

**Гриффен Л.А.** Развитие методов неразрушающего контроля. Представлено развитие методов неразрушающего контроля одновременно и в связи с осложнением технических устройств и производственного оборудования, а также использованием потенциально опасных технологий.

**Griffen A.L.** Development of methods of not destroying control. Development of methods of not destroying control simultaneously and in connection with complication of technical devices and the industrial equipment, and also use of potentially dangerous technologies is presented.

УДК 625.126.4

### РОЗВИТОК СИГНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ПІВДЕННО-ЗАХІДНИХ ЗАЛІЗНИЦЯХ

**Сандул І.А.**, аспірантка

(Одеський національний політехнічний університет)

*Дану статтю присвячено проблемам дослідження сигналізаційних систем на залізниці інженерами Одеського відділення Російського технічного товариства. Наведено коротку характеристику основних систем сигналізації, що використовувались на Південно-Західних залізницях. Особливо виділено роботи С.А. Штольцмана.*

Залізничний транспорт – один із провідних видів транспорту, який посідає перше місце за пасажирообігом. Він не залежить від кліматичних умов і надає можливість термінового транспортування вантажів та пасажирів. На засіданнях Одеського відділення Російського технічного товариства (ОВ РТТ) неодноразово звертали увагу на історію та розвиток залізниць в світі та Російської імперії. Крім того, інженери ОВ РТТ досліджували причини аварійності на залізниці та існуючі системи сигналізації.

Аварійність являється характерною особливістю залізничного транспорту. На святковому відкритті Манчестер-Ліверпульської залізниці при першому ж русі потягу відбувся перший нещасливий випадок. Палкий прихильник залізниці, член парламенту Гукінсон не помітив сигналу до відправлення потягу й потрапив під колеса вагону. Паровоз



не мав свистка, й ніхто не згадав про сигнали. Невдовзі відбувся другий нещасливий випадок на лінії між Лейстером та Свенінгтоном. Один з потягів наїхав на завантажену маслом та яйцями підводу, яка направлялась на ринок й переїжджала залізничну колію. Машиніст трубив у ріжок, але його не почули. Виникла потреба у вдосконаленні сигнальної системи на залізниці. Дж. Стефенсоном на Манчестер-Ліверпульській дорозі було запропоновано розмістити на певній відстані сигнальні знаки, які б могли подавати знаки машиністу. Це були перші шляхові сигнали на залізниці. В 1834 р. вперше були запропоновані сигнали у вигляді стовпчиків, які можна було повертати, вночі сигнали подавались за допомогою ліхтарів. [1, с. 205 - 207].

Перша залізниця Російської імперії була прокладена в 1838 році. На 1899 р.

залізниці Російської імперії мали протяжність 50000 верст [2,с.30]. При перевезенні великого вантажу або великої кількості людей на великій швидкості за допомогою залізниці, якщо на дорозі зустрічалися яка-небудь перешкода цьому руху, в результаті часто траплялися аварії – паровози перекидалися колесами до гори, вагони розбивалися на тріски так, що лише за кількістю осей можна було поррахувати скільки вагонів зникло, а рейки викручувало так, наче вони були зроблені з воску.

За статистикою, наведеною інженером С.А. Штольцманом на загальному засіданні Одеського Відділення Російського Технічного Товариства сьомого квітня 1888 р., за шість років з 1880 по 1885 рр. на всіх залізницях Російської імперії загинуло 51 пасажир, тобто в середньому 8,5 чоловік за рік. За цей час в середньому було перевезено по 33 мільйона пасажирів на рік, тобто один смертельний випадок припадав майже на 4 мільйона пасажирів. За даними статистики, на Південно-Західних залізницях у 1884 р. з власної провини загинуло 2 особи, внаслідок нещасливого випадку – 1 особа. В наступні 2 роки внаслідок необережності загинуло 2 людини. Оскільки число проданих пасажирських квитків на Південно-Західних залізницях становило 2700000 на рік, то на вказані вище три роки припадає один загіблий не з власної провини пасажир на 8 млн. квитків. В цей же період в Англії на всіх залізницях було 11 смертельних випадків з пасажирами – це один випадок на 43 млн. проданих квитків. [3,с.33-35].

Вперше в Росії звернули увагу на безпечність руху на залізницях в 1868 р., коли Миколаївську залізницю було передано у розпорядження Головного товариства російських залізниць. Директор залізниці Кеніг звернув особливу увагу на безпеку руху. За його наказом було введено оптичні сигнальні пристрої більш вдосконаленої конструкції і замикаючі апарати, які дали можливість управляти з одного місця.

Інженер С.А. Штольцман навіть три основні причини аварій на залізницях Російської імперії:

1. Незадовільний стан або раптове псування залізничних колій та облаштування.

2. Незадовільний стан паровозів та вагонів.

3. Недотримання правил дорожнього руху. Більшість аварій на залізницях відбувалися саме через причини третьої категорії, до якої відносяться зіткнення потягів на коліях та станціях, що призводило до жахливих наслідків. Зіткнення двох потягів на коліях відбувалося в одній колії внаслідок відправлення зі станції потягу назустріч, не дочекавшись прибуття іншого потягу, який в цей час відправлявся до неї з іншої станції, або в дві колії, якщо станція відправляла потяг по невідповідній колії, по якій в цей час рухався назустріч другий потяг.

В 1873 р. було опубліковано «Положення про сигнали на залізницях», у якому зазначалось, що сигнали на залізницях – це явище обов'язкове для усіх залізниць Російської імперії. Кожний службовець повинен був обов'язково виконувати усі вимоги, подані сигналами. Для оптичних сигналів встановлено було два кольори: червоний і зелений, а для нічних сигналів ще й білий. Червоний сигнал вимагав неодмінної зупинки, зелений показував вимогу зменшення швидкості руху, а білий означав вночі, що шлях вільний. Сигнали поділялись на шляхові, станційні й потягові.

Оскільки залізничний транспорт почав випереджати інші види транспорту за пасажирообігом, потрібно було створити сприятливі та безпечні умови для пасажирів. Правління залізниці встановило обов'язкові правила, які забезпечували безпечність руху на залізницях. Згідно правил руху по відкритій залізницях загального користування були встановлені наступні міри:

1. На коліях в один бік кожна станція не може відправляти жодного потягу, або окремого паровозу, не отримавши попередньо дозволу сусідньої стан-

ції, котра в свою чергу до прибуття цього потягу не має права відправляти йому на зустріч інший.

2. На дорогах в дві колії по кожній з них рухаються потяги лише в одному напрямку. В даній ситуації зіткнення були неможливі, крім випадків наздоганяння одного потягу іншим. Для ліквідації можливості наздоганяння, станція не мала права відправляти потяг, не отримавши попередньо від сусідньої станції повідомлення про прибуття на неї раніше відправленого по тій же колії потягу.

3. Станція, яка чекає на прибуття потягу, повинна була приготувати у себе вільну колію для його прийому. В випадках, коли станційні колії були зайняті іншими потягами або маневрами, необхідно було надати станції можливість затримати очікуваний потяг до входу до неї. Для цієї цілі використовували сигнали зупинки, які були в широкому попиті на Південно-Західних залізницях. Практичне значення сигналів зупинки полягало не тільки у вказуванні дозволу або заборони входу на станцію, а також вказування правильного положення стрілок, по яких повинен прослідувати прибулий на станцію потяг. Сигнали зупинки в поєднанні з блокувальними апаратами надавали можливість відправити з станції потяг лише в тому випадку, коли дистанція колії до наступної станції буде вільною від зустрічних та попутних потягів, що гарантувало безпечність.

До проблем приладів для керування стрілками та сигналами інженер С.А. Штольцман звертався неодноразово.

Вперше до теми сигналізації С.А. Штольцман звернувся у 1888 р., виступивши на засіданні механічного відділу Одеського відділення РТТ з доповіддю: «Сигналізація станцій Уманських гілок Південно-Західних залізниць» (1889 р.) [4]. В ній автор дає докладний опис розробленого ним проекту системи сигналізації для Уманських станцій.

Пізніше він висвітлював актуальність проблеми на сторонках журналу «Інженер». Однією з таких публікацій була

стаття «Централізація стрілок та сигналів за системою Сайкса». [5] Інженер доводить необхідність впровадження централізації системи сигналів для ефективного керування коліями на залізниці.

Дані сигнали поділялись на три типи: дальні сигнали, семафори з двома крилами, семафори з чотирма крилами, які використовувались тільки для світлої пори доби. Вночі крила замінялись на ліхтарі з білим склом, колір вогню яких мінявся за допомогою рамки з кольоровим склом – зеленим і червоним. На той час такі сигнали повністю відповідали своєму призначенню. Сигнальні знаки було чітко видно здалеку, що забезпечувало безпеку руху. Дальні сигнали приводились у дію працівниками, які знали про потяги, що наближались до станції, і перебували в очікуванні цих потягів на платформі станції. Об'єднання в групи усіх важливих стрілок на станції з метою управління ними з одного місця, одночасно з сигналами, однією людиною було дуже практичним. Адаже окрім безпеки руху досягалась і економія кількості працівників, які наглядали за стрілками. Пізніше, коли відбулося впровадження телеграфної лінії між станційними будівлями і сигнальними будиночками, рух по таких лініях став ще більш безпечним, тому що стрілочники завжди попереджались дзвінком про потяги, які наближались до станції.

Для денних ручних сигналів використовували прапори: розгорнутий червоний прапор вимагав неодмінної зупинки потягу, розгорнутий зелений прапор – зменшення швидкості руху, а звернутий прапор показував, що шлях вільний і безпека руху забезпечена. Для нічних ручних сигналів використовували ліхтарі зі склом: червоним, зеленим і білим, які надавали світлу потрібного кольору. Цими денними і нічними ручними сигналами були оснащені: на шляху – кожний шляховий, мостовий і переїзний сторож, кожний старший робітник залізничної артілі і кожний залізничний майстер; на потязі – кожний кондуктор і

машиніст; на станціях – кожний дисковий сторож, стрілочник, кожний складач потягів, начальник станції.

Крім цього на шляху використовувались ще й інші види сигналів – духові ріжки (для оповіщення сторожів про проходження потягу і виклику потрібних осіб на колію), блимавки (вимагали неодмінної зупинки потягу, особливо їх використовували під час заметілі, туманів, дощу), електричні дзвінки (встановлювались при казармах, сторожових будках, тунелях, розвідних мостах), диски (встановлювали за вимогою Міністерства шляхів сполучення при розвилках, роз'їздах, перехрестях залізничних ліній, при входах у тунелі) і семафори (мали теж призначення, що і диски).

У якості станційних сигналів ще використовувались нерухомі зелені диски (вимагали зменшення ходу потягу), червоні диски (забороняли вхід потягу на станцію), ліхтарі на стрілках (показували положення, в яке поставлена стрілка), ріжки у стрілочників (протяжний звук ріжка оповіщав про прибуття або відхід потягу, а також при маневрах на станції), покажчики (особливі стовпчики червоного кольору, якими відзначали ті частини шляху, де можна було розташовувати потяги і рухомий склад при зупинці), дзвони (для виклику пасажирів до потягу і об'яви часу відправлення потягу), семафори і електричні дзвінки [3, с.44-45].

До 1884 р. на залізниці в якості сигналів зупинки використовували червоні диски – залізні круглі щити, які кріпилися на високих залізних стержнях і могли обертатися, приймаючи перпендикулярне чи паралельне положення до колії. Щити були пофарбовані в червоний колір, який взагалі на залізниці означає сигнал зупинки, і якщо він розташований перпендикулярно до колії, тобто лицем до потягу, що прибуває, то це означає заборону входу до станції. Якщо ж червоний диск був розташований паралельно до колії, тобто ребром до потягу, це означало дозвіл входу. Вночі на диск влаштовувався спеціаль-

ний ліхтар, який при закритому положенні диску світив на колії червоним вогнем, а при відкритому положенні – білим вогнем. Червоні диски розташовувалися на проміжках від 10 до 15 сажнів від вхідних стрілок станцій й управляються стрілочниками.

Червоні диски мали досить недоліків. По-перше, управління диском відбувалося в руки стрілочника, тобто найменшого по рангу агента, який може не повністю усвідомлювати важливості свого призначення, до цього ж він значно віддалений від розпорядчого руху на станції, що може стати причиною багатьох помилок при передачі розпорядження. На багатьох станціях диски настільки віддалені від станції, що їх положення не видно черговому по станції. Дія червоних дисків не залежала від руху стрілок, і тому відкриття дисків при неправильному положенні стрілок могло стати причиною катастрофи.

У 1841 р. англійцем Грегорі був винайдений семафор. Засобами зв'язку служили телеграф, пізніше телефон. Семафори, як і червоні диски, являються сигналами, які вказують, що вхід потягу на станцію починається саме від нього – дозволяється або забороняється. Семафор складається з високого ствола, на верху якого є рухоме крило, положення якого служить сигналом. На Південно-Західних залізницях горизонтальне положення крила означало, що потяг повинен зупинитися саме біля семафора (семафор закритий). Нахилене положення крила під кутом 45 градусів до низу означає, що потяг може вийти на джелянку, огорожену семафором (семафор відкритий). Вночі на семафор влаштовують спеціальний ліхтар, полум'я якого при закритому положенні закрито червоним склом, а при відкритому положенні нічим не прикривається та кидає на колії біле світло. Завдяки своїй легкості, дощате крило семафора можна розмістити на більш віддалений проміжок від станції. При даних умовах встановлюється спеціальний важіль біля станції, де він знаходиться під постій-

ним наглядом чергового по станції. Важіль з'єднаний з семафором за допомогою проволоченого канату. Нормальне положення семафора закрите. В даному положенні його утримує противага. Якщо виникає потреба відкрити семафор, переводять важіль, цією дією натягують канат, противага опускається й крило опускається донизу. Новизною в семафорах є два важливих електричних доповнення – це перонний дзвоник та указник семафора. Перонний дзвоник знаходиться ззовні станційного приміщення, а указник семафора в конторі начальника станції й обидва з'єднані проводкою з крилом семафора. Далекодійчі семафори мають один недолік – їх положення незалежне від положення стрілок. Далекодійчі семафори використовували на дільниці: Роздільна-Жмеринка, Брест-Ковель.

Семафори в зв'язку з групуванням стрілок являються другими за ступенем складності серед сигналізаційних систем залізниці. Їх використовували на станціях Чубовка, Бірзула (Котовськ), Вапнярка, Печанівка та на дільниці Одеса-Головна - Роздільна. При встановленні сигналізації в зв'язку з групуванням стрілок встановлюється така залежність, що неправильне положення кожного з елементів один до одного практично було не можливим. Ця система виключає наявність третього недоліку червоних дисків та далеко діючих семафорів. Тут потрібно було задовольнити наступні умови: 1) механічний семафор не може бути відкритим до тих пір, доки не налаштовані належним чином стрілки; 2) якщо семафор відкритий, то механічно не можуть бути переведенні ті стрілки, по яких доведеться пройти очікуваному потягу.

На Південно-Західних залізницях ця проблема вирішувалася наступним чином: важелі семафорів та важелі стрілок групуються в одному місці, в один пост. Всі важелі знаходяться поряд на одному станку, який знаходиться в окремій будці. До кожного важеля кріпиться спеціальна штаба, до якої кріпиться лан-

цюг, який в свою чергу охоплює шків та проволочний канат, направлений до семафору. При цьому обов'язково є противага для полегшення відкриття далеких семафорів. Важливу роль саме в цій системі відіграє апарат взаємного замикання. Апарати замикання за своєю схемою дуже складні, наприклад, на деяких постах кількість важелів в апараті замикання сягала 30.

В сигнальній будці є указники семафорів та електричний дзвоник.

С.А. Штольцман відмічає, що дана система сигналізації має наступні переваги: стрілочник на роботі знаходиться весь час в теплому, закритому приміщенні; стрілочнику не доводиться бігати від однієї стрілки до іншої, що забезпечує його від можливої смерті під колесами потягу; при даній системі сигналізації зменшується число стрілочників.

Групування стрілок також має недоліки: занесення снігом проволоченої передачі семафорів, та трубчастой передачі стрілок, що може зробити систему неприцездатною; невидимість положення стрілки з сигналізаційної будки.

Засоби для усунення першого недоліку полягали в накритті всієї передачі дерев'яними жолобами. Боротьба зі сніговими заметами, одна зі специфічних сторін зимової діяльності російських залізниць, велася з особливою інтенсивністю на Одеському напрямку. Траплялося нерідко на цій дорозі, що перерви руху на ділянці між Бірзулою і Одесою доходили до 10-12 днів. Єлизаветградська та Бесарабська залізничні гілки також були сильно піддані діям заметілей. Систематичною насадкою живої плоти, що впливає із багатьох спостережень, маніпуляцією захисних щитів і сніжних плугів управління прагнуло забезпечити безперервність зимового руху і досягло досить сприятливих результатів.

В 1849 р. в Росію був запрошений відомий винахідник Вернер Сіменс, який взяв участь у влаштуванні першого телеграфу на Петербурзько-Московській залізниці. З 50-тих років XIX ст. апарати системи Сіменса стали

розповсюджуватись на всіх російських залізницях. Визнання необхідності введення централізації стрілок та сигналів було важливим як для підвищення безпеки руху, так і для зменшення витрат на утримання стрілочників. В останній чверті XIX століття проблема набула найбільшої актуальності. Деякі залізниці Російської імперії почали вказану систему широко використовувати на практиці. Деякі приватні залізниці пропонували ввести централізацію сигналізації на всіх станціях. З'явилися навіть нові системи централізації – інженера Вурцеля та інженера професора Горденка.

Особливу увагу приділяв С.А. Штольцман централізації стрілок та сигналів за системою Сайкса, яка широко використовувалась на Південно-Західних залізницях. Основні принципи системи Сайкса:

1. Кожний сигнал, стрілка або пара стрілок являють собою один перехід між сусідніми коліями, а також стрілочний затвор переводиться окремим важелем.

2. Усі сигнали та семафори однакової форми, при чому кожний сигнал може займати лише два положення, які означають, що шлях закритий чи відкритий. Крило в семафорі завжди знаходилося з правого боку щогли, а щогла завжди ставилася з правого боку колії за напрямком руху потягів, для яких семафор являється сигналом. В сигналах відгалуження крила семафора були розташовані поряд на одній висоті – праве крило відносилось до відгалуження направо, а ліве – до відгалуження вліво. Все, що потрібно було знати машиністу, – положення крила щодо семафора. На думку автора нічого простішого за дану систему бути не може, особливо на великих станціях, де потрібно велика кількість сигналів для прийому, пропуску та відправлення потягів.

Першою станцією, на якій було введено центральне керування стрілок і сигналів, була станція Вигода в 1884 р., де був улаштований один пост із важелями. На 1903 р. на Південно-Західних за-

лізницях було 64 станції (зупиночних пунктів) із центральним пристроєм, при чому в 119 постах були 1764 важеля. Перші пристрої цього роду робилися за англійськими зразками по системі Сайкса із жорсткою передачею. У цей час, крім неї, застосовуються системи: дрова – Сіменса і Гальске, гідравлічна – Біанкі і Сервантеса та електрична – Сіменса і Гальске. Посиленню провізної здатності Південно-Західних залізниць сприяло запровадження вдосконаленої сигналізації станцій. Від обертових дисків перших часів залізничної ери залізниці поступово переходили до системи семафорів. Улаштування семафорів супроводжувалося введенням контрольних до них приладів, оптичних, акустичних сигналів, які потім з успіхом витіснялися телефонами [4, с.61].

У 1844 р. англійський інженер Кук запропонував принцип блокування колії, більш відомий як блок-система, суть якої полягає в тому, що шлях між станціями був розділений на невеликі ділянки, паровоз міг зайняти перегін або ділянку колії між станціями лише в тому випадку, якщо попередній потяг вже звільнив цей перегін. Таким чином, між двома потягами підтримувався проміжок простору, а не часу. Для того, щоб сповістити, що перегін вільний, застосовували спеціальні прилади. Це нововведення набуло широкого розповсюдження після винайдення у 1859 р. французьким інженером Тайером апаратів для блок-систем. Вони вперше були застосовані у Франції на залізниці Париж-Сен-Жермен. У якості блок-сигналу служив поворотний диск, який за допомогою тяг і важелів був пов'язаний з рухомою шиною, притиснутої до ходової рейки. При проході поїзда реборди його коліс віджимали шину від рейки, це викликало закриття диска. У той же час піднімався поршень встановленого в диску ртутного гальма, який і затримував диск у закритому положенні. Після закінчення певного часу (приблизно 6 хвилин) після проходу поїзда поршень повертався на своє місце, і диск закривався.

Після винайдення апарату Тайера з'явилися перші спроби застосувати автоматичне блокування ділянок самим паровозом за допомогою електричного струму. Для цього передбачалось розставити по колії в пунктах розділення ділянки спеціальні педалі. Потяг, вступаючи на неї, автоматично сповіщав пост, що ділянка зайнята, звільняючи її потяг нажимав іншу педаль, подаючи сигнал, що колія вільна.

Вільям Робінзон у 1869 р. розробив модель електричного автоблокування, яку продемонстрував на виставці в Нью-Йорку.

В 1872 р. інженер Латгріг удосконалив блокувальні апарати, запропонувавши електричні семафори. Принцип їхньої дії полягав у тому, що значення сигналу знаходилось у залежності від положення електричних апаратів, що зна-

ходились на станційних постах [6, с.249-251]

Швидко зростаючий рух поїздів вимагав, особливо в останні п'ять років, значного поширення лінійної блок-системи. Уперше вона була застосована в 1887 р. на ділянці Одеса-Порт, Пересип, Одеса-Застава. З 1898 р. у нас застосовується система Сіменса і Гальське, але з багатьма видозмінами, які були зумовлені спеціальними умовами Південно-Західних залізниць.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що у другій пол. ХІХ ст. ще не було стійкої системи сигналізації залізниць, і тому інженери досліджували різні системи сигналізації та принципи їх функціонування, що підтверджується доповідями на сторінках «Записок Одесского отделения Русского технического общества» та «Інженеру».

### ЛІТЕРАТУРА

1. Виргинский В.С. История техники железнодорожного транспорта. Вып. 1. М. 1938.

2. Кирпа Г.М. Пшінько О.М. Агієнко І.В. Залізниця України.- Дніпропетровськ: Арт-Прес, 2001.-С.86.

3. Доклад С. Штольцмана. // Записки Одесского Отделения Императорского Русского Технического Общества. Одесса, 1888. вип.1.-С.33-40.

4. С.А. Штольцман. Сигнализация станций Уманских ветвей Юга – Западной железной дороги. // Инженер. Киев, 1891. – С.56-72.

5.«Централізація стрілок та сигналів за системою Сайкса». //Інженер 1892,№1 - №6.

6. Столповский А. Принципы электрического блокирования поездов и электроблокирующий аппарат Сименса // Инженер.- 1891.- № 6.- С. 249 – 251

*Сандул И.А. Развитие сигнализационных систем на Юго-западных железных дорогах. Данная статья посвящена проблемам исследования сигнализационных систем на станциях Юго-Западной железной дороги инженерами Одесского отделения русского технического общества. Дана краткая характеристика основных систем сигнализации, применяемых на Юго-Западных железных дорогах. Отдельно выделены работы инженера С.А. Штольцмана.*

*Sandul I.A. Development of signaling systems on the Southwest railways. Given article is devoted problems of research of signaling systems on railway engineers of the Odessa branch of Russian technical society. Thive the short characteristic of the basic systems of the alarm system on the Southwest railways. Are separately allocated written by engineer S.A.Shtoltsman.*