

В. И. НОВАКОВИЧ (РГУПС, Россия)

## УСТОЙЧИВОСТЬ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ ПОД ДВИЖУЩИМСЯ ПОЕЗДОМ

У статті викладається новий принцип розрахунку безстыкової залізничної колії на стійкість з урахуванням фактору часу і впливу поїздів.

В статье излагается новый принцип расчета бесстыкового железнодорожного пути на устойчивость с учетом фактора времени и воздействия поездов.

In article the new principle of calculation of a railway track without joints at stability is stated in view of the factor of time and influence of trains.

В 30–50-е годы в Германии, Венгрии, Великобритании и в СССР на стендах проводились испытания бесстыкового пути на устойчивость при действии в рельсах продольных сжимающих сил, возникающих при искусственном подогреве.

Главный недостаток этих экспериментов заключается в том, что стенды представляли собой участок бесстыкового пути, по которому не двигались поезда.

Считалось, что под поездом путь более устойчив, поскольку при вертикальном нагружении сопротивление балласта перемещениям рельсошпальной решетки и вдоль, и поперек оси пути будут значительно большими, чем при отсутствии поезда.

Выброс на стенде происходил в доли секунды. Кривая изгиба рельсов, потерявшей устойчивость путевой решетки имела большую стрелу (до 40 см) при длине не менее 20 м, предполагалось, что эти факты также свидетельствуют о невозможности выброса под поездом, поскольку между тележками вагонов значительно меньше расстояние.

Однако, известные результаты анализа сходов подвижного состава из-за потери устойчивости на дорогах США свидетельствовали о том, что возможна потеря устойчивости под поездом и даже более вероятное место – под 10-тым вагоном с головы состава.

На дорогах СССР и СНГ многие сходы подвижного состава были по причине отнесены к выбросу под поездом, и ряд самых опытных работников-путейцев при служебных расследованиях сходятся во мнении, что выброс под поездом возможен.

Не исключено, что в некоторых случаях причина – потеря устойчивости бесстыкового пути под поездом при действии продольных сжимающих сил – была определена ошибочно, так как выброс может быть не причиной, а

следствием схода допущенного по иной причине.

Перечисленные выше факты и соображения заставили нас более глубоко исследовать законы изменения сил и деформаций, происходящих в бесстыковом пути во время движения поезда.

Лабораторией бесстыкового пути ВНИИЖТ был проведен эксперимент с нагревом короткого участка рельсов на испытательном кольце в Щербинке с измерением возникающих поперечных оси пути деформации рельсошпальной решетки. Этот эксперимент показал, что даже при незначительных продольных силах, под поездом происходят перемещения путевой решетки в поперечном направлении, а при отсутствии поезда таких перемещений нет.

Тогда экспериментаторы посчитали, что эти перемещения, составлявшие малые доли миллиметра, незначительны и не существенно влияют на устойчивость пути.

Нами проведены на различных эксплуатируемых участках не одна сотня экспериментов, в которых испытаниям подвергались шпалы, перемещаемые в балласте под действием горизонтальной силы (вдоль или поперек оси пути) постоянной величины. Величина сил в различных опытах была от минимальной, при которой еще возможно было измерять перемещения, до максимальной, реально передаваемой от рельса на шпалу. Постоянство силы за время проведения каждого опыта являлось необходимым условием общепризнанной методике «эксперимента на ползучесть». Эти эксперименты показали, что между величиной силы и скоростью деформации имеется прямо пропорциональная зависимость. Коэффициент пропорциональности в этой зависимости называется коэффициентом вязкости балласта сдвигаемого шпалой.

С учетом этой зависимости была выдвинута гипотеза о законах изменения продольных сил

и деформаций бесстыкового пути с учетом фактора времени. Эта гипотеза была подтверждена различными экспериментами на действующих участках бесстыкового пути. Таким образом была создана теория – реология бесстыкового пути. Эта теория способствовала созданию и широкому внедрению бесстыкового пути со сверхдлинными рельсовыми плетями. Соответствующее учебное пособие [1] было издано с грифом МПС РФ. Это пособие было обсуждено и одобрено на одном из заседаний Путьской секции Научно-технического совета МПС РФ. Было рекомендовано результаты исследований внедрить в учебный процесс ВУЗов, использовать новые исследования в переиздаваемых учебниках, в методиках исследовательских работ и при переквалификации руководителей путевых подразделений.

Из реологии бесстыкового пути следует, что при некоторых достаточно больших, но реально возможных продольных силах, передаваемых от рельсов на шпалы, возможно накопление деформаций и вдоль и поперек оси пути. Это накопление деформаций в виде стрелы изгиба рельсошпальной решетки в плане может под поездом привести к сходу подвижного состава из-за вползания гребня колеса на головку рельса. Вероятнее всего это может произойти с порожним вагоном при недопустимой скорости движения по образовавшейся неровности рельсов в плане. Неровность в плане образуется и растет во время движения поезда и возможно при достаточно длинном составе может быть замечена машинистом начальная стрела  $f_0$ .

В соответствие с реологией бесстыкового пути интенсивность роста стрелы определяется следующей функцией

$$f = f_0 \exp \frac{F^2 \tau}{4EI\xi}, \quad (1)$$

где  $F$  – продольная сила в двух рельсах;

$\tau$  – время;

$E$  – модуль упругости рельсовой стали;

$I$  – приведенный момент инерции рельсошпальной решетки в горизонтальной плоскости.

$\xi$  – коэффициент вязкости балласта, сдвигаемого шпалой поперек оси пути.

Чем больше стрела  $f_0$ , тем интенсивнее ее рост  $f$  во время движения состава (рис. 1).

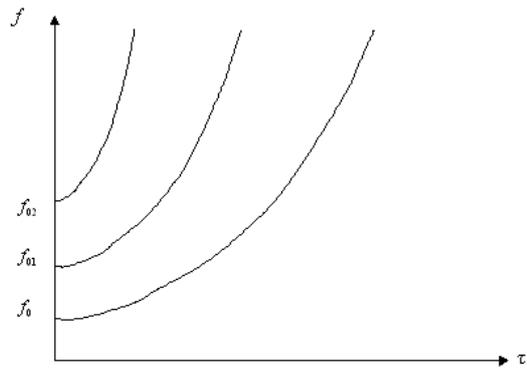


Рис. 1. Зависимость роста стрелы во времени

Как видно из (1), интенсивность роста  $f$  более всего зависит от продольной силы  $F^2$ . Жесткость  $EI$  рельсошпальной решетки влияет в меньшей степени, она может в некоторой степени быть увеличена за счет более сильного прижатия рельсов к шпале. Сопротивление балласта  $\xi$ , если балластная призма в нормальном состоянии достаточно, чтобы интенсивность роста не была катастрофической. Нельзя считать причинами выброса отсутствие балласта в шпальных ящиках или плеча балластной призмы. Более существенно влияние связи шпалы с балластом по ее подошве (до 90 %). Скорее всего, причиной потери устойчивости может быть провес рельсошпальной решетки. В этом случае на длине провисания рельсов  $\xi \approx 0$ , тогда интенсивность роста стрелы будет опасной, но потеря устойчивости возможна только в сочетании с достаточно большой продольной силой.

Продольная сжимающая сила, как известно, зависит от температуры закрепления, которую для обеспечения устойчивости бесстыкового пути следует делать достаточно высокой. Тогда интенсивность роста стрелы будет ничтожно малой при любых состояниях верхнего строения пути, допускающих безопасность движения поездов по остальным параметрам.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новакович В. И. Бесстыковой путь со сверхдлинными рельсовыми плетями. Учебное пособие с грифом МПС. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2001.