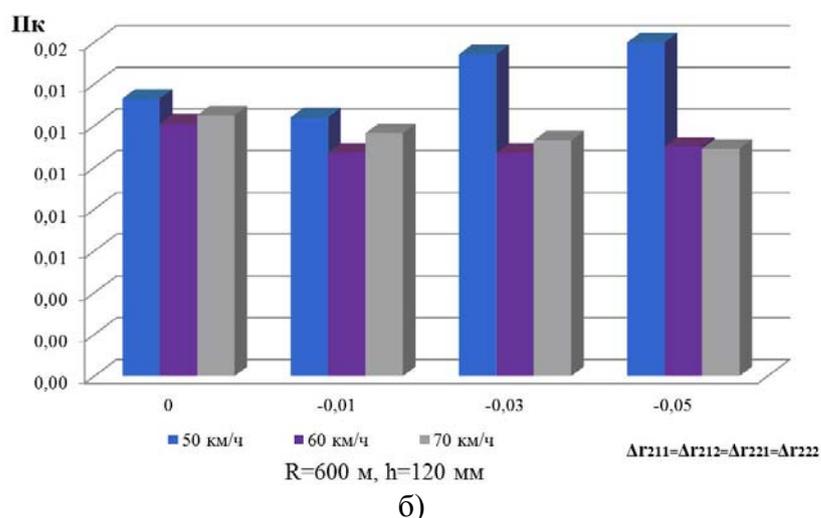


Рис. 7. Показатели износа при уменьшении радиусов колес задней тележки

При изменении радиусов колес задней тележки (рис. 6 – при увеличении и рис. 7 – при уменьшении) показатели износа гребней и износа поверхности катания набегающего колеса передней колесной пары мало меняются; при некоторых скоростях наблюдается небольшое увеличение показателей, например, в кривой $R=600\text{м}$ при скорости 50 км/ч при увеличении радиусов второй тележки на 30 мм (диаметров на 60 мм) показатель износа гребня возрастает на 8,4%, а при уменьшении – возрастает на 5,2%. Это небольшое изменение» поэтому его можно допустить. Следовательно, разница диаметров колес по кругу катания у двух тележек грузовых вагонов может быть допущена до 40 мм, как предусмотрено «Нормами выпуска вагонов из деповского ремонта», хотя по результатам данного исследования это значение может быть увеличено до 60 мм.

Список литературы:

1. Вериго, М. Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава в кривых малого радиуса и борьба с боковым износом рельсов и гребней колес / М. Ф. Вериго. – Москва : Транспорт, 1997. – 297 с.
2. Данович, В. Д. Математическая модель пространственных колебаний сцепа пяти вагонов, движущихся по прямолинейному участку пути / В. Д. Данович, А. А. Малышева // Транспорт. Нагруженность и прочность подвижного состава : Сб. науч. тр. – Днепропетровск : «Наука и образование», 1998. – С. 62–69.
- 3 Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар. – Москва : Транспорт, 1977. – 88 с.