



ШЕТЕРЛЯК
Тетяна Миколаївна,
здобувач кафедри
«Вища математика»
Державного економіко-технологічного
університету транспорту
(м. Київ)

СИГНАЛЬНІ ПРИСТРОЇ НА ПОЧАТКУ ВИНИКНЕННЯ ЗАЛІЗНИЦЬ

Досліджуються розробки інженерів-залізничників в області розвитку сигнальних пристроїв на залізниці. Проаналізовано розвиток та історію виникнення сигнальних пристроїв на перших етапах існування залізниць.

Исследуются разработки инженеров-железнодорожников в области развития сигнальных устройств на железной дороге. Проанализировано развитие и история возникновения сигнальных устройств на первых этапах существования железных дорог.

Developments of engineers-railroaders are investigated in area of development of alarm devices on the railways. Development and history of origin of alarm devices are analysed on the first stages of existence of railways.

З 1830 року почався стрімкий розвиток залізничного транспорту. Оскільки на той час потяги рухались з помірною швидкістю та лише в день, то питання щодо безпеки руху не було досить актуальним. Згодом на відкритті однієї з ліній стався нещасний випадок. Один із членів парламенту, затятий прибічник спорудження залізниці, вирішив обмінятися рукостисканням з герцогом Велінгтоном, що сидів у одному з вагонів, і потрапив під колесо вагону, що рушив.

Даний випадок змусив замислитися англійського вченого Джорджа Стефенсона над необхідністю застосування яких-небудь сигналів, без яких неможливо говорити про безпеку залізничного руху. Тоді ж виникла необхідність передавати машиністові потягу, що рухався, за допомогою

умовних знаків повідомлення і вказівки, що регулювали хід потягу між двома певними пунктами. Вказівки допомагали машиністу орієнтуватися, чи може потяг безпечно продовжувати шлях зі встановленою для нього швидкістю, чи повинен він на відомій ділянці уповільнювати хід і слідувати обережно або ж, він повинен зовсім зупинитися.

Після того, як в 1838 році на одній з платформ спалахнув багаж від іскри з паровозної труби, було прийнято рішення про використання "сигнального мотузка": на паровозі був дзвін, а від нього на спеціальних гачках простягався мотузок уздовж усього складу. При пожежі, розриві потягу або в інших екстрених випадках кондуктор або мастильник пасажирських вагонів, смикаючи за мотузок сповіщали машиніста про необхідність термінової зупинки потягу. Згодом мотузок прив'язувався до важеля свистка паровоза.

У період впровадження сигнальний мотузок був обов'язковий для усіх пасажирських потягів. Пізніше, коли з'явилися автоматичні гальма, вона використовувалася як резерв, на випадок виходу з ладу автогальм. Через деякий час потреба в сигнальному мотузку відпала.



*Перші пристрої сигналізації на залізниці:
дзвін, прапорці та ручні ліхтарі*

Оскільки локомотиви у той час не подавали жодних сигналів, то за вказівкою Джорджа Стефенсона спочатку були введені умовні сигнали, які подавали працівники залізниці (сторожі): вдень – прапорцями, вночі – ручними ліхтарями.

Сигнали, що подавали потягу, зводяться до трьох знаків: "шлях вільний", "слідувати обережно", "зупинитися". В цей

же час машиністам почали видавати ріжки, які в 1835 році були замінені на локомотивний паровий свисток. Також з 1834 року на лінії Ліверпуль –

Манчестер були введені нерухомі сигнали. Спочатку це були дерев'яні стовпи, що обертаються на 90° з сигнальними дисками різної форми і кольору, які при поворотах стовпів зверталися до потягу, що рухався, вузькою або широкою стороною [5]. Широка сторона вимагала зупинки потягу.

Англійський інженер Чарльз Грегорі в 1841 році винайшов семафор – щоглу з рухливим крилом, винахід значно спростив роботу працівникам залізниці [4]. Сигналом в ньому служить положення крила відносно щогли. Зміна положень крила робилася сигнальним приводом, що складався з лебідки і гнучкої тяги. Даний пристрій набув широкого розповсюдження завдяки простоті конструкції і легкості управління. У зв'язку з цим стало можливо управління на відстані і автоматичне блокування.

Для зміни сигналу, що розташований далеко від поста, обслуговуючі його диспетчера користувалися механічними або електричним приладами. Механічний прилад для зміни сигналу складався зазвичай з довгого дроту, підтримуваного роликками на стовпчиках. Кінець цього дроту був прикріплений до короткого плеча важеля, довге плече якого представляє руків'я для зміни сигналу. Використовувалися пневматичні і гідравлічні системи.

Також використовували автоматичну систему блокування, за допомогою якої колійні семафори закривалися на деякий час, поки на відповідній ділянці шляху знаходився потяг. Першою, практично, задовільною була система англійського інженера Д. Тейера, що з'явилася в 1852 році в Англії і застосована в 1868 році в Росії. Згодом з'явився цілий ряд систем блокування інженерів Годжонса, Лартинга, Сайкса.

У кінці 80-х років XIX століття англійськими інженерами А. Веббом і Е. Томсоном були винайдені жезлові апарати для регулювання руху потягів на одноколійних залізницях. З 1897 року вони мали неабиякий попит на всіх вітчизняних залізницях.

Жезл – це металевий циліндр з виступами у вигляді кілець, що перешкоджають витяганню з жезлового апарату. Для кожного перегону форми кілець різні, що унеможливорює використання жезлів з іншого перегону. На

ділянках з електрожезловою системою, де регулярно практикується підштовхування до наступної станції, жезл виконується у вигляді двох частин, що розгвинчуються, власне жезла і квитка. Жезли, що розгвинчуються, застосовуються також в умовах організації руху потягів з розмежуванням часом, при цьому машиністові першого потягу видається "квиток", а машиністові потягу, що вирушає услід, частина жезла з написом "жезл". На кожному жезлі вибиті порядковий номер, серія і найменування станцій, що обмежують перегін.

Обслуговуючим машинам (товкачам, ремонтним потягам і іншим), які повинні будуть повернутися на станцію відправлення, видається так званий ключ-жезл. Ключ-жезл можна зняти тільки при зайнятому перегоні, скориставшись, як ключем, звичайним жезлом. Якщо з однією із сторін ключ-жезл виданий, видача жезлів блокується, тому використовувати жезли без пропуску їх через жезловий апарат забороняється (тобто жезл, відданий машиністом, на станції прибуття має бути вкладений в жезловий апарат, і тільки потім витягають новий жезл для іншого потягу).

Для обміну жезлами вимагалася зупинка, що також уповільнювала рух потягів. Тому вирішили передати жезл на ходу за допомогою жезлопередавального пристрою. Навіть з цим пристроєм обмін жезлами вимагав певної вправності. Якщо на ходу обмінятися не вдавалося, машиніст зупиняв потяг і йшов мінятися.

Управління стрілками на відстані (тобто централізація стрілок) вперше було запроваджено в Англії, а потім і в Німеччині в 1860 - 1867 роках [4, 5]. В 1900 - 1905 роках введено на вітчизняних залізницях системи централізації стрілок і сигналів.

Перша спроба побудови пристрою автоматичного блокування була започаткована у Франції в 1859 році на залізниці Париж - Сен-Жермен. В якості блок-сигнала використовували поворотний диск. Цей диск за допомогою тяги і важелів був пов'язаний з рухливою шиною, притиснутою до ходової рейки. При проході потягу реборди його коліс віджимали шину від рейки, це викликало

закриття диска. В той же час піднімався поршень встановленого у диск ртутного гальма, який і затримував диск в закритому положенні. По закінченню певного часу (приблизно 6 хвилин) після проходу потягу поршень, долаючи в'язкість ртуті, повертався на своє місце, і диск закривався. З 1867 року проводилися подальші дослідження, які були пов'язані із застосуванням рейкових контактів і рейкових генераторів, тобто магнітоелектричних машин, що встановлювалися біля рейок і приводили в дію потяги, що рухалися.

У цьому напрямі цілком задовільних результатів в кінці XIX століття досяг англійський інженер Галл в США. Його система дістала назву "точкова", яка приблизно 20 років користувалися великим успіхом, проте поширення не отримала. Одним з серйозних недоліків була можливість відкриття блок-семафора, коли блок-ділянка фактично зайнята. Щоб позбавитися від такої небезпеки, був розроблений ряд систем з лічильниками осей. Семафор відкривався тільки у тому випадку, якщо по другій педалі при виході потягу проїхало стільки ж осей, скільки пройшло по першій педалі при вході.

У 1865 році англійський винахідник Джон Найт модернізував семафор, обладнавши його зеленими і червоними газовими лампами, що горіли ночами. Проте принципи сигналізації в різних державах істотно розрізнялися, що обумовлюється природними умовами і кліматом, національним характером і напрямом законодавства. На російських залізницях для оптичних денних сигналів були встановлені червоний і зелений кольори, а для нічних сигналів, крім того, і білий. Червоний колір вимагав негайної зупинки, зелений вимагав уповільнення ходу, а білий (для нічних сигналів) означав, що шлях вільний. Тоді стало можливим обмежитися тільки двома сигналами: "шлях вільний" (зелений) і "зупинитися" (червоний). Внаслідок цього білий колір в якості сигналу був зовсім усунений.

Негайна зупинка потягу перед семафором вимагалася у разі горизонтального положення крила вдень, а в ночі перед червоним кольором. Давали дозвіл на подальше курсування потягу в день – положення крила

підняте наполовину, а вночі – білий колір, на тих залізницях, де білий колір в якості сигналу не використовувався, то зелений колір.

Семафори забезпечувалися, або окремими при них ліхтарями зі змінним світлом, або зміна світла досягається пересуванням скла у крилах семафора. За правилами, що використовувалися на залізницях, відсутність у семафора крила, або занадто великий нахил його вдень, а вночі відсутність будь-якого кольору, або одночасне просвічування червоного і білого кольорів свідчили про несправність семафора. У подібних випадках потяги повинні були перед семафором безумовно зупинятися, подавати свистки і входити на станцію не інакше, як по особливому дозволу чергового по станції. Деякі досліди в цьому напрямку давали непогані результати, проте точкові системи успіху не мали, оскільки з'явився досконаліший, і простіший метод зв'язку потягу з шляхом рейкових ланцюгів.

У 1867 році англійський інженер Вільям Робінзон запропонував використовувати ходові рейки як провідник електричного струму і створив спеціальну конструкцію путьового приймача. А в 1869 році він розробив модель першого автоблокування, яка була продемонстрована на виставці в Нью-Йорку. При наїзді потягу рейковий ланцюг замикав його скатами, путьове реле притягував якір і сигнал закривався.

Такий рейковий ланцюг, що дістав назву «нормально розімкненої» мав ряд недоліків, основним з яких був: відсутність контролю цілісності і справності рейкового ланцюга. Після додаткового опрацювання В. Робінзон в 1872 році запропонував досконаліший нормально замкнений рейковий ланцюг, який відразу отримав визнання, оскільки недоліки нормально розімкненого рейкового ланцюга в ньому були усунені. Відмітною особливістю його являється те, що скати потягів тут служать не сполучним елементом, що замикає путьове реле, а шунтом ланцюга реле.

Впровадження рейкових ланцюгів було пов'язано з великими труднощами. Верхня будова шляху і скріплення рейкових стиків не були пристосовані для надійного проведення електричного струму, але В. Робінзоніві вдалося усунути

цей недолік введенням стикових з'єднувань і отримати таким чином рейкові ланцюги завдовжки до 1,2 км [1].

При введенні електрифікації потрібно було вирішити протиріччя: з одного – боку, створити безперервний електричний ланцюг для зворотних тягових струмів, з іншого – утворити на ній же ізольовану секцію для сигнальних струмів. Спочатку питання вирішувалося пристроєм однорейкового ланцюга, при якому одна нитка рейок не ізолювалася і призначалася для тягового струму, а інша ізолювалася і призначалася для сигнального струму. Таке просте рішення виявилось не цілком вдалим, оскільки мало серйозні недоліки. І тільки в 1902 році, коли німецький інженер А. Страбль застосував для живлення рейкового ланцюга змінний струм, завдання було остаточно вирішене.

Досвід використання рейкових ланцюгів змінного струму виявився настільки вдалим, що послужив поштовхом до широкого поширення автоматичного блокування на електрифікованих залізницях. Особливо цьому розповсюдженню сприяв винахід Толлена дросельних стиків, які дали можливість влаштовувати на електрифікованих залізницях двохрейкові ланцюги.

З подальшим розвитком електрифікації, коли стали застосовувати в якості тягового не постійний, а змінний струм, знову виникла проблема, оскільки тяговий струм застосовувався з частотою 25Гц, а сигнальний - 60Гц. Англійські винахідники Ховард і Тейлоран створили особливе частотне реле, яке використовувалося в якості путьового приймача, яке замикало контакти тільки від дії змінного струму частотою 60Гц.

Частина винаходу електричного перемикача стрілок в 1887–1888 роках належить французу – М. Депре, який для цієї мети застосував два потужні соленоїди, а інша частина братам Сартію, які використали звичайний електродвигун, обертальний рух якого перетворювався в поступальну ходу стрілочних вістряків. Перші двигуни були дуже громіздкі: при напрузі 60В був потрібний струм до 25А [3]. Хоча стрілка переводилася за короткий проміжок часу (0,5 секунди), значна потужність двигуна у поєднанні з такою швидкістю

перекладу призводила до швидкого виходу з ладу стрілки і рушійного механізму. У цій системі як і в англійській системі інженера А. Веббо, що майже одночасно з'явилася з системою винахідника Е. Томсона, зміна напрямку обертання двигуна досягалася зміною напрямку струму в його якорі перемикачем, встановленим на посту. Такий спосіб вимагав для з'єднання двигуна з постом не менше чотирьох дротів, не рахуючи контрольних.

Одним з найнебезпечніших елементів, що входили в загальну систему залізничної сигналізації, була людина, яка обслуговувала сигналізацію або така, що користувалася нею, з властивими для неї природними недоліками.

Ця обставина привела до необхідності в 80-х роках ХІХ століття введення в експлуатацію автостопів – приладів, що зупиняли потяг при проході його повз, або при наближенні до закритого семафора. Для цієї мети від повітропроводу пневматичного гальма робилося відведення на дах потягу.

На кінці відведення була скляна запаяна трубка або поворотний кран з семафорним крилом. А приводом був, сполучений важіль, який при відкритому семафорі розташовувався уздовж щогли, при закритому – ставав на шляху названої трубочки, яка розбивалася і сполучала повітропровід з атмосферою, відбувалося гальмування [2].

При великих швидкостях руху потягів таке примітивне рішення виявилось непрактичним, бо різка зупинка пасажирського потягу могла викликати занепокоєння серед пасажирів, а у вантажного складу – спричинити схід з рейок. Були створені авторегульовальні системи, при яких швидкість потягу автоматично знижувалася в певних місцях. Потяг зупинявся, як правило, лише після попереднього зниження швидкості.

В кінці ХІХ століття безперервно удосконалювалися технічні засоби, створювали нові системи і види апаратури, замінювали застарілу і менш ефективну техніку. Бувало і так, що пристрої, створені і перевірені в роботі, надалі не знаходили широкого застосування або взагалі не впроваджували. Проте саме їх створення, перевірка нових принципів і рішень були прогресивними, оскільки сприяли розробкам ще ефективніших видів техніки.

Разом з удосконаленням техніки поступово розширювалися галузі і знання інженерів, підвищувалася кваліфікація, накопичувався досвід. Багато тисяч працівників галузі присвятили вибраній спеціальності усе своє життя, беручи активну участь в розвитку техніки і її експлуатації. З часом удосконалювалися форми і методи роботи, її організація. Увесь досвід, накопичений десятиліттями безцінний, знайомство з ним дозволяє виділити досягнення і успіхи, проаналізувати помилки і невдалі рішення. Знання історії того, що діє сьогодні, і аналіз пройденого шляху дають можливість правильніше вирішувати питання на майбутнє, належним чином оцінити зроблене раніше. Це відноситься не лише до працівників галузі і фахівців, що готують себе до роботи в ній. Широкому колу спеціалістів-залізничників може бути цікаво і корисно знати етапи розвитку сигнальних пристроїв та імена людей, з якими цей розвиток пов'язаний.

Список використаної літератури

1. *Історія розвитку транспорту* / В. Я. Галаган, С. В. Виноградов, Б. Б. Драмарецький, В. М. Шатаєв. – К. : ДЕДУТ, 2004. – 321 с.
2. *Сотников Е. А. Железные дороги из XIX в XXI век* / Е. А. Сотников. – М. : Транспорт, 1993. – 200 с.
3. *Проهازка К. И. Сигналізація, централізація, блокування : застосування на макетах залізниць* / К. И. Проهازка. – М. : МГДД(Ю) Т, 2010. – 68 с.
4. *Історія залізничного транспорту Росії. Т. 1 : 1836–1917 гг.* / Г. М. Фадеев, С. В. Амелин, Ф. К. Бернгард [и др.]. – СПб. ; М., 1994. – 336 с.
5. *Історія залізничного транспорту Росії и Советского Союза. Т. 2 : 1917–1945 гг.* / Н. Е. Аксененко, Ф. К. Бернгард, Г. И. Богданов [и др.]. – СПб, 1997. – 416 с.