

торам, служащим для автоматического поддержания оптической оси нивелира в горизонтальном положении.



Рисунок 2 – Спутниковые приемники и лазерные сканирующие системы

Внедрение спутниковых приемников в геодезию обусловлено рядом возможностей:

- высокая точность, полная независимость от погоды;
- отсутствие необходимости в прямой видимости между пунктами – не нужно строить высокие знаки-сигналы, что ранее составляло до 80 % стоимости работ;
- обеспечение непрерывных измерений для мониторинга деформаций в режиме реального времени;
- возможность совершать измерения в движении.

Список литературы

- 1 Табаков, А. А. Геодезия : учеб. пособие / А. А. Табаков. – М. : УМЦ ЖДТ, 2020. – 140 с.
- 2 Водолагина, И. Г. Технология геодезических работ: учеб. / И. Г. Водолагина, С. Г. Литвинова. – М. : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. – 111 с.
- 3 Копыленко, В. А. Изыскания и проектирование железных дорог / В. А. Копыленко. – М. : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2021. – 689 с.

УДК 625.143.46.036.61.8

КОНТРОЛЬ ЗА УГОНОМ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ

И. И. ХАЛУПА

Белорусская железная дорога, г. Волковыск

С. С. КОЖЕДУБ, В. И. ИНЮТИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

С момента закрепления плетей при укладке должен быть организован постоянный контроль за усилиями прижатия рельсов к основанию и за продольными подвижками плетей. Контроль за углом рельсовых плетей осуществляется по смещению контрольных сечений рельсовой плети относительно «маячных» шпал наружной стороны колеи.

В качестве «маячной» шпалы выбирается шпала, расположенная напротив пикетного столбика. Расстояние от конца плети до первой «маячной» шпалы не должно превышать 60–95 метров, а верх концов «маячных» шпал с нагруженных сторон рельса за пределами скреплений окрашивается яркой краской. «Маячная» шпала всегда должна быть хорошо подбита.

Независимо от конструкции скреплений резиновые или резинокордовые подрельсовые прокладки на «маячных» шпалах заменяются полиэтиленовыми или другими с низким коэффициентом трения [1].

Целесообразно для изготовления подрельсовых прокладок использование композиционного материала на основе вторичного полиэтилена, наполненного отходами кожевенно-обувных производств.

Для разработки композиционного материала исследовали влияние добавок измельчённых отходов кожи хромовой (X_1 ; C_1 , мас. ч.), юфти (X_2 ; C_2 , мас. ч.) и резиновой крошки (X_3 ; C_3 , мас. ч.) на ударную вязкость (a , кДж/м²) и интенсивность изнашивания (I) композиционного материала на основе отходов вторичного полиэтилена [2, 3].

Ударную вязкость образцов определяли по ГОСТ 4647. Изнашивание образцов осуществляли при нагрузке 1,0 МПа и скорости относительного скольжения 0,5 м/с при трении без смазочного материала.

Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные эксперимента

Уровни и интервал варьирования	Содержание ингредиентов, мас. ч.		
	C_1	C_2	C_3
Верхний уровень	25,00	75,00	90,00
Нижний уровень	15,00	50,00	60,00
Нулевой уровень	10,00	25,00	30,00
Интервал варьирования	5,000	25,00	30,00

План эксперимента и обработка данных приведена в таблице 2. На основании этих данных были получены уравнения, отражающие влияние концентрации компонентов на интенсивности изнашивания и ударную вязкость композита.

Таблица 2 – План и результаты эксперимента

Матрица планирования			Результаты испытаний ($I \cdot 10^9$)			
X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_{cp}
1,000	1,000	1,000	2,194	2,180	2,159	2,178
-1,000	1,000	1,000	2,026	2,106	2,020	2,051
1,000	-1,000	1,000	1,848	1,844	1,843	1,845
-1,000	-1,000	1,000	1,638	1,646	1,621	1,635
1,000	1,000	-1,000	1,507	1,507	1,457	1,490
-1,000	1,000	-1,000	1,433	1,434	1,444	1,437
1,000	-1,000	-1,000	1,348	1,406	1,395	1,383
-1,000	-1,000	-1,000	1,239	1,245	1,256	1,247
1,682	0,000	0,000	1,610	1,677	1,660	1,649
0,000	1,682	0,000	1,899	1,926	1,877	1,900
0,000	0,000	1,682	2,241	2,185	2,144	2,190
-1,682	0,000	0,000	1,444	1,397	1,430	1,424
0,000	-1,682	0,000	1,461	1,428	1,421	1,437
0,000	0,000	-1,682	1,302	1,275	1,326	1,301
0,000	0,000	0,000	1,583	1,559	1,548	1,563
0,000	0,000	0,000	1,556	1,598	1,567	1,574
0,000	0,000	0,000	1,504	1,589	1,531	1,541
0,000	0,000	0,000	1,554	1,554	1,554	1,554
0,000	0,000	0,000	1,532	1,530	1,541	1,534
0,000	0,000	0,000	1,546	1,569	1,540	1,552

Уравнение регрессии для интенсивности линейного изнашивания (I) в кодированных переменных

$$Y_1 \cdot 10^9 = 1,553 + 0,06629X_1 + 0,1338X_2 + 0,2671X_3 - 0,0208X_1X_2 + 0,01851X_1X_3 + 0,05633X_2X_3 - 0,005431X_1^2 + 0,04137X_2^2 + 0,06864X_3^2. \quad (1)$$

Допустимые интервалы коэффициентов для уравнения регрессии (1) для $b_0 = 01785$, для $b_i = 01183$, для $b_{ij} = 01547$, для $b_{ii} = 01153$, $F_T = 5,050$, $F_3 = 0,2510$.

Так как $F_T > F_3$, то уравнение регрессии (1) адекватное.

После перехода к натуральным переменным уравнение принимает вид

$$Y \cdot 10^9 = 1,298 + 0,008718C_1 - 0,04526C_2 - 0,00493C_3 - \\ - 0,00008323C_1C_2 + 0,00006169C_1C_3 + 0,00007510C_2C_3 - \\ - 0,00005431C_1^2 + 0,00006619C_2^2 + 0,00007627C_3^2. \quad (2)$$

Уравнение регрессии ударной вязкости в кодированных переменных

$$Y \cdot 10 = 245,9 + 0,7533X_1 - 50,85X_2 - 6,257X_3 - 0,138X_1X_2 - 1,411X_1X_3 - \\ - 5,011X_2X_3 - 3,947X_1^2 + 10,58X_2^2 - 2,615X_3^2. \quad (3)$$

Допустимые интервалы коэффициентов для уравнения регрессии (2) для $b_0 = 2.720$, для $b_i = 1.803$, для $b_{ij} = 2.357$, для $b_{ii} = 1.757$, $F_T = 5,050$, $F_3 = 0,2418$.

Для уравнения (3) $F_T > F_3$, следовательно, уравнение (3) адекватное.

После перехода к натуральным переменным уравнение (3) принимает вид (4)

$$Y \cdot 10 = 357,3 + 1,569C_1 - 3,318C_2 + 0,5447C_3 - 0,0005521C_1C_2 - \\ - 0,004702C_1C_3 - 0,006681C_2C_3 - 0,0395C_1^2 + 0,01693C_2^2 - 0,002906C_3^2. \quad (4)$$

Применение композиционного материала на основе вторичного полиэтилена, наполненного отходами кожевенно-обувных производств, способствует снижению жесткости и повышению упругих свойств прокладок. Из разработанного материала изготовлены подрельсовые прокладки, уложенные на «маячные» шпалы для контроля продольного перемещения рельсовых плетей.

Список литературы

1 СТП БЧ 56.269 – 2013. Бесстыковой путь, устройство, укладка, содержание и ремонт : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 14.08.2013 № 772 НЗ. – Минск, 2013. – 115 с.

2 **Инютин, В. И.** Подрельсовые прокладки для «маячных» шпал / В. И. Инютин, С. С. Кожедуб, А. А. Кирьянова // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов : материалы IV Междунар. науч.-прак. конф. – Гомель : БелГУТ, 2018. – С. 26–28.

3 **Инютин, В. И.** Разработка технологии переработки вторичного сырья в путевые прокладки / В. И. Инютин, С. С. Кожедуб, А. А. Кирьянова // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов : материалы IV Междунар. науч.-прак. конф. – Гомель : БелГУТ, 2018. – С. 166–168.

УДК 625.143.46.036.61.8

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДШПАЛЬНЫХ ПРОКЛАДОК В РЕЛЬСОВЫХ СТЫКАХ

И. И. ХАЛУПА

Белорусская железная дорога, г. Волковыск

С. С. КОЖЕДУБ, В. И. ИНЮТИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Несмотря на широкое распространение бесстыкового пути на Белорусской железной дороге остается достаточное протяжение участков, где укладываются рельсовые стыки: уравнильные пролеты; кривые малого радиуса; участки между стрелочными переводами на станции; участки пути в районах добычи полезных ископаемых. Для устранения просадок, возникающих в стыках, применяются прокладки, укладываемые под подошвы шпал в подрельсовом сечении, что является эффективным способом устранения просадок при текущем содержании пути [1]. Подшпальные прокладки изготавливаются из резины, в состав которой входит каучук, имеющий высокую стоимость [2]. При этом для снижения стоимости прокладок и повышения их надежности наиболее рационально применять для их изготовления композиционные материалы на основе промышленных отходов, образующихся на предприятиях Республики Беларусь.