УДК 625.23 Г.С. НУСУПБЕКОВА

ДВИЖЕНИЕ КОЛЕСА ПО НЕРОВНОСТЯМ НА ПОВЕРХНОСТИ ГОЛОВКИ РЕЛЬСА

Бул макалада тездетилген жүргүнчү вагонунун синусоидалар менен көрсөтүлгөн рельстин тегиз эмес бетинде жүрүү кыймылы каралган. жолдун рельс колеяларынын кыска тегиз эмес беттери жана кыска кыйшыктардын бир кыйла кыймыл ылдамдыгын чектөөгө жана жолду бир топ оорчулука алып келээри аныкталган.

В статье рассмотрено движение скоростного пассажирского вагона по неровностям на поверхности катания рельса, описанных синусоидами. Установлено, что это наиболее опасные короткие неровности рельсовой колеи пути и короткие перекосы, серьезно ограничивающие скорость движения и приводящие к значительным перегрузкам пути.

In article movement of the high-speed carriage on roughnesses on a surface of driving of the rail, described by sinusoids is considered. It is established that the most dangerous short roughnesses of a rail track of a way and the short warps seriously limiting speed of movement and leading to considerable overloads of a way.

Рассмотрим движение скоростного пассажирского вагона по неровностям на поверхности катания рельса, описанных синусоидами с длиной волны равной 1 м и амплитудой 0,5 мм. Допустим, что путь не имеет других неровностей кроме неровностей на поверхности катания рельса. Определим изменение относительной нагрузки в динамике (отношение максимальной нагрузки в динамике к статической нагрузке) и относительной разгрузки колеса (отношение минимальной нагрузки к статической) от скорости движения в м/с. Расчетная амплитуда в 0,5 мм примерно на 50 % меньше фактической у новых рельсов, выпускаемых Новокузнецким металлургическим комбинатом и Нижнетагильским металлургическим комбинатом, но в три раза больше, чем нормируемая для скоростного движения и практикуемая за рубежом.

По данным ВНИИЖТ /1/ средняя фактическая амплитуда неровности длиной 1 м на поверхности катания отечественных рельсов равна 0,75 мм. Как видно из

анализа данных, приведенных на рис. 1 /2-3/, при амплитуде в 0,5 мм синусоидальной непрерывной неровности длиной 1 м демпфирующая система вагона справляется с гашением колебаний даже при частоте воздействия в 50 Гц и движение колес по рельсам остается безотрывным. Увеличение амплитуды неровности приводит к нарушению безотрывного движения колеса по рельсу на более низких частотах.

Рассмотрим далее влияние на величину динамических добавок односторонних просадок пути длиной 2 м.

Результаты расчетов относительных максимальных вертикальных нагрузок от колеса на рельс приведены на рис. 2, а результаты расчетов относительной разгрузки приведены на рис. 3. При обозначении результатов принят зеленый цвет нагрузки от 100 % до 150 %, желтый – от 150 % до 200 % и красный цвет – более 200 %.

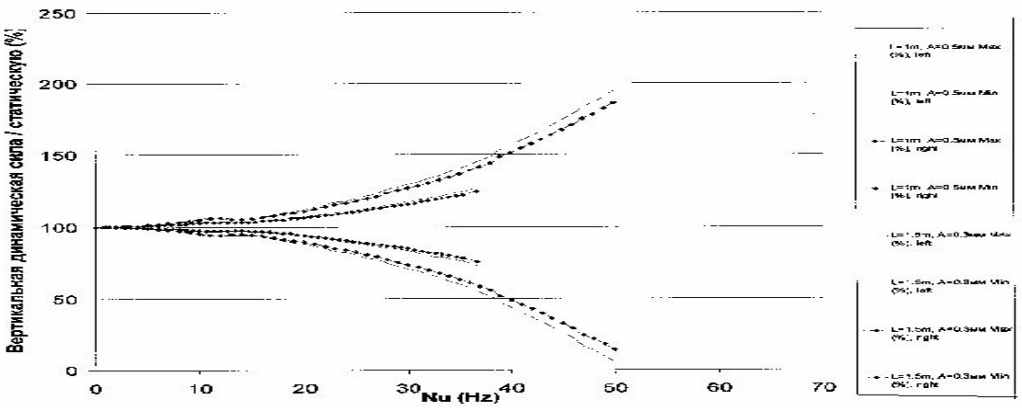

Рис. 1. Зависимость динамической вертикальной силы в контактах колес передней колесной пары и рельсов (амплитуда периодической синусоидальной неровности -0,3- 0,5 мм, длина волны неровности – 1-1,5м) от частоты возмущений

Обозначение относительной разгрузки – 25 % нагрузки и менее – красный цвет, 25-50 % – желтый цвет, более 50 % – зеленый цвет.

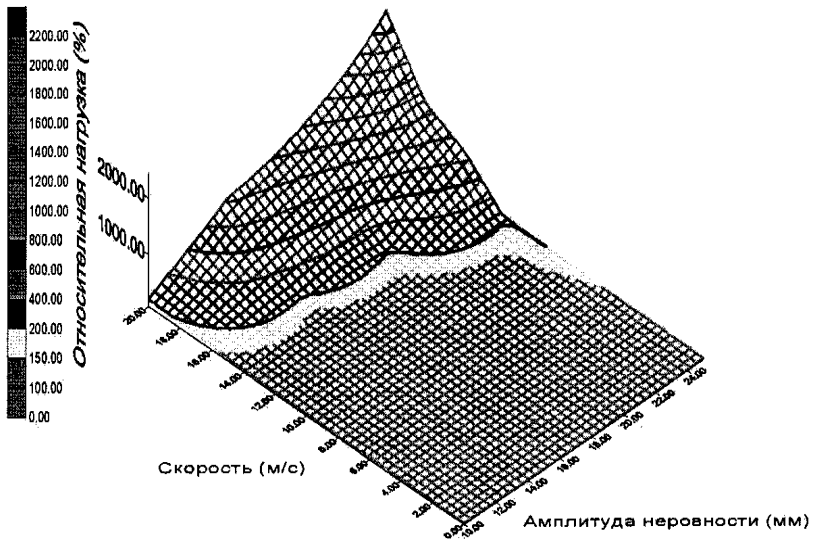

Рис. 2. Изменение относительной нагрузки на рельсы пути в зависимости от амплитуды односторонней просадки длиной 2м и скорости движения

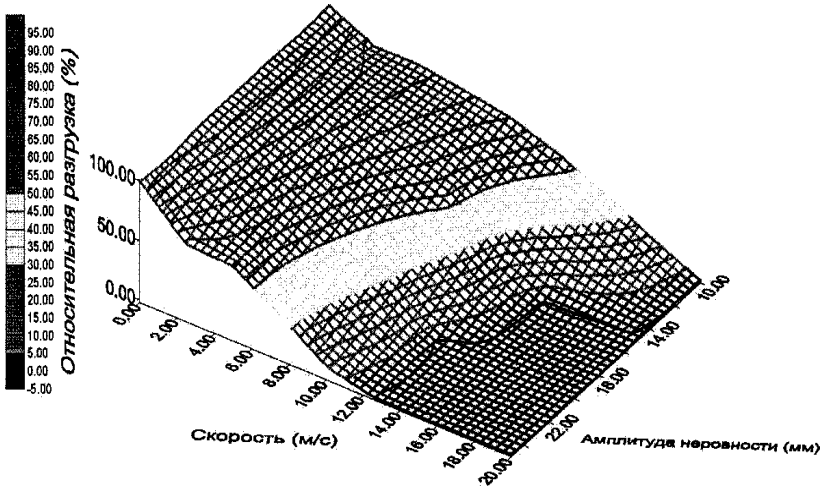

Рис. 3. Изменение относительной разгрузки давления колеса на рельс пути в зависимости от амплитуды односторонней просадки длиной 2 м и скорости движения

Анализ результатов расчетов для короткой односторонней просадки (длина просадки равна 2 м) показывает, что уже при амплитуде 10 мм и скорости движения 20 м/с мы выходим из рационального по условиям экономики зеленой области и при этом оказываемся в зоне перехода к отрывному движению колеса (так как вертикальная нагрузка колеса в отдельные моменты движения может уменьшиться до нуля). Следовательно, резкие короткие односторонние просадки рельсовой колеи длиной волны 2 м при скоростном движении недопустимы.

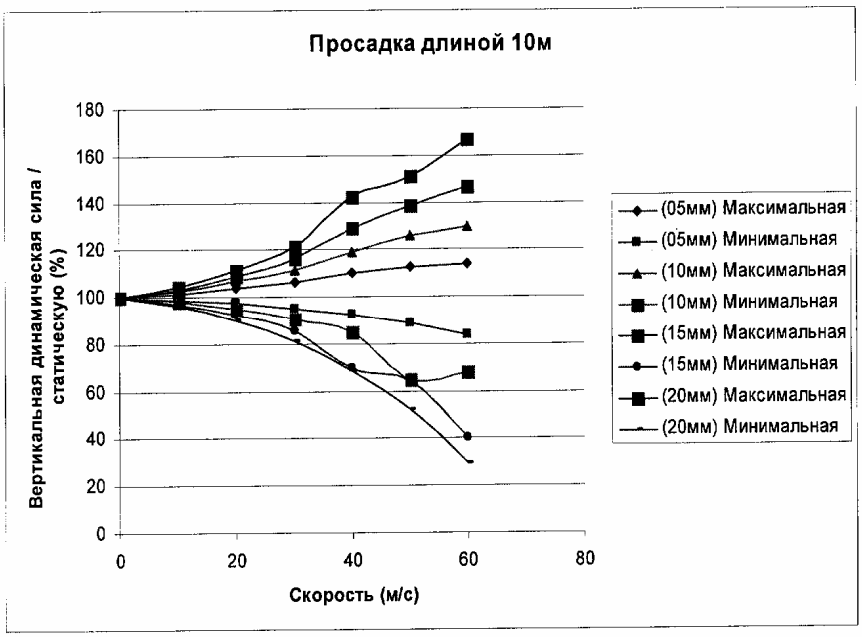

Рис. 4. Влияние амплитуды просадки и скорости движения на величину динамической добавки

Рассмотрим влияние длины и амплитуды просадок на величины динамических добавок. Как видно из анализа графиков на рисунке 4 динамическая добавка нелинейно изменяется при росте скорости движения.

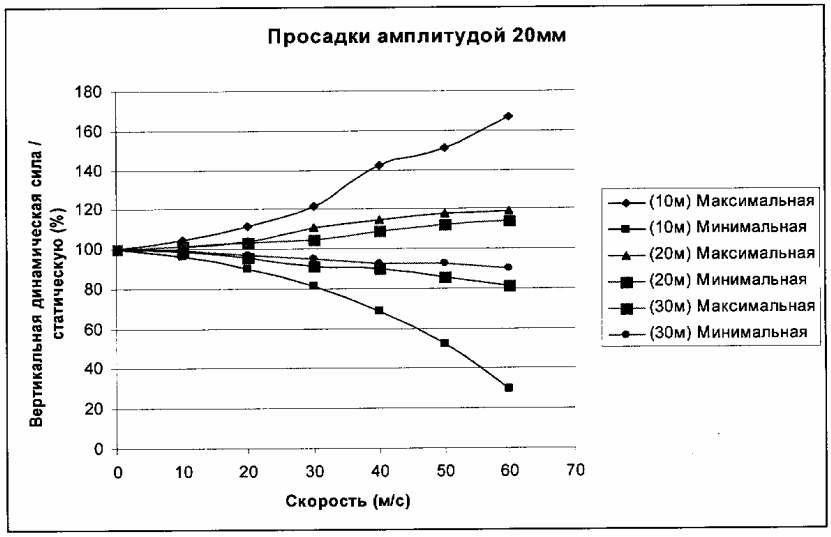

Рис. 5. Влияние длины просадки и скорости движения на величину динамической добавки

Увеличение длины просадки (при одной и той же амплитуде) снижает величину динамической добавки.

Как видно из анализа данных, приведенных на рис. 5, величины динамических добавок вертикальных сил существенно зависят от длины неровности. Так, при периодических синусоидальных просадках короче 6 м динамические добавки вертикальных сил выходят за рамки диапазона в 40 % от статической нагрузки уже при скоростях движения более 30 м/с. При длине изолированной неровности в 10 м и амплитудах до 10 мм величина динамических добавок находится в заданном диапазоне при скоростях до 60 м/с. С уменьшением длины просадки (при постоянной глубине) быстрее (в зависимости от скорости) нарастает разгрузка колеса. Так, например, при длине просадки равной 4 м разгрузка колеса вагона достигает 95 % от статической (остается вертикальная нагрузка 0,05 от статической) при скорости 45 м/с (рис. 6). В сочетании с неровностью в плане такая ситуация может привести к подъему колеса на рельс.

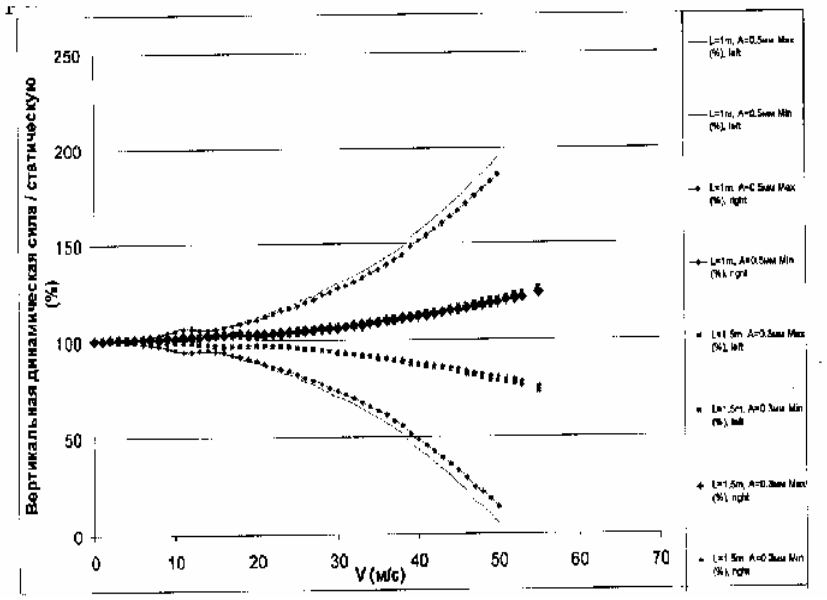

Рис. 6. Зависимость динамических добавок от частоты воздействия синусоидальных неровностей на поверхности катания рельсов

Как показал анализ результатов расчетов, при коротких периодических просадках и уменьшенной нагрузке на ось перспективного пассажирского вагона возможны ситуации с кратковременными отрывами колес от рельса, после чего вертикальная нагрузка колеса на рельс значительно возрастает – взаимодействие принимает "ударный" характер (динамическая добавка в 3-5 раз и более превышает статическую нагрузку).

При устройстве железнодорожного пути на плитном основании с размещением усадочных швов через 10 м возможно формирование «впадин» и «горбов» длиной не менее 20 м. Если максимальная амплитуда «впадины не превысит 20 мм, то возможно назначение максимальной скорости движения не менее 180-200 км/ч. При этой скорости динамическое давление колеса на рельс составит не более 1,2 от статического

Просадки с амплитудой 20 мм длиной более 30 м при скоростях движения 50 м/с приводят к разгрузкам колеса на 0,15-0,2 от статической нагрузки, что обеспечивает безопасную скорость движения до 250 км/ч.

Выводы. Наиболее опасны короткие неровности рельсовой колеи пути и короткие перекосы, серьезно ограничивающие скорость движения и приводящие к значительным перегрузкам пути.

Железнодорожный путь на плитном основании, имеющий усадочные швы через 10 м по длине пути, может иметь разницу вертикальных осадок плит при уклоне местности до 1/5 до 3-5 мм между смежными плитами, что будет учтено при точной выправке положения рельсовой нити подливкой раствора под подошвы шпал. После точной выправки пути возможны длинные неровности рельсовой колеи с длиной волны 30-60 м и амплитудой до 20 мм. При таких параметрах неровностей рельсовой колеи динамические добавки при движении поездов со скоростью 200 км/ч не превысят 15-20 % от статического давления колес.

Список литературы

1. Титов В.П., Хромов В.И. Упругие осадки грунтов в насыпях под поездами //Тр. ВНИИЖТа. - 1976. - Вып. 565.

2. Исаенко Э.П., Безруков М.В., Иванов С.Ю. Подготовка железнодорожного пути к скоростному движению пассажирских поездов. – Н.Новгород: Нижегородский печатник, 2001. – 125 с.

3. Ауесбаев Е.Т., Исаенко Э.П., Косенко С.А.. Расчеты конструкций железнодорожного пути для скоростного движения поездов. – Алматы: КазАТК, 2006. – 134 с.