

Деформационные характеристики материалов Icosit КС 340/7 получены при вертикальной нагрузке – разгрузке рельса в выше описанном узле скрепления рельса с бетонным блоком. При испытаниях рельс к подкладке был прикреплен с двух сторон при помощи 2 П – образных клемм, двухвитковых шайб 25, клеммных болтов М22С75.48 и двух гаек М22.5. Гайки были затянуты с усилием 150 Нм. Рельсовая подкладка была приклеена к бетонному блоку при помощи двухкомпонентного материала Icosit КС 340/7 и механической системы, включающей: 2 анкерных болта М22С253, двух пластмассовых изолирующих втулок, двух двухвитковых шайб 25 и двух гаек М22.5. Гайки на анкерных болтах были закручены с усилием 120 Нм. Из рисунка 2 следует, что при снятии вертикальной нагрузки с рельса деформация материала Icosit КС 340/7 содержит вязкоупругую составляющую, которая при снятии нагрузки 150 кН ликвидируется в течение 1,5 минут вследствие того, что за это время материал Icosit КС 340/7 восстанавливает свою первоначальную форму и размеры. При вертикальной нагрузке на рельс 75 кН он перемещается на 3,8 мм; при этом резиновая прокладка сжимается на 3,2 мм, а слой Icosit КС 340/7 на 0,6 мм.

УДК 539.3

Василевич Ю.В., Неумержицкий В.В.

ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЗЛА СКРЕПЛЕНИЯ РЕЛЬСА С БЕТОННЫМ ОСНОВАНИЕМ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Скрепления рельса с основанием пути делятся на промежуточные и стыковые. Промежуточные скрепления соединяют рельсы с их опорами, а стыковые рельсы друг с другом. Важнейшим требованием, предъявляемым к современным промежуточным скреплениям, является длительное обеспечение неизменности ширины колеи, что прямо связано с безопасностью движения поездов. Кроме указанного требования современные промежуточные скрепления должны:

- допускать регулировку положения рельсовых нитей по высоте и в плане;
- надежно закреплять рельсы от угона;
- быть упругими, обеспечить оптимальную пространственную упругость пути и надежную связь рельсов с опорами;
- иметь минимум деталей, быть простыми, надежными, удобными и недорогими в изготовлении, монтаже и эксплуатации;

- быть высокоэкономичными.

Упругие элементы промежуточных скреплений оказывают большое влияние на формирование рациональной жесткости подрельсового основания в вертикальном, горизонтальном поперечном и продольном направлениях. Упругие элементы скреплений, обладающие внутренним трением, способны гасить высокочастотные колебания на границе рельсы - бетонное основание, улучшая работу основания и способствуя снижению интенсивности накопления остаточных деформаций. Конструктивное требование обеспечения возможности регулирования положения рельсов не только по высоте, но и в плане, связано с необходимостью унификации элементов промежуточного скрепления, предназначенных для прямых участков пути и кривых различной кривизны.

Классические промежуточные рельсовые скрепления имеют два варианта технического исполнения, зависящего от типа основания к которому крепятся рельсы.

При реализации первого варианта предусматривается упругое перемещение рельса в вертикальном, горизонтальном продольном и поперечном направлениях. Во втором варианте имеем упругую связь рельса с основанием; рельс к креплениям прижимается с определенной силой. Во втором случае рельс может в допустимых интервалах перемещаться в вертикальном и горизонтальном поперечном направлениях. Перемещению рельса в горизонтальном продольном направлении препятствуют установленные противоугонные приспособления.

Для обеспечения безопасности движения предусматривают надежное скрепление рельсов с опорами. С целью снижения динамического воздействия необрессоренных масс подвижного состава на путь, а также ликвидации продольных остаточных перемещений рельсов в конструкцию верхнего строения пути вводят упругие промежуточные скрепления, которые способствуют распределению нагрузки от подвижного состава на возможно большее число опор. Путь становится менее жестким. При этом эффективное функционирование пути достигается оптимальной пространственной жесткостью упругих промежуточных скреплений.

Промежуточное скрепление рельса с бетонным основанием в конструкции бесшпального пути на эластичных опорах содержит следующие элементы:

- рельс ;
- рельсовую подкладку ;
- упругую прокладку под подошву рельса ;
- эластичную опору из материала ICOSIT KC 340/7 между бетонным основанием и подкладкой ;
- жесткую П – образную клемму;
- клеммный болт М 22×75.48;
- шайбу двухвитковую;
- гайку М22.5;

- анкерные болты M22×253;
- изолирующую втулку;
- материал ICOSIT КС 220/60 на основе эпоксидной смолы, залитый в цилиндрические отверстия для крепления к бетону анкерных болтов M22×253;
- клейку для гашения шума ICOSIT КС FK – 5мм;
- изоляционную клейку USM – FSGR 550 – 12 мм.

Бесшпальный виброизолированный путь позволит повысить стабильность рельсовой колеи в плане и профиле, снизить степень неравножесткости подрельсового основания, улучшить условия виброзащиты, достичь оптимального распределения напряжений в элементах промежуточного скрепления и бетонном основании.

Результаты выполненной работы свидетельствуют о высокой прочности и надежности скрепления рельсовой подкладки с путевым бетоном при помощи двухкомпонентных материалов ICOSIT КС 220/60, ICOSIT КС 340/7, ICOSIT 277. В статье приведены полученные в результате испытаний прочностные характеристики узла скрепления «рельс – путевой бетон» в бесшпальной конструкции железнодорожного пути.

Как отмечено в [1], путь есть единая конструкция, в которой все элементы работают совместно. Изменения в конструкции или работы хотя бы одного элемента вызывают изменения в работе каждого из них и пути в целом, во взаимодействии пути и подвижного состава, в расходах по содержанию и ремонту пути и подвижного состава.

При работе пути под нагрузкой он приходит в напряженное состояние и в нем возникают упругие и остаточные деформации. Упругие деформации, полностью исчезающие после снятия нагрузки, не должны быть чрезмерно большими и различными по величине в разных сечениях пути под одной и той же нагрузкой. Остаточные деформации, возникающие в результате работы пути под нагрузкой и воздействия разнообразных факторов, должны быть минимальными, медленно протекающими во время и равномерно проявляющимися по длине пути.

Правильный подбор, сортировка и укладка материалов верхнего строения в пути при строительстве и ремонтах, могут существенно увеличить однородность пути и снизить уровень динамических взаимодействий подвижного состава и пути, что улучшит состояние пути, уменьшит потребность в его текущем содержании и увеличит периоды между его ремонтами.

Поэтому вопросы выбора конструкции пути и отдельных его элементов, организации укладки, содержания и ремонта пути должны рассматриваться комплексно в единой и неразрывной связи между собой, с учетом назначения железнодорожного пути.

Для проведения лабораторных испытаний по исследованию функционирования узла скрепления рельс-бетон был изготовлен из бетона марки В25

прямоугольный параллелепипед, на котором был собран описанный выше узел скрепления. Поскольку зависимость перемещения рельса и подкладки от вертикальной сжимающей силы является нелинейной, то оценка жесткости узла скрепления осуществлена в диапазоне изменения внешней нагрузки от 35 кН до 105 кН с шагом 10 кН.

Вертикальная нагрузка создавалась на разрывной машине типа ZD-100 (США) со скоростью нагружения 5 мм/мин. В узел скрепления рельса с бетонным блоком входили следующие элементы: рельс-прокладка под подошву рельса – прокладка – Icosit КС 340/7 (толщина слоя 30мм) – бетонный блок (размеры блока: длина 430мм, высота 200мм, ширина 165мм). Рельс к подрельсовой подкладке был прикреплен с двух сторон при помощи двух П-образных клемм, двухвитковых шайб 25, клеммных болтов М22×75.48 и двух гаек М22.5. Гайки были затянуты с усилием 150 Н·м. Рельсовая подкладка была прикреплена к бетонному блоку при помощи двухкомпонентного материала Icosit КС 340/7 и механической системы, включающей: два анкерных болта М 22×253, двух пластмассовых изолирующих втулок, двух двухвитковых шайб 25 и двух гаек М22.5. Гайки на анкерных болтах были закручены с усилием 120 Н·м каждая.

В таблице 1 приведены величины смещения рельса от действующей вертикальной нагрузки.

Таблица 1

Абсолютное вертикальное перемещение Δ_p рельса в диапазоне изменения с шагом 10 кН сжимающей нагрузки F на рельс от 35 до 105 кН

F , кН	1-е нагружение; Δ_p , мм	2-е нагружение; Δ_p , мм	3-е нагружение; Δ_p , мм	4-е нагружение; Δ_p , мм	Среднеарифм. значение Δ_p , мм
от 35 до 45	0,50	0,49	0,52	0,51	0,505
от 45 до 55	0,51	0,49	0,50	0,50	0,5
от 55 до 65	0,44	0,47	0,48	0,50	0,4725
от 65 до 75	0,43	0,45	0,43	0,45	0,44
от 75 до 85	0,41	0,40	0,40	0,47	0,42
от 85 до 95	0,38	0,43	0,43	0,47	0,4275
от 95 до 105	0,40	0,44	0,42	0,43	0,4225

В таблице 2 содержатся рассчитанные данные, характеризующие жесткость C_z узла скрепления, содержащего эластичную опору, в вертикальном направлении в диапазоне изменения с шагом 10 кН сжимающей силы F от 35 до 105 кН для четырех случаев нагружения рельса.

Таблица 2

Жесткость C_z (кН/мм) узла скрепления в вертикальном направлении

Нижняя и верхняя границы величины вертикальной нагрузки, кН	Жесткость C_z кН/мм узла скрепления в вертикальном направлении для четырех случаев нагружения рельса				Среднеарифм. значение жесткости C_z , ср
	1-е нагруж.	2-е нагруж.	3-е нагруж.	4-е нагруж.	
35; 45	20,000	20,408	19,231	19,608	19,81
45; 55	19,608	20,408	20,000	20,000	20,0
55; 65	22,727	21,277	20,833	20,833	21,4
65; 75	23,256	22,222	23,256	22,222	22,7
75; 85	24,390	25,000	25,000	21,277	24,0
85; 95	26,316	23,256	23,256	25,641	24,6
95; 105	25,000	22,727	23,810	23,256	23,7

Анализ данных таблицы 2 свидетельствует о том, что жесткость узла скрепления, содержащего эластичную опору, изменяется в пределах 20 – 26 кН/мм; среднеарифметическое значение C_z жесткости узла скрепления в вертикальном направлении равно 23 кН/мм.

Для эксплуатационной нагрузки, изменяющейся с шагом 10 кН от 35 кН до 105 кН, приведем значения абсолютного вертикального перемещения подошвы рельсовой подкладки в узле скрепления «рельс – прокладка - подкладка - Icosit КС 340/7 - бетон» для четырех случаев нагружения рельса (таблица 3). Перемещение подошвы рельсовой подкладки характеризует абсолютную величину деформации материала Icosit КС 340/7 в узле скрепления «рельс-бетон» при сжимающей нагрузке.

Таблица 3

Абсолютные значения вертикального перемещения $\Delta_{\text{подк.}}$ подошвы рельсовой подкладки при сжатии материала Icosit КС 340/7

F, кН	1-е нагружение; $\Delta_{p,}$ мм	2-е нагружение; $\Delta_{p,}$ мм	3-е нагружение; $\Delta_{p,}$ мм	4-е нагружение; $\Delta_{p,}$ мм	Среднеарифм. значение $\Delta_{\text{подк. ср.}}$ мм
от 35 до 45	0,08	0,11	0,12	0,14	0,11
от 45 до 55	0,11	0,13	0,13	0,11	0,12
от 55 до 65	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12
от 65 до 75	1,11	0,11	0,13	0,17	0,13
от 75 до 85	0,10	0,13	0,14	0,15	0,13
от 85 до 95	1,10	0,16	0,17	0,15	0,15
от 95 до 105	1,11	0,17	0,15	0,16	0,15

Рассчитанные значения жесткости $C_{z,ic}$ материала Icosit КС 340/7 и жесткости $C_{z,ic}$ резиновой прокладки в узле скрепления рельс-подрельсовая прокладка-подкладка- Icosit КС 340/7 – бетон содержатся в таблице 4.

Рассчитаем напряжение в резиновой прокладке от действующей вертикальной нагрузки $\sigma = \frac{F}{A}$,

где F – вертикальная сила, кН; A – контактная площадь прокладки между рельсом и подкладкой.

Принимая $F = 75$ кН (нагрузка от колеса полностью загруженного вагона), $A = 129 \text{ мм} \times 140 \text{ мм} = 18060 \text{ мм}^2$, получим $\sigma \approx 4,17 \text{ МПа}$. Рассчитаем нормальное напряжение, возникающее от такой же нагрузки в материале Icosit КС 340/7. Поскольку $A = 370 \text{ мм} \times 140 \text{ мм} = 51800 \text{ мм}^2$, то $\sigma \approx 1,45 \text{ МПа}$.

Таблица 4

Жесткости материала Icosit КС 340/7 $C_{z,ic}$ и резиновой прокладки $C_{z,рез}$ в узле скрепления рельс-бетон

Нижняя и верхняя границы величины вертикальной нагрузки, кН	Среднеарифметическое значение $C_{z,ic}$, кН/мм	Среднеарифметическое значение $C_{z,рез}$, кН/мм
35; 45	88,89	25,48
45; 55	83,33	26,32
55; 65	86,96	27,97
65; 75	76,92	32,26
75; 85	76,92	34,48
85; 95	68,97	38,10
95; 105	67,8	36,36

Таким образом, в бесшпальной конструкции пути на эластичных опорах величина жесткости материала Icosit КС 340/7 изменяется в пределах 68-89 кН/мм; величина жесткости резиновой прокладки от 25 до 38 кН/мм.

Напряжение в рельсовой прокладке, возникающее при нагрузке на рельс 7,5т, в 3 раза больше, чем в материале Icosit КС 340/7.

На основании статических и динамических испытаний, как образцов резины, так и виброизоляторов в натуральную величину, допускается принимать сжимающее напряжение [2]

$$\sigma = 2,5 - 3,0 \text{ МПа.}$$

Следовательно, резиновые рельсовые прокладки перепряжены на 39%. Это отрицательно будет сказываться при эксплуатации на прочностные характеристики резины и ее демпфирующие свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь.- М.: Транспорт, 1987.-479с.

2. Рекомендации по виброзащите несущих конструкций производственных зданий /ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко- М., 1988.-217с.

УДК 548.735:669.45

Кукареко К.В., Шепелевич В.Г.

МИКРОТВЕРДОСТЬ БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ АЛЮМИНИЙ - СВИНЕЦ

*Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь*

Сверхбыстрое охлаждение сплавов позволяет сформировать структуру, которую трудно получить, используя малые и средние скорости охлаждения расплава и традиционные методы термической обработки. Часто структура материалов, полученных сверхбыстрым охлаждением, зависит и от состояния расплава. В системе алюминий-свинец содержится область расслоения жидкости, а также имеет место монотектическое превращение. Системы такого типа

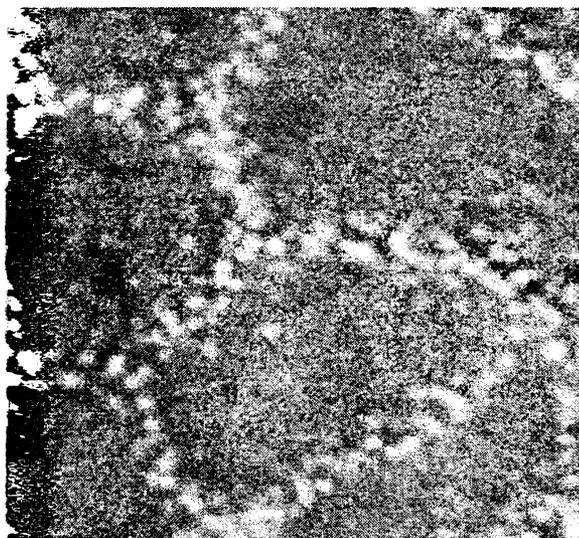


Рис.1. Структура поверхности фольги сплава Al – 0,8 ат. % Pb (x25000).

могут быть использованы для создания подшипниковых сплавов, а также сплавов для микрофильтров и материалов с повышенной обрабатываемостью [1]. Такие системы активно исследуются, так, в [2] представлены результаты изучения ряда сплавов, содержащих монотектическое превращение: Al–Cd, Al–In, Al–Sn. В настоящей работе исследовались быстрозатвердевшие фольги сплавов системы алюминий – свинец, полученные сверхбыстрой закалкой из жидкой фазы.