

Досліджено метеорологічні умови, в яких експлуатуються сортувальні гірки Харківського вузла. Запропоновано новий підхід до форми їх представлення при розрахунках гірки і моделюванні сортувального процесу.

Ключові слова: гірка, метеорологічні умови, сортувальний процес

Исследованы метеорологические условия, в которых эксплуатируются сортировочные горки Харьковского узла. Предложен новый подход к форме их представления при расчетах горки и моделировании сортировочного процесса

Ключевые слова: горка, метеорологические условия, сортировочный процесс

Meteorological conditions were researched, in which hump yards of Kharkov rail junction were exploited. The new way to their presentation form in calculations of hump and modeling of sorting process was proposed.

Key words: hump, meteorological conditions, sorting process

ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ГІРКИ І МОДЕЛЮВАННІ СОРТУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

О.М. Огар

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра залізничних станцій та вузлів*
Контактний тел.: (057) 730-10-42

О.С. Губачова*

Контактний тел.: 099-788-84-46

С.О. Бантюкова

Старший викладач
Кафедра обчислювальної техніки та систем управління*
Контактний тел.: (057) 730-10-40
*Українська державна академія залізничного транспорту
майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

1. Вступ

Для забезпечення високих якісних показників сортувального процесу важливою задачею є найбільш повне урахування умов експлуатації сортувальної гірки на стадії проектування і в процесі її функціонування. Серед вказаних умов особливої уваги заслуговують метеорологічні умови. В першу чергу це пов'язано зі складністю прогнозування швидкості і напрямку вітру в окремі моменти часу в межах залізничної станції, що відповідним чином відображається на спроможності сортувальної гірки задовольняти умовам безпеки, технічним і технологічним вимогам, які висовуються до даних пристроїв.

2. Постановка проблеми

При розрахунках гірки і моделюванні сортувального процесу традиційно припускається, що швидкість і

напрямок вітру за час скочування розрахункового бігуна або розпуску состава з гірки не змінюються. Вказані параметри розрахункових метеорологічних умов визначаються шляхом узагальнення даних за період спостережень не менше, ніж 25 років [1]. Застосування усереднених значень швидкості і напрямку вітру при моделюванні гіркових технологічних процесів і конструктивних розрахунках гірки ставить під сумнів адекватність відомих імітаційних моделей сортувального процесу та надійність конструктивно-технологічних параметрів існуючих сортувальних пристроїв. Таким чином, удосконалення форми представлення параметрів метеорологічних умов на даний момент є достатньо актуальною проблемою.

3. Аналіз досліджень і публікацій

Дослідженнями метеорологічних умов займалися такі вчені, як Ліпінський В.М., Дячук В.А., Івус Г.П.,

Семерей-Чумаченко А.Б., Зубкович С.О., Сусідко М.М., Пекур П.П. та інші [2-6]. Згідно з дослідженнями вказаних вчених за останні десятиріччя як на території колишнього СНД, так і на території України спостерігається тенденція зменшення швидкості вітру. За даними [2] найбільші темпи зменшення швидкості вітру зазначаються в холодний період року, найменші – в теплий.

У [4] наведені діаграми порівняння середньодобової швидкості вітру над територією Східної України за періоди 1961 – 1990 та 1997 – 2007 рр., на яких можна побачити зменшення середньорічної швидкості вітру. Це зменшення автор обґрунтовує зміною циркуляційних умов та пов'язаних з цим температур повітря, а також збільшенням захищеності вітровимірвальних приладів на метеостанціях. У [4] можна побачити, що швидкість вітру достатньо мінлива. Середні квадратичні відхилення швидкості вітру знаходяться у межах 0,84–2,16 м/с. Швидкість вітру часто має значення 0–1,5 м/с. Зазначена природа параметрів метеорологічних умов не враховується у відомих підходах до розрахунку додаткового питомого опору від середовища і вітру [7-15], тому наведені результати досліджень є достатньо цінними з точки зору обґрунтування доцільності перегляду форми представлення вказаних параметрів при конструктивних і технологічних розрахунках сортувальних гірок та уточнення висоти існуючих сортувальних пристроїв залізниць України.

4. Формулювання мети (постановка завдання)

Метою даної роботи є виявлення закономірностей зміни параметрів метеорологічних умов у часі та удосконалення форми їх представлення при конструктивних і технологічних розрахунках гірки та моделюванні сортувального процесу.

5. Розробка форми представлення параметрів метеорологічних умов при розрахунках гірки та імітаційному моделюванні сортувального процесу

Для моделювання процесу розформування составів швидкість і напрямок вітру можуть бути задані функціями, які апроксимують дані, що отримуються з використанням метеорологічних датчиків або методів формування випадкових значень розподілів на ЕОМ, якщо відомі закони і параметри розподілів вказаних параметрів у заданій місцевості.

Згідно з удосконаленим методом визначення додаткового питомого опору від середовища і вітру, що запропонований у [16], необхідно виконувати перерахунки швидкості та напрямку вітру у точках місцезнаходження вагонів, що насуваються, розпускаються або скочуються з гірки, з урахуванням відстані від них до базової точки (місця розташування метеорологічних датчиків або умовних метеорологічних датчиків) у реальному масштабі часу. В даному випадку під умовним метеорологічним датчиком слід розуміти пристрій, який генерує випадкові значення швидкості та напрямку вітру, що підкорюються заданим законам розподілу з відповідними параметрами. У якості базової точки може бути прийнята точка, що розташована на

перехрещенні базису гіркової горловини і прямої, що проходить через найвіддаленіші розрахункові точки.

Розрахунок миттєвого додаткового питомого опору від середовища і вітру пропонується виконувати у два етапи. На першому етапі в залежності від напрямку вітру і місцезнаходження вагону визначається, яка точка (базова з координатами (x_0, y_0) чи місцезнаходження вагону з координатами (x_b, y_b)) першою відчуває зміни параметрів переміщення повітряних мас.

На другому етапі в залежності від того, яка з вищезазначених точок першою відчуває зміни параметрів переміщення повітряних мас, визначається швидкість і напрямок вітру у точці місцезнаходження вагону з урахуванням кута між напрямком вітру і напрямком руху вагону у момент часу t . Реалізація даного етапу можлива тільки при наявності функцій, що апроксимують дані метеорологічних датчиків (умовних метеорологічних датчиків).

Для генерації випадкових значень швидкості та напрямку вітру необхідно визначити закони і параметри розподілів вказаних параметрів у заданій місцевості, що можна здійснити з використанням метеограм архіву Українського метеорологічного центру.

На метеостанціях для визначення характеристик вітру застосовують прилади, що усереднюють значення в 3-секундному, 2- та 10-хвилинному інтервалі. Приймати за величину швидкості вітру середню швидкість на 10-ти хвилинному інтервалі є недоцільним, тому що скочування відчепів з сортувальної гірки триває 2–3 хвилини. Тобто отримані дані не відображатимуть повну динаміку повітряного потоку. Оскільки аеродинамічні сили визначаються миттєвими значеннями швидкості вітру, то дослідження динамічних процесів потребує знання та моделювання характеристик вітру в межах заданого інтервалу.

Так, у [6] пропонується на 10-хвилинному інтервалі вважати процес зміни швидкості вітру стаціонарним, тобто таким, для якого характерною є незалежність математичного очікування та дисперсії від часу. Випадкову функцію зміни швидкості вітру представлено у вигляді суми двох складових (постійного середнього значення та пульсацій відносно нього)

$$V(t) = m_v + V_n(t) = \frac{1}{T} \int_0^T V(t) dt + V_n(t), \quad (1)$$

де $V(t)$ - миттєве значення швидкості вітру в момент часу t , м/с;

m_v - математичне очікування швидкості вітру, м/с;

$V_n(t)$ - пульсації швидкості вітру відносно m_v , м/с;

T - часовий інтервал осереднення швидкості вітру, с.

Випадковою величиною в (1) є пульсуюча складова $V_n(t)$. Пекур П.П. у загальному випадку турбулентність повітряного потоку характеризує безумовним розподілом осереднених значень швидкості вітру та умовним законом розподілу його миттєвих значень. Для наближеного аналітичного зображення безумовного розподілу в приземному шарі атмосфери автор використовує трипараметричний розподіл Вейбулла [6].

Для виявлення закономірностей зміни параметрів метеорологічних умов у часі метеодані обирались з урахуванням кліматичних факторів України [2]. За допомогою ЕОМ метеорами (рис. 1,2) були оцифровані, а дані отримані у вигляді статистичної вибірки.

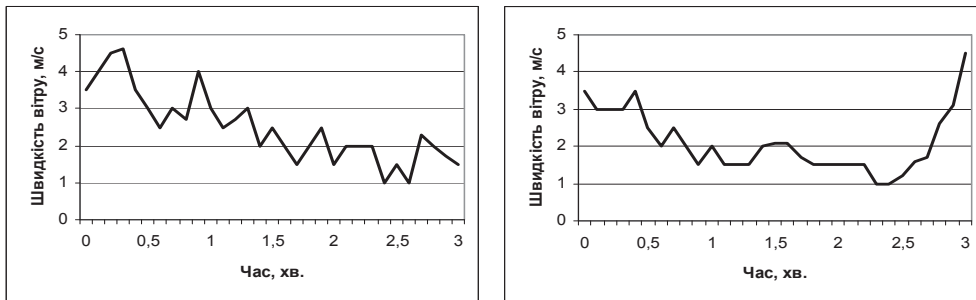


Рис. 1. Графіки залежності швидкості вітру від часу

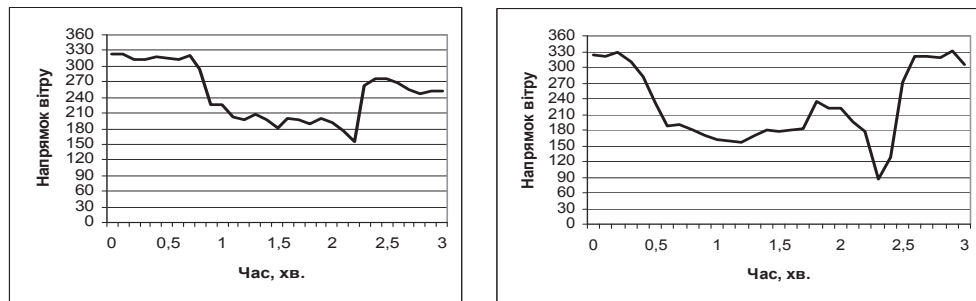


Рис. 2. Графіки залежності напрямку вітру від часу

Спостереження за параметрами метеорологічних умов виконувались у Харківській області протягом трьох місяців. Результати обробки статистичного матеріалу (табл. 1) свідчать про те, що:

- 1) найімовірнішим законом розподілу випадкових величин, що розглядаються, є нормальний;
- 2) вибіркова середня швидкості вітру коливається в інтервалі від 1,1 м/с до 5,9 м/с, а середньоквадратичне відхилення – від 0,54 до 2,3 м/с;
- 3) вибіркова середня напрямку вітру коливається в інтервалі від

Таблиця 1

Результати обробки метеорологічних даних за серпень, вересень і жовтень 2009 року

Дата спостереження за параметрами метеорологічних умов	Закон та параметри розподілу	
	швидкості вітру	напрямку вітру
02.08.2009	нормальний ($\bar{x} = 3,25; \sigma = 1,0992$)	нормальний ($\bar{x} = 122,7; \sigma = 15,72$)
09.08.2009	нормальний ($\bar{x} = 3,53; \sigma = 1,2412$)	нормальний ($\bar{x} = 102,84; \sigma = 31,96$)
15.08.2009	нормальний ($\bar{x} = 2,88; \sigma = 1,0632$)	нормальний ($\bar{x} = 294,23; \sigma = 37,68$)
19.08.2009	нормальний ($\bar{x} = 3,17; \sigma = 1,1006$)	нормальний ($\bar{x} = 288; \sigma = 26,232$)
22.08.2009	нормальний ($\bar{x} = 3,05; \sigma = 0,903$)	нормальний ($\bar{x} = 290; \sigma = 22,8$)
24.08.2009	нормальний ($\bar{x} = 3,45; \sigma = 0,54$)	нормальний ($\bar{x} = 273; \sigma = 18,98$)
29.08.2009	нормальний ($\bar{x} = 3,9; \sigma = 1,44$)	нормальний ($\bar{x} = 208; \sigma = 112$)
31.08.2009	нормальний ($\bar{x} = 4,11; \sigma = 1,33$)	нормальний ($\bar{x} = 85,06; \sigma = 50,114$)
01.09.2009	нормальний ($\bar{x} = 2,38; \sigma = 0,73$)	нормальний ($\bar{x} = 197; \sigma = 117,47$)
03.09.2009	нормальний ($\bar{x} = 5,9; \sigma = 2,3$)	вейбулла ($\alpha = 1,64; \beta = 94,9; \gamma = 0$)
05.09.2009	нормальний ($\bar{x} = 4,38; \sigma = 1,36$)	логарифмічно-нормальний ($\sigma = 0,81; \mu = 4,14; \gamma = 0$)
09.09.2009	нормальний ($\bar{x} = 4,5; \sigma = 1,59$)	логарифмічно-нормальний ($\sigma = 1,14; \mu = 4,36; \gamma = 0$)
13.09.2009	нормальний ($\bar{x} = 3,05; \sigma = 1,49$)	нормальний ($\bar{x} = 177,85; \sigma = 134,65$)
17.09.2009	нормальний ($\bar{x} = 4,1; \sigma = 1,29$)	нормальний ($\bar{x} = 263; \sigma = 79,19$)
21.09.2009	нормальний ($\bar{x} = 4,24; \sigma = 1,43$)	нормальний ($\bar{x} = 269,9; \sigma = 75,01$)
24.09.2009	нормальний ($\bar{x} = 4,96; \sigma = 1,38$)	нормальний ($\bar{x} = 199,16; \sigma = 29,4$)
29.09.2009	логарифмічно-нормальний ($\sigma = 0,29; \mu = 1,48; \gamma = 0$)	нормальний ($\bar{x} = 186,16; \sigma = 33,64$)
01.10.2009	логарифмічно-нормальний ($\sigma = 0,43; \mu = 1,12; \gamma = 0$)	нормальний ($\bar{x} = 197,02; \sigma = 26,6$)
06.10.2009	нормальний ($\bar{x} = 3,39; \sigma = 1,24$)	нормальний ($\bar{x} = 281,29; \sigma = 29,16$)
15.10.2009	нормальний ($\bar{x} = 3,08; \sigma = 1,12$)	нормальний ($\bar{x} = 118,92; \sigma = 22,63$)
25.10.2009	нормальний ($\bar{x} = 4,35; \sigma = 1,46$)	логарифмічно-нормальний ($\sigma = 1,22; \mu = 4,39; \gamma = 0$)

85,06⁰ до 294,23⁰, а середньоквадратичне відхилення – від 15,72⁰ до 134,65⁰;

4) не завжди сприятливі умови скочування вагонів з гірки характерні для літніх місяців, з чого можна зробити припущення, що несприятливі умови скочування також можуть бути характерні не для зимових місяців, а, наприклад, для листопада або березня.

З огляду на проведені дослідження пропонується:

1) при визначенні розрахункових метеорологічних умов для конструктивних і технологічних розрахунків гірки, а також для моделювання сортувального процесу для кожної доби року виділяти найбільш характерні періоди (1–2 години) з найгіршими і найкращими умовами скочування і визначати для вказаних періодів закони та параметри розподілу швидкості та напрямку вітру;

2) конструктивні і технологічні розрахунки проводити з використанням законів і параметрів розподілу випадкових величин, що характерні для найнесприятливіших (сприятливіших) метеорологічних умов;

3) для моделювання сортувального процесу протягом року або в окремі періоди року використовувати закони розподілу випадкових величин, що характерні для відповідних місяців, а параметри розподілів розглядати як випадкові числа, закон розподілу яких слід визначати окремо для даного місяця, в інтервалі від \bar{x}_{\min} до \bar{x}_{\max} і від σ_{\min} до σ_{\max} відповідно;

4) розрахункову температуру повітря для конструктивних і технологічних розрахунків приймати найменшу (найбільшу), що характерна для розрахункового місяця, а для моделювання сортувального процесу – середню у відповідному місяці.

6. Висновки

Результати статистичних спостережень за параметрами метеорологічних умов у Харківському регіоні показали, що швидкість і напрямок вітру за час скочування вагону з гірки можуть змінюватись у достатньо широких межах. Це підтверджує необхідність пошуку нових форм представлення вказаних умов при конструктивних і технологічних розрахунках гірки та при моделюванні сортувального процесу. Більш повне відображення реальних метеорологічних умов дозволить суттєво підвищити точність розрахунку швидкості і тривалості скочування відчепів з гірки, що є особливо важливим в умовах автоматизації сортувального процесу, застосування систем підтримки прийняття рішень і при виконанні конструктивних і технологічних розрахунків сортувальних пристроїв.

Література

1. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР//ВСН 207 89/МПС.–М.: Транспорт, 1992. – 104 с.

2. Ліпінський В.М. Клімат України / В.М. Ліпінський, В.А. Дячук // НАН України; Державна гідрометеорологічна служба Міністерства екології та природних ресурсів України. – К.: Видавництво Раєвського, 2003. – 342 с.
3. Ивус Г.П. Статистические характеристики скорости ветра в районе Одессы / Г.П. Ивус, Э.В. Агайар, Н.М. Мищенко // Культура народов Причерноморья. – 2006. – №67. – С. 21-24.
4. Ивус Г.П. Статистичні характеристики швидкості вітру над сходом України у січні на фоні кліматичних змін / Г.П. Ивус, А.Б. Семерей-Чумаченко, С.О. Зубкович // Фізична географія та геоморфологія: міжвід. наук. зб. – К.: ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип.57. – С.23-27.
5. Сусідко М.М. Особливості застосування методів математичної статистики в гідрометеорології / М.М. Сусідко // Наук. праці УкрНДГМІ. – К., 2003. – Вип.251. – С.5-15.
6. Пекур П.П. Аналітичне зображення щільності ймовірності та функції розподілу швидкості вітру / П.П. Пекур // Відновлювана енергетика. – 2005. – №2. – С. 53-58.
7. Массуте Е. Определение сопротивления среды для вагонов, скатывающихся с горки / Е. Массуте // Высшая техн. школа. – Ганновер, 1955. – 67 с.
8. Костин Н.И. Сопротивление движению одиночных вагонов / Н.И. Костин // Железнодорожное дело. – Москва, 1931. – № 12. – С. 5-11.
9. Пугачевский Ф.В. Механизированные сортировочные горки и их расчет / Ф.В. Пугачевский. – М.: Трансжелдориздат, 1933. – 173 с.
10. Фролов А.Н. Сопротивление вагонов при скатывании с горок / А.Н. Фролов, Б.В. Боцманов // Тр. ВНИИЖТа. – М.: Трансжелдориздат, 1939. – Вып. 60. – С. 13-16.
11. Рогинский Н.О. Механизация сортировочных горок / Н.О. Рогинский. – М.: Трансжелдориздат, 1938. – 255 с.
12. Страковский И.И. Сопротивление вагонов при скатывании с горки в зимнее время / И.И. Страковский // Тр. ВНИИЖТа. – М.: Трансжелдориздат, 1952. – Вып. 63. – 129 с.
13. Технические указания по проектированию станций и узлов на железных дорогах общей сети Союза ССР. – М.: Трансжелдориздат, 1961. – 151 с.
14. Сопротивление движению грузовых вагонов при скатывании с горок / Под ред. Е.А. Сотникова. – М.: Транспорт, 1975. – 104 с.
15. Крячко В.И. К вопросу о сопротивлении от воздушной среды при скатывании отцепов на сортировочных горках / В.И. Крячко // РЖ ВИНТИ Железнодорожный транспорт. – 1990. – № 5. – 8 с.
16. Огар О.М. Удосконалення методу розрахунку додаткового питомого опору від середовища і вітру при моделюванні скочування вагонів з гірки / О.М. Огар // Зб. наук. праць „Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту”. – Харків, 2009. – Вип. 108. – С. 150-154.