

Оренбургско-Ташкентской железной дороги, принимал также активное участие в разработке плана прокладки БАМа. Начиная с 1934 г. был Председателем комиссии АН СССР по реконструкции железнодорожного транспорта, членом Народного Комиссариата путей сообщения. Есть у него труды также по экономическим вопросам районирования транспорта. Главный инженер «Днепрогеса».

Ключевые слова: энергетика, гидротехника, железнодорожный транспорт, строительство мостов, история науки и техники

Isaienko O.I. Academician I.H. Aleksandrov's life and activity

The life and activity of a prominent national power engineering scientist, academician I.H Aleksandrov (1875-1936) has been analyzed in the article. Being an engineer on ways of communication, scientist on bridge-building, specialist in power and hydraulic engineering, an out-standing personality for history of science and technique, I.H Aleksandrov became in 1932 an academician of the USSR's Academy of Sciences, and soon a member of the Presidium of Gosplan of the USSR. Ivan Havrylovych was an active participant in developing the GOELRO Plan, the author of bridge projects over the Neva and the Moskva rivers. I.H Aleksandrov participated in constructing the Orenburg-Tashkent railway, took also an active part in the BAM railway plan's working out. Since 1934 I.H Aleksandrov was the Head of the USSR's Academy of Sciences Commission on the railway transport reconstruction, the member of Public Commissariat on ways of communication. He had labours on economic problems of transport districting. I.H Aleksandrov was the Chief engineer of «Dniiprohes».

Keywords: power engineering, hydroenergetics, hydraulic engineer, railway transport, building of bridges, history of science and technique

УДК 625.09

Косовець Ю.В.

ІСТОРІЯ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ ПОЇЗДІВ

У статті висвітлюється історія становлення та розвитку тягових розрахунків у поїздах. Зазначається, що тягові розрахунки – це прикладна частина теорії тяги поїзда, в якій розглядаються умови руху поїзда, а також вирішуються завдання, пов'язані з визначенням сил, що діють на поїзд, і законів руху поїзда під впливом цих сил. У зв'язку з цим характеризуються сила тяги, опір руху, гальмівна сила, розрахунок ваги рухомого складу, функції гальмівних систем, побудова кривої швидкості руху.

Ключові слова: залізничний транспорт, поїзд, тяга поїзда, тягові розрахунки, техніка

Тяга поїздів і тягові розрахунки вважаються науковою дисципліною, яка сприяє вирішенню таких найважливіших питань, як вибір типу локомотиву і його основних параметрів, розрахунок ваги рухомого складу, часу ходу поїзда на перегонах і оптимальних режимів водіння поїздів; розрахунок гальм; визначення витрати води, палива, електроенергії; обґрунтування вимог до вагонного і колійного господарства з точки зору зменшення опору руху. Це далеко не повний перелік питань, комплекс яких і складає зміст курсу теорії тяги поїздів і його прикладної частини - тягових розрахунків [1].

Вирішення усіх цих питань у свою чергу служить підставою для складання графіків руху поїздів і обороту локомотивів; визначення пропускної і провізної спроможності; розрахунків щодо розміщення зупинних пунктів, тягових підстанцій, складів палива, пунктів екіпіровки; розміщенню локомотивного парку і т. д. Можна стверджувати, що протягом усього часу діяльності залізниць, починаючи з моменту їх дослідження і проектування, навчальний курс «тяга поїздів» відіграє не менш важливу роль, ніж, наприклад, розрахунки міцності при створенні інженерних споруд і різних машин, які використовуються на залізничному транспорті. З цієї причини курс «тяга поїздів», будучи одним з основних розділів транспортної науки, входить в навчальні плани залізничних вищих навчальних закладів майже усіх спеціальностей. Основи цього курсу були закладені ще в кінці XIX ст. видатними залізничними діячами М.П. Петровим (1836-1920) і О.П. Бородіним (1848-1898), праці яких досі не втратили свого значення. Найбільшого розвитку «тяга поїздів» отримала за радянських часів. Відмітною особливістю її являється тісна взаємодія теорії з практикою, узагальнення широкого експлуатаційного досвіду залізниць і досвіду передових машиністів, що повністю освоїли ту складну техніку, якою безперервно оснащується залізничний транспорт.

Оперативними засобами для вирішення вказаних питань є в теоретичній частині основні положення класичної теоретичної механіки, а в експериментальній - узагальнення результатів спеціальних тягово-енергетичних випробувань локомотивів, вагонів і досвіду їх експлуатації. Тяговим розрахункам на залізничному транспорті СРСР приділяється виняткова увага. Методи тягових розрахунків, а також нормативи, що відносяться до них, регламентуються спеціальними «Правилами тягових розрахунків для роботи поїзда» (ПТР). Ці Правила є одним з важливих документів, що визначають роботу залізничного транспорту. Основні нормативи, які використовуються при тягових розрахунках, перебувають у тісному взаємозв'язку з мірою інтенсивності використання рухомого складу, яка змінюється з часом і, зокрема, неухильно підвищується завдяки впровадженню досконаліших технічних засобів і передового досвіду роботи. Тому виникає необхідність в періодичному перегляді ПТР. Перші ПТР під назвою «Тимчасові правила про використання тягових розрахунків» були затверджені і видані Міністерством шляхів сполучення ще у 1917 р., потім їх періодично переглядали (останній раз у 1969 р.). У додатках до Правил поміщені тягові, гальмівні і інші характеристики локомотивів. Справжній підручник складений відповідно до програми з дисципліни «Тяга поїздів і тягові розрахунки» для студентів залізничного транспорту за фахом «Тепловози і тепловозне господарство». Особлива увага в нім приділена викладу принципів і основ теорії тяги поїздів з роз'ясненням суті фізичних процесів, що відбуваються, таких, як утворення сили тяги, сил опору і гальмівних, а також встановленню

взаємозв'язку між силами, діючими на поїзд, і характером руху поїзда, що ними викликається [2].

Тягові розрахунки є прикладною частиною теорії тяги поїздів і дозволяють вирішувати численні практичні завдання, що виникають при проектуванні і експлуатації залізниць[3]. До найважливіших завдань належать:

- визначення маси вантажних складів при заданому типі локомотива у відповідності з профілем, швидкістю руху і часом ходу на ділянках і окремих перегонах;
- визначення необхідних параметрів локомотива для забезпечення заданої пропускної і провізної спроможності ділянки;
- складання графіка руху поїздів - основного документу роботи залізничного транспорту;
- вибір найбільш раціонального розміщення станцій, зупинних і роздільних пунктів при проектуванні залізниць;
- визначення параметрів системи енергопостачання при електрифікації залізниць: розміщення тягових підстанцій і визначення їх потужності, розрахунок тягової мережі та ін.

На залізничному транспорті України методи проведення тягових розрахунків і необхідні для їх виконання нормативи для роботи поїзда регламентуються Правилами тягових розрахунків (ПТР). Проте для математичного формулювання завдань необхідно розуміти фізичну суть явищ, які супроводжують процес руху поїзда та знати основні прийоми і способи тягових розрахунків [4].

Деяко з історії тягових розрахунків. У 1814 р. в Англії Уільям Гедлі і Тімоті Гауорд провели перші досліди за експериментальною оцінкою сил зчеплення коліс паровоза з рейками. У 1818 р. Джордж Стефенсон провів перші досліди за визначенням сил опору руху вагонів. У 1825-1830 рр. чеський інженер Франтішек Антонін Герстнер, що будував в Австро-Угорщині кінно-рейкову залізницю, визначив, що по рейках кінь може перевезти в сім разів більший вантаж, ніж на ґрунтовій дорозі.

У 1858 р. професор Інституту Корпусу інженерів шляхів сполучення О.Г. Добронравов опублікував свою працю «Загальна теорія парових машин і теорія паровозів», у якій наводить рівняння руху поїзда і детально розглянув елементи сил опору руху. У 1869 р. професор М.Ф. Окатов ставив досліди «на ковзання», тобто визначав величину сили тяги на зчеплення. У 1877-1879 рр. конструктор паровозів інженер В.І. Лопушинський проводив на різних залізницях досліди з вимірювання опору руху паровоза і вагонів із застосуванням динамометрів.

У 1877 р. професор Л.О. Єрмаков у своїй праці «Визначення витрачання палива паровозами» науково розробив основи тягових розрахунків для визначення ваги рухомого складу, часу ходу, швидкості поїздів, яка допускалася, досліджував гальмівні засоби, витрати палива і

води. У 1883 р. Л.О. Єрмаков розглянув природу опору руху на горизонтальній і прямій колії, на підйомах і в кривих ділянках колії.

У 1880 р. інженер О.П. Бородин в Київських залізничних майстернях створив стенд для випробувань паровозів. Провідна колісна пара паровоза типу 1-2-0 відділялася від спареної і підводилася над рейками, один з бандажів обточувався під шків ремінної передачі. Навантаженням паровозу служило верстатне устаткування майстерень. Недоліком стенду було обмеження по навантаженню - 65-70 кВт при 100 об/хв провідних коліс, що відповідало швидкості руху 30 км/год.

У 1889 р. була видана праця професора Петербурзького технологічного інституту М.П. Петрова «Опір поїздів на залізницях», в якій були теоретично розглянуті складові сил опору руху поїздів і вплив різних чинників на їх величину. У 1892 р. ним були запропоновані розрахункові формули для визначення опору рухові рухомого складу.

У 1903-1904 рр. на Путиловському заводі в Петербурзі була побудована каткова випробувальна станція. Кожна провідна вісь локомотива встановлювалася на каток, обод якого мав профіль голівки рейки, спрямовуючі і підтримуючі колісні, опиралися на рейки. Локомотив зчепленням через динамометр приєднувався до масивної стійки. Гальмуванням катків створювалося необхідне постійне навантаження на локомотив.

У 1898 р. інженер Ю.В. Ломоносов почав здійснювати експлуатаційні випробування паровозів у рухомому складі поїздів за дорученням служби тяги Харківсько-Миколаївської залізниці. 1908 р. на усіх залізницях тягово-теплотехнічні випробування паровозів проводилися за запропонованою ним методикою. У 1912 р. при Міністерстві шляхів сполучення була створена «Контора дослідів над типами паровозів», очолювана Ю.В. Ломоносовим. Міністерством шляхів сполучення були затверджені «Правила провадження порівняльних дослідів над типами паровозів», обов'язкові для випробування паровозів на казенних залізницях. На основі проведених випробувань були створені технічні паспорти паровозів майже усіх серій, що працюють на залізницях Росії. У 1917 р. Міністерство шляхів сполучення затвердило «Тимчасові правила про виробництво тягових розрахунків», створені на основі роботи «Контори дослідів».

У 1932 р. поблизу станції Бутово було побудовано «Дослідне залізничне кільце» діаметром 1912 м, призначене для випробувань рухомого складу. У 1935 р. кільце було електрифіковане, що дозволило випробувати перші електровози серій ВЛ19 і С11. Усі нові типи локомотивів проходили випробування на кільці з метою визначення їх тягових характеристик, які використовуються: при проектуванні залізниць; при проектуванні рухомого складу; при організації експлуатації локомотивів; при організації руху поїздів.

Спрощення, які використовувані при розрахунках: поїзд береться за матеріальну точку, яка умовно розташовується в середині поїзда. При обчисленнях з використанням ЕОМ маса поїзда вважається рівномірно розподіленою по його довжині; залізнична колія в плані вважається такою, що складається з прямих ділянок і дуг кіл постійного радіусу, довжина перехідних кривих включається у загальну довжину криволінійної ділянки; поздовжній профіль залізничної колії вважається таким, що складається з прямолінійних відрізків, розташованих або горизонтально, або під кутом до горизонту, наявність між ними сполучень не враховується.

У тягових розрахунках особливе значення мають сили, які діють на поїзд:

1. *Сила тяги.* Сила тяги локомотиву залежно від швидкості визначається за тяговими характеристиками, які будуються для нових бандажів відповідно до характеристик тягових двигунів, знятих на стенді або під час експлуатаційних випробувань. Сила тяги локомотива не може перевершувати сили зчеплення провідних коліс локомотива з рейками:

$$F_K \leq P\psi,$$

де F сила тяги; P – «зчіпна» вага локомотива (сума навантажень на рейки від усіх провідних коліс); ψ - коефіцієнт зчеплення.

Коефіцієнт зчеплення колеса з рейкою максимальний на стоянці і зменшується в міру збільшення швидкості руху локомотива. Оскільки реальний коефіцієнт зчеплення залежить від випадкових чинників, таких як стан колії і атмосферні умови, його замінюють розрахунковим коефіцієнтом зчеплення ψ , величину якого визначають за емпіричними формулами, що базуються на результатах численних дослідів в умовах реальної експлуатації.

У простому випадку, для паровозів:

$$\psi_K = \frac{30}{100 + v},$$

де v - швидкість руху, км/год.

2. *Опір рухові.* Опором руху поїзда називають силу, прикладену в точках торкання коліс до рейок, на подолання якої витрачається така ж робота, як на подолання усіх некерованих сил, що перешкоджають рухові. Питомий опір - сила опору кожної одиниці ваги поїзда:

$$w = \frac{W}{P + Q},$$

де w - питомий опір; W - повний опір, P - вага локомотива, кг; Q - вага вагонів поїзда, кг.

Основним опором називають сили, що перешкоджають рухові рухомого складу на прямому горизонтальному шляху і на відкритій місцевості за нормальних метеоумов з будь-якою дозволеною швидкістю. Основний опір складається з: опори від тертя в самшитових підшипниках;

опору від тертя кочення коліс на рейках; опору від тертя ковзання коліс на рейках; розсіяння енергії при взаємодії коліс з рейками (втрата енергії на стиках і нерівностях колії, пружна деформація рейок і шпал); опору повітряного середовища; розсіювання енергії в докільля під час вертикальних коливань підресорних частин рухомого складу і ривках по довжині поїзда.

Через вплив численних чинників, встановити аналітичні залежності для розрахунку основного питомого опору практично неможливо, його значення набувають виключно експериментальним шляхом. В результаті обробки експериментальних даних отримують емпіричні формули або графіки. Наприклад, для чотиривісного вагону на роликівих підшипниках, що рухаються по дільниці колії:

$$w_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1v + 0,0025v^2}{q_0}$$

де q_0 - навантаження від колісної пари на рейки.

Додатковими опорами називають тимчасово діючі сили, що виникають в конкретних умовах експлуатації рухомого складу: від ухилу профілю колії; від кривизни колії; від вітру; від низької температури; від тунелів; від підвагонних генераторів пасажирських вагонів.

Додатковий питомий опір руху від ухилу приймають як такий, що дорівнює величині ухилу в проміле:

$$w_i = i.$$

Додатковий питомий опір руху в кривих ділянках колії виникає з наступних причин: колеса однієї колісної пари проходять різний шлях по зовнішній і внутрішній рейці (конусність бандажів зменшує цю різницю), що призводить до збільшення прослизання коліс; за рахунок дії відцентрової сили гребені коліс притискаються до внутрішньої бічної грані зовнішньої рейки, що збільшує силу тертя ковзання; візки рухомого складу обертаються відносно до осі кузова, внаслідок чого в опорах, шворневих пристроях і буксах виникають сили тертя ковзання.

Додатковий питомий опір руху від кривої розраховується за емпіричними формулами, при довжині поїзда понад довжину кривої

$$w_r = \frac{700}{R} \cdot \frac{s_{KP}}{l_{\Pi}},$$

де R - радіус кривої; s_{KP} - довжина кривої; l_{Π} - довжина поїзда.

При довжині поїзда менш або рівній довжині кривої

$$w_r = \frac{700}{R}.$$

При проведенні розрахунків, що вимагають підвищеної точності враховується також швидкість руху поїзда і підвищення зовнішньої рейки.

Додатковий питомий опір руху, зумовлений дією лобового або бічного вітру визначається в долях від основного питомого опору за допомогою коефіцієнта K_B .

$$w_B = (K_B - 1)w_0.$$

Коефіцієнт K_B визначається за таблицями або номограмами і залежить від швидкості вітру, швидкості руху рухомого складу і щільності повітря. Перелік ділянок, для яких використовується поправка на вітер і швидкості вітру для кожного періоду встановлюється за результатами багаторічних метеорологічних спостережень.

При низьких температурах зовнішнього повітря підвищується його щільність, збільшуючи аеродинамічний опір руху, підвищується в'язкість мастила в буксових і моторно-осьових підшипниках, збільшуючи в них сили тертя. Додатковий питомий опір руху від низької температури зовнішнього повітря враховується при температурах нижче $-25\text{ }^\circ\text{C}$ за допомогою коефіцієнта K_{HT}

$$w_{HT} = (K_{HT} - 1)w_0.$$

Коефіцієнт K_{HT} визначається за таблицями залежно від швидкості руху поїзда і температури зовнішнього повітря.

Додатковий питомий опір від руху в тунелях виникає внаслідок збільшення лобового опору, ефекту розрядження в хвостовій частині потягу і виникнення турбулентності між стінками тунеля і поїздом.

$$w_T = K_T \cdot w_0.$$

Коефіцієнт K_T залежить від швидкості руху поїзда і кількості колій в тунелі. У двоколінному тунелі опір руху повітряного середовища значно менший, ніж в одноколінному.

Додатковий опір від підвагонних генераторів пасажирських вагонів враховують при швидкостях руху 20 км/год і вище.

$$w_{ПГ} = 1360 \frac{P'}{q_0 v},$$

де P' - середня умовна потужність підвагонного генератора.

Процес руху з місця рухомого складу після тривалих стоянок (20 хвилин і більше) відбувається в умовах напівсухого і сухого тертя. За час стоянки руйнується масляний клин між деталями буксового підшипника, що труться, знижується температура і підвищується в'язкість мастила. Стоянка супроводжується значним зім'яттям металу в зоні контактного майданчика, що збільшує втрати від тертя кочення по рейках. Додатковий опір при рухові з місця для рухомого складу на підшипниках кочення

$$w_{TP} = \frac{28}{q_0 + 7}.$$

3. *Гальмівна сила.* Гальмівна сила поїзда визначається як сума впливів дійсних сил натиснення гальмівних колодок K на дійсні коефіцієнти тертя колодок f_k або як вплив суми розрахункових (приведених) сил натиснення

Кр на розрахунковий коефіцієнт тертя колодок $\varphi_{Кр}$.

$$B_T = 1000 \sum K \varphi_K = \varphi_{Кр} \sum K_P.$$

Із збільшенням швидкості і питомого натиснення колодок, кількість тепла, що виділяється при терті колодки до колеса зростає, підвищується температура металу колеса і колодки, поверхневий шар стає пластичнішим, внаслідок чого коефіцієнт тертя зменшується. Коефіцієнт тертя розраховується за емпіричними формулами, наприклад, для стандартних чавунних гальмівних колодок:

$$\varphi_K = 0,6 \frac{16K + 100}{80K + 100} \cdot \frac{v + 100}{5v + 100}.$$

Дійсна сила натиснення визначається тиском повітря в гальмівному циліндрі (гальмівні циліндри мають отвори для підключення манометра), площею поршня, зусиллям відпускнуї пружини, передавальним відношенням гальмівної важільної передачі, кількістю колодок, що працюють від одного циліндра, ККД циліндра і важільної передачі. Для спрощення розрахунків використовують розрахункову силу натиснення і розрахунковий коефіцієнт тертя. Формула для визначення розрахункового коефіцієнта тертя для чавунних колодок має вигляд:

$$\varphi_{Кр} = 0,27 \frac{16K + 100}{80K + 100}.$$

Розрахункові сили натиснення визначають за нормативами, що встановлюються для кожного типу локомотива, вагона і величини його завантаження. Для запобігання юзові гальмівна сила, що створюється гальмівними засобами кожної колісної пари, не повинна перевищувати силу зчеплення колісної пари з рейками.

Розрахунковим гальмівним коефіцієнтом називають відношення суми розрахункових сил натиснення до ваги поїзда:

$$\vartheta_P = \frac{\sum K_P}{Q + P}.$$

У розрахунках, де враховується застосування екстреного гальмування, розрахунковий гальмівний коефіцієнт такий, що дорівнює його повному значенню, при застосуванні повного службового гальмування розрахунковий гальмівний коефіцієнт приймається рівним 0,8 від його повного значення. При регульовальних гальмуваннях значення розрахункового гальмівного коефіцієнта, залежно від ступеня гальмування визначається за таблицями.

4. *Розрахунок ваги рухомого складу.* Вага рухомого складу і швидкість руху поїзда визначається за умови повного використання потужності локомотива і кінетичної енергії поїзда. Вага рухомого складу визначається виходячи з умови руху за розрахунковим (керівним) підйомом з рівномірною швидкістю і за важким підйомом з нерівномірною швидкістю з використанням кінетичної енергії поїзда. Вагу поїзда за умови руху з

рівномірною швидкістю на розрахунковому підйомі визначають з умови рівності сил тяги і опору руху поїзда за формулою:

$$Q = \frac{F_{KP} - P \cdot (w'_0 + i)}{w''_0 + i},$$

де w'_0 - основний питомий опір локомотиву; w''_0 - основний питомий опір вагонів.

Вага складу для проходження важкого підйому з використанням кінетичної енергії визначається методом підбору. Для цього визначається вага складу для розрахункового підйому і перевіряється можливість проходження важкого підйому. Якщо швидкість у кінці елемента, що перевіряється, менша за розрахункову (мінімально допустиму), вагу складу зменшують і повторюють розрахунок.

Вага складу перевіряється також на умову початку руху на підйомі, при цьому результуюча прискорююча сила має бути більше нуля.

5. *Рішення гальмівних завдань.* Гальмівними завданнями називаються завдання визначення гальмівних засобів, які забезпечують зниження швидкості або повну зупинку поїзда на необхідній відстані і завдання визначення відстані, на якій поїзд з відомими гальмівними засобами може зупинитися або понизити швидкість до заданого значення. Із-за інерційності гальмівної системи наростання гальмівної сили в різних вагонах відбувається не одночасно. Для спрощення розрахунків вважається, що гальмівна сила наростає миттєво до сталого значення через деякий відрізок часу, який називають часом підготовки гальм до дії. Час підготовки гальм до дії збільшується при збільшенні довжини складу, так само при розрахунках використовуються поправки на ухил і на величину гальмівної сили.

Гальмівний шлях дорівнює сумі підготовчого гальмівного шляху (відстані, пройденої за час підготовки гальм) і дійсного шляху гальмування. Величина дійсного шляху гальмування зазвичай визначається чисельною інтеграцією рівняння руху по інтервалах швидкостей.

6. *Побудова кривої швидкості руху.* Кривою швидкості руху називають графік залежності швидкості руху поїзда від пройденого шляху. Нижче за вісь абсцис умовно зображують профіль шляху. Зазвичай будують криву швидкості руху для складу розрахункової ваги при визначенні найменшого часу ходу поїзда на заданій ділянці. Розрахунок виробляється графічним методом, використовуючи діаграми прискорюючих і уповільнюючих сил, або інтеграцією рівняння руху поїзда. Результат розрахунку використовується при складанні графіку руху поїздів.

Література

1. Дробинский В.А. Что такое тепловоз / В.А. Дробинский, П.М. Егунов. 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1980. – С. 7-30.
2. Якобсон П.В. Первые проекты тепловозов / П.В. Якобсон // История тепловоза в СССР. – Москва: Всесоюзное издательско-полиграфическое объединение Министерства путей сообщения, 1960. – С. 11-23.
3. Шелест В.П. Введение / В.П. Шелест, П.А. Шелест // Тепловозы (итоги и перспективы). – Москва: Знание, 1971. – С. 3-11.
4. Сотников Е.А. Двигатель внутреннего сгорания приходит на железную дорогу / Е.А. Сотников // Железные дороги мира из XIX в XXI век. – Москва: Транспорт, 1993. – С. 32-40.

Косовець Ю.В. Історія формування і розвитку тягових розрахунків поїздів

В статті освітається історія становлення і розвитку тягових розрахунків в поїздах. Отзначається, що тягові розрахунки - це прикладна частина теорії тяги поїзда, в якій розглядаються умови руху поїзда, а також вирішуються завдання, пов'язані з визначенням сил, які діють на поїзд, і законів руху поїзда під впливом цих сил. В зв'язі з цим оцінюються сила тяги, опір руху, гальмівна сила, розрахунок ваги подвижного складу, функціонування гальмівних систем, побудова кривої швидкості руху.

Ключові слова: залізничний транспорт, поїзд, тяга поїзда, тягові розрахунки, техніка

Kosovets Yu.V. History of formation and development of calculations for trains' haulage

In the article the history of formation and development of calculations for trains' haulage is highlighted. It is marked that calculations for trains' haulage are an applied part of the locomotive traction theory, in which the terms and conditions of train movement are examined, and also the problems, related to determining the forces affecting on a train and to the laws of train movement under these forces, are solved. In this connection the force of traction, resistance of movement, braking force, calculation for rolling stock weight, solutions of the brake systems, construction of the movement velocity curve have been described as well.

Keywords: railway transport, train, traction of train, calculations for haulage, engineering

УДК 929

Костенко А.І.

В.Г. ГРИНЕВЕЦЬКИЙ ЯК РЕФОРМАТОР ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

Гриневецький Василь Гнатович (1871-1919) - вчений-механік і теплотехнік, діяч професійної освіти. Після закінчення Московського вищого технічного училища (1896) був залишений в ньому викладачем; професор (з 1900), директор училища (1914-1918). Подав проект перетворення училища на вищу школу політехнічного типу. Член Російського технічного товариства. На 3-му з'їзді діячів з технічної і професійної освіти (1903) виступив з доповіддю про експериментальний (лабораторний) метод викладання. У 1916 р. запропонував проект реформи професійної освіти, де відстоював необхідність посилення спеціалізації і проведення «подвійної» спеціалізації