

УДК 656.212.5

**АНАЛІЗ РОБОТИ ПІДСИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ СКОЧУВАННЯ  
ВІДЧЕПІВ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ  
СОРТУВАЛЬНИМИ СТАНЦІЯМИ**

Д-р техн. наук О. М. Огар (УкрДУЗТ),  
М. А. Асєєв (ПАТ «Укрзалізниця»), О. А. Іваненко (УкрДУЗТ)

**АНАЛИЗ РАБОТЫ ПОДСИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ СКАТЫВАНИЯ  
ОТЦЕПОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ  
СОРТИРОВОЧНЫМИ СТАНЦИЯМИ**

Д-р техн. наук А. Н. Огарь (УкрГУЖТ),  
М. А. Асеев (ПАО «Украинские жел. дороги»), Е. А. Иваненко (УкрГУЖТ)

**THE ANALYSIS OF SUBSYSTEM OPERATION OF REGULATING THE SPEED OF  
ROLLING CARS IN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR MARSHALLING  
STATIONS**

**Doct. of techn. sciences O. Ogar, the applicant M. Asieiev, master student O. Ivanenko**

*Подано аналіз роботи підсистем регулювання швидкості скочування відцепів в автоматизованих системах управління сортувальними станціями. Розглянуто особливості роботи кожної підсистеми, а саме: взаємодію пристроїв, способи отримання необхідних вихідних даних для розрахунку технологічних параметрів і процедури реалізації прицільного та інтервально-прицільного гальмування відцепів. Наведено основні показники сортувального процесу після впровадження на сортувальних станціях автоматизованих систем управління.*

**Ключові слова:** автоматизована система управління, сортувальна гірка, відцеп, прицільне гальмування, підсистема регулювання швидкості скочування відцепів.

*Представлен анализ работы подсистем регулирования скорости скатывания отцепов в автоматизированных системах управления сортировочными станциями. Рассмотрено особенности работы каждой подсистемы, а именно: взаимодействие устройств, способы получения необходимых исходных данных для расчета технологических параметров и процедуры реализации прицельного и интервально-прицельного торможения отцепов. Представлено основные показатели сортировочного процесса после внедрения на сортировочных станциях автоматизированных систем управления.*

**Ключевые слова:** автоматизированная система управления, сортировочная горка, отцеп, прицельное торможение, подсистема регулирования скорости скатывания отцепов.

*Presented analysis of major subsystems to control the speed rolling unhooked in automated systems management of the leading manufacturers of such systems on marshalling yards of America, Canada, Europe and Russia. Consider the features of each work and the introduction of speed control subsystem rolling unhook at different sorting stations: the interaction between the subsystems of the device (sensors to monitor the occupancy of the path, the device calculates the speed of cars, meteorological sensors, and others), the receipt and processing of the initial information for calculation of technological parameters of its use, algorithms and procedures for*

*the implementation and the impact interval-impact braking unhooked, which are processed in the yard. The influence of the height of the hill at the speed of carriage movement, the collision between the cars on the tracks of a car yard. Presented the main indicators sorting process after the implementation of control subsystems in marshalling stations speed rolling unhook the full machining in control systems.*

**Keywords:** *automated control system, targeted regulation, sorting hill, subsystem of regulating the speed of rolling cars.*

**Вступ.** Процес розформування составів є одним з найбільш складних та енергоємних процесів на залізничних станціях. Автоматизація основних технологічних процесів на сортувальних гірках дає змогу покращити умови праці робітників, збільшити продуктивність роботи станції, зменшити експлуатаційні витрати та ефективно використовувати технологічне устаткування сортувальних гірок. У сучасних економічних умовах на сортувальних гірках України необхідно впроваджувати заходи, спрямовані на збереження енергетичних ресурсів та покращення якості сортувального процесу. Таким чином, питання вивчення досвіду експлуатації існуючих автоматизованих систем управління швидкостями скочування відцепів є дуже актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На цей час існують різноманітні автоматизовані системи управління рухом відцепів, що впроваджені на вітчизняних та закордонних сортувальних станціях.

Підсистема автоматизованого управління швидкістю скочування відцепів з гірки є однією з головних складових у комплексних автоматизованих системах управління. У процесі експлуатації вказаних підсистем виявлено окремі їх недоліки, а саме: недосконалі технологічні алгоритми, невеликий відсоток реалізації розрахункових швидкостей виходу відцепів з гальмових позицій у системі PROYARD [5], низький рівень урахування випадкових параметрів метеорологічних умов, недостатньо автоматизований процес гальмування відцепів на парковій гальмовій позиції у системі КСАУ СС [4],

неможливість достовірного моделювання точного місцезнаходження відцепів у зоні дії пристроїв контролю зайнятості колій у системі MSR-32 [6], невелика зона дії прицільного гальмування у системі DDCIII [3].

Вагомий внесок у розвиток та удосконалення систем автоматизації сортувальних гірок зробили такі відомі вчені та спеціалісти, як Ю. А. Муха, В. І. Шелухін, Д. Н. Козаченко, І. Н. Малишев, Е. Н. Лебединська, А. А. Явна, М. М. Новгородов та ін. Основна увага в працях указаних учених приділяється задачам створення універсального модуля управління гальмовими позиціями, розробленню адаптивної автоматизованої системи управління сортувальною гіркою, удосконаленню підходів до інтервального, інтервально-прицільного та прицільного регулювання швидкості скочування відцепів. Розроблені наукові положення базувались на результатах імітаційного моделювання. Основним недоліком у працях указаних авторів є неповне урахування показників метеорологічних умов на сортувальній гірці.

**Визначення мети та задачі дослідження.** Метою дослідження є підвищення ефективності процесу розформування составів на сортувальних гірках.

Задачею дослідження є виявлення основних недоліків у роботі існуючих підсистем автоматизованого управління швидкістю скочування відцепів з гірки.

**Основна частина дослідження.** На сортувальних станціях у багатьох країнах світу набули широкого розповсюдження

системи комплексної автоматизації сортувального процесу. Розрахунок та завдання основних технологічних параметрів сортувальних гірок (швидкості розпуску составів і швидкості виходу відчепів з гальмових позицій) є одним з основних призначень таких систем. Одними з найпоширеніших автоматизованих систем на сортувальних станціях є системи «Saxbi» (Франція), «DDCIII», «НС-41» та «Proyard» (США), MSR 32 (компанія Siemens), АРШ-ЦНДІ та АРШ-ГТСС (СРСР), КСАУ СП (Росія).

Усі ці системи складаються з багатьох підсистем, однією з яких є підсистема регулювання швидкості скочування відчепів на сортувальній гірці. Регулювання швидкостей відчепів у автоматизованих системах відбувається за допомогою програм та алгоритмів, для яких необхідні дані про ходові властивості відчепів, дальність пробігу, вагову категорію відчепа, швидкість руху відчепів і дані метеорологічних умов [1]. Усі ці показники система отримує через напільне устаткування, яке розташовано на гірці. У більшості автоматизованих систем регулювання швидкості відчепів здійснюється за принципом інтервально-прицільного регулювання швидкості скочування відчепів. Як правило, такі сортувальні станції облаштовані трьома гальмовими позиціями (на першій гальмовій позиції (I ГП) реалізується інтервальне регулювання, на другій гальмовій позиції (II ГП) інтервальне або інтервально-прицільне регулювання, на третій гальмовій позиції (III ГП) – прицільне регулювання). Принцип інтервально-прицільного регулювання швидкості відчепів забезпечує необхідну інтенсивність розпуску составів, підхід відчепів до гальмових позицій зі швидкістю, яка розрахована системою, співударяння відчепів у сортувальному парку зі швидкістю 1,5 м/с. Упровадження принципу інтервально-прицільного регулювання не повною мірою виключило

брак у роботі сортувальних станцій (буває пошкодження вагонів і вантажів).

Система АРШ-ЦНДІ (автоматичне регулювання швидкості) може впроваджуватись як на гірках з трьома ГП, так і на гірках з двома ГП. Основними задачами алгоритму реалізації прицільного гальмування є визначення координати прицільовання, розрахунок необхідної швидкості виходу відчепа з гальмової позиції, коригування цієї швидкості, управління уповільнювачами. На кожній колії сортувального парку встановлюються прилади КЗК (контроль заповнення колії), які визначають місцезнаходження відчепів та відстань між ними. Для забезпечення якості прицільного гальмування в системі особливу увагу приділили визначенню параметрів прискорення відчепів, які визначаються за допомогою трьох педалей на вимірювальній дільниці у момент проходження відчепів. Необхідна швидкість виходу відчепів з III ГП в системі визначається виходячи з вагової категорії відчепа, довжини відчепа, відстані, яку необхідно подолати відчепу, та прискорення відчепів [2].

Особливістю цієї системи є те, що всі результати розформування відчепів архівуються та накопичуються у системі. На основі накопиченого досвіду система реалізує (при необхідності коригує) необхідну швидкість виходу відчепів з паркової гальмової позиції.

Досвід експлуатації систем АРШ-ЦНДІ взагалі не виявив суттєвого покращення якісних показників сортувального процесу. Основним недоліком системи є низький рівень реалізації принципів інтервального та прицільного гальмування й отримання необхідних даних. При розформуванні відчепів було виявлено велику кількість втручань операторів у роботу системи. На цей час на всіх станціях, де встановлювалась така система, працюють у ручному режимі.

Автоматизована система КСАУ СС (комплексна система автоматизованого управління сортувальною станцією) впроваджена на станції Бекасово (Росія) та містить електронну технологію обробки составів, моделювання сортувального процесу в режимі реального часу, управління стрілочними переводами, уповільнювачами та сигналами, маневровими локомотивами, компресорною станцією.

Для автоматизованого регулювання швидкостей відчепів у КСАУ СС впроваджена підсистема управління прицільним гальмуванням (ПУПГ). Протягом усього процесу розпуску у ПУПГ будується динамічна модель. За результатами моделювання та інформації з напільного устаткування розраховуються необхідні швидкості виходу з паркової гальмової позиції [3].

Для підвищення якості прицільного гальмування в підсистемі враховуються основні кліматичні фактори (температура повітря, швидкість та напрямок вітру). Для цього на станції встановлюють метеостанцію.

Для визначення вільної довжини колії сортувального парку та довжини «вікон» між відчепами встановлюють сучасні пристрої КЗК (зона дії яких 300 м на кожній колії сортувального парку), які дають змогу відслідковувати рух кожного відчепа від III ГП до точки прицілювання. Інформація від пристроїв КЗК по зворотному зв'язку потрапляє до системи ПУПГ. Отримана інформація необхідна для управління I та II ГП. Пристрої КЗК дали змогу покращити якість прицільного гальмування, а саме зменшились кількість осаджувань і «вікон» між відчепами та швидкість співударяння відчепів.

Робота підсистеми ПУПГ в КСАУ СС на станції Бекасово дала змогу зменшити швидкість співударяння відчепів на коліях сортувального парку до 3,66 км/год (норма – 5 км/год) і середню довжину «вікна» з розрахунку на один вагон до 1,1 м (норма –

3 м). Середня кількість «вікон» між відчепами зменшилась до 5 на 100 відчепів, вірогідність удару між відчепами на коліях сортувального парку зі швидкістю вище 5 км/год склала 0,06 (норма – 0,09). Робота пристроїв КЗК в підсистемі ПУПГ дала змогу скоротити тривалість маневрової роботи та зменшити витрати палива при виконанні вказаної роботи майже на 15 % [4].

У процесі експлуатації підсистеми управління прицільним гальмуванням в КСАУ СС на станції Бекасово було зафіксовано велику кількість втручань у процес автоматизованого управління уповільнювачами III ГП (майже 54 000 тис. втручань на рік) через відсутність інформації про розрахункові швидкості відчепів, параметри вагонів, а також показань приладів КЗК.

Аналіз функціонування підсистеми прицільного гальмування на станції Бекасово виявив ряд недоліків, а саме: низький рівень урахування випадкових параметрів метеорологічних умов, недостатньо автоматизований процес гальмування відчепів на III ГП.

Інформаційно-керуюча система сортувальною станцією PROYARD є найпоширенішою у США та Канаді. У цих країнах ця система впроваджена на більшості сортувальних станцій (тільки у США близько 60 станцій). Принцип роботи системи PROYARD такий, як і в інших системах: у ході сортувального процесу система враховує ходові властивості відчепів і метеорологічні умови та ведеться моніторинг заповнення колій сортувального парку. Після впровадження системи PROYARD допустима швидкість співударяння відчепів не порушується майже у 90 %. Зменшилась маневрова робота на коліях сортувального парку (у середньому на 60 % по станціях США) та довжина «вікон» [5].

У процесі розформування составів у системі PROYARD виявляється невелика кількість похибок при порівнянні

розрахункових та фактичних показників тривалості розформування составів, швидкості розпуску, обсягів маневрової роботи на коліях сортувального парку та виходу відчепів з I, II та III ГП. Цей недолік системи пов'язаний з тим, що система буде та реалізує модель розформування состава без урахування відчепів, які не можна спускати з гірки. Такі відчепи з гірки спускають по окремій колії, а наступні відчепи продовжують розформувати по вже побудованій моделі.

На сортувальних станціях Європи у теперішній час переважно впроваджується система кампанії Siemens – MSR 32 (microprocessor system of railway). У підсистемі прицільного управління відчепами для реалізації якості прицільного гальмування використовують разом вагонні уповільнювачі та комбіновані вагоноосаджувальні пристрої. При цьому пристрої КЗК охоплюють не всю довжину колій сортувального парку. Алгоритм підсистеми прицільного гальмування такий: до III ГП відчеп повинен підходити зі швидкістю не більш ніж 4 м/с, а виходити зі швидкістю не більш ніж 1,5 м/с і рухатися до повної зупинки (в зоні дії приладів КЗК). Комбіновані вагоноосаджувачі забезпечують негайне просування відчепа із зони дії пристроїв КЗК по колії сортувального парку [6].

До недоліків підсистеми слід віднести неможливість достовірного моделювання точного місцезнаходження відчепів у зоні дії КЗК та неможливість реалізації принципу прицільного гальмування у ситуації, коли комбіновані вагоноосаджувальні пристрої виходять з ладу.

Автоматизованою системою управління сортувальною станцією, яка також набула широкого розповсюдження як у США, Канаді, країнах Європи, так і Китаї та деяких країнах Африки, є система DDCIII (date display control). У системі

використовуються методи та моделі інтелектуалізації процесу розпуску составів. Система компенсує вплив випадкових факторів (швидкості вітру та температури повітря) [7]. Підсистема ПКПГ у DDCIII контролює та автоматично визначає необхідну довжину пробігу на коліях сортувального парку, розраховує та реалізує необхідну швидкість виходу відчепа з ГП. Модернізація мікропроцесорної техніки, яка використовувалась у системі, стала головною перевагою, яка дала змогу врахувати всі фактори, що можуть впливати на сортувальний процес, та забезпечила автоматичну роботу як станції в цілому, так і прицільного гальмування. Автоматизація процесу прицільного гальмування відчепів зменшила довжину «вікон» майже на 90 %, а швидкість співударення до 5,6 км/год [3].

Слід відзначити, що впровадження системи DDCIII не дає змогу зменшити обсяг маневрової роботи на коліях сортувального парку через те, що в системі прицільне гальмування розраховано тільки на 150 м по кожній сортувальній колії.

**Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку.** Проведений аналіз роботи підсистем прицільного гальмування в автоматизованих системах управління сортувальними станціями доводить те, що впровадження таких підсистем забезпечило мінімізацію ручних втручань при розформуванні составів, схоронність вантажів і рухомого складу та відповідно покращення показників сортувального процесу.

Наявність окремих недоліків підсистем указує на необхідність покращення ефективності їх функціонування шляхом розроблення нових або удосконалення існуючих процедур розрахунку технологічних параметрів сортувальних гірок та модернізації їх напільного устаткування.

*Список використаних джерел*

1. Hein, O., A two stage model for a marshaling yard [Text] /O. Hein // Rail International. – 1972. – № 4. – P. 249-259.
2. Автоматизация и механизация переработки вагонов на станциях [Текст] / Ю. А. Муха, И. В. Харланович, В. П. Шейкиє и др. – М.: Транспорт, 1985. – 248 с.
3. Сопоставительный анализ технических средств для механизации и автоматизации сортировочных станций применяемых на Российских железных дорогах и за рубежом [Текст] / В. И. Талалаев, А. Г. Савицкий и др. – М.: ВНИИАС МПС России, 2007. – 150 с.
4. Савицкий, А. Г. Анализ функционирования устройств управления прицельным торможением УУПТ [Текст] / А. Г. Савицкий // Гудок. – 2003. – С. 22-29.
5. Огар, О. М. Розвиток теорії експлуатації та методів розрахунку конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок [Текст]: дис... д-ра техн. наук: 05.22.20 / Огар Олександр Миколайович; Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків, 2011. – 368 с.
6. Hansmann, R.S., Zimmermann, U.T. Optimal sorting of rolling stock at hump yards [Text] / R.S. Hansmann, U.T. Zimermann // Mathematics-key technology for the future. – 2007. – №8. – P. 189-203.
7. Zhau, W., Yang, X., Qin, J., Optimizing the long-term operating plan of railway marshaling station for capacity utilization analysis [Text] / W. Zhau, X. Yang, J. Qin, // The Scientific World journal. – 2014. – №3. – P. 71-84

---

Огар Олександр Миколайович, д-р техн. наук, професор, кафедра залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar.07.12@gmail.com

Асєєв Максим Андрійович, здобувач, Харківське відділення філії «Проектно-вишукувальний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Українська залізниця». Тел.: (057) 364-42-35. E-mail: aseev.maksim.1988@gmail.com

Іваненко Олена Андріївна, магістрант, кафедра залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar.07.12@gmail.com.

Ogar Olexander, doct. of techn. sciences, professor, chair "Railway stations and junctions", Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar.07.12@gmail.com.

Asieiev Maksym, the applicant, Kharkiv branch office "Project and survey institute of railway transport" PJS "Ukrainian railway". Tel.: (057) 364-42-35. E-mail: aseev.maksim.1988@gmail.com.

Ivanenko Olena, master student, chair "Railway stations and junctions", Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar.07.12@gmail.com.

Стаття прийнята 10.05.2016 р.