

УДК 528.482.3,625.11,624.127

ХАРАКТЕР ТА ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ НА ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ 115^{ТОГО} КМ ДІЛЯНКИ ДЕЛЯТИН-РАХІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

Серант О.В., Ярема Н.П., Приступа О.Д.
Національний університет «Львівська політехніка»

Серант В.М.
Лабораторія діагностики залізничної колії
Регіональної філії «Львівська залізниця»,
ПАТ Укрзалізниця

Безпека транспортної інфраструктури та її розвиток є надзвичайно важливими, особливо для території Українських Карпат, де є значний потік туристів. Особливістю залізничного полотна в гірських регіонах є необхідність побудови різноманітних підпірних та протизмивних стінок. Тому для безпеки руху, необхідний постійний моніторинг за такими об'єктами. Проаналізовано причини виникнення зсувних процесів. Приведено результати геодезичних спостережень за укріплювальними спорудами земляного полотна на 115^{тому} км дільниці Делятин-Рахів.

Ключові слова: залізниця, захисні та укріплювальні споруди, підпірні стінки, зсуви, деформації.

Постановка проблеми. Важливим аспектом для розвитку економіки України є туристичний бізнес, особливо привабливими для туристів є Українські Карпати. Необхідно звернути особливу увагу на розвиток та безпеку транспортної інфраструктури цього регіону. Особливістю залізничного полотна в гірських регіонах є необхідність побудови різноманітних підпірних та протизмивних стінок. Тому для безпеки руху, необхідний постійний нагляд за такими об'єктами. Особливо небезпечна ділянка залізничної колії знаходиться між курортами Ясиня і Кваси. Дільниця Делятин-Рахів споруджена ще в 1895 році.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз сучасних наукових публікацій показав, що проблеми руйнування захисних споруд залізничної колії потребують значної уваги, оскільки 30% деформацій земляного полотна пов'язано з руйнуванням укріплювальних споруд [4]. Зміщення великих мас землі на косяках, де розміщено земляне полотно, створює загрозу безпеці руху поїздів і викликає нерідко величезні витрати на ліквідацію наслідків зсувів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми формулювання цілей статті. Вивчення навантаження на захисні споруди з метою своєчасного виявлення змін та запобігання негативних наслідків, змін геологічних умов під впливом природно-техногенних факторів небезпечних геологічних процесів і явищ, удосконалення проведення геодезичних та геологічних досліджень.

Мета статті. Головною метою є дослідження технічного та напружено-деформованого стану укріплювальних споруд земляного полотна на 115 км дільниці Делятин-Рахів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Залізниця Галичини – одні з найстаріших в Україні, їх початки сягають середини ХІХ ст., коли в Західній Європі бурхливо розвивалися нові види транспорту. Так, ще у 1841 р. створено спеціальну «Програму у справах залізниць», згідно з якою залізниця поділялася на державні й приватні. При цьому державними були всі залізниця, що відходили від Відня. До них відносилася і Галицька за-

лізниця (проект розроблено у 1840-1842 рр.). Південна лінія зі Львова проходила через Ходорів і Станиславів (тепер Івано-Франківськ) на Чернівці. У програмі вказувалося, що залізниця принесе велику користь усій Європі, а відносно Галичини був зроблений висновок, що залізниця їй необхідна для розвитку промисловості, вивезення сировини та сільськогосподарської продукції [3, с. 9]. У 1859 р. розпочалося будівництво залізниць з Перемишля до Львова протяжністю 98,6 км. В 1870 р. у Відні був детально розроблений проект Карпатської магістралі, метою якої було з'єднання угорської столиці Пешта (тепер частина Будапешту) з Одесою через Мішкольц, Сигет, Коломию, Чернівці, Ясси і Кишинів. Будівництво колії біля Воловецького перевалу для поєднання Львова та Пешту було розпочато 1872 р. [3, с. 192-196].

Наступним кроком для об'єднання Східної Європи з Центральною та Західною було будівництво лінії Станиславів – Вороненка з галицького боку та Бочко (тепер Великий Бичків) – Керешмезе (тепер Ясиня) – з півдня. Будівництво лінії Станиславів – Вороненка розпочалося у 1893 р. Відкриття залізничної лінії Станиславів – Вороненка відбулося 19 листопада 1894 р. Загалом залізниця не лише покращили транспортне забезпечення регіону, але й змінили структуру місцевих трудових ресурсів, дали поштовх до розвитку промисловості та туризму.

З того часу залізниця продовжувала розвиватися, але однаково важливим є цілорічне проведення планових робіт з дослідження, ремонту та укріплення штучних споруд, земляного полотна. Через інтенсивне вирубування у Карпатах лісу при таненні снігу і сильних опадах відбувається значне замулювання водовідвідних споруд, а також водовідвідних і нагірних каналів. Вода, яку раніше затримували дерева, стрімко сходять у річки. Їх басейни переповнюються і створюють загрозу розмиву і підмиву залізничних об'єктів, значна кількість яких збудовані ще за часів Австро-Угорщини і до теперішнього часу не надто міцні. Наприклад, після сильних дощів на Буковині у 2010 р. за короткий період часу стався великий підйом води. У результаті були розми-

ті берегоукріпні споруди, забиті труби великого діаметру, зруйновано майже 150-літній міст неподалік станції Вадул-Сірет [6]. Івано-Франківська область вирізняється серед інших областей України високою динамікою розвитку приповерхневої частини геологічного середовища, обумовленою дією як внутрішніх (ендогенних) сил Землі, так і зовнішнім впливом природних (екзогенних) та антропогенних чинників.

Згідно зі схемою сейсмічного районування досліджувана ділянка входить у межі 7-8-бальної зони (рис. 1). Зсувні процеси особливо широко розвинуті в передгірських і гірських районах, тут також розміщені основні деформуючі горизонти (рис. 2), як видно з карти район досліджень знаходиться в частині нашої держави, де відбувається найбільше зсувів [7]. Гірська частина Івано-Франківської області майже повністю входить до зони активного розвитку селевих процесів [5].



Рис. 1. Схема сейсмічного районування України (червоним овалом позначено розташування району досліджень)



Рис. 2. Поширення зсувів на території України [7] (червоним овалом позначено розташування району досліджень)

Для розвитку туризму особливо привабливими є Українські Карпати. Тому надзвичайно важливими є транспортна інфраструктура та безпека перевезень пасажирів. Особливо небезпечна ділянка залізничної колії знаходиться між курортами Ясиня і Кваси. Дільниця Делятина-Рахів споруджена в 1895 році. З Яблунецького перевалу залізниця спускається в долину р. Чорна Тиса та її долиною прокладена до державного кордону, адміністративно відноситься до Івано-Франківської та Закарпатської областей (рис. 3).

Територія характеризується значною розчленованістю рельєфу (гірська місцевість), колія

перетинає значну кількість обвальних та селенебезпечних місць, спостерігаються високі швидкості течій гірських річок та струмків з паводковим характером стоку, що є причиною розмиву берегів і руйнування інженерних споруд.

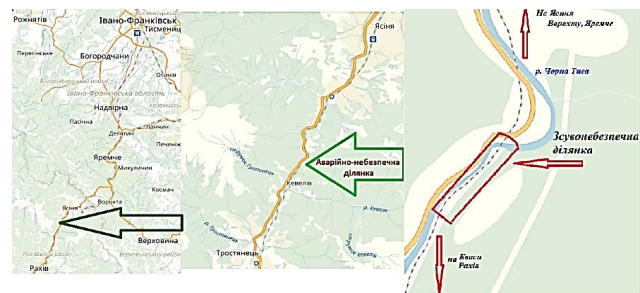


Рис. 3. Схема розташування особливо небезпечної ділянки

У геоморфологічному відношенні описана територія знаходиться у межах гірських масивів Свидовець-Чорногора. Денна поверхня характеризується високим ступенем розчленованості рельєфу, для неї притаманне чергування глибоко врізаних (ерудованих) ярів, балок, улоговин, форма поперечного перерізу русел цих струмків зазвичай V-подібної, або U-подібної форми, що може свідчити про значні вертикальні рухи у відносно недалекому геологічному минулому. Для даної території характерні часті сходження селевих потоків, що часто можуть носити катастрофічний характер. В межах високогірних вершин гірського масиву Чорногора притаманні альпійські форми рельєфу [8].

На віддалі 115 км від Делятина (по колії) залізниця прокладена по вузькій ущелиноподібній долині річки (висота над рівнем моря ≈ 500 м), по підшві схилу значної крутизни (до 35°) у вигляді півнасіпу з облаштуваннями: низова підпірно-протирозмивна стінка та верхова підпірна стінка. По правому схилу ріки прокладена автомобільна дорога (рис. 4) – по підніжжю гори висота якої досягає більше 1000 м, над рівнем моря. По лівому березі річки проходить залізнична колія по підніжжю гори висота якої досягає більше 1100 м, верхова підпірна стінка захищає залізничну колію від селевих потоків та зсуву гірських порід, а низова підпірна стінка захищає земполотно залізничної колії від руйнувань, які може спричинити швидкоплинна течія річки Чорна Тиса на крутих гірських поворотах. Від руйнівного впливу річки на автомобільну дорогу національного значення Н09, що проходить через Хуст, Рахів, Яблунецький перевал, Яремче, Ів. Франківськ, також захищає підпірна стінка з габіонних блоків.

Відомо, що під час катастрофічної повені 1927 р., яка супроводжувалась потужними селевими потоками, низова стінка була частково зруйнована. Відбудовчі роботи продовжувались близько чотирьох років. Стінка набула сучасного вигляду і з тих часів працює без капітального ремонту.

У процесі експлуатації неодноразово відбувались високі повені. Відновлювально-відбудовчими роботами річище р. Чорна Тиса в межах зазначеної ділянки постійно звужувалось, що зумовило скерування русла ріки в сторону залізничного полотна. У руслі річки для зменшення енергії потоку були влаштовані дерев'яні гаси-

телі, які на даний час повністю зруйновані. Як наслідок цього – активізувалися процеси донної і бокової ерозії вздовж підпірно-протирозмивної стінки, що призводить до руйнування рисберми і підмиву стінки в нижній частині.



Рис. 4. Фото частини небезпечної ділянки

Завдяки систематичним оглядам працівниками львівської залізниці та інженерно-геологічними обстеженнями були виявлені деформації земляного полотна та його облаштувань:

– переміщення мас ґрунту лівого крутосхилу в сторону пониження рельєфу, що привело до руйнування сухої кам'яної кладки і лотка, до деформацій верхових і низової стінок (рис. 5);



Рис. 5. Руйнування сухої кам'яної кладки і лотка верхової підпірної стінки

– руйнування кладки низової стінки сталося по центру, де на стінку діє максимальний зсувний тиск ґрунтів схилу, які мають максимальну потужність рихлих відкладень (до 5,0-6,0 м), а падіння покривлі корінних порід і поверхні зміщення до 35°;

– до руйнування стінок веде інтенсивне стікання вод зі схилу;

– руйнування водобійної стінки та гасителів надмірної кінетичної енергії потоку привело до значного пониження дна русла річки і як наслідок, сильно, а місцями і повністю, зруйнована рисберма, яка вже не виконує своїх захисних функцій;

– спорудження протирозмивних стінок автодороги значно звузило русло річки і як наслідок привело до збільшення швидкості водного потоку.

– поверхня бетонної частини стінки розморожена з утворенням раковин до 0,5-0,6 м (рис. 6).



Рис. 6. Пошкоджена бетонна частина низової стінки

Інженерно-геологічною базою дорожньої лабораторії діагностики залізничної колії ведуться інструментальні геодезичні спостереження за проявом деформацій укріплювальних споруд земляного полотна на 115 км ПК 7-10 ділянки Делятин-Рахів.

Вимірювання проводились відносно локальної мережі, яка складається із трьох геодезичних пунктів закладених на березі річки, протилежно до залізничної колії. Координати пунктів визначені в умовній системі. По всьому периметру укріплювальних стінок зафіксовані геодезичні марки, за якими ведуться спостереження з 2005 р.

У таблицях 1, 2 наведені результати інструментальних геодезичних спостережень за період з 2013 по 2015 р.

Таблиця 1
Дослідження лівої
верхової стінки

Горизонтальні переміщення, мм/рік			
марка	2013 рік	2014 рік	2015 рік
1	2	16	10
10	1	10	-
11	1	14	-
12	-	-	7
13	2	17	18
14	-	10	15
8	1	11	7
16	-	-	22

Таблиця 2
Дослідження правої
низової стінки

Горизонтальні переміщення, мм/рік			
марка	2013 рік	2014 рік	2015 рік
2	-	-	9
3	1	10	11
4	1	15	12
5	2	23	-
6	-	12	10
7	-	10	9
8	2	13	-
15	1	11	-

Джерело: розроблено авторами

На час проведення вимірювань деякі із закладених марок були знищені, або їх стан був незадовільний, тому, як видно з таблиць, на таких марках вимірювання не проводилися.

Визначено горизонтальні зміщення марок за період з 2013 по 2015 р. Величини зміщень коливаються від 1 до 23 мм/рік. За результатами спостережень побудовано відповідні графіки горизонтальних зміщень – для прикладу наведе-

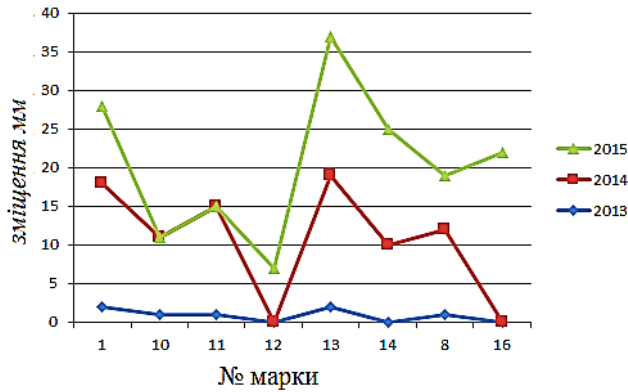


Рис. 7. Горизонтальні переміщення марок лівої верхньої стінки, мм/рік

Джерело: розроблено авторами

но горизонтальні зміщення марок лівої верхньої підпірної стінки (рис. 7), та правої низової стінки (рис. 8), за якими можна зробити висновок, що останнім часом зсувні процеси активізувалися, особливо це видно на марках 1, 8, 11, 13, 14 лівої верхньої стінки, та на марках 3, 4, 6 правої низової стінки.

Висновки з даного дослідження та перспективи. У статті вказано, що особливо небезпечна ділянка знаходиться в сейсмічноактивній та зсувонебезпечній частині Карпат, має складну геологічну будову. Також збільшує навантаження на укріплювальні споруди максимальний зсувний тиск ґрунтів схилу, які мають значний перепад висот – більше 600 м під ухилом до 35°.

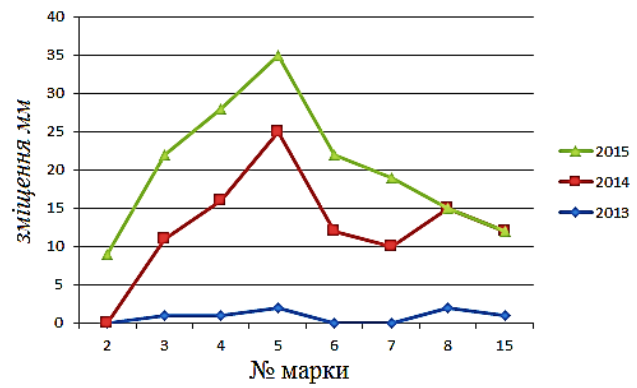


Рис. 8. Горизонтальні переміщення марок правої низової стінки, мм/рік

Джерело: розроблено авторами

Для визначення деформацій на даному об'єкті пропонуємо проводити систематичні геодезичні спостереження марок з обов'язковою прив'язкою пунктів локальної мережі до пунктів державної геодезичної мережі. Необхідно відновити зруйновані геодезичні марки, обов'язково проводити подальші геодезичні спостереження на всіх існуючих марках із періодичністю не рідше ніж 2 рази в рік, що дасть можливість більш детально дослідити причини та природу таких рухів. Оскільки є велика загроза зсувообвальних процесів, які можуть призвести до блокування залізничного та автомобільного сполучення цих напрямків, що заподіє значну шкоду для держави в цілому.

Список літератури:

1. Клапчук В. Залізничні галичини Вісник Прикарпатського університету. Історія. Випуск 22, 2012, ст. 10-20.
2. Львівська залізниця: Історія і сучасність / [П. Є. Гранкін, П. В. Лазечко, І. В. Сьомочкін, Г. І. Шрамко]. – Львів: Центр Європи, 1996. – С. 9-135.
3. Gostkowski R. Jak Galicya przyszła do kolej żelaznych / R. Gostkowski. – S. 173, 192-196.
4. Деформація, пошкодження і руйнування земляного полотна [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://ferrum.at.ua/publ/konstrukcija_zaloznichnoji_koliji_i_jogo_zmist
5. Всеукраїнська експертна мережа. Івано-Франківська обл. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.experts.in.ua/regions>
6. Юник І. Для попередження загрози. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.magistral-uz.com.ua/articles/vesennij-proryv.html>
7. Екзогенні геологічні процеси [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://geoinf.kiev.ua/ekzohenni-geolohichni-protsezy/>
8. Геологічна карта України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://geoinf.kiev.ua/wp/Interaktyvna-geolohichna-karta-Ukrayiny.htm>

Серант О.В., Ярема Н.П., Приступа О.Д.

Национальный университет «Львовская политехника»

Серант В.М.

Лаборатория диагностики железнодорожного пути
Регионального филиала «Львовская железная дорога»,
ПАО Укрзалізниця

ХАРАКТЕР И ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОЦЕССОВ СДВИГА НА ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ 115-ТОГО КМ УЧАСТКА ДЕЛЯТИН-РАХОВ ЛЬВОВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Аннотация

Безопасность транспортной инфраструктуры и ее развитие очень важны, особенно для территории Украинских Карпат, где имеет место значительный поток туристов. Особенностью железнодорожного полотна в горных регионах является необходимость построения различных подпорных и противосмывных стенок. Поэтому для безопасности движения, необходим постоянный мониторинг за такими объектами. Выполнен анализ причин возникновения оползневых процессов. Приведены результаты геодезических наблюдений за укрепляющими сооружениями земляного полотна на 115-том км участка Делятин-Рахов.

Ключевые слова: железная дорога, защитные и укрепительные сооружения, подпорные стенки, сдвиги, деформации.

Serant O.V., Yarema N.P., Prustupa O.D.

National University «Lviv Polytechnic»

Serant V.M.

Laboratory of Railway Track Diagnostics
Regional Branch «Lviv Railways»,
PAT «Ukrzaliznytsia»

APPROACH AND CAUSES OF OCCURRENCE THE LANDSLIDES ON THE PROTECTIVE CONSTRUCTION ON 115 KM THE SECTION OF DELYATYN–RAKHIV OF LVIV RAILWAY

Summary

The development and margin of safety of transport infrastructure in the Ukrainian Carpathians is extremely important. The necessity to construct various protective walls is the peculiarity of the railway in mountainous regions. Therefore, for the sake of safety of moving traffic there is the necessity the continuous monitoring of such objects. Analysis of causes of occurrence of the landslides was carried out. The results of geodetic observations at reinforcement roadway construction on 115 km section Delyatyn-Rakhiv were given.

Keywords: railway, protective and reinforcement structures, protective walls, landslides, deformations.