

В. А. Янін*Державний університет інфраструктури та технологій,
Київський інститут залізничного транспорту, Київ, Україна***ІНЖЕНЕР КАТЕРИНИНСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ М. О. ДОЛГОВ
(1871–1919): ВНЕСОК У РОЗВИТОК ТЕХНІЧНОГО
ПРОГРЕСУ КОЛІЙНОГО ГОСПОДАРСТВА**

E-mail: volodymyrjanin@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6299-8924>

Анотація. Статтю присвячено висвітленню внеску М. О. Долгова в розвиток залізничного транспорту. Проаналізовані основні етапи його життєдіяльності. Мета статті – висвітлити науковий шлях М. О. Долгова, створити образ вченого та інженера-залізничника на основі наявної історіографічної бази. Для досягнення мети дослідження використано історико-хронологічний, аналітико-синтетичний та біографічний методи. Доведено, що наукові праці та технічні пристрої вченого-інженера присвячені різним питанням техніки залізничного транспорту та пов'язані з процесами експлуатації залізниць, покращення організації руху потягів містять досліди й експерименти в сфері функціонування Катерининської залізниці. З'ясовано, що М. О. Долгов опублікував низку статей про актуальні питання служби руху (рухомого складу та залізничної колії). Загалом, наукові дослідження вченого були проведені в контексті завдань інженерної науки (остання чверть ХІХ – поч. ХХ століть). Творча діяльність М. О. Долгова умовно поділена нами на 6 основних частин: 1) стійкість земляного полотна; 2) проблеми просідання колії; 3) значення функціонування рейок; 4) робота та значення рейкових шпал; 5) значення колійного баласту; 6) причини хитання паровозу. Його наукові праці становлять суттєвий внесок у розвиток технічного прогресу на залізничному транспорті. Завдяки цим працям М. О. Долгов іще за життя став відомим вченим та інженером-залізничником Катерининської залізниці. У статті простежено зв'язок М. О. Долгова з тимизадами, які спричинили його інтерес до інженерного мистецтва, зокрема вплив на доробок вченого ідей і концепцій М. В. Остроградського, Д. І. Журавського, М. А. Белелюбського, С. Д. Карейші, М. І. Липина, М. С. Філоненка (вихідців із України), О. П. Бородіна, П. П. Мельникова, М. О. Крафта, М. Є. Жуковського та інших. Йому належить низка праць, присвячених будівництву залізничних колій, зокрема, розвитку інфраструктури залізничного транспорту. Інженер проводив випробування верхньої будови колії та розробляв пристрої для її експериментальних вимірювань. Його експерименти були спрямовані на покращення технічних характеристик залізничної колії. Ідеї та технології М. О. Долгова використовують і сьогодні, що гарантує безпеку руху потягів, збільшує пропускну здатність і забезпечує комфорт пасажиром на залізницях. У своїх дослідженнях М. О. Долгов користувався методом безперервних спостережень.

Ключові слова: М. О. Долгов, залізничний транспорт, служба колії, наука, техніка

V. A. Yanin*State University of Infrastructure and Technologies, Kyiv, Ukraine***ENGINEER OF KATERYNINSKA RAILWAY M. O. DOLGOV
(1871–1919): IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF THE
TRACK MANAGEMENT TECHNICAL PROGRESS**

Abstract. The purpose of the article is to show the impact of M. O. Dolgov on the development of railway transport of Ukraine while it was under Russian influence. The main stages of his life are analyzed. The purpose of the article is to show the scientific path of M. O. Dolgov, to create the

image of scientist and engineer based on the available historiographical base. To achieve this goal historical-chronological, analytic-synthetic, and biographical methods were used. It was proven that scientific works and technical devices of the engineer-scientist, that were dedicated to the various issues of the railway transport and related to the processes of the railway usage and trains movement, contain researches and experiments within the scope of the Katerynynska railway functioning. It was found out that M. O. Dolgov published a wide variety of works regarding the relevant issues of rolling stock and railway track. Overall, his researches were performed in the context of the engineering goals and tasks of the last quarter of the XIX – beginning of the XX century. Scientific work of M. O. Dolgov could be conditionally divided into six parts: 1) stability of the ground canvas; 2) problem with the subsidence of the track; 3) importance of the rail operation; 4) importance and work of the railroad ties; 5) importance of the track ballast; 6) reasons for the rocking of the steam locomotive. His scientific works considerably influenced the technical progress of railway transport. Due to them M. O. Dolgov gained recognition as a scientist and railway engineer of Katerynynska railway. In this article we also tracked the relation between M. O. Dolgov and the basics, which caused his interest to engineering, in particular under the influence of M. V. Ostrohradskyi, D. I. Zhuravskyi, M. A. Beleliubskyi, S. D. Kareisha, M. I. Lypyn, M. S. Filonenko (Ukrainian natives), and russians O. P. Borodin, P. P. Melnykov, M. O. Kraft, M. E. Zhukovskyi, and others. M. O. Dolgov is also an author of the various works dedicated to the construction of the railways, especially development of the railways infrastructure. The scientist conducted a range of experiments and created different appliances for the measuring of upper track parameters. His works were focused on strengthening the railway track. Ideas and techniques of M. O. Dolgov are used even today. They ensure the safety of movement, overall increase the bandwidth and comfort for the passengers on the railways. In his research M. O. Dolgov used the method of constant observation.

Key words: M. O. Dolgov, railway transport, track service, science, technics



Рис.1 Микола Омелянович Долгов (1874–1919)

Фото зі статті В. Костюченкової «Створювач „вічної колії“»

Вступ. Україна належить до країн зі значним розвитком залізничного транспорту, на який припадає основна частина вантажообігу та перевезень пасажирів. Вивчення окремих питань історії залізничного будівництва, становлення залізничної мережі в кінці XIX – на початку XX ст., зокрема, історії створення управління Південно-Західних залізниць, дає змогу глибше осмислити сучасний стан розвитку та рівень досягнень транспортної науки України. Функціонування залізниць сьогодні можна розглядати, з одного боку, як джерело вивчення історії розвитку вітчизняного залізничного транспорту. Значна роль у цих процесах належала видатним ученим-залізничникам і безпосередньо – М. О. Долгову, дослідження якого актуальні й для сьогодні.

Микола Омелянович Долгов – видатний український інженер-залізничник, який все своє коротке життя присвятив розвитку залізничної справи на теренах України. Він працював над нагальними проблемами залізничного транспорту: переймався проблемами зміцнення верхньої будови колії, захисту рейкової колії від снігових заметів та водних потоків навесні та після сильних злив, а також – полегшував працю працівників колії та, водночас, застерігав залізничну адміністрацію від недобросовісних та невідповідальних працівників.

Мета статті – аналіз науково-технічної спадщини та визначення внеску відомого вченого та інженера-залізничника М. О. Долгова в розвиток технічного прогресу колійного господарства.

Історіографія. Найбільш ґрунтовним дослідженням інженерної та організаційної діяльності М. О. Долгова в галузі залізничного транспорту, на сьогодні, залишається монографія М. О. Першина¹⁶. Творчість М. О. Долгова висвітлено в статті І. В. Лантуха

¹⁶ Першин С. П. Развитие сравнительно-путейного дела на отечественных железных дорогах. Москва: Транспорт. 1978. 296 с.

(2015)¹⁷. Ім'я М. О. Долгова часто згадується в монографії та статті О. М. Кривопішина, присвячених Південно-Західним залізницям¹⁸. Важливі свідчення про внесок М. О. Долгова в розвиток служби руху на залізницях є в монографії сучасного історика науки та техніки з м. Дніпра, докторав історичних наук С. С. Довганюка¹⁹. Низку вартісних статей про життя та діяльність М. О. Долгова ми віднайшли на сайтах Інтернету. Так, В. Костюченковою надруковано повідомлення «Створювач «вічної колії» (2021)²⁰, є в Інтернеті є дві безіменні публікації: «Секрет вічних залізничних шпал: історія успіху інженера Долгова» (2024)²¹ та «Чому бетонні шпали лежать під снігом і дощем по 50 років і не руйнуються: винахід інженера Миколи Долгова» (2021)²². Варто назвати наші статті²³.

Основний матеріал і результати. Однією з головних проблем, яку досліджував М. О. Долгов, було відведення атмосферної вологи, що потрапляє на поверхню залізничної колії. Доказом накопичення надмірної вологи є ріст болотної рослинності в кюветах та виїмках залізничних колій, що експлуатуються понад десять років. Вода, що накопичується на дні кювета, за законами випаровування, піднімається до підшви баласту. Ігнорування відведення атмосферної вологи від полотна виїмок призводить до того, що швидкий рух на таких ділянках стає небезпечним. Рух потягів після дощу призводить до швидкої деформації залізничного полотна на ділянках значної протяжності, що унеможливує проведення ремонтних робіт. Ось чому Микола Омелянович протягом тривалого часу вивчав умови роботи та різні конструкції верхньої будови колії та виявляв її серйозні недоліки. У своїй книзі «Конструктивні особливості рейкової колії» (1914) вчений, зокрема, розглянув взаємодію верхньої будови колії з потягивим навантаженням та вказав на необхідність спостережень за процесами, що відбуваються, за допомогою точних вимірювальних пристроїв²⁴. Так, на Пологівській дирекції (тепер – Запорізької області) ним було створено розрахунковий пристрій для визначення прогину рейок та ферм мостів під час тимчасового навантаження.

У 1913 р. Микола Омелянович Долгов створив більш досконалий вимірювальний візок. Це був самозаписувальний пристрій, який автоматично фіксував ширину колії, перевищення рейки та профіль колії. З появою візка Долгова, залізничники позбавилися від важкої ручної праці та отримали можливість вести вимірювання безперервно на будь якій ділянці колії²⁵.

¹⁷ Лантух І. В. Будівництво вітчизняної залізниці та розвиток її інфраструктури наприкінці XIX ст. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. 2015. № 27. С. 113–119.

¹⁸ Кривопішин О. М. Південно-Західні залізниці на теренах України в другій половині XIX століття: досвід акціонування та структурних перетворень: моногр. Ніжин: Аспект-Поліграф, 2012. 548 с.; Кривопішин О. М. Створення Південно-Західних залізниць. Часопис Української історії: зб. наук. стат. Київ. 2012. Вип. 23. С. 21–26.

¹⁹ Довганюк С. С. Володимир Миколайович Образцов: 1874–1949. Відп. ред. О. М. Пшінько. Київ: ТОВ НВП Поліграфістика. 2010. 328 с.

²⁰ Костюченкова В. Создатель «вечного пути». Газета «Центр города». 2021. С. 3 (centr goroda).

²¹ Секрет вечных железнодорожных шпал: история успеха инженера Долгова. URL: <https://www.ixbt.com/live/offtopic/sekret-vechnyh-zheleznodorozhnyh-shpal-istoriya-uspeha-inzhenera-dolgova.html>

²² Почему бетонные шпалы лежат под жарой и дождем по 50 лет и не разрушаются: изобретение инженера Николая Долгова. URL: https://pikabu.ru/story/pochemu_betonnyie_shpalyi_lezhat_pod_snegom_i_dozhdyom_po_50 лет_i_ne_razrushayutsya_izobretenie_inzhenera_nikolaya_dolgova_11216096.

²³ Янін В. А. М. О. Долгов (1871–1919) – автор унікальної технології будівництва залізобетонних шпал. *Історія освіти, науки і техніки в Україні*. Мат. XIX Всеукраїнської наукової конференції молодих учених та спеціалістів, м. Київ, 22–23 травня 2024 року. Вінниця: Твори. 2024. С. 112–114; Янін В. А. Питання снігоборотьби на українських землях у творчому доробку інженерів другої половини XIX – початку XX ст. *Історія науки і біографістика*. 2023. № 3. С. 230–245.

²⁴ Долгов Н. Е. Борьба со снегом на железных дорогах. Екатеринбург. 1909. 123 с.

²⁵ Долгов Н. Е. Основные законы переноса снега. *Совещание по вопросу в борьбе со снежными заносами*. Санкт-Петербург. 1913. С. 56–71.

Микола Омелянович, свого часу, розробив також основні положення вивчення верхньої будови колії²⁶. Коли в 1907 р. було відкрито Пологівську дощомірну мережу з вивчення дощових злив, основою якої були безперервні спостереження, то було прийняте рішення паралельно проводити спостереження стійкості залізничної колії, за принципом неперервності. Інженер М. О. Долгов вважав, що лише за допомогою цього методу, за допомогою безперервно записувальних приладів, можна в будь-який момент визначити положення паровоза, величину прогину рейки чи відстань між костилем та рейкою, зсув рейки в кривій, відносне переміщення рейки в стику тощо. Він був переконаний, що багато невідомих факторів, які беруть участь у явищі взаємодії колії та паровоза, найімовірніше, можуть бути виявлені за допомогою неперервних діаграм. А також – те, що проведення безперервних спостережень конструкції рейкової колії, яка перебуває в різноманітних умовах, по всій довжині можливе лише за допомогою так званого методу (принципу) безперервних спостережень. Прилади для безперервних спостережень дають у діаграмах ніби неперервну фотографію виявлення сил та інших факторів, що супроводжують явище. За записом можна виміряти величину цих сил у будь-який момент, а також – ознайомитися із законом їхніх змін, вивчити причини відхилення від нормальних величин цих сил.

За рахунок використання принципу безперервності на 12 дільниці Катерининської залізниці ним поступово було організовано вивчення будови колії. Так, у квітні 1907 р. відбулися масштабні зсуви земляного полотна внаслідок надзвичайно вологої погоди: протягом 3–4 днів безперервно йшов сніг та дощ²⁷. З 1907 по 1914 рр. для проведення неперервних спостережень М. О. Долговим були винайдені вимірювальні прилади, а також – проведені детальні спостереження за деформацією земляного полотна, що є основою верхньої будови колії²⁸.

У перший рік спостережень було виявлено, що основна руйнація колії відбувалася від постійних викривлень земляного полотна внаслідок зниження опору землі при насиченні атмосферною вологою. Тому в 1908 р., для кращого відведення води від земляного полотна, на 72 версті було зроблено 100 прогонних сажнів ізолюючого шару з бутової кладки на цементному розчині товщиною 0,07–0,10 сажня. У 1909 р. було споруджено ізолюючий бетонний шар зі щебня та шлаку у виїмці 78-ї версти на протязі 100 погонних сажнів. Того ж року на станції Пологи було утворено ще 30 погонних сажнів ізолюючого бетонного шару з кам'яним викладенням кюветів, чого не було у виїмках 72 та 78 верст. На станції Пологи було облаштовано також 30 погонних сажнів без шпальної колії.

Другою причиною руйнації колії, як показали спостереження, було нераціональне прикріплення рейки до шпали. При неповному з'єднанні рейки зі шпалою відстань між костилем та рейкою постійно збільшується. Відповідно, колія руйнується. Для усунення цих небажаних явищ у 1909 р. було укладено поперечні залізньо-дерев'яні конструкції або дерев'яні шпали із залізними надшпальниками. Більш тісне прикріплення рейки з можливістю усунення шкідливих переміщень рейки по шпалі було досягнуто за допомогою заклепочних з'єднань.

Такі основні дефекти рейкової колії були підтверджені інженерами на Всесвітньому конгресі у м. Берні 1911 р. У першій постановішлося про те, що необхідною умовою розвитку швидкості на залізниці є вдосконалення системи відводу води від земляного полотна колії, а в другій – що, з такою самою метою, необхідно покращити кріплення рейки до поперечини.

Під час вивчення верхньої будови колії методом безперервних спостережень, зазначав М. О. Долгов, перш за все, треба мати на увазі, що вивчення можливе лише

²⁶ Долгов Н. Е. О снежных заносах на железных дорогах. *Записки РТО*. 1868. Вып. 2. С. 34–48.

²⁷ Долгов Н. Е. О развитии постройки подвижного состава для железных дорог. *Записки РТО*. 1875. Вып. 3. С. 1–22.

²⁸ Долгов Н. Е. Борьба со снегом на русских железных дорогах. *Труды совещательного съезда инженеров службы пути русских железных дорог 1900 года*. Санкт-Петербург. 1910. С. 77–218.

з погляду вимірювань пружних деформацій та залишкових взаємних переміщень частин колії, які відбуваються в ній під час руху потягів. Тому факторами чи елементами явища, що підлягають спостереженню, треба вважати як сили з їхнім напрямом, які діють на колію, так і відносні відстані під час руху потягів між частинами колії з переміщенням цих частин у просторі²⁹.

Відповідно до кількості елементів вимірювання, слід попередньо спроектувати вимірювальні прилади з безперервним записом змін величин факторів спостереження чи елементів взаємодії колії та паровоза. Це значно дешевше, ніж збитки, від яких потерпають залізниці від короткого часу використання рейок та шпал.

М. О. Долгов стверджував, що схема безперервних спостережень повинна бути розміщена так, щоб з'ясувати наступні головні подробиці під час руху паровоза по коліях³⁰:

– рівень стійкості земляного полотна та шляхи утримання необхідного рівня стійкості;

– величину загального просідання рейки зі шпалою та залежність просідання від якості баласту, стану ґрунту, кількості потягів, що проїхали, та кількості робочої сили, потрібної для ремонту колії, а також – кількість ремонтів на рік;

– роботу рейки;

– роботу шпали;

– роботу баластного шару;

– стійкість паровоза, під чим слід розуміти розміщення окремих частин, переміщення яких завдає шкідливих коливань під час руху паровоза.

Більш детальна програма спостережень за вказаними групами має наступний вигляд:

1. Стійкість земляного полотна. М. О. Долгов зауважував, що, під час інженерних розрахунків, приймається, що будь-яка споруда має таку основу, яка повинна забезпечити стійкість споруди в будь-який момент існування. Мається на увазі, щоб стійкість, яка дорівнює силі реакції ґрунту, спричиненої рівнодіючою всіх сил, які діють на споруду, прикладена до підшви основи, не була меншою, ніж остання. Якщо це твердження нереалізоване, то споруда може давати осадку, зсув та, взагалі, стати нестійкою. Верхню будову колії можна схарактеризувати тим, що вона, по суті, жодної основи не має. Атмосферна вода, що випадає на колію, повільно поступає через баласт на земляне полотно та розріджує його, а рідкий ґрунт, при проході потягів, випинається крізь шпали та в сторони. Звичайно, розрахунки верхньої будови колії можна вести, лише прийнявши основу нерухомою величиною, тому, перш за все, при спостереженні, слід виключити деформації земляного полотна. Досягти цього практично виявляється зовсім не складно. Дослідження показують, що тонкий ізолюючий шар у 0, 07–0, 10 сажня цементної кладки, при значному навантаженні, що втричі перевищує статичне навантаження найважчого паровоза, та при малій товщині баластного шару 0, 10–0, 15 сажня над серединою шпали, цілком гарантує стійкість полотна, якщо воно не підмочується ґрунтовими водами. Руйнувань ізолюючого шару від здригань земляного полотна, при цьому, зовсім не спостерігають. Отже, якщо звести полотно над рівнем ґрунтових вод, то завжди можна, користуючись можливостями ізолюючого шару, спорудити основу для верхньої будови колії, стійку вбудь-яку пору року.

2. Загальне просідання колії. Повністю справна колія, яка відповідає технічним умовам руху потягів, з часом починає руйнуватися від напруженого руху поїздів та стану погоди. Руйнація колії виявляється в її розширенні, утворенню перекосів та поштовхів, а також – викривленням поздовжнього профілю колії. Тому вимірювання граничного просідання колії дуже важливе, адже розвиток залізничного руху спрямо-

²⁹ Долгов Н. Е. Отчет начальника работ по постройке южной части Самарканд–Андижанской железной дороги с ветвями на Ташкент и Новый Маргелан: 1895–1899. Санкт-Петербург. 1905. С. 132–148.

³⁰ Долгов Н. Е. Конструктивные особенности рельсового пути. Железнодорожное дело. № 6, С. 9–10; № 11, № 12. С. 42–47, 65–72, 84–87, 93–96.

ваний на збільшення ваги паровозів, а також – збільшення, відповідно до його висоти, що може призвести до небезпеки руху колією. Викривлення поздовжнього профілю колії має велике значення для тяги потягів. Утворення крутих підйомів паралізує роботу корисної дії паровозів. Отже, потрібно періодично проводити вимірювання просідання колії. Якщо, при цьому, виявиться, що просідання неприпустимі, то спостереження допоможуть з'ясувати, чи може ця конструкція колії, з певним типом рейок, кількістю шпал та якістю баласту, вважатися достатньо надійною для пропуску паровозів зі збільшеною вагою та кількості потягів, які колія може витримати залежно від погоди, якості баласту та визначити досить точно вартість літнього ремонту колії.



Рис. 2 Крайній зліва М. О. Долгов – конструктор першого вагону-колівимірювача, автор багатьох винаходів на Катерининській залізниці.
Фото зі статті В. Костюченкової «Створювач „вічної колії“»

М. О. Долгов вважав, що проводити періодичні вимірювання зміни ширини колії, перекосів та поздовжнього профілю за допомогою ручного шаблону та нівеліра досить складно та дорого, тому слід старатися розробити пристрій із неперервним автоматичним записом цих вимірювань. Наприклад, самозаписуючий пристрій ширини, перевищення та профілю колії, встановлений на дрезині чи вагоні, може водночас записувати найважливіші елементи рельсової колії. І М. О. Долгов створив такий пристрій.

3. Робота рейок. Визначення радіуса викривлення рейки при згинанні, яке є абсолютним прогином рейки, незалежно від просідання його зі шпалами та баластом, повинне бути основним завданням зі спостереження за роботою рейки.

Під час проходження потягу рейка вигинається двояко. Частина рейки під колесами паровоза, на яку став під час руху потяг, осідає, разом зі шпалами, на деяку величину залежно від рівня досконалості підбивки баласту та його здатності витримувати занурення в свою сферу ряду брусків-шпал, а друга частина, куди ще не встиг накотитися потяг, піднімається подібно до того, як піднімається одним кінцем кожний брус, що лежить на піску, якщо його вдавлювати силою. Отже, під час руху потягу рейка приймає форму ввігнутої вниз кривої під паровозом та опуклої вгору кривої перед паровозом. Удар рейки по шпалі можна пояснити тим, що, внаслідок зминання дерева, костиль не може кріпити полотно рейки до шпали, оскільки між підшовою рейки та головою костилля завжди повинен залишатися просвіт. Для дослідження вигляду загальної кривої абсолютного вигину рейки слід визначити вертикальне переміщення кількох точок рейки. Для таких спостережень слід спроектувати пристрій – самозаписуючий

вимірювач деформацій або відносного переміщення частин предмету, що деформується під дією внутрішніх чи зовнішніх сил, що складається з жорсткої лінійки з дротовою чи важільною передачею від кількох точок рейки до барабана обертання, де в збільшеному масштабі записуються вертикальні коливання точок рейки. Цей пристрій повинен вказувати абсолютні переміщення точок рейки, будучи прикріпленим до рейки та опускаючись, разом із нею та зі шпалами, при проході паровоза.

Для визначення в абсолютному прогині рейки вид кривої мінімального радіуса вигину рейки, коли колесо паровоза стає посередині між двома шпалами, потрібний пристрій, який М. О. Долгов назвав прогинозаписувачем з важільною передачею. Такий прилад повинен відмічати водночас прогин двох симетричних точок рейки, а також – боковий абсолютний прогин рейки незалежно від бокового переміщення рейки в просторі. Лише за цими даними можна визначити справжнє напруження в рейках. Так можна визначити граничне просідання верхньої будови колії.

Микола Омелянович стверджував, що на стиках, де рейкова колія перерізана, колія руйнується значно швидше та сильніше, бо в цьому місці на шпалу передається повний натиск від колеса паровоза. Тому й удар рейки по шпалі та шпали по баласту значно сильніше виявляється на стикових шпалах, аніж на проміжних. Під час проходження паровозів відбувається послаблення болтів та послаблення притискання накладок до рейки. Крім бічних ударів, болти послаблюються ще й обертанням накладок біля цих болтів вертикальними зусиллями від паровоза. Вивчення роботи стика за допомогою «самозаписуючого вимірювача деформацій» чи відносного переміщення частин предмета, який деформується під дією внутрішніх та зовнішніх сил, може висвітлити всі явища, що відбуваються на стику, та вказати на причини руйнації стику.

4. Робота шпали. Спостереження за шпалою повинні визначити величину тиску, який отримує шпала від рейки, напруження в шпалі, тиск у площині підшви шпали, а також – роль шпали в явищі згину рейок. М. О. Долгов наголошував, що, для розрахунку розмірів накладок, дуже важливо знати зусилля, яке сприймає шпала від рейки. Це питання міг би висвітлити самозаписуючий вимірювач тиску, що базується на принципі стиснення рідини в циліндрі за допомогою поршня. Тиск рідини передається по трубі манометру, який записує дані, а на барабані манометра, при проході потягу, буде зображено діаграму зусиль від колеса паровоза. Водночас треба проводити вимірювання «самозаписуючим вимірювачем деформацій», який записуватиме вертикальні переміщення кількох точок рейки. Так можна визначити кількість шпал, на які передається тиск від колеса паровоза, а за допомогою теорії – розподілити цей тиск на шпали, і, таким чином, наблизитися до певної норми зусиль, що сприймаються накладками.

Уявлення про дійсну криву, яку приймає шпала незалежно від її просідання, разом із баластом, дає можливість судити про напругу в різних її частинах. Величину напруження важливо знати при проектуванні залізних та залізобетонних шпал. Вид кривої абсолютного прогину шпали можна визначити за допомогою такого самого «прогинозаписувача абсолютного прогину», як і в рейці. М. О. Долгов зазначав, що слід очікувати, що шпали однієї конструкції, під час проходження одного й того паровоза через баласту різної якості, дадуть різні криві згинання та, водночас, – різну напругу матеріалу в шпалі. Тому треба проводити порівняльні спостереження над різноманітними конструкціями шпал при однакових баластах.

Рівень насичення баласту водою також має значення, тому варто прийняти до уваги цю обставину та проводити спостереження над тиском під шпалою у різних її частинах над кривою вигину шпали, при вологому, змоченому баласті.

Визначити тиск у площині підшви шпали так само важко, як і тиск рейки на шпалу у верхній площині шпали. Тут можна застосовувати прилад для вимірювання тиску під рейкою «вимірювач тиску». На щербеному баласті зусилля, що відчуває шпала в площині підшви, будуть відрізнятись від зусиль на піщаному баласті.

Вимірюючи відстань між шпалою та костилем, можна побачити, що, внаслідок стиснення дерева під час дії потягу на шпалу, завжди залишається просвіт між костилем

та шпалою, тому рейка під час руху потягузовсім не кріпиться до шпали. Це явище легко пояснює згин колії. Під час руху паровозу, разом із появою сили зчеплення, на спарених колесах по всій довжині виявляється горизонтальна сила зчеплення коліс із рейками, а цій силі протидіє сила тертя рейки по шпалі. Костили зовсім не кріплять рейки до шпали на всіх шпалах, крім стикових, до яких рейка кріпиться за допомогою стикових накладок.

Така незадовільна невідповідність у роботі костиля та шпали змушує шукати більш надійні кріплення рейки до шпали, щоб знизити згин рейок, змушуючи шпали протистояти горизонтальним зусиллям. При правильному кріпленні рейки до шпал, усі шпали або достатня їхня кількість повинна брати участь у зрізанні баласту в горизонтальній площині їхньої підошви та у вертикальних площинах по їхніх кінцях. Протидія баласту приєднається до тертя рейки та шпали й допоможе утримувати рейку на місці.

5. Робота баласту. Спостереження за баластом повинні допомогти у визначенні величини тиску, що сприймає баласт безпосередньо від шпали, висоти баластного шару залежно від якості ґрунту земляного полотна, якості баласту, кількості робочої сили, потрібної для підтримання колії в безпечному для руху стані залежно від якості баласту, кількості руху та ваги паровозів. Також слід вказати, якою мірою баласт різної якості є засобом, що запобігає гниттю шпал, та визначити вплив величини зерна піщаного баласту на утворення пилу, який шкідливо впливає на рухомий склад та санітарний стан приміщень у вагонах для пасажирів, під час руху потягів.

Баласт піщаний та баласт зі щебеню по-різному реагують на тиск. При взаємному переміщенні частинок піску в піщаному баласті, взагалі, буде спостерігатися випирання його з-під шпал, залежно від кількості потягів, які проїхали, та якості баласту, тобто кількості домішок глини у ньому та рівня насиченості водою. Це випирання піску й виражає руйнацію колії в піщаному баласті. Баласт однієї якості буде-по різному реагувати на втиснення в нього шпал різних конструкцій та форми дерев'яних брусків чи пластин, залізобетонних брусків, залізних шпал коробчастої чи пластинчастої форми, а тому спостереження мають, у цьому випадку, проводити для різних баластів із одним типом конструкції шпали. Щебінь буде інакше реагувати на втиснення в нього шпали. Явища випирання з-під шпали баласту не буде, але внаслідок величезного навантаження на окремі камінці, що безпосередньо сприймають навантаження від паровоза, вони будуть розпадатися на дрібніші частини. Це й зумовлює, разом із повільнішим та менш інтенсивним дробленням та стиранням каміння на нижніх шарах баласту, руйнацію колії в щебеновому баласті.

Найбільше практичне значення має питання визначення висоти баластного шару. Це питання залишалось не висвітленим за часів діяльності М. О. Долгова, незважаючи на його економічну важливість. Висоту баласту визначали, щойно визначать тиск на різній його глибині, який у площині підошви баласту не повинен перевищувати тиск, що допускається для мокрої глини, яка є основою баласту. Тиск у баластному шарі може бути визначений вимірювачем тиску, встановленим на різній висоті цього шару. Гранічне значення висоти баластного шару, яке відповідає нормі допустимого тиску на ґрунт, може бути знайдене за допомогою спостережень за роботою баласту на наявних коліях. Адже завжди можна знайти залізниці з різною висотою баластного шару.

Періодичні спостереження за загальним просіданням колії за допомогою «самозаписуючого вимірювача ширини чи перевищення та профілю колії» можуть допомогти визначити кількість робочої сили, необхідну для підтримання адекватного функціонування колії в за певної якості баласту

Дощова вода, потрапляючи на баласт, потрапляє й на земляне полотно, насичуючи його та розріджуючи. Оскільки вода проникає в глибину, вона не висихає ніколи: випаровуючись піднімається вгору по баласту. Тому пісок на незначній глибині завжди вологий. А отже, якщо в баласті немає ізолюючого шару, який оберігає полотно від насичення водою, то він не виконує санітарної служби для шпал, відводячи воду та запобігаючи гниттю.

Відносно пошкодження рухомого складу піщаним пилом варто сказати, що будь-який пісок містить дрібний пісок, який, за швидкості вітру 8 м/с, піднімається вгору та потрапляє на рухомий склад, завдаючи шкоди збільшенням стирання осей, засміченням циліндрів та постійним брудом у вагонах. Отже, всі піщані баласты, у цьому плані, є матеріалом недосконалим. Проте спостереження за кількісним співвідношенням пилу та швидкості руху потягів можуть бути корисні на практиці тим, що вкажуть на крупність піску, який, взагалі, не можна використовувати як баласт.

6. Хитання паровоза. Ресори, що врівноважують коливання паровоза, позитивно впливають на стан колії. Важко уявити всі явища, що відбуваються в паровозі, який рухається, проте експериментальна колія з приладами для вивчення, безсумнівно, може багато зробити для з'ясування цього питання. М. О. Долгов вважав, що для конструкції колії найбільш важливими є такі питання:

- 1) вплив центру тяжіння паровоза на величину бокових ударів у кривих та на стиках;
- 2) збільшення вертикального тиску на колеса від динамічного навантаження чи перевантаження ресор;
- 3) величина хитання паровоза від поштовхів, перекосів та розширення колії;
- 4) гранична величина поштовхів, перекосів та розширення колії, під час яких хитається не переходила б встановлені межі. Усі перелічені питання, поставлені М. О. Долговим проаналізовані в сучасній монографії Л. Я. Когана «Динаміка колії та її взаємодія з рухомим складом»³¹.

М. О. Долгов іще на початку ХХ ст. переконував, що всі названі питання треба вирішувати за допомогою самозаписуючого вимірювача деформацій чи відносних переміщень частин предмета, який деформується під дією внутрішніх та зовнішніх сил», самозаписуючого вимірювача ширини, перевищення та профілю колії, найпростіших приладів для визначення хитання паровоза, а також – порівняння результатів досліджень.

Висновки. 1. Залізничний транспорт України, як основний вид шляхів сполучення, має багату історію та чудові науково-технічні традиції. Їх не потрібно забувати. У статті розкрито діяльність інженера–залізничника М. О. Долгова, винахідника, який демонстрував глибокі знання в галузі прокладання та експлуатації залізничної колії. В роки зародження залізничного транспорту він був одним із перших пропагандистів нового, для того часу, виду транспорту, самовіддано відстоював необхідність будівництва залізниць, впроваджуючи нові винаходи та відкриття.

2. У дослідженні показано основні напрями досліджень інженера-конструктора М. О. Долгова, коротко проаналізовано кожен із цих напрямів. Дослідження М. О. Долгова продемонстрували стан справ на Катерининській залізниці, який сприяв технічному прогресу залізниць останньої чверті ХІХ – поч. ХХ ст. М. О. Долгов прагнув вирішувати питання, що виникли в практичних процесах обслуговування колії. Незважаючи на труднощі, нашому земляку вдалося здійснити винаходи світового рівня. Практичні здобутки М. О. Долгова вплинули на розвиток колійного господарства й не втратили актуальності, сприяючи розбудові колійного простору Катеринославщини, зокрема, й України – в загалом.

REFERENCES

1. Dolgov, N. Je. (1868). O snezhnyih zanosah na zheleznyih dorogah [On Snow Drifts on Railways]. *Zapiski RTO*, 2, 34–48 (in Russian).
2. Dolgov, N. Je. (1875). O razvitií postroyki podvizhnogo sostava dlya zheleznyih dorog [On the Development of Construction of Rolling Stock for Railways]. *Zapiski RTO*, 3, 1–22 (in Russian).
3. Dolgov, N. Je. (1905). *Otchet nachalnika rabot po postroyke yuzhnoy chasti Samarkand–Andizhanskoj zheleznoj dorogi s vetvyami na Tashkent i Novyy Margelan: 1895–1899* [Report of the Head of Work on the Construction of the Southern Part of the Samarkand–Andizhan Railway with Branches to Tashkent and Novyi Margelan: 1895–1899]. Sankt-Peterburg, (pp. 132–148) (in Russian).

³¹ Коган А. Я. Динамика пути и его взаимодействие с подвижным составом, 1997. 328 с.

4. Dolgov, N. Je. (1909). *Borba so snegom na zheleznykh dorogah* [Snow Removal on Railways]. Ekaterinoslav (in Russian).
5. Dolgov, N. Je. (1910). *Borba so snegom na russkikh zheleznykh dorogah* [Fighting Snow on Russian Railways]. In *Trudyi soveschatelnogo s'ezda inzhenerov sluzhbyi puti russkikh zheleznykh dorog 1900 goda*, (ss. 77–218) (in Russian).
6. Dolgov, N. Je. (1913). *Osnovnyie zakonyi perenosa snega* [Basic Laws of Snow Transfer]. In *Soveschanie po voprosu v borbe so snezhnyimi zanosami*. Sankt-Peterburg, (ss. 56–71) (in Russian).
7. Dolgov, N. Je. (1914). *Konstruktivnyie osobennosti relsovogo puti* [Design Features of the Track]. *Zheleznodorozhnoe delo*, (6), 9–10; (11); (12), 42–47, 65–72, 84–87, 93–96 (in Russian).
8. Dovhaniuk S. S. (2010). *Volodymyr Mykolaiovych Obraztsov: 1874–1949*. Kyiv: TOV «NVP Polihrafistyka» (in Ukrainian).
9. Kogan, A. Ja (1997). *Dinamika puti i ego vzaimodeystvie s podvizhnyim sostavom* [Dynamics of the Track and its Interaction with Rolling Stock]. Moskva: Transport (in Russian).
10. Kostyuchenkova, V. (2021). *Sozdatel «vechnogo puti»* [The Creator of the «Eternal Path»]. *Tsentr goroda*, (3) (in Russian).
11. Kryvopishyn, O. M. (2012). *Pivdenno-Zakhidni zaliznytsi na terenakh Ukrainy v druhii polovyni XIX stolittia: dosvid aktsionuvannia ta strukturnykh peretvoren* [Powder-Walking Plants on the Terrans of Ukraine in the Other Half of the Nineteenth Century: Evidence of Action and Structural Changes]. Nizhyn: Aspekt-Polihraf (in Ukrainian).
12. Kryvopishyn, O. M. (2012). *Stvorennia Pivdenno-Zakhidnykh zaliznyts* [Creation of the Pivdenno-Zakhidnykh Climbs]. *Chasopys Ukrainskoi istorii*, 23, 21–26 (in Ukrainian).
13. Lantuh, I. V. (2015). *Budivnytstvo vitchyznianoii zaliznytsi ta rozvytok yii infrastruktury naprykinti XIX st.* [The Future of the Medicinal Plant and the Development of its Infrastructure at the End of the 19th century]. *Naukovi pratsi Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu, Ekonomichni nauky*, 27, 113–119 (in Ukrainian).
14. Pershin, S. P. (1978). *Razvitie sravnitelno-puteynogo dela na otechestvennykh zheleznykh dorogah* [Development of Comparative Track Work on Domestic Railways]. Moskva: Transport (in Russian).
15. *Pochemu betonnyie shpalyi lezhat pod spekoy i dozhnem po 50 let i ne razrushayutsya: izobretenie inzhenera Nikolaya Dolgova* [Why Concrete Sleepers lie under Sinter and Rain for 50 Years and do not Deteriorate: an Invention by Engineer Nikolai Dolgov]. https://pikabu.ru/story/pochemu_betonnyie_shpalyi_lezhat_pod_snegom_i_dozhdyom_po_50 лет_i_ne_razrushayutsya_izobretenie_inzhenera_nikolaya_dolgova_11216096 (in Russian).
16. *Sekret vechnykh zheleznodorozhnykh shpal: istoriya uspeha inzhenera Dolgova* [The Secret of Eternal Railway Sleepers: The Success Story of Engineer Dolgov], (2024). <https://www.ixbt.com/live/offtopic/sekret-vechnykh-zheleznodorozhnykh-shpal-istoriya-uspeha-inzhenera-dolgova.html> (in Russian).
17. Yanin, V. A. (2023). *Pytannia snihoborotby na ukrainskykh zemliakh u tvorchomu dorobku inzheneriv druhoi polovyny XIX – pochatku XXh st.* [Nutrition for Snow Control on Ukrainian Lands among the Creative Engineers of the Other Half of the 19th Century – the Beginning of the 20th Century]. *Istoriia nauky i biohrafistyka*, 3, 230–245 (in Ukrainian).
18. Yanin, V. A. (2024). *M. O. Dolhov (1871–1919) – avtor unikalnoi tekhnolohii budivnytstva zalizobetonnykh shpal* [M. O. Dolgov (1871–1919) – Author of Unique Technology for Making Concrete Sleepers]. In *Istoriia osvity, nauky i tekhniky v Ukraini. Materialy XIX Vseukrainskoi naukovoii konferentsii molodykh uchenykh ta spetsialistiv – History of education, science and technology in Ukraine. Materials of the 19th All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists and Specialists*, Vinnytsia: TVORY, (ss. 112–114) (in Ukrainian).

Received 13.08.2024

Received in revised form 17.09.2024

Accepted 01.10.2024