

В. В. РИБКІН, В. В. ЦИГАНЕНКО, О. В. ГУБАР (ДІПТ), Н. В. ХАЛІПОВА (Академія митної служби України, Дніпропетровськ)

АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ РОЗСЛІДУВАННЯ СХОДІВ РУХОМОГО СКЛАДУ В КРИВИХ ДІЛЯНКАХ КОЛІЇ РАДІУСОМ МЕНШЕ 350 м

В даній статті наведені результати аналізу сходів рухомого складу в кривих ділянках колії, що мали місце на залізницях України. Досліджено розподіл сходів за факторами впливу, такими як: радіус кривої, швидкість руху рухомого складу, тип рухомого складу, що зіштов, та причини сходів. Також проведено аналіз стану колії в кривих ділянках за даними вагонів-колієвимірювачів.

В данной статье приведены результаты анализа сходов подвижного состава в кривых участках пути, которые имели место на железных дорогах Украины. Исследовано распределение сходов по факторам воздействия, таким как: радиус кривой, скорость движения подвижного состава, тип подвижного состава, который сошел, и причины схода. Также проведен анализ состояния пути в кривых участках по данным вагонов-путеизмерителей.

The results of analysis of the rolling stock derailment in curve track sections, which took place on Ukrainian railways, are presented. The distribution of derailments under influence factors such as: the curve radius, the rolling stock speed, the type of a rolling stock derailed, and the derailment causes has been investigated. Also the analysis of track condition in curve sections according to the data of track measuring cars has been carried out.

Вступ

На залізницях України щороку трапляються сходи з рейок рухомого складу, значна частина яких відбувається у кривих ділянках колії.

При розслідуванні таких подій виявляється відхилення III-IV ступеня від встановлених норм утримання колії, які визначаються основними або супутніми причинами сходів. Зважаючи на те, що допустимі швидкості руху при відступах III-IV ступенів у розслідуваних випадках, як правило, не були перевищені, виникає потреба більш детального дослідження взаємодії рухомого складу і колії в кривих радіусом менше 350 м. Метою цього дослідження є визначення зв'язку між параметрами будови колії в крутих кривих, швидкістю і показниками безпеки руху.

Матеріали розслідування сходів рухомого складу в кривих ділянках колії радіусом менше 350 м

Кафедрою «Колія та колійне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна були проаналізовані сходи, що мали місце на залізницях України, починаючи з 1994 року. Було зібрано матеріали розслідувань сходів рухомого складу з шести залізниць: Донецької, Львівської, Одеської, Південної, Південно-Західної та Придніпровської залізниць. Разом 78 сходів.

З матеріалів розслідування сходів рухомого складу були вибрані дані стосовно радіусу та

підвищення зовнішньої рейки ділянки колії, на якій мав місце схід, встановленої швидкості на дільниці руху та швидкості рухомого складу у момент сходу, виду рухомого складу, що зіштов, та причини сходу.

До аналізу не бралися сходи, що були викликані помилками працівників залізниць, випадкові технічні відмови – злами деталей і т.п.

З відібраних до аналізу випадків у 12 причиною сходів є недоліки у рухомому складі, порушення у розміщенні і кріпленні вантажів, завантаження вагонів більше норми і перевищення швидкостей руху. Ці випадки сходів не аналізувалися в рамках даного дослідження.

Розподіл сходів рухомого складу за факторами впливу

Розподіл сходів рухомого складу по залізницях наведено в табл. 1.

Більшість сходів сталося на Південно-Західній та Львівській залізницях, відповідно 29 і 25 сходів.

На залізницях України значна частина сходів рухомого складу з рейок має місце в кривих різного радіуса.

В першу чергу, слід відзначити, що переважна більшість сходів рухомого складу сталася в кривих радіусом менше 200 метрів – 35 випадків або 45 % від загальної кількості сходів. Загальна картина розподілу наведена у табл. 2.

Пояснення такого розподілу сходів в кривих слід шукати в аналізі показників взаємодії рухомого складу і колії в кривих і стану колії за

даними вагонів-колієвимірювачів і натурних обстежень кривих ділянок різного радіуса.

Сходи рухомого складу в кривих в переважній більшості випадків сталися при невисоких швидкостях руху (див. табл. 3).

Таблиця 1

Розподіл сходів по залізницях

Залізниця	Кількість випадків
Донецька	3
Львівська	25
Одеська	9
Південна	8
Південно-Західна	29
Придніпровська	4

Таблиця 2

Розподіл сходів в залежності від радіусу кривих

Радіус кривих	Кількість випадків	Відсоток від загальної кількості
до 200 м	35	45 %
від 201 до 350 м	26	33 %
від 351 до 650 м	8	10 %
від 651 м і вище	6	8 %

Таблиця 3

Розподіл сходів в залежності від швидкості руху

Швидкість руху	Кількість випадків	Відсоток від загальної кількості
до 20 км/год	56	77 %
від 21 до 40 км/год	9	12 %
від 41 км/год. і вище	5	6 %

За таких низьких швидкостей руху динамічні ефекти у вигляді додаткових сил від коливань рухомого складу, що виникають при проходженні нерівності колії, не можуть бути основними чинниками у сходах рухомого складу з рейок. Тут слід враховувати змінний режим руху, поштовхи при маневрах, які викликають додаткові поздовжні і поперечні сили, перекоси візків у плані і перерозподіл вертикального навантаження на рейку від коліс рухомого складу.

Та обставина, що 77 % сходів сталося при швидкості до 20 км/год, пояснюються тим, що вони мали місце, в основному, на станціях при проведенні маневрів і менша частина - на перегонах.

Сходи в кривих мали місце з різними типами локомотивів і вагонів. Вони наведені в табл. 4.

Тут розглядаються лише сходи, що пов'язані з недоліками в колійному господарстві. В семи випадках причиною сходів названо знос і викришування гостряків, порушення норм утримання стрілочних переводів за шириною колії, ординатами перевідної кривої, відбоями рейкової нитки. Сходи, що сталися в межах перевідної кривої стрілочних переводів, розглядаються нами як сходи в кривих відповідного радіуса, інші сходи не розглядалися.

Сходи в кривих ділянках колії в матеріалах чинами, наведеними у табл. 5.
розслідування пояснюються наступними при-

Таблиця 4

Розподіл сходів за типами скіпажів

Тип рухомого складу	Кількість випадків
Локомотиви: разом	40
у тому числі ЧМЕЗ	22
М62	1
2М62	5
ВЛ80	7
ВЛ11	2
ВЛ60	1
ЄР2	1
ЧС4	1
Крани: разом	3
Вагони: разом	30

Таблиця 5

Розподіл сходів в залежності від причин

Причина сходу за матеріалами розслідувань	Кількість випадків
звуження колії	2
розширення колії	3
кути в плані (велика різниця стріл вигину в сусідніх точках)	8
порушення відводу рівня	11
перекоси	5
відступи від норм утримання перевідної кривої на стрілочних переводах	6
сукупність порушення норм утримання колії	5
незадовільне утримання колії	1
невписування рухомого складу в криві радіусом від 78 до 200 м	7
неправильне встановлення підвищення зовнішньої рейки в кривих	5
кущова непридатність шпал	3

З цього переліку видно, що основними причинами сходів найчастіше вважається порушення норм по крутизні відводів підвищення рейок в кривих, велика різниця стріл вигину в суміжних точках, неправильне встановлення підвищення зовнішньої рейки в кривих. В багатьох випадках сходів у колії зафіксовані відхилення одночасно за кількома параметрами. Найчастіше сходи відбувалися шляхом перекошування гребеня колеса через головку рейки.

Аналізуючи дані, слід звернути увагу на невідповідність між радіусами кривих, підвищеннями зовнішньої рейки і встановленою швидкістю руху. Так, на Львівській залізниці в кривих радіусом 200 м встановлена швидкість 15 км/год. при підвищенні зовнішньої рейки 50 і 60 мм, 40 км/год. при підвищенні 40 мм і 25 км/год. при підвищенні 0 мм. При цьому непогашені поперечні прискорення можуть бути від $-0,29 \text{ м/с}^2$ до $+0,37 \text{ м/с}^2$. Фактичні швидкості

руху були приблизно в 2 рази менше встановленої. Подібні невідповідності мають місце і на інших залізницях.

Разом з тим викликає заперечення, коли причиною сходу називається швидкість руху менше встановленої, наприклад, 12 км/год. при встановленій швидкості 25 км/год., або перевищення швидкості руху 5 км/год. при встановленій – 3 км/год.

Викликає заперечення і твердження, що причиною сходу вагона на Південній залізниці є недостатнє підвищення зовнішньої рейки в кривій радіусом 200 м при швидкості 4 км/год. Доречи, на стрілочних переводах марки 1/9 радіус кривої 200 м, підвищення 0 мм і допустима швидкість становить 40 км/год.

Сумнівними причинами сходів є кути в плані, перекоси і відступи за рівнем III ступеня при швидкості руху до 25 км/год., бо за нормами [1] на ділянках з такими відступами дозволяється рух із значно більшими швидкостями, і ряд інших.

Відсутність викладених у матеріалах службового розслідування аргументації і розкриття механізмів впливу недоліків у стані колії і рухомого складу на його рух і сходи з рейок справляють враження незакінченості розсліду-

вання. Виконана тільки початкова стадія розслідування – зафіксовано стан колії і рухомого складу. Подальшим кроком повинен бути аналіз з розрахунками, що показали б, у який спосіб недоліки приводять до появи сил, здатних підняти колесо вище головки рейки і перемістити його в сторону.

Такого аналізу, на жаль, не проводиться.

Аналіз стану колії в кривих ділянках за даними вагонів-колієвимірювачів

Проведено аналіз стану 114 кривих радіусом менше 350 м за даними вагонів-колієвимірювачів і вибіркове натурне обстеження окремих кривих. Серед них радіусом до 179 м – 9 кривих, від 180 м до 199 м – 3 кривих, від 200 м до 299 м – 80 кривих, від 300 м до 350 м – 22 криві.

Виділені основні відхилення в стані кривих III – IV ступенів [1] за рівнем, напрямом у плані рейкової нитки, шириною колії та осіданням рейкової нитки.

В результаті аналізу відхилення в стані кривих III – IV ступенів за рівнем можливо привести розподіл відступів в утриманні рівня на 1 км колії в кривих ділянках (табл. 6).

Таблиця 6

Розподіл відхилення в стані кривих III – IV ступенів за рівнем на 1 км

Радіус	Кількість кривих	Довжина, м	Разом відступів на 1 км		
			III ст.	IV ст.	V ст.
менше 179 м	9	1925	5.7	4.2	3.1
від 180 м до 199 м	3	845	8.3	3.6	1.2
від 200 м до 299 м	80	24169	6.3	2.9	1.5
від 300 м до 350 м	22	5943	6.4	2.0	0.7

З табл. 6 видно, що при зменшенні радіусу кривих кількість відступів за рівнем IV та V ступенів збільшується.

За даними відхилення в стані кривих III – IV

ступенів за напрямом у плані розробляється розподіл відступів в утриманні колії за напрямом у плані на 1 км колії в кривих ділянках, що наведений у табл. 7.

Таблиця 7

Розподіл відхилення у стані утримання кривих III – IV ступенів за напрямом у плані на 1 км колії

Радіус	Кількість кривих	Довжина, м	Разом відступів на 1 км		
			III ст.	IV ст.	V ст.
менше 179 м	9	1925	8.3	8.3	6.8
від 180 м до 199 м	3	845	4.7	5.9	1.2
від 200 м до 299 м	80	24169	6.3	5.8	2.4
від 300 м до 350 м	22	5943	8.7	5.4	0.8

З табл. 7 видно, що при зменшенні радіусу кількість відступів за напрямом у плані IV і V ступенів збільшується.

З відхилення в стані кривих III – IV ступенів за шириною колії отримуємо розподіл відступів в утриманні колії за шаблоном на 1 км колії в кривих ділянках (табл. 8).

Таблиця 8

Розподіл відхилення у стані утримання кривих III – IV ступенів за шаблоном на 1 км колії

Радіус	Кількість кривих	Довжина, м	Разом відступів на 1 км		
			III ст.	IV ст.	V ст.
менше 179 м	9	1925	0.5	0.5	0.5
від 180 м до 199 м	3	845	4.7	0.0	0.0
від 200 м до 299 м	80	24169	0.9	0.7	1.0
від 300 м до 350 м	22	5943	2.4	1.0	1.3

З табл. 8 видно, що кількість відступів за шаблоном III ступеню найбільша в кривих ділянках колії з радіусом від 180 до 199 м.

З відхилення в стані кривих III – IV ступенів по осіданнях рейкової нитки отримуємо розподіл відступів в утриманні колії по осіданню рейкової нитки на 1 км колії в кривих ділянках (табл. 9).

Таблиця 9

Розподіл відхилення у стані утримання кривих III – IV ступенів по осіданню рейкової нитки на 1 км колії

Радіус	Кількість кривих	Довжина, м	Разом відступів на 1 км		
			III ст.	IV ст.	V ст.
менше 179 м	9	1925	3.1	0.0	0.0
від 180 м до 199 м	3	845	1.2	0.0	0.0
від 200 м до 299 м	80	24169	2.7	0.2	0.0
від 300 м до 350 м	22	5943	2.2	0.2	0.0

З табл. 9 видно, що кількість відступів по осіданню III ступеню найбільша в кривих ділянках колії з радіусом до 180 м., а кількість відступів IV і V ступенів – незначна в загальному порівнянні.

Загальна картина розподілу відступів III – V ступенів на 1 км в залежності від радіусу кривих наведена у табл. 10 та рис 1.

Висновки

Проаналізовані дані показують, що основна частина сходів має місце на станціях в кривих малого радіусу при виконанні маневрових робіт. В більшості випадків сходили з рейок локомотиви з тривісними візками.

Таблиця 10

Розподіл відхилення в кривих ділянках III – IV ступенів за нормами утримання на 1 км колії

Радіус	Кількість кривих	Довжина, м	Разом відступів на 1 км		
			III ст.	IV ст.	V ст.
менше 179 м	9	1925	17.7	13.0	10.4
від 180 м до 199 м	3	845	18.9	9.5	2.4
від 200 м до 299 м	80	24169	16.2	9.7	5.0
від 300 м до 350 м	22	5943	19.7	8.6	2.9

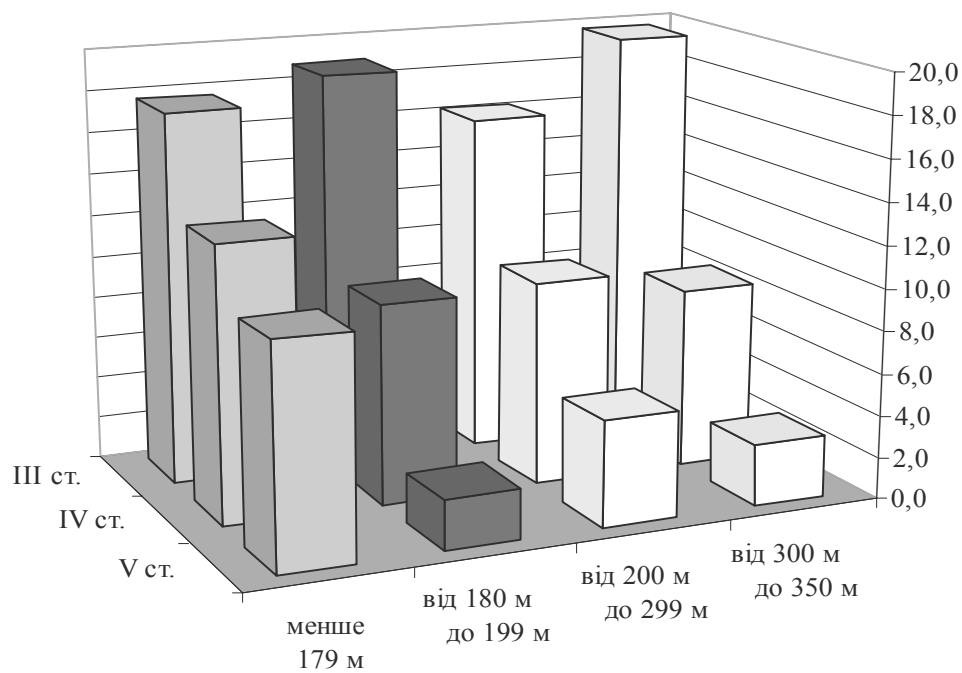


Рис. 1. Розподіл відхилення в кривих ділянках III-IV ступенів на 1 км колії

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірювальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при

відступах від норм утримання рейкової колії [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2005. – С. 33.

Надійшла до редколегії 26.08.2008.