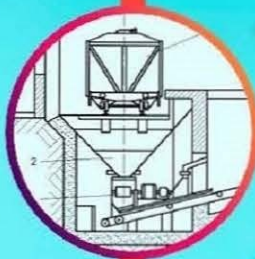
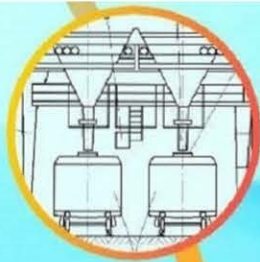
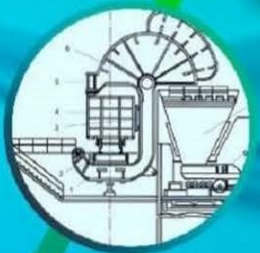


М. І. БЕРЕЗОВИЙ, І. Я. СКОВРОН,
С. В. БОРИЧЕВА, В. В. МАЛАШКІН



ПРОМИСЛОВИЙ ТРАНСПОРТ. ПЕРЕРОБНА СПРОМОЖНІСТЬ ВАНТАЖНИХ ФРОНТІВ: ПРИКЛАДИ ТА ЗАДАЧІ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК



ДНІПРО
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

М. І. Березовий, І. Я. Сковрон, С. В. Боричева, В. В. Малашкін

Промисловий транспорт.
Переробна спроможність вантажних
фронтів: приклади та задачі

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

ДНІПРО
Український державний університет науки і технологій
2023

УДК 656.073.28 (075.8)

П 81

Авторський колектив:

Березовий М. І., Сковрон І. Я., Боричева С. В., Малашкін В. В.

Рекомендовано до друку вченою радою
Український державний університет науки і технологій
як навчальний посібник
(протокол № 8 від 04.07.2022).

П 81 Промисловий транспорт. Переробна спроможність вантажних фронтів: приклади та задачі : навчальний посібник / М. І. Березовий, І. Я. Сковрон, С. В. Боричева, В. В. Малашкін // Український державний університет науки і технологій – Дніпро, 2023. – 135 с.

ISBN 978-617-8314-40-8 (Print)

У навчальному посібнику викладено теоретичні відомості щодо визначення переробної спроможності вантажних фронтів пунктів навантаження та вивантаження масових сипучих вантажів.

Призначений для виконання практичних і самостійних робіт, курсового та дипломного проектування студентами, що навчаються у вищих навчальних закладах за напрямом 275 «Транспортні технології» і вивчають дисципліну «Промисловий транспорт».

Іл. 30. Табл. 21. Бібліогр.: 6 назв.

УДК 656.073.28 (075.8)



Цей твір ліцензовано на умовах Ліцензії Creative Commons
[«Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)
(«Із зазначенням авторства – Некомерційна – Поширення на тих самих умовах»
[4.0 Міжнародна](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

ISBN 978-617-8314-40-8 (Print)
DOI 10.15802/978-617-8314-40-8

© М. І. Березовий, І. Я. Сковрон, С. В. Боричева,
В. В. Малашкін, 2023

UDC 656.073.28 (075.8)

I 58

Writing Team:

Berezovyi M. I., Skovron I. Ya., Borycheva S. V., Malashkin V. V.

Recommended by the Academic Council
of the Ukrainian State University of Science and Technologies
as a manual
(*Protocol No. 8 of July 04, 2022*)

I 58 Industrial transport. Processing capacity of freight fronts: exam- ples and tasks: manual / M. I. Berezovyi, I. Ya. Skovron, S. V. Borycheva, V. V. Malashkin // Ukrainian State University of Science and Technology – Dnipro, 2023. – 135 p.

ISBN 978-617-8314-40-8 (Print)

The manual contains theoretical information on determining the processing capacity of the cargo fronts of the loading and unloading points of bulk cargo.

Intended for practical and individual work, course and graduate work by students studying in higher educational institutions in the specialty of 275 "Transport technologies" and studying the discipline "Industrial transport".

Ill. 30. Tables 21. Bibliography: 6 titles.

UDC 656.073.28 (075.8)



This work is licensed under Creative Commons License
[«Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ISBN 978-617-8314-40-8 (Print)

DOI 10.15802/978-617-8314-40-8

© M. I. Berezovyi, I. Ya Skovron,

S. V. Borycheva, V. V. Malashkin, 2023

Зміст

Вступ	4
Основні терміни та визначення понять	5
1. Загальні положення	9
2. Переробна спроможність вантажних фронтів.....	11
3. Вантажні механізми пунктів розвантаження, обладнаних вагоноперекидачами	15
3.1 Вагоноперекидачі, їх будова та принцип дії	15
3.2 Пристрої для відновлення сипучості вантажів, що змерзлись.....	20
3.3 Технічне оснащення пунктів вивантаження вантажів на вагоноперекидачах та принципова технологія	24
3.4 Приклади розв'язання задач. Задача 1	29
3.5 Приклади розв'язання задач. Задача 2	46
4. Вантажні механізми пунктів розвантаження, обладнаних підвагонними бункерами.....	55
4.1 Підвагонні бункери, їх будова та принцип дії	55
4.2 Технічне оснащення пунктів вивантаження зернових вантажів та принципова технологія	60
4.3 Приклади розв'язання задач. задача 3	64
4.4 Приклади розв'язання задач. задача 4	74
5. Вантажні механізми пунктів навантаження сипучих вантажів	79
5.1 Вантажні механізми пунктів навантаження сипучих вантажів, їх будова та принцип дії	79
5.2 Технічне оснащення пунктів навантаження масових сипучих вантажів та принципова технологія.....	89
5.3 Приклади розв'язання задач. задача 5	99
5.4 Приклади розв'язання задач. задача 6	113
Література.....	123
Додаток А. Нормування тривалості маневрових операцій.....	124
А.1 Загальні положення.....	124
А.2 Розрахунок норм часу на виконання напіврейсу разом з додатковими операціями	126
А.3 Розрахунок норм часу на причеплення локомотива до складу....	127
А.4 Розрахунок норм часу на відчеплення локомотива від складу....	131

Вступ

Одним з елементів взаємодії залізничного магістрального та промислового транспорту є процес виконання навантажувально-розвантажувальних операцій з вагонами. Нормування тривалості вантажних операцій з урахуванням початково-кінцевих дозволяє не тільки розраховувати переробну спроможність вантажних фронтів, а й встановлювати тривалість окремих елементів знаходження вагонів на під'їзних коліях промислових підприємств та на підставі цього більш точно визначати потрібний робочий парк вагонів для перевезень і кількість маневрових локомотивів для обслуговування вантажних пунктів.

Навчальний посібник містить теоретичні основи експлуатації навантажувально-розвантажувальних механізмів, основи організації роботи залізничного транспорту вантажних пунктів та приклади вирішення задач.

Даний навчальний посібник призначений для виконання практичних і самостійних робіт, курсового та дипломного проектування студентами, що навчаються у вищих навчальних закладах за напрямом 275 «Транспортні технології» і вивчають дисципліну «Промисловий транспорт».

Очікуваними результатами навчання, які повинні бути досягнуті після опанування матеріалу посібника є: ПРН-12 *«Знаходити рішення щодо раціональних методів організації навантажувально-розвантажувальних робіт. Планувати графіки проведення навантажувально-розвантажувальних робіт. Вибирати механізми та засоби проведення навантажувально-розвантажувальних робіт при організації залізничних перевезень»*; ПРН-16 *«Вибирати ефективні технології взаємодії видів транспорту. Аналізувати можливості застосування різноманітних варіантів взаємодії видів транспорту»*; ПРН-23 *«Розпізнавати якісні і кількісні показники експлуатації рухомого складу залізничного транспорту. Оцінювати елементи конструкції рухомого складу. Встановлювати зв'язок між елементами конструкції залізничного рухомого складу»*.

Основні терміни та визначення понять

Вагони вантажні – вагони, які призначені для перевезення вантажів. До них належать криті вагони, піввагони, платформи, цистерни, спеціалізовані вагони для перевезення вантажів: вагони бункерного типу, термоси, рефрижераторні вагони, у т.ч. АРВ, зерновози, транспортери, контейнеровози, а також спеціальні вагони вантажного типу.

Вантаж – матеріальні цінності, прийняті у встановленому порядку до перевезення в залізничних вагонах і контейнерах, а також порожні вагони, контейнери та інший залізничний рухомий склад, прийнятий до перевезення.

Вантажний фронт – частина залізничної колії, призначена для розміщення вагонів безпосередньо при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт.

Вантажні операції – навантаження вантажу на залізничний рухомий склад, вивантаження вантажу із залізничного рухомого складу, сортування дрібних відправок та контейнерів, перевантаження, перевалка на транспортні засоби іншого виду транспорту.

Вантажовідправник (відправник) – фізична або юридична особа, яка за договором перевезення виступає від свого імені або від імені власника вантажу, порожнього вантажного вагона і зазначена в перевізному документі.

Вантажоодержувач (одержувач) – зазначена у документі на перевезення вантажу (залізничної накладної) фізична або юридична особа, яка отримує вантаж.

Відправка – вантаж, прийнятий до перевезення від одного відправника за однією залізничною накладною на одній станції відправлення на адресу одного одержувача на одну станцію призначення.

Відправницький маршрут – поїзд установленої маси або довжини, сформований відправником відповідно до Правил технічної експлуатації залізниць України та плану формування поїздів на залізничній під'їзній колії підприємства або за договором із залізницею – на коліях залізничної станції призначенням на одну станцію або з розпиленням на кількох станціях; з обов'язковим зменшенням кількості

його переробок на попутних технічних станціях, або за умови формування чи розформування поїзда безпосередньо на з під'їзній колії.

Залізниця – регіональна філія АТ «Укрзалізниця», яка здійснює перевезення пасажирів та вантажів у визначеному регіоні залізничної мережі.

Залізничні колії загального користування – залізничні колії, що з'єднують залізничні станції між собою або залізничні станції з державним кордоном України, а також залізничні колії у межах залізничних станцій, призначені для здійснення операцій перевізного процесу на залізничному транспорті загального користування.

Запірно-пломбувальний пристрій – пломба в єдиній конструкції з пристроєм для блокування, призначений для одночасного запирання і пломбування вагонів і контейнерів.

Керівник маневрів – працівник, котрий безпосередньо керує діями всіх осіб, які беруть участь у маневрах, без вказівки якого машиніст локомотива, який проводить маневри, не має права приводити локомотив у рух.

Комерційний огляд вагонів – система обслуговування вантажних вагонів і контейнерів, які знаходяться в складах поїздів, а також порожніх вагонів і контейнерів до і після виконання вантажних операцій з оглядом вантажу, його збереженості, правильності розміщення і кріплення, усунення несправностей, які не потребують відчеплення вагонів від складу поїзда.

Користувач під'їзної колії – фізична або юридична особа, що володіє на праві власності чи інших законних підставах приреєстрованими складами, майданчиками для зберігання вантажів, вантажними спорудами та стаціонарними пристроями, що примикають до під'їзної колії, власником якої є АТ «Укрзалізниця» або фізична чи юридична особа, яка на підставі договору оренди експлуатує під'їзну колію, власником якої є АТ «Укрзалізниця».

Маневрова робота – будь-які переміщення тягового залізничного рухомого складу з вагонами або без вагонів, що здійснюються під'їзними коліями, станційними коліями, та іншими коліями за виключенням руху поїздів, що прибувають з перегону і відправляються на перегін.

Маневровий диспетчер – змінний працівник залізничного управління, який керує маневровою роботою на під'їзній колії в межах встановленої диспетчерської ділянки.

Маневровий состав – група вагонів, зчеплених між собою та з локомотивом, що проводить маневри.

Маршрут – поїзд встановленої маси або довжини, сформований відповідно до Правил технічної експлуатації залізниць України відправником на залізничній під'їзній колії підприємства або за договором на залізничній станції призначенням на одну станцію вивантаження або в розпорощення з обов'язковим зменшенням кількості його переробок на попутних технічних станціях.

Маршрутна відправка – партія вантажу за однією накладною в кількості, що відповідає ваговій нормі, встановленій для маршруту («ядра» маршруту).

Митне оформлення – процедура вміщення вантажів у відповідний митний режим і забезпечення митницею процедур митного контролю з справлянням належних платежів та інших зборів і заповненням відповідних документів.

Морський термінал – розміщений в межах морського порту єдиний майновий комплекс, що включає технологічно пов'язані об'єкти портової інфраструктури, в тому числі причали, підйомно-транспортне та інше обладнання, що забезпечує навантаження-вивантаження і зберігання вантажів.

Переадресація – зміна станції призначення або разом з нею і вантажоодержувача в установленому порядку.

Перевізні документи – залізнична накладна, інші залізничні документи, що супроводжують вантаж.

Під'їзні колії – залізничні колії, які належать підприємствам, підприємствам, організаціям та установам незалежно від форм власності, а також громадянам – суб'єктам підприємницької діяльності (далі – підприємство), з'єднані із загальною мережею залізниць безперервною рейковою колією і призначені для транспортного обслуговування одного або кількох підприємств у взаємодії із залізничним транспортом загального користування.

Повагонна відправка – партія вантажу, що пред'являється за однією накладною, для перевезення якої потрібне надання окремого вагона.

Поїзд – сформований і зчеплений состав вагонів з одним або декількома діючими локомотивами чи моторними вагонами, що мають встановлені сигнали. Локомотиви без вагонів, моторні вагони та спеціальний самохідний рухомий склад, що відправляються на перегін, вважаються поїздом.

Портовий оператор (стивідорна компанія) – суб'єкт господарювання, який здійснює експлуатацію морського терміналу, проводить вантажно-розвантажувальні роботи, обслуговування та зберігання

вантажів, обслуговування суден і пасажирів, а також інші пов'язані з цим види господарської діяльності.

Приймально-здавальні колії – визначені договором між АТ «Укрзалізниця» та власником (користувачем) або контрагентом під'їзної колії залізничні колії у межах станції примикання чи на під'їзній колії для виконання приймально-здавальних операцій.

Приймально-здавальні операції – документально оформлені в установленому порядку дії, що виконуються при прийманні (передачі) вантажів, вагонів та контейнерів.

Рухомий склад – локомотиви, вагони і моторвагонний рухомий склад.

Станція – роздільний пункт з колійним розвитком, що дозволяє проводити операції з приймання, відправлення, схрещення й обгону поїздів, операції з приймання, видачі вантажів та обслуговування пасажирів, а за умови розвинених колійних пристроїв – маневрову роботу з розформування та формування поїздів і технічні операції з поїздами.

Стрілочний перевід – пристрій, що служить для переведення рухомого складу з однієї колії на іншу. Стрілочні переводи складаються із стрілок, хрестовин і сполучних колій між ними. Хрестовини можуть бути з нерухомим або рухомим осердям.

Черговий по станції – змінний працівник залізничного управління, який одноосібно розпоряджається прийманням, відправленням і пропусканням поїздів, а також іншими переміщеннями рухомого складу в межах окремого району управління під'їзної колії.

Загальні положення

Україна володіє ефективною транспортною системою в якій основою для вантажних перевезень вантажів у внутрішньому сполученні є залізничний та автомобільний транспорт і в значно меншій мірі – річковий транспорт. Морський транспорт практично не відіграє суттєвої ролі в здійсненні вантажних перевезень у внутрішньому сполученні країни і забезпечує міжнародні вантажні перевезення всього спектру морських та океанських сполучень.

Економіка України є експортно-орієнтованою, при цьому основною продукцією, що експортується є зерно, руди різних металів, вугілля та металопрокат. Також значну частку у загальному обсязі перевезень, у т.ч. експортно-імпортних, становлять перевезення вантажів у контейнерах. Незважаючи на потужний транзитний потенціал і вигідне геополітичне положення України транзитні перевезення становлять незначну частку від загального обсягу перевезень.

Експорт через морські порти становить приблизно половину загального експорту українських товарів, а понад дві третини від переробки вантажів у портах доставляються саме залізничним транспортом. Таким чином конкуренція на ринку транспортних послуг дозволила сформуватись сферам, в яких використання того чи іншого виду транспорту є найбільш ефективним.

Слід також зазначити, що саме на транспортну складову припадає вагома доля у вартості вітчизняних експортних товарів, що суттєво впливає на їх конкурентоспроможність на світових ринках. При цьому, основним видом сполучень, за допомогою якого здійснюється перевезення експортних та транзитних вантажів в Україні, є залізнично-водне. У логістичному ланцюзі постачань тільки залізничний транспорт дозволяє забезпечити транспортування значних обсягів масових вантажів, залишаючись при цьому видом транспорту, що забезпечує перевезення за найнижчими тарифами.

Масові вантажі транспортуються з місць їх видобутку або виробництва залізничним транспортом до морських портів, де здійснюється перевантаження експортних вантажів на морський транспорт. Морські

сполучення відкривають доступ до ринків споживання по всьому світу.

Таким чином, основні обсяги навантаження масових вантажів у внутрішньому та експортному сполученні забезпечують підприємства добувної, металургійної, машинобудівної промисловості та сільського господарства. Вантажні пункти гірничо-збагачувальних комбінатів, металургійних заводів та комбінатів, вугільних шахт, зернових елеваторів, а також термінали морських портів, де здійснюються вантажно-розвантажувальні операції з вагонами являються пунктами зародження та погашення основної частини експортно-імпортних вантажопотоків.

Отже, залізничний транспорт та морські порти є потужними споживачами продукції вітчизняних підприємств. У цьому зв'язку якість взаємодії залізничного транспорту та морських портів є одним із факторів, що визначає ефективність вітчизняної економіки, а питання забезпечення розвитку припортової залізничної інфраструктури є актуальним для економіки України.

Проблема розвитку припортової залізничної інфраструктури полягає в існуванні диспропорції між її пропускною та переробною спроможністю та перевантажувальною спроможністю морських портів. Така ж ситуація характерна і для промислових залізничних станцій та станцій примикання Укрзалізниці.

Одним з елементів у логістичному ланцюзі доставки є вантажні пункти, що забезпечують виконання вантажних операцій з масовими вантажами. Актуальною задачею є визначення їх реальної переробної спроможності для оцінки можливості освоєння перспективних вантажопотоків, розробки заходів з приведення їм у відповідність технічного оснащення залізничного транспорту, що обслуговує вантажні пункти – колійного розвитку, маневрових засобів та обслуговуючого персоналу.

Переробна спроможність вантажних фронтів

Максимальна переробна спроможність вантажного фронту залежить від значної кількості факторів – тривалості вантажної операції, витрат часу на виконання допоміжних (підготовчі, завершальні) операцій, ємності залізничних колій вантажного пункту, кількості маневрових локомотивів, що його обслуговують, технічних характеристик систем транспортування вантажу між вантажними пунктами та складами. До останніх відносяться пропускна спроможність конвеєрних трактів, ємність приймальних та завантажувальних бункерів, тощо.

Максимальна переробна спроможність вантажного фронту (у вагонах за добу) визначається за формулою

$$P_{\max} = \frac{24 - T_{\text{пер}}}{\frac{t_{\text{в}} m_{\text{п}}}{m_{\text{ф}}} + t_{\text{п}}} m_{\text{п}} \quad (2.1)$$

де $T_{\text{пер}}$ – тривалість регламентованих перерв у роботі вантажного фронту протягом доби, що враховує також нецілодобовий режим роботи, год;

$t_{\text{п}}$ – час, необхідний на зміну завантажених і порожніх вагонів на вантажному фронті в ув'язуванні з технологією виконання вантажних і маневрових операцій, год;

$t_{\text{в}}$ – тривалість вантажної операції з вагоном, год;

$m_{\text{ф}}$ – розмір фронту одночасного навантаження (вивантаження), у вагонах;

$m_{\text{п}}$ – розмір максимальної одночасної подачі на вантажний фронт, у вагонах;

Тривалість вантажної операції з вагоном $t_{\text{в}}$ згідно з Правилами обслуговування залізничних під'їзних колій [1] може бути визначена кількома способами.

Перший спосіб передбачає визначення тривалості вантажної операції з вагоном $t_{\text{в}}$ за формулою

$$t_B = P_B H, \quad (2.2)$$

де P_B – середнє завантаження вагона, т;

H – середня норма часу на вантажопереробку, год./т.

Другий спосіб передбачає визначення тривалості вантажної операції з вагоном t_B за формулою

$$t_B = P_B / P_e, \quad (2.3)$$

де P_e – експлуатаційна продуктивність вантажно-розвантажувальної машини, визначається як 0,7...0,8 паспортної або технічної продуктивності, для бригади P_e встановлюється хронометражем, т/год.;

При використанні третього способу тривалість вантажної операції з вагоном t_B встановлюється з урахуванням роду вантажу, типу вагона і технології вантажних операцій відповідно до додатку 1 [1].

Можливе також встановлення тривалості вантажної операції шляхом виконання хронометражних спостережень. Для цього розробляється програма хронометражних спостережень, обґрунтовується їх мінімальна кількість спостережень та умови виконання (тип вантажу, що вантажиться, літній чи зимовий період часу виконання спостережень), а також методика обробки результатів для отримання адекватного значення тривалості вантажної операції.

Для таких вантажних механізмів як вагоноперекидачі, вагононавтажувальні машини, станції розвантаження вагонів з підвагонними приймальними бункерами характерною особливістю є їх оснащення комплексом стрічкових конвеєрів для переміщення вантажу, що вивантажується чи навантажується у вагони. Технічна складність вказаних комплексів може призводити до значного часу перебування у планових ремонтах протягом року.

З іншого боку, для пунктів навантаження гірничо-збагачувальних підприємств, що, виробляють, наприклад, залізородні окатки чи залізородний концентрат, характерним є наявність тривалих зупинок машин з виробництва готової продукції протягом року. Під час цих зупинок не працюють також і пункти навантаження.

Для вантажних пунктів, описаних вище, у якості експлуатаційного періоду розглядається не рік, а міжремонтний період, на протязі якого експлуатуються вантажні механізми. Тривалість такого періоду, наприклад, для установок з виготовлення залізородних окатків триває в середньому 280...310 діб. Решту часу такі установки знаходяться на

ремонті і вантажні пункти, спеціалізовані на відвантаженні окатків також можуть простоювати.

Для визначення середньодобової переробної спроможності вантажного пункту за експлуатаційний період – рік, до формули (2.1) вводиться коефіцієнт α_p , що враховує тривалість перебування вантажно-розвантажувальних машин у планових ремонтах протягом року

$$\alpha_p = 1 - \frac{T_p}{365}, \quad (2.4)$$

де T_p – тривалість перебування вантажно-розвантажувальних машин у планових ремонтах у середньому протягом року, діб.

Таким чином, формула (2.1) матиме вигляд

$$P_{\max} = \frac{\alpha_p (24 - T_{\text{пер}})}{\frac{t_b m_{\text{п}}}{m_{\text{ф}}} + t_{\text{п}}} m_{\text{п}} \quad (2.5)$$

Результат, отриманий при використанні формули (2.5) є усередненим і не відображає саме максимальну переробну спроможність, яку можна реалізувати на протязі окремо взятої доби на певному вантажному фронті.

При вирішенні задач, наведених у даному посібнику, будемо користуватися формулою (2.1).

Для забезпечення надійної роботи вантажного пункту повинен існувати запас його переробної спроможності не менший ніж $k_{\text{над}}=1,15$, тобто максимальна переробна спроможність вантажного пункту має бути більшою ніж розрахунковий вагонопотік, що поступає під вантажні операції на 15%.

При визначенні ж розрахункового вагонопотоку слід враховувати нерівномірність перевезень, що характеризується коефіцієнтом нерівномірності k_n , що характеризує міру відхилення обсягу вантажної роботи в окремі доби відносно середньодобових значень обсягів роботи вантажного пункту.

Коефіцієнт нерівномірності немаршрутизованих вагонопотоків визначається за результатами аналізу статистичних даних попереднього року експлуатації вантажного пункту за умови відсутності тривалих періодів перебування у планових ремонтах. В протилежному випадку

у якості експлуатаційного періоду слід розглядати період експлуатації вантажного пункту між ремонтами.

Правилами [1] даний коефіцієнт пропонується встановлювати за даними місяця з максимальними розмірами вантажної роботи за формулою

$$k_{\text{н}} = 1 + \frac{2(N_{\text{max}} - N_{\text{min}})}{3(N_{\text{max}} + N_{\text{min}})} \quad (2.6)$$

де N_{max} – максимальний добовий розмір вантажної роботи за період експлуатації, вагонів за добу;

N_{min} – середньодобовий добовий розмір вантажної роботи для місяця, у якому вона була мінімальною, вагонів за добу.

В реальних умовах коефіцієнт нерівномірності слід встановлювати шляхом аналізу статистичних даних добових обсягів роботи вантажного пункту за попередній рік.

Контрольні запитання та завдання

1. Від яких факторів залежить переробна спроможність вантажного фронту.
2. Як визначається тривалість вантажної операції?
3. У чому полягає різниця між поняттями «максимальна переробна спроможність» і «середньодобова переробна спроможність»
3. Який порядок визначення тривалості вантажної операції шляхом виконання хронометражних спостережень?
5. У чому полягає різниця між поняттями максимальна переробна спроможність і середньодобова переробна спроможність?
6. Поясніть поняття «розрахунковий вагонопотік» та його співвідношення з максимальною переробною спроможністю.

Вантажні механізми пунктів розвантаження, обладнаних вагоноперекидачами

3.1. Вагоноперекидачі, їх будова та принцип дії

3.1.1. Призначення та класифікація вагоноперекидачів

Вагоноперекидач (ВП) – це вантажо-розвантажувальний механізм, що призначений для розвантажування залізничних вагонів з насипними чи навалювальними вантажами за рахунок повороту довкола поздовжньої або поперечної осі вагона в таке положення, яке забезпечує висипання вантажу.

Залежно від способу перекидання вагонів вагоноперекидачі поділяються на наступні типи:

1) торцеві – вагоноперекидачі з поворотом вагона навколо поперечної осі вагона на кут $50...70^\circ$ та висипанням вантажу через відкидну торцеву стінку вагона;

2) роторні чи кругові – вагоноперекидачі з перекиданням вагона на кут $160...175^\circ$ відносно навколо поздовжньої осі, що проходить всередині його контуру, та висипанням вантажу через один із його поздовжніх бортів;

3) бічні – вагоноперекидачі з перекиданням вагона на кут $160...180^\circ$ навколо поздовжньої осі, що проходить поза його контуром (збоку та вище кузова вагона), і висипанням вантажу через один із його поздовжніх бортів;

4) комбіновані – вагоноперекидачі з багаторазовим поворотом або нахилом вагона по черзі навколо поперечної та поздовжньої осей з розвантаженням через дверний отвір;

5) платформоперекидачі – вагоноперекидачі з поворотом вагона на $50...70^\circ$ в бічному напрямку.

Усі вагоноперекидачі мають електричний привід, тобто їх працездатність забезпечується за рахунок живлення від електромережі.

Вказані вагоноперекидачі, крім комбінованих, поділяються на дві групи: стаціонарні та пересувні. Комбіновані вагоноперекидачі виконуються тільки стаціонарними. Торцеві вагоноперекидачі застосовуються лише для розвантаження вагонів європейських залізниць, що мають торцеві стінки, які відкидаються назовні. Роторні (кругові) вагоноперекидачі виготовляються стаціонарними або пересувними.

3.1.2. Принцип дії основних типів вагоноперекидачів

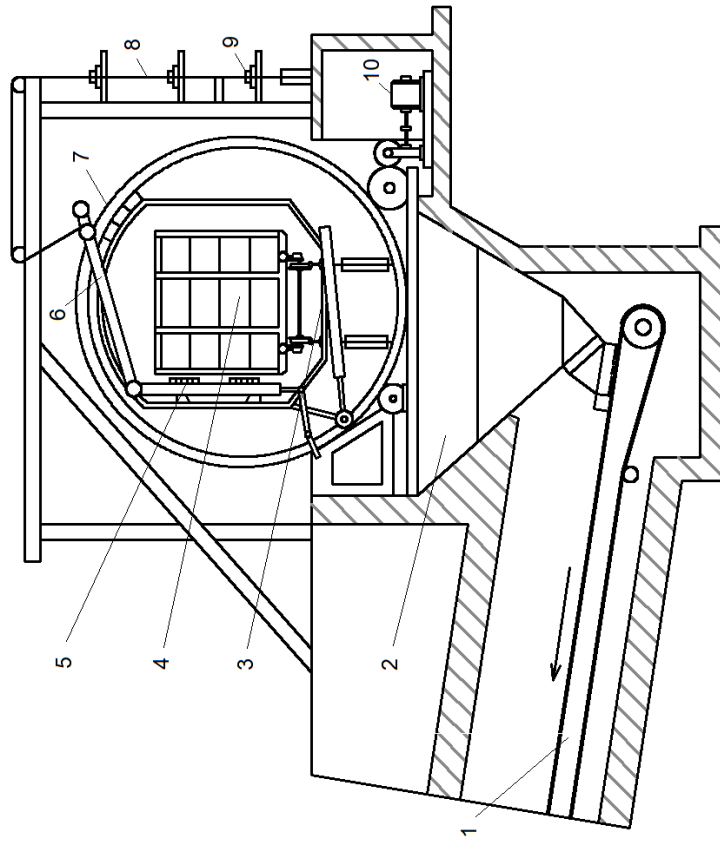
З метою вивантаження значних обсягів масових сипучих вантажів, що надходять на адресу промислових підприємств гірничо-добувної та металургійної галузі, морських терміналів використовуються, як правило, стаціонарні вагоноперекидачі.

Серед перерахованих вище типів вагоноперекидачів значне розповсюдження для вивантаження сипучих вантажів із відкритого рухомого складу отримали роторні (кругові) та бічні вагоноперекидачі. Ці вагоноперекидачі вигідно відрізняються від вагоноперекидачів інших типів за рахунок автоматичного пристосування до розвантаження вагонів різних розмірів та вантажопідйомності, автоматичного закріплення вагонів на платформах перекидачів, мінімальних витрат часу на цикл розвантаження вагону тощо.

На рис. 3.1 наведено схему стаціонарного роторного вагоноперекидача. Завантажені вагони на платформу вагоноперекидача (3 на рис. 3.1) можуть подаватись маневровим локомотивом, електричним штовхачем вагонів або стаціонарною маневровою установкою вагоноперекидача.

На початку повороту вагоноперекидача платформа з вагоном зміщується до привальної стінки (5 на рис. 3.1) та, одночасно з цим, на верхню частину кузова вагону опускаються затискні балки (6 на рис. 3.1), якими вагон після закінчення бічного зміщення буде утримуватись протягом усього циклу розвантаження. Повертання вагоноперекидача відбувається за допомогою механізму обертання (10 на рис. 3.1). Вантаж з вагону за рахунок дії сили тяжіння висипається у приймальний бункер (2 на рис. 3.1) з якого потрапляє на конвеєр (1 на рис. 3.1) за допомогою якого прямує для завантаження у інший транспортний засіб або у склад для зберігання.

а)



б)

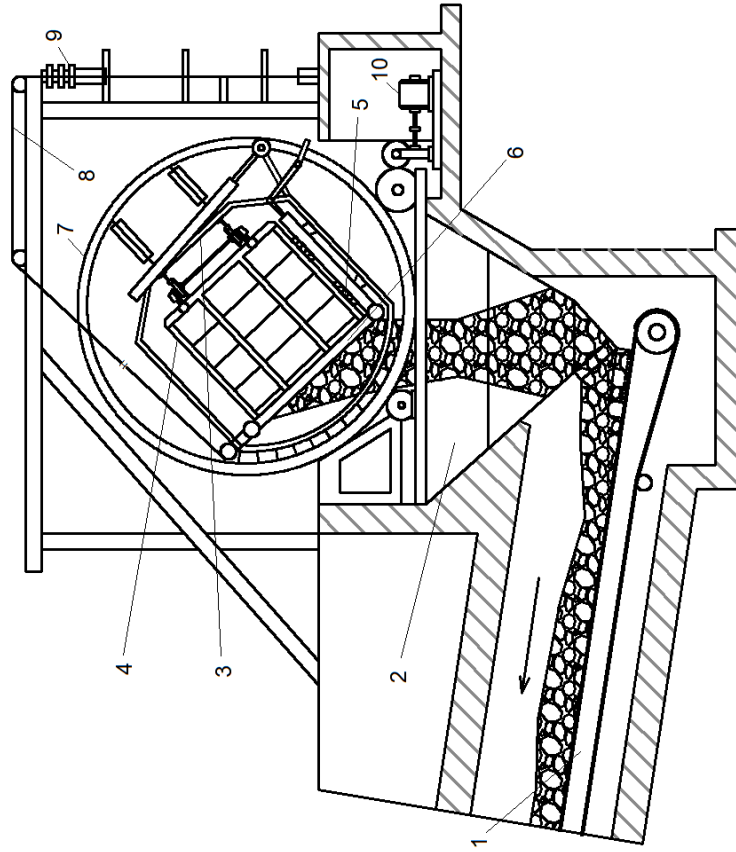


Рис. 3.1. Стационарний роторний вагонеперекидач: а – у вихідному положенні; б – в положенні розвантаження: 1 – конвеєр, 2 – приймальний бункер, 3 – платформа для встановлення вагону, 4 – вагон, 5 – привальні стінки, 6 – затискна балка, 7 – металева рамка, 8 – канат, 9 – противаги, 10 – механізм обертання вагонеперекидача

Після висипання вантажу відбувається очищення вагонів від залишків вантажу за допомогою вібраторів (може бути встановлено до 3-х вібратора на вагоні), потім ротор повертається у вихідне положення. Продуктивність вагоноперекидача даного типу може сягати 15-20 чотиривісних або 10-15 восьмиосних вагонів на годину.

Широке поширення роторних вагоноперекидачів пояснюється їх порівняно невеликою металоємністю та простотою конструкції. Витрата енергії також порівняно невелика внаслідок незначної статичної неврівноваженості перекидача і невеликого опору тертя роликів опор.

Істотним недоліком роторних вагоноперекидачів полягає в необхідності мати глибоку підземну частину споруди, призначену для прийому значної маси вантажу при інтенсивно працюючому вагоноперекидачеві, наприклад, при розвантаженні маршрутів вугілля, руди тощо. Глибина фундаменту цих споруд від рівня головки розвантажувальної рейки може сягати 15...17 м.

Зазначений недолік частково усунений у пересувних вагоноперекидачах аналогічного типу, що дозволяють вести розвантаження в різних місцях. Такі перекидачі, як правило, доцільно використовувати на вантажних фронтах з невеликими вантажопотоками. Їх продуктивність може сягати 15 вагонів на годину, однак основним недоліком є значна металоємність конструкції (вдвічі більше, ніж у стаціонарного роторного) та недостатня надійність канатного приводу.

Бічні підйомно-поворотні вагоноперекидачі за типом приводу поділяються на дві групи: із зубчастим та канатним механізмом перекидання. Бічні вагоноперекидачі із зубчастим механізмом перекидання можуть виготовлюватись як стаціонарними, так і пересувними. У вагоноперекидачах такого типу вагон, у процесі розвантаження, не лише повертається навколо поздовжньої осі, а й піднімається.

Схема стаціонарного бічного вагоноперекидача наведена на рис. 3.2. Завантажений вагон прийнятим маневровим засобом встановлюється на платформі (2 на рис. 3.2). Після початку повороту верхня частина кузова вагону притискається до верхніх притискачів (5 на рис. 3.2). Для вивантаження вантажу з піввагону ротор (6 на рис. 3.2) повертається на $170...175^\circ$, і вагон розвантажуються на висоті 7 м над рівнем землі. Вантаж з вагона (5 на рис. 3.2) під дією сили тяжіння надходить у приймальний бункер (8 на рис. 3.2), звідки за допомогою живильника (9 на рис. 3.2) подається на конвеєр (10 на рис. 3.2).

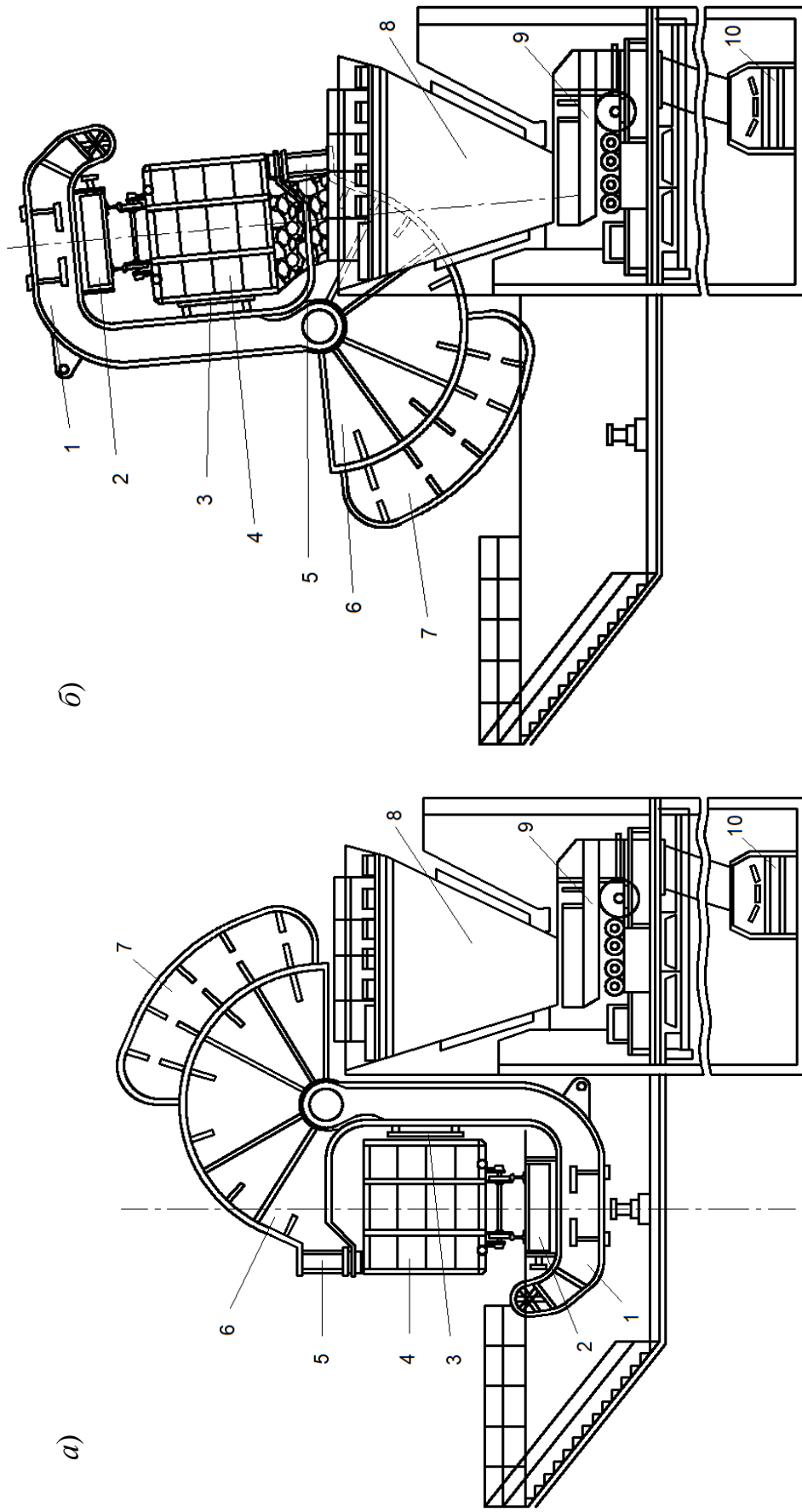


Рис. 3.2. Стационарний бічний вагоноперекидач: *a* – у вихідному положенні; *б* – в положенні розвантаження:
 1 – люлька, 2 – платформа для встановлення вагону, 3 – привальні стінки, 4 – вагон, що розвантажуюється,
 5 – верхні притискачі, 6 – ротор, 7 – противаги, 8 – приймальний бункер, 9 – живильник, 10 – конвеєр

Порожній вагон у вагоноперекидачі повертається у вихідне положення звідки прибирається пристосованим для цього маневровим засобом. У випадку неповного висипання вантажу з вагону одним із способів необхідно відновити сипучість залишків вантажу та виконати цикл розвантаження з даним вагоном повторно.

Перевага бічних вагоноперекидачів полягає у відсутності заглиблених приймальних пристроїв, що знижує вартість будівельних робіт та експлуатаційні витрати на їх утримання. Продуктивність бічного вагоноперекидача може становити до 20 вагонів за годину.

Пересувний бічний вагоноперекидач має таку ж конструкцію, як і стаціонарний, але він встановлений на спеціальну платформу, змонтовану на візках, яка переміщується вздовж фронту розвантаження.

Бічні вагоноперекидачі з канатним механізмом перекидання називаються баштовими, зазвичай вони виготовляються пересувними та встановлюються переважно на металургійних підприємствах та служать для вивантаження руди та вугілля із чотиривісних та восьмивісних піввагонів. Баштовий бічний вагоноперекидач складається з масивного пересувного самохідного або стаціонарного порталу, всередині якого розміщується підвісна платформа, з рейками для установки вагона, що розвантажується. Основні принципи роботи таких вагоноперекидачів практично не відрізняються від роботи їх стаціонарних аналогів. Вагоноперекидач даного типу має кут повороту 160° та продуктивність 20 вагонів на годину.

3.2. Пристрої для відновлення сипучості вантажів, що змерзлись

3.2.1. Загальна інформація про відновлення сипучості вантажів

Вантажами, що змерзаються, називаються вантажі, які перевозяться насипом у відкритому рухомому складі, та які при температурах зовнішнього повітря нижче 0°C втрачають свої звичайні властивості сипучості внаслідок змерзання частинок вантажу між собою і примерзання їх до підлоги і стінок кузова вагона.

Правила перевезень вантажів залізничним транспортом передбачають, що до пред'явлення до перевезення вантажів, схильних до змерзання, вантажовідправник повинен вжити заходів щодо зменшення їх

вологості до безпечних щодо змерзання меж, а при неможливості – вжити інших профілактичних заходів.

У тих випадках, коли застосовані засоби профілактики виявилися недостатньо ефективними, вантажоодержувач зобов'язаний вжити заходів для відновлення сипкості вантажу в пункті розвантаження. Вид робіт по відновленню сипучості та обладнання, що застосовується, залежать від кліматичної зони пунктів відправлення та прибуття, а також фізико-механічних властивостей вантажу.

Існує декілька способів відновлення сипучості:

- розморожування у спеціалізованих для цього гаражах (конвективних, з інфрачервоними випромінювачами, з комбінованим способом генерування та підведенням до вантажу тепла);
- механічне розпушування;
- розігрів вантажів за допомогою пари та гарячої води;
- ручне розпушування.

Останні два способи мають очевидні недоліки та застосовуються обмежено. Найбільшого поширення набули розігрів у гаражах розморожування та розпушування за допомогою сучасних бурофрезерних розпушувачів.

3.2.2. Механічні пристрої для відновлення сипучості вантажів

У світовій та вітчизняній практиці широко застосовується ряд технічних засобів для розпушування вантажів, що змерзлися.

На рис. 3.3. наведена схема бурофрезерного розрихлювача.

У процесі переміщення розпушувача вздовж піввагону сипучість вантажів, що змерзлися, можна відновити вертикальним покрововим бурінням бурами (5 на рис. 3.3) або безперервним бічним фрезеруванням. Буророзпушувальні машини добре зарекомендували себе на промисловому транспорті країни. Машини забезпечують стійке вивантаження насипних матеріалів, що змерзлися, та відрізняються високою продуктивністю – до 250 т/год.

Для вивантаження вантажів, що сильно змерзлися, застосовуються термобурові установки, у яких зменшення ступеню монолітності такого вантажу досягається за допомогою гарячого повітря, яке подається до вантажу. Повітря нагрівається тепловими нагрівальними елементами (ТЕН), розташованими всередині бура.

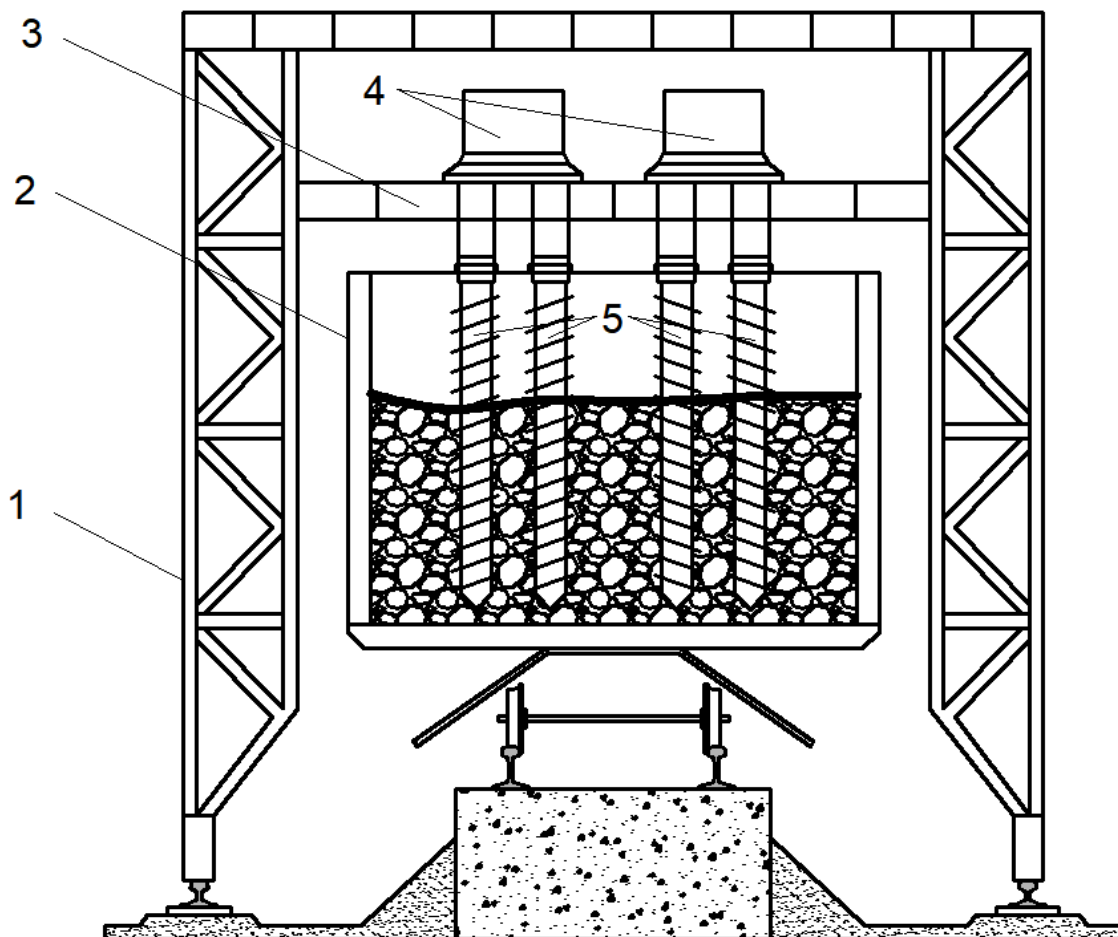


Рис. 3.3. Буротрифрезний розрихлювач:

1 – самохідний портал розрихлювача, 2 – вагон з вантажем, що змерзся, 3 – рама,
4 – приводи бурів, 5 – бури

Також, для вивантаження з піввагонів вантажів, що злежались, і таких, що слабко змерзлись, а також для очищення піввагонів від залишків вантажів, можуть використовуватись різноманітні накладні вібратори.

3.2.3. Відновлення сипучості у гаражах розморожування

Гаражі розморожування є капітальними спорудами, що складаються з однієї або декількох секцій з камерами розморожування та машинного відділення для вироблення та подачі в них теплоносія. Вантажу, що змерзлись, розморожуються у вагонах в камерах секцій гаража різними видами теплоносія, що має високу температуру. Для обмеження ступеня нагрівання відповідальних вузлів рухомого складу

(гальмівних приладів, букс, обшивки кузова) їх охолоджують водою за допомогою спеціальної системи.

Конвективний гараж для розморожування вугілля, що змерзлось, зазвичай складається з однієї або двох критих секцій, всередині яких прокладено залізничну колію. У машинному відділенні гаража розташовані парові калорифери, вентилятори, прилади управління та автоматики. Гаряче повітря в секції гаража подається за допомогою вентиляторів по бетонним коробам, розташованим з обох боків залізничної колії, і через патрубки, що вмонтовані в ці коробки через кожні 2 м, надходить до вагонів.

Розігрів вантажів у конвективних гаражах є основним способом відновлення сипкості на великих металургійних заводах та теплових електростанціях. В той же час таке розморожування насипних вантажів у вагонах у конвективних гаражах супроводжується значним нагріванням кузова вагонів та його обладнання.

Існують гаражі які використовують тепло продуктів згоряння реактивних авіадвигунів, що відпрацювали свій льотний моторесурс та розташовані поблизу будівлі вагоноперекидача. При цьому потрібно значно менше місця, ніж при спорудженні конвективних гаражів, а розігрів здійснюється без додаткових маневрових робіт. Капітальні витрати на спорудження гаража з реактивними двигунами незначні, пускові операції прості, що забезпечує швидке включення гаража в роботу. Як правило такі гаражі проектують із розрахунку на 4...6 піввагонів.

До недоліків таких гаражів для розморожування відносяться невеликий (близько 1000 год) термін служби авіадвигунів, великі витрати на паливо та необхідність спеціальних заходів щодо боротьби із загазованістю, тому гаражі з авіадвигунами доцільно застосовувати при нетривалому (1...2 міс на рік) періоді використання як тимчасові гаражі, або як додаткові до конвективних гаражів.

Гаражі розморожування вантажу з інфрачервоними випромінювачами дають можливість розігріти залізородний концентрат на товщину 200...300 мм у порівнянні з конвективним гаражем розморожування в 1,5...2 рази швидше. Особливо ефективним може бути застосування для обігріву вантажів у рухомому складі інфрачервоних промені у випадках, коли товщина частки вантажу, що змерзлась, становить не більше 150 мм.

3.3. Технічне оснащення пунктів вивантаження вантажів на вагоноперекидачах та принципова технологія

Вагоноперекидачі призначені для масового вивантаження сипучих вантажів, для чого комплекс вантажних пунктів, оснащених вагоноперекидачами, включає наступне технічне оснащення:

- гаражі для розморожування вантажу у вагонах в зимовий період;
- залізничні колії для накопичення та відстою завантажених вагонів в очікуванні вантажних операцій;
- залізничні колії для накопичення та відстою порожніх вагонів після розвантаження;
- залізничні колії та технічне оснащення для очищення кузова вагону від залишків вантажу (за необхідності);
- маневрові засоби для переміщення вагонів в процесі розвантаження – маневрові локомотиви, електричні штовхачі вагонів; стаціонарні установки;
- витяжні колії, реверсивні тупики, пристрої регулювання швидкості скочування вагонів на колії накопичення після розвантаження, вагонні ваги для зважування та тарування вагонів, тощо.

На рис. 3.4 наведено дві принципові схеми взаємного розташування вагоноперекидача та технічного оснащення пункту розвантаження. Кількість колій різної спеціалізації, наведених на рис. 3.4, є умовною, а їх потрібна кількість встановлюється розрахунками в кожному конкретному випадку.

Технологія розвантаження вагонів на вагоноперекидачах передбачає виконання наступних операцій.

Після прибуття поїздів чи передач на пункт перевантаження з вагонами виконується технічний та комерційний огляд, зважування вагонів і за необхідності їх сортування. Вагони, що подаються на вагоноперекидач під розвантаження повинні бути підібрані за родом вантажу. В зимовий час вагони подаються в гараж розморожування вантажу (1 на рис. 3.4) для відновлення його сипучості подачами, довжина яких відповідає ємності гаражу, через витяжну колію (4 на рис. 3.4).

При оснащенні пункту розвантаження гаражем розморожування, що забезпечує інтенсивність розморожування не нижчу, ніж темп розвантаження вагонів, гараж може бути розташований безпосередньо перед вагоноперекидачем (9 на рис. 3.4).

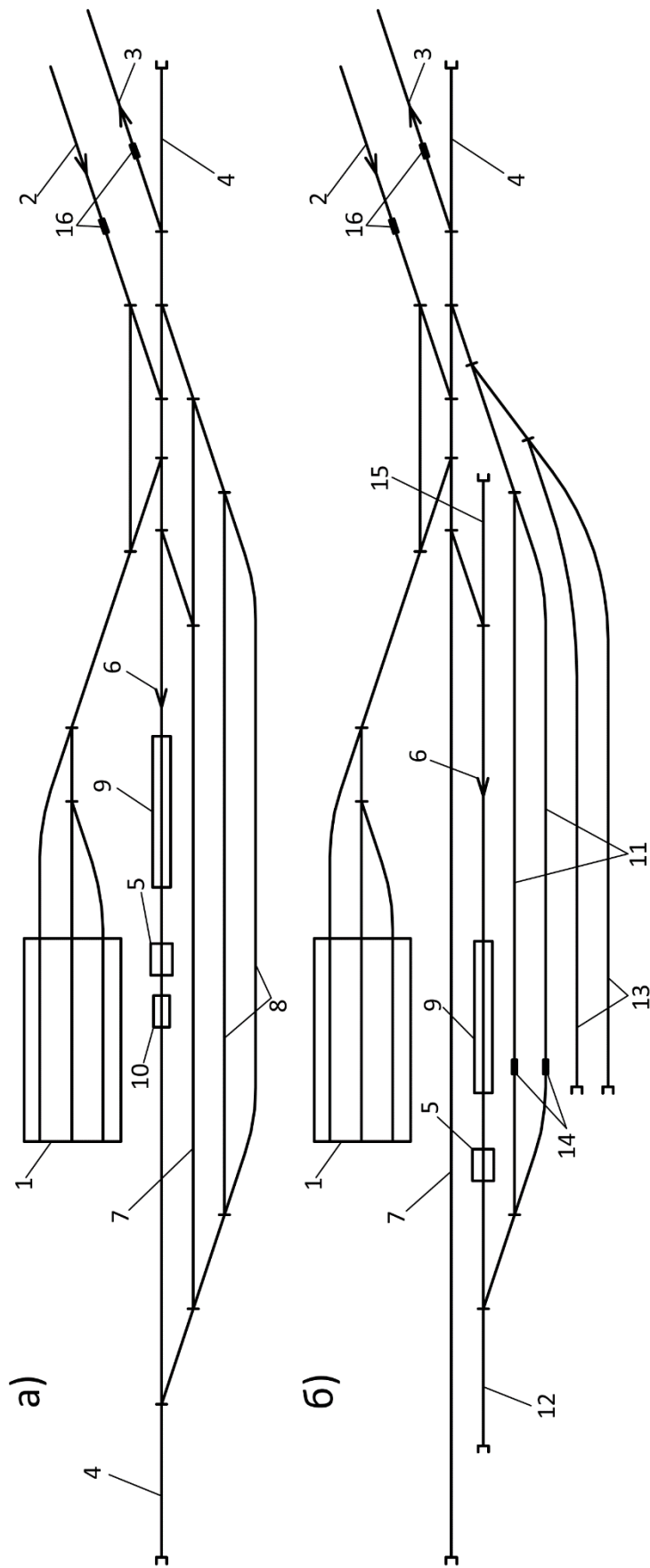


Рис. 3.4. Принципові схеми №1 та №2 розташування колій та технічних пристроїв при розвантаженні вагонів на вагоноперекидачі:

- 1 – гараж розморожування вантажу у вагонах; 2 – колія надходження завантажених вагонів; 3 – колія прибирання порожніх вагонів;
- 4 – витяжні колії; 5 – вагоноперекидач; 6 – напрямок розвантаження вагонів; 7 – колія накопичення завантажених вагонів; 8 – колії накопичення та очищення порожніх вагонів від залишків вантажу; 9 – варіант розміщення гаражу розморожування вантажу у вагонах;
- 10 – пункт механізованого очищення вагонів від залишків вантажу; 11 – колії накопичення порожніх вагонів після розвантаження;
- 12 – реверсивний тупик; 13 – колії очищення вагонів від залишків вантажу; 14 – вагонні уповільнювачі; 15 – тупик для стаціонарного штовхача вагонів; 16 – вагонні ваги

Після розморожування вагони подаються під розвантаження. Пересування вагонів в процесі розвантаження може здійснюватись маневровим локомотивом, електричним штовхачем вагонів, що використовується тільки для виконання цієї операції, або стаціонарною маневровою установкою вагоноперекидача з управлінням оператором.

При механізованому способі очищення вагонів від залишків вантажу для певних видів вантажу, пункт очищення (10 на рис. 3.4) може бути розташований зразу за вагоноперекидачем за умови, що темп очищення вагонів не буде стримувати процес розвантаження і порожні вагони прибираються тільки маневровим локомотивом.

Вагони після розвантаження можуть переставлятися локомотивом на колії накопичення порожніх вагонів (8 на рис. 3.4а), якщо на цих же коліях організоване очищення вагонів від залишків вантажу.

Перестановка вагонів на колії накопичення порожніх вагонів може здійснюватись без маневрового локомотива з використанням реверсивних тупиків спеціального профілю (12 на рис. 3.4б).

Колія від вагоноперекидача до упору реверсивного тупика має увігнутий поздовжній профіль, що дозволяє після виштовхування вагону з корпусу вагоноперекидача закотитися вагону за протишестру стрілку, яка автоматично переводиться по напрямку колій для накопичення порожніх вагонів (11 на рис. 3.4). Далі вагон з реверсивного тупика скочується під дією сили тяжіння на колії накопичення вагонів, оснащені вагонними уповільнювачами (14 на рис. 3.4) для регулювання швидкості скочування вагонів. Здійснювати очищення вагонів від залишків вантажу на вказаних коліях не дозволяється, тому вагони переставляються на колії очищення (13 на рис. 3.4).

На рис. 3.5 (умовні позначення – див. рис. 3.4) наведено принципову схему взаємного розташування основних технічних пристроїв пункту розвантаження з послідовним розташуванням розвантажувальної колії вагоноперекидача та парку накопичення порожніх вагонів після розвантаження. У цьому випадку за вагоноперекидачем споруджується колія спеціального профілю з уклоном в бік колій накопичення порожніх вагонів, що за принципом дії аналогічна гірці малої потужності (17 на рис. 3.5). Аналогічно схемі, наведеній на рис. 3.4б колії накопичення порожніх вагонів оснащуються вагонними уповільнювачами для регулювання швидкості скочування вагонів.

Після розвантаження та очищення порожні вагони таруються та слідує під здвоєні вантажні операції чи на зовнішню мережу.

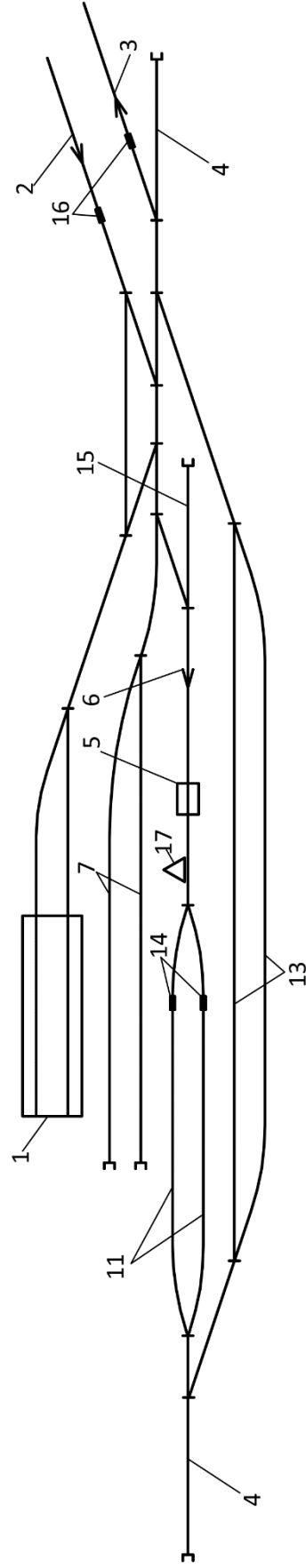


Рис. 3.5. Принципова схема №3 розгашування колій та технічних пристроїв при розвантаженні вагонів на вагоноперекидачі:

1 – гараж розморожування вантажу у вагонах; 2 – колія надходження завантажених вагонів; 3 – колія прибирання порожніх вагонів; 4 – витяжні колії; 5 – вагоноперекидачі; 6 – вагонні накопичувачі; 7 – напрямки розвантаження вагонів; 8 – колія накопичення завантажених вагонів; 9 – колія накопичення порожніх вагонів; 10 – пункт розміщення порожніх вагонів від залишків вантажу; 11 – колія розміщення порожніх вагонів після розвантаження; 12 – реверсивний механізм очищення вагонів від залишків вантажу; 13 – колія накопичення порожніх вагонів після розвантаження; 14 – реверсивний тупик; 15 – колія очищення вагонів від залишків вантажу; 16 – вагонні уповільнювачі; 17 – тупик для стаціонарного штовхача вагонів; 18 – вагонні ваги, 19 – сортувальна гірка малої потужності

Контрольні запитання та завдання

1. Дайте визначення поняття «вагоноперекидач».
2. Перерахуйте типи вагоноперекидачів.
3. У чому полягає принцип дії основних типів вагоноперекидачів?
4. Які типи вагоноперекидачів найбільш розповсюджені для вивантаження сипучих вантажів із відкритого рухомого складу на підприємствах України?
5. Які існують способи переміщення вагонів під час розвантаження на вагоноперекидачі
6. Які є способи відновлення сипучості вантажів, що змерзлись?
7. Який спосіб відновлення сипучості вантажів, що змерзлись, найчастіше використовується?
8. Охарактеризуйте основні принципові схеми колійного розвитку комплексу розвантаження вагонів на вагоноперекидачах
9. Яке технічне оснащення включають вантажні пункти вивантаження вантажів на вагоноперекидачах?
10. Наведіть принципову технологію та послідовність операцій з вагонами при їх розвантаженні на вагоноперекидачах
11. Поясніть основні принципи взаємного розташування гаражів для розморожування вантажу та вагоноперекидачів?
12. Поясніть принцип використання реверсивних тупиків для передачі порожніх вагонів з вагоноперекидача на колію накопичення
13. Наведіть основні принципи розташування вагового господарства на залізничних коліях комплексу вагоноперекидача
14. Де і з якою метою на коліях комплексу розвантаження вагонів на вагоноперекидачах використовуються вагонні уповільнювачі?

3.4. Приклади розв'язання задач. Задача 1

Умова задачі

Розрахувати переробну спроможність пункту вивантаження сипучих вантажів, оснащеного вагоноперекидачем ВП-1 та гаражем розморожування вантажу у вагонах для відновлення сипучості вантажу.

Вихідні дані

Пункт вивантаження сипучих вантажів, схема якого наведена на рис. 3.6, розташований на коліях №80, 80а парку Розвантажувальний. Колійний розвиток парку Розвантажувальний окрім колій вантажного фронту складається з двох приймальних колій №81 та №82, відправних колій №83 та №84 і ходової колії №85, а також витяжних колій №90 та №91.

Під розвантаження подаються піввагони з довжиною по осях автозчеплення $l_{\text{ваг}}=13,92$ м, що відповідає одному умовному вагону.

Усі маневри з подачі та прибирання вагонів на колії ВП-1 виконуються 6-ти вісними локомотивами марки ЧМЕЗ та ТЕМ2 з включенням та скороченим випробуванням автоматичних гальм у маневровому составі.

В процесі розвантаження вагони переміщуються стаціонарною установкою ВП-1 і не потребують наявності маневрового локомотива для просування вагонів.

Колійний розвиток пункту вивантаження сипучих вантажів обладнаний електричними рейковими колами та пристроями електричної централізації управління стрілками та сигналами з поста МРЦ.

Гараж розморожування вантажу у вагонах оснащений загороджувальним світлофором з боку подачі вагонів під розвантаження. Управління світлофором здійснюється оператором ВП-1

Параметри колійного розвитку та технічного оснащення пункту вивантаження сипучих вантажів вагоноперекидача ВП-1 наведені в табл. 3.1.

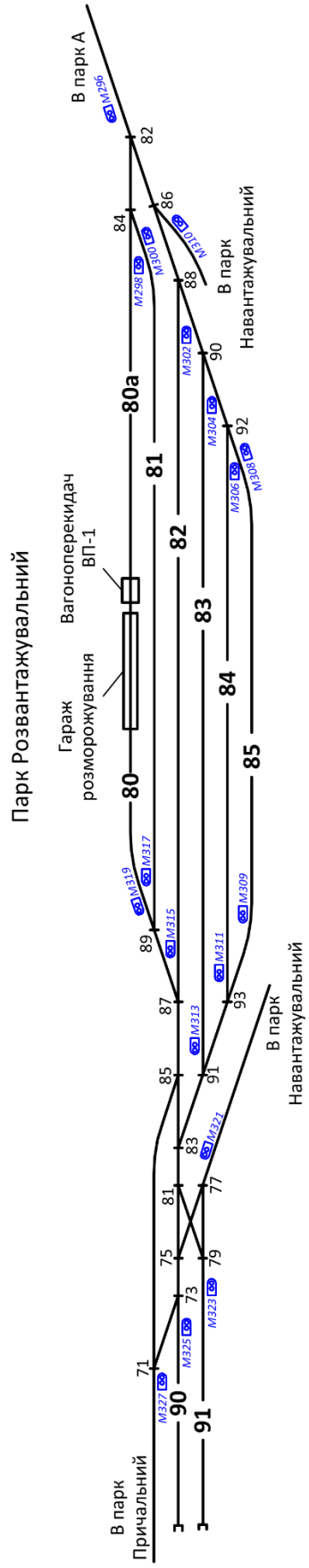


Рис. 3.6. Схема розташування вагонперекидача ВП-1

Таблиця 3.1

Параметри колійного розвитку та технічного оснащення пункту вивантаження сипучих вантажів вагоноперекидача ВП-1

№ з/п	Технічний параметр	Значення										
1	2	3										
1	Корисна довжина витяжних колій №90 та №91	$l_{\text{кор}}^{90} = l_{\text{кор}}^{91} = 310$ м										
2	Корисна довжина колії подачі вагонів для розвантаження №80 від гаража розморожування вантажу у вагонах до сигналу М319	$l_{\text{кор}}^{80} = 265$ м										
3	Ємність гаражу розморожування вантажу	$m_{\text{гар}} = 9$ ум. ваг.										
4	Відстань між гаражем розморожування вантажу та вагоноперекидачем	$m_{\text{пром}} = 1$ ваг										
5	Корисна довжина колії накопичення порожніх вагонів після розвантаження №80а від будівлі вагоноперекидача до сигналу М298	$l_{\text{кор}}^{86} = 395$ м										
6	Корисна довжина паркових колій $l_{\text{кор}}$:	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>№81</td><td>816 м</td></tr> <tr><td>№82</td><td>773 м</td></tr> <tr><td>№83</td><td>721 м</td></tr> <tr><td>№84</td><td>625 м</td></tr> <tr><td>№85</td><td>625 м</td></tr> </table>	№81	816 м	№82	773 м	№83	721 м	№84	625 м	№85	625 м
№81	816 м											
№82	773 м											
№83	721 м											
№84	625 м											
№85	625 м											
6	Максимальна кількість завантажених вагонів, яку може переміщувати в процесі розвантаження стаціонарна установка ВП-1	$m_{\text{под}}^{\text{max}} = 18$ ваг.										
7	Кількість робочих змін ВП-1 протягом доби, кількість та тривалість перезмін	<p>2 зміни: $7^{45}-8^{15}, 19^{45}-20^{15}$ $t_{\text{зм}}^{\text{ВП}} = 1,0$ год.</p>										
8	Кількість та тривалість протягом доби перерв на обід працівників ВП-1	<p>2 перерви: $0^{30}-01^{30}, 12^{30}-13^{30}$ $t_{\text{об}}^{\text{ВП}} = 2,0$ год.</p>										
9	Тривалість відновлення сипучості вантажу в гаражі для розморожування вагонів	$t_{\text{розм}} = 0,5$ год.										
10	Тривалість циклу розвантаження одного вагону	$t_{\text{ц}} = 4,23$ хв.										
11	Кількість перерв у роботі ВП-1, пов'язаних з відсутністю вагонів під розвантаження	1										
12	Кількість локомотивів, що обслуговують ВП-1	$S_{\text{лок}} = 2$										
13	Максимальна кількість вагонів у маневровій подачі	$m_{\text{м}} = 20$ ваг.										
14	Кількість робочих змін локомотивно-складацьких бригад протягом доби кількість та тривалість перезмін	<p>2 перезміни: $7^{45}-8^{15}, 19^{45}-20^{15}$ $t_{\text{зм}}^{\text{ЛБ}} = 1,0$ год.</p>										

1	2	3
15	Кількість та тривалість протягом доби перерв на обід локомотивно-складацьких бригад	2 перерви по 0,5 год у проміжки 11 ⁰⁰ -17 ⁰⁰ , 23 ⁰⁰ -05 ⁰⁰ $t_{об}^{лб} = 1,0$ год.
16	Закріплення вагонів на коліях №81-84 на два гальмові башмаки	3 боку парку А
17	Швидкість руху при виконанні маневрів незалежно від постановки в складі маневрового локомотива, крім гаражу розморожування вантажу	$V_{ман}=15$ км/год
18	Швидкість руху всередині гаражу розморожування вантажу	$V_{гар}=3$ км/год
19	Довжина горловин (відстань між сигналами): М319, М317, М315 – М325, М323 М298 – М296 М296 – М304, М306 М296 – М300, М302	$l_{горл1}=350$ м $l_{горл2}=110$ м $l_{горл3}=260$ м $l_{горл3}=125$ м

Технологія розвантаження вагонів на ВП-1

Вагони під розвантаження на ВП-1 подаються з парку А на колії №81 та №82 маршрутами в складі 52 вагонів. Маршрути переставляються з парку А двома локомотивами парку А з увімкненими та випробуваними автогальмами.

Після закріплення складу гальмовими башмаками локомотиви, що були задіяні у перестановці складу, прибираються у парк А по ходовій колії №85.

Під розвантаження вагони подаються локомотивами ВП-1 через в'язні колії №90 та №91 на колію №80. Порожні вагони прибираються з колії №80а та переставляються на колії №83 та №84. Групи порожніх вагонів передаються після накопичення в парк А.

При постановці вагонів під розвантаження у вільний від вагонів гараж розморожування подача осаджується до гаражу, складач поїздів сходить з підніжки вагону і, після узгодження з оператором ВП-1, вагони осаджуються в гараж зі швидкістю 3 км/год. Після цього через спеціальні отвори в корпусі гаража робітником ВП-1 здійснюється відпуск автогальм у вагонах, закріплення складу робітником ВП-1 під контролем складача поїздів шляхом укладання двох гальмових башмаків під вагон, що знаходиться за гаражем, і відбувається розморожування вантажу у вагонах. Після цього під склад подається маневровий

локомотив з боку витяжних колій і осаджує всю групу вагонів, що знаходиться на колії, до постановки першого вагону в стопорний пристрій ВП-1. Після відчеплення локомотива починаються вантажні операції.

Під час постановки групи вагонів під розвантаження при наявності вагонів у гаражі розморожування, в ньому повинні знаходитися не менше 9 вагонів для контролю складачем поїздів правильності їх зчеплення. Закріплення вагонів в цьому випадку не потрібне, так як вагони утримуються стопорним пристроєм, здійснюється тільки відпуск автоматичних гальм вагонів. Подавати завантажені вагони на колію №80 при наявності в гаражі для розморожування менше ніж 9 вагонів заборонено.

Прибирання порожніх вагонів здійснюється з колії №80а.

Порожні вагони після розвантаження та їх виштовхування за межі вагоноперекидача закріплюються на один гальмовий башмак з боку вагоноперекидача. Під час виштовхування чергового вагону башмак прибирається і вкладається під наступний вагон.

Для прибирання порожніх вагонів, на колію подається маневровий локомотив, і, після узгодження плану виконання маневрів з оператором ВП-1, причеплення, включення та випробування автогальм, здійснюється прибирання гальмового башмака і вагони переставляються на одну з колій парку (колії №83 або №84).

При подаванні завантажених вагонів та прибиранні порожніх вагонів вантажні операції з вагонами припиняються.

Всі маневрові операції на коліях №80 та №80а здійснюються з дозволу та узгоджуються черговим по станції з оператором ВП-1.

Рішення.

Розробка детальної технології виконання маневрових операцій з обслуговування ВП-1

З колій №81 та №82 завантажені вагони після причеплення, включення та випробування автогальм витягуються на витяжні колії №90 та №91 і осаджуються на колію №80. Так як вагони закріплюються в горловині з боку парку А, то з колії прибирається частина вагонів на одну із витяжних колій, а решта вагонів залишаються на місці і не підтягуються в горловину з боку витяжних колій.

У відповідності з вихідними даними максимальна кількість вагонів, що може бути подана на колію розвантаження №80 становить 18

вагонів. Так як кількість перерв у роботі ВП-1, яка пов'язана з відсутністю вагонів під розвантаження, становить одну перерву, то приймемо, що одна з подач подається у вільний гараж, а решта подач – в гараж зайнятий вагонами. Кількість вагонів у подачі повинна знаходитись у діапазоні 9-18 вагонів. При цьому 9 – мінімальна кількість поємності гаражу, 18 – кількість вагонів, що обмежена силою тяги стаціонарної установки для переміщення вагонів ВП-1.

Після розморожування групи вагонів, що знаходиться в гаражі, за заявкою оператора ВП-1 на колію №80 подається маневровий локомотив, виконується його причеплення до составу за дозволом оператора ВП-1.

Після причеплення локомотива до составу та прибирання гальмових башмаків здійснюється осаджування вагонів в стопорний пристрій ВП-1, локомотив відчіпляється і прибирається з колії після чого здійснюються вантажні операції.

З метою забезпечення максимальної переробної спроможності потрібно скоротити кількість подач завантажених вагонів під розвантаження та порожніх після розвантаження шляхом встановлення максимальної кількості вагонів у подачах.

Максимальна кількість вагонів, яка може бути розвантажена до подачі наступної групи вагонів і дотримання неперервного процесу вантажних операцій розраховується за формулою

$$n_{\text{розв}}^{\text{max}} = m_{\text{под}}^{\text{max}} - m_{\text{гар}} - m_{\text{пром}}.$$

Таким чином, при подачі 18 вагонів на колію №80 під розвантаження при вільному гаражі до подачі наступної групи вагонів може бути розвантажено $n_{\text{розв}}^{\text{max}} = 18 - 9 - 1 = 8$ вагонів.

Отже, максимальна кількість вагонів, що може подаватися під розвантаження на ВП-1 при дотриманні неперервного процесу розвантаження становить $m_{\text{под}} = n_{\text{розв}}^{\text{max}} = 8$ вагонів.

Так як кожна операція подавання завантажених та прибирання порожніх вагонів пов'язана із зупинкою вантажних операцій, то доцільно вказані операції сумістити в часі. Для цього кількість вагонів у подачі під розвантаження та кількість порожніх вагонів, що прибираються після розвантаження повинні бути кратними.

За умови достатності довжини колії №80а, кількість порожніх вагонів, що прибираються з колії повинна становити $m_{\text{приб}} = 16$ вагонів. При цьому кожна друга операція подачі завантажених вагонів повинна збігатися з операцією прибирання порожніх вагонів.

Порожні вагони з колії №80а після включення та випробування автогальм витягуються по напрямку парку А за сигнал М296 та осаджуються на колії №83 та №84.

При постановці вагонів на зайняту колію весь маневровий состав осаджується без включення та випробування автогальм в групі вагонів, що вже знаходиться на колії.

Розрахунок ємності колій комплексу ВП-1 у вагонах

Ємність колії у вагонах із округленням результату у меншу сторону розраховується за формулою

$$n_{\text{кор}} = \frac{l_{\text{кор}} - l_{\text{лок}} - \Delta l}{l_{\text{ваг}}} \quad (3.1)$$

де $l_{\text{лок}}$ та $l_{\text{ваг}}$ – довжина відповідно локомотива та вагона, у розрахунках прийнято $l_{\text{лок}}=17$ м, $l_{\text{ваг}}=14$ м;

Δl – запас відстані на неточність установки вагонів, у розрахунках прийнято $\Delta l=10$ м.

Таким чином, корисна довжина витяжних колій №90 та №91 становить

$$n_{\text{кор}}^{90} = n_{\text{кор}}^{91} = \frac{310 - 17 - 10}{14} = 20 \text{ вагонів.}$$

Решта розрахунків зведена у табл. 3.2.

При виконанні розрахунків враховано, що на колії №81 та №82 маневрові состави з парку А переставляються двома локомотивами у кожному составі, вагони з колій №83 та №84 можуть переставлятися у парк А групами по 20 вагонів одним локомотивом, а при більшій кількості вагонів – двома локомотивами в кожному составі, тобто на коліях №83 та №84 з боку парку А слід залишати місце від сигналу до вагонів на два маневрові локомотиви.

Ємність паркових колій в умовних вагонах

№ колії	Довжина, ум. ваг.	№ колії	Довжина, ум. ваг.
90	20	82	52
91	20	83	48
80	17	84	41
80а	26	85	41
81	55		

Перевірка умови відновлення сипучості вантажу у вагонах

Відновлення сипучості вантажу у вагонах при неперервному процесі розвантаження здійснюється паралельно з вантажними операціями. Кожен вагон знаходиться в гаражі проміжок часу, що відповідає тривалості розвантаження вагонів, кількість яких відповідає ємності гаражу – $m_{\text{гар}} = 9$ вагонів. Цей проміжок часу повинен бути не меншим ніж нормативна тривалість відновлення сипучості вантажу в гаражі розморожування

Згідно з вихідними даними, нормативна тривалість відновлення сипучості вантажу в гаражі розморожування вагонів становить $t_{\text{розм}} = 0,5$ год, а тривалість циклу розвантаження одного вагону $t_{\text{ц}} = 4,23$ хв.

Фактична тривалість знаходження вагону в гаражі розморожування вантажу розраховується як

$$t_{\text{розм}}^{\text{факт}} = m_{\text{гар}} t_{\text{ц}} = 9 \cdot 4,23 = 38,07 \text{ хв.}$$

Фактична тривалість знаходження вагону в гаражі розморожування перевищує нормативне значення $t_{\text{розм}}^{\text{факт}} > t_{\text{розм}}$, це означає, що умова відновлення сипучості вантажу у вагонах виконується.

Розрахунок інтервалу між вантажними операціями при подаванні вагонів під розвантаження

Даний інтервал розраховано за умови одночасного подавання під вантажні операції завантажених вагонів у кількості $m_{\text{под}} = 8$ вагонів.

Ємність колії №80 становить 17 вагонів та локомотив. З метою скорочення інтервалу між вантажними операціями приймаємо наступну технологію. При розвантаженні 2-х вагонів з 18-ти, по узгодженню з оператором ВП-1 черговий по станції (ДСП) може дати

розпорядження локомотиво-складацькій бригаді на осаджування групи з 8 вагонів з витяжних колій №90, 91 на колію №80 із зупинкою за сигналом М319. На колії №80 між гаражем розморожування та сигналом М319 знаходиться 5 вагонів, тобто вільна ділянка колії після зупинки составу, що подається і вагонами, що знаходяться в групі, що розвантажуються становить 4 вагони. Цієї відстані достатньо для дотримання умов безпечності виконання маневрів.

Після розвантаження чергових 8 вагонів по узгодженню з оператором ВП-1 здійснюється причеплення поданих 8-ми вагонів до групи, що знаходиться в гаражі розморожування.

Розрахунок інтервалу наведено в табл. 3.3. Прийнято, що наступна подача вагонів на момент закінчення вантажних операцій знаходиться на колії №80.

Таблиця 3.3

Технологічна карта №1 розрахунку інтервалу між вантажними операціями при подачі наступної групи вагонів на колію №80 під розвантаження

№ з/п	Найменування операції	Довжина напіврейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Узгодження плану маневрів з оператором ВП-1			0,5	
2	Подача команди складачем			0,1	
3	Сприйняття команди машиністом локомотива і приведення маневрового составу в рух			0,1	
4	Осаджування вагонів до гаражу розморожування	112	8	0,85	
5	З'єднання вагонів			0,2	
6*	Відпуск автогальм		8	1,28	0,16m
	Прохід складача до локомотива і відчеплення локомотива		8	1,32	0,14m+0,2

1	2	3	4	5	6
7	Доповідь оператору ВП-1 про відчеплення від вагонів			0,3	
Всього				3,37	

*Операції виконуються паралельно

Графічна ілюстрація розрахунку інтервалу між вантажними операціями при подачі наступної групи вагонів на колію №80 під розвантаження наведена на рис. 3.7.

№ з/п	Найменування операції	Норматив, хв	Тривалість, хв				Виконавець
			1	2	3	4	
1	Узгодження плану маневрів з оператором ВП-1	0,5	■				Складач
2	Подача команди складачем	0,1	■				Складач
3	Сприйняття команди машиністом і приведення маневрового составу в рух	0,1	■				Машиніст локомотива
4	Осаджування вагонів до гаражу розморожування	0,85		■			Машиніст локомотива, складач
5	З'єднання вагонів	0,2		■			Машиніст локомотива, складач
6	Відпуск автогальм	1,28			■		Працівник ВП-1
7	Прохід складача до локомотива і відчеплення локомотива	1,32			■		Машиніст локомотива, складач
8	Доповідь оператору ВП-1 про відчеплення від вагонів	0,3				■	Складач
Загальна тривалість			$I_{\text{под}}=3,37 \text{ хв}$				

Рис. 3.7. Розрахунок інтервалу між вантажними операціями при подачі наступної групи вагонів під розвантаження

Розрахунок інтервалу між вантажними операціями при прибиранні вагонів після розвантаження

Даний інтервал розраховано за умови одночасного прибирання вагонів після вантажних операцій у кількості $m_{\text{приб}}=16$ вагонів.

Локомотив, що забирає вагони завчасно подається на колію №80а за сигнал М298.

Після накопичення на даній колії 16 порожніх вагонів оператор ВП-1 дає дозвіл на причеплення до вагонів. Далі здійснюється причеплення локомотива до складу, складач поїздів оглядає склад з двох сторін, перевіряє відсутність перешкод для руху та з'єднує гальмові рукави і здійснює випробування автогальм. Состав порожніх вагонів прибирається з колії, вантажні операції продовжуються одразу після початку руху складу.

Розрахунок інтервалу наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Технологічна карта №2 розрахунку інтервалу між вантажними операціями при прибиранні з колії №80а порожніх вагонів після розвантаження

№ з/п	Найменування операції	Довжина напіврейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Узгодження плану маневрів з оператором ВП-1			0,5	
2	Подача команди складачем			0,1	
3	Сприйняття команди машиністом локомотива і приведення локомотива в рух			0,1	
4	Напіврейс руху локомотива від сигналу М298 до вагонів	140	0	0,86	
5	Причеплення локомотива до вагонів, опробування автогальм та прибирання гальмового башмака		16	14,91	Формула (А.5)
6	Розпорядження ДСП на прибирання порожніх вагонів з колії			0,37	
7	Подача команди складачем			0,1	
8	Сприйняття команди машиністом локомотива і приведення складу в рух			0,1	
Всього				17,04	

Графічна ілюстрація розрахунку інтервалу між вантажними операціями при прибиранні з колії №80а порожніх вагонів після розвантаження наведена на рис. 3.8.

№ з/п	Найменування операції	Норматив, хв	Тривалість, хв																		Виконавець
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	Узгодження плану маневрів з оператором ВП-1	0,5	█																		Складач
2	Подача команди складачем	0,1	█																		Складач
3	Сприйняття команди машиністом і приведення локомотива в рух	0,1	█																		Складач
4	Напірєйс руху локомотива від сигналу М298 до вагонів	0,86	█																		Машиніст локомотива, складач
5	Причеплення локомотива до вагонів, випробування автогальм та прибирання гальмового башмака	14,91	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	Машиніст локомотива, складач
6	Розпорядження ДСП на прибирання порожніх вагонів з колії	0,37																	█	█	ДСП
7	Подача команди складачем	0,1																	█	█	Машиніст локомотива, складач
8	Сприйняття команди машиністом і приведення локомотива в рух	0,1																	█	█	Машиніст локомотива
Загальна тривалість			$I_{\text{пріб}} = 17,04 \text{ хв}$																		

Рис. 3.8. Розрахунок інтервалу між вантажними операціями при прибиранні порожніх вагонів після розвантаження

Таким чином, інтервали між вантажними операціями, які становлять $I_{\text{под}}=3,37$ хв та $I_{\text{приб}}=17,04$ хв, повторюються по черзі: 3,37 хв потрібно для причеплення чергової подачі вагонів під розвантаження, а на 17,04 хв вантажні операції припиняються при суміщенні подавання завантажених та прибиранні порожніх вагонів.

Розрахунок інтервалу між вантажними операціями при відсутності завантажених вагонів, готових для розвантаження

При розвантаженні вагонів на ВП-1 може бути ситуація, коли відсутні завантажені вагонів, що готові до розвантаження. У цьому випадку при наявності в гаражі розморожування вагонів у кількості меншій ніж 9 наступне подавання вагонів у гараж може бути здійснене тільки після того, як з попередньої групи вагонів, максимальна кількість яких становить 18, буде розвантажено 16 вагонів, тобто звільниться гараж розморожування і один вагон буде знаходитись на позиції розвантаження, а другий – між гаражем та вагоноперекидачем.

Так як ємність колії №80 становить 17 вагонів – подача з 18 вагонів не поміститься на вказаній колії і при осаджуванні заздалегідь цієї групи вагонів на колію горловина буде зайнята весь час поки не звільниться гараж розморожування. Таким чином, приймемо, що вагони під розвантаження в очікуванні звільнення гаражу розморожування знаходяться на витяжних коліях №90 чи №91.

Розрахунок мінімального інтервалу між вантажними операціями наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Технологічна карта №3 розрахунку інтервалу між вантажними операціями при відсутності завантажених вагонів, готових для розвантаження

№ з/п	Найменування операції	Довжина напіврейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
1*	Напіврейс осаджування вагонів з витяжних колій №90, 91 до гаражу розморожування	615	18	3,86	Формула (А.1)
	Розвантаження двох останніх вагонів попередньої подачі		2	8,46	
2	Отримання від оператора ВП-1 дозволу на осаджування вагонів в гараж розморожування			0,5	

Закінчення таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
2	Отримання від оператора ВП-1 дозволу на осаджування вагонів в гараж розморожування			0,5	
3	Напіврейс осаджування вагонів в гараж розморожування і прохід складача паралельно гаражу	126	18	2,63	3 км/год
4	Розморожування вантажу у вагонах		9	30,0	
5**	Доповідь про виконання осаджування вагонів в гараж			0,3	
6**	Відпуск автогальм у вагонах, що знаходяться в гаражі, робітником ВП-1 і прохід складача до протилежного кінця гаражу		9	1,44	0,16m
7**	Закріплення составу на 2 гальмові башмаки під контролем складача поїздів			0,7	0,35n
8**	Прохід складача до локомотива і відчеплення локомотива		9	1,46	0,14m+ +0,2
9**	Доповідь про виконану роботу			0,3	
10	Узгодження з оператором ВП-1 причеплення локомотива до составу			0,5	
11	Причеплення локомотива до составу			0,2	
12	Прибирання гальмових башмаків			0,7	0,35n
13	Прохід складача до кінця гаражу з боку вагоноперекидача		18	2,52	0,14m
14	Подача команди складачем			0,1	
15	Сприйняття команди машиністом локомотива і приведення составу в рух			0,1	
16	Напіврейс осаджування вагонів в стопорний пристрій	14	18	0,39	3 км/год
17	Точне встановлення вагонів на вантажному фронті			1,4	
18	Прохід складача до локомотива і відчеплення локомотива		18	2,72	0,14m+ +0,2
19	Доповідь оператору ВП-1 про відчеплення від вагонів			0,3	
Всього				37,46	

*Операції виконуються паралельно

**Операції виконуються паралельно операції 4

Графічна ілюстрація розрахунку інтервалу між вантажними операціями при відсутності завантажених вагонів, готових для розвантаження наведена на рис. 3.9.

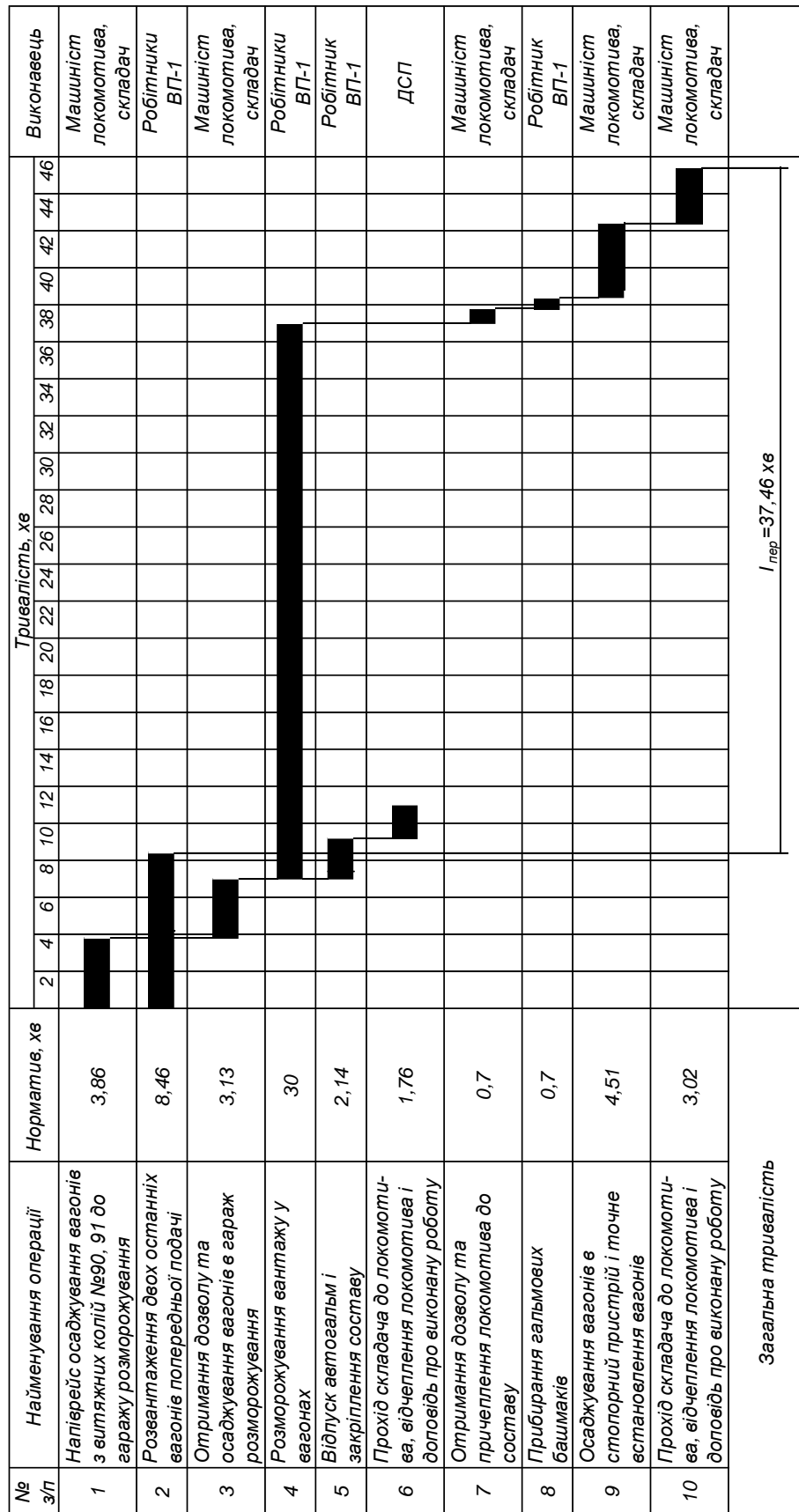


Рис. 3.9. Розрахунок інтервалу між вантажними операціями при відсутності завантажених вагонів, готових до розвантаження

Для спрощення візуального аналізу вказаного процесу деякі операції згруповано.

Таким чином, тривалість мінімальної перерви між вантажними операціями, що утворюється при відсутності завантажених вагонів готових до подавання на вантажний фронт ВП-1 становить $I_{\text{пер}}=37,46$ хв і звичайно може бути більшою при неритмічності надходження вагонів на вантажний фронт.

Інтервал між вантажними операціями за технологічною картою №3 $I_{\text{пер}}=37,46$ хв включає тривалість операцій, що виконуються послідовно починаючи з 1-ї (верхній рядок) по 4-ту та з 9-ї по 19-ту за вирахуванням операції 1 (нижній рядок).

Розрахунок переробної спроможності пункту вивантаження сипучих вантажів

Розрахунок тривалості циклу розвантаження вагонів на ВП-1 наведений на рис. 3.10 і становить $T_{\text{розв}}^{\text{ВП-1}}=88,09$ хв

Переробна спроможність пункту вивантаження сипучих вантажів, розраховується за формулою (2.5). При розрахунку приймемо наступні обмеження:

- тривалість регламентованих перерв у роботі вантажного фронту визначена вихідними даними і включає тривалість перезмін і перерв на харчування – $t_{\text{зм}}^{\text{ВП}}, t_{\text{об}}^{\text{ВП}}$, а також тривалість перерви, що виникає при відсутності завантажених вагонів, готових до розвантаження і становить $I_{\text{пер}}=37,46$ хв, отже

$$T_{\text{пер}} = t_{\text{зм}}^{\text{ВП}} + t_{\text{об}}^{\text{ВП}} + I_{\text{пер}} = 60,0 + 120,0 + 37,46 = 217,46 \text{ хв};$$

- знаменник формули (2.5) являє собою тривалість циклу розвантаження вагонів на ВП-1, тобто $\frac{t_{\text{в}} m_{\text{п}}}{m_{\text{ф}}} + t_{\text{п}} = T_{\text{розв}}^{\text{ВП-1}} = 88,09$ хв;

- розмір максимальної одночасної подачі, що припадає на один цикл розвантаження становить $m_{\text{п}}=16$ вагонів.

Отже переробна спроможність ВП-1 становитиме

$$П_{\text{ВП-1}} = \frac{(1440 - 217,46)}{88,09} \cdot 16 = 222 \text{ вагони.}$$

3.5 Приклади розв'язання задач. Задача 2

Умова задачі

Для умов та вихідних даних задачі 1 шляхом виконання аналітичних розрахунків сформулювати висновок про достатність двох маневрових локомотивів для обслуговування пункту вивантаження сипучих вантажів (див. рис. 3.6) і реалізації обсягу вивантаження, що відповідає переробній спроможності ВП-1.

Рішення

Методика визначення робочого парку локомотивів

Робочий парк локомотивів у відповідності з [2] визначається так

$$M_p = \frac{\sum T_{\text{ман}}}{(1440\alpha_{\text{вор}} - \sum t_{\text{пост}}) \cdot \gamma_{\text{л}}} \quad (3.2)$$

де $\sum T_{\text{ман}}$ – добовий обсяг маневрової роботи, що відповідає реалізації переробної спроможності і виражається в локомотиво-хвилинах маневрової роботи обслуговування вантажного пункту;

$\alpha_{\text{вор}}$ – коефіцієнт, що враховує можливі перерви у використанні локомотива через ворожість маршрутів, залежить від інтенсивності маневрових пересувань, наявності перевезень за розкладом, тощо, у навчальних цілях в розрахунках приймається рівним $\alpha_{\text{вор}} = 0,95$;

$\sum t_{\text{пост}}$ – простій маневрового локомотива, пов'язаний з перезміною та обідніми перервами. У відповідності з вихідними даними $\sum t_{\text{пост}} = t_{\text{зм}}^{\text{лб}} + t_{\text{об}}^{\text{лб}} = 2,0$ год;

$\gamma_{\text{л}}$ – коефіцієнт використання локомотива. Згідно рекомендацій [2] коефіцієнт $\gamma_{\text{л}}$ повинен знаходитись в інтервалі 0,4...0,85. Враховуючи те, що достатність локомотивів перевіряється для максимальної переробної спроможності вантажного фронту, даний коефіцієнт в розрахунках приймається на рівні максимального значення, $\gamma_{\text{л}} = 0,85$, з мінімальним запасом надійності на рівні 15%.

Розробка технології використання маневрових локомотивів, що обслуговують ВП-1.

Приймемо наступну умовну нумерацію та спеціалізацію локомотивів, що обслуговують ВП-1 з урахуванням того, що локомотив на подаванні завантажених вагонів здійснює у два рази більше подач, ніж локомотив, що прибирає порожні вагони після розвантаження:

- локомотив №1 виконує маневрові операції з подавання завантажених вагонів на розвантажувальну колію ВП-1;

- локомотив №2 виконує маневрові операції з прибирання порожніх вагонів після розвантаження та здійснює укрупнення подач із завантажених вагонів до кількості, кратній величині подачі – $m_{\text{под}}=8$ вагонів.

При такій спеціалізації локомотив №1 забирає з колій №81 та №82 по 8 вагонів та через витяжні колії №90 чи №91 переставляє на колію №80.

Один раз на добу, при відсутності вагонів, готових до розвантаження, локомотив №1 подає на вантажний фронт 18 вагонів.

Локомотив №2 прибирає з колії №80а маневрові подачі по 16 порожніх вагонів на колії накопичення порожніх вагонів №83 та №84. Зважаючи на те, що ємність колії №83 становить 48 вагонів, а колії №84 – 41 вагон, приймемо, що на колію №83 переставляється три подачі вагонів, а на колію №84 – дві подачі, після чого відбувається їх перестановка в парк А.

Окрім цього, локомотив №2 здійснює укрупнення подач завантажених до кількості, кратної $m_{\text{под}}=8$ вагонам.

Розрахунок витрат локомотиво-хвилин маневрової роботи локомотива №1

При переробній спроможності вантажного фронту ВП-1 $P_{\text{ВП-1}}=222$ вагони, локомотив №1 здійснює протягом доби 1 подачу з 18 вагонів та подачі по 8 вагонів у кількості $n_8=(222-18)/8=25,5$ подачі.

Розрахуємо витрати локомотиво-хвилин на 1 подачу з 8-ми вагонів.

Так як вагони на коліях №81 та №82 закріплюються гальмовими башмаками в горловині з боку парку А, то кожен наступний заїзд локомотива за вагонами та кожне витягування вагонів збільшується на довжину 8-ми вагонів.

Мінімальний напіврейс заїзду локомотива з колій №90 та №91 на колії №81 та №82 становить

$$l_{\min}^3 = l_{\text{горл1}} + 2l_{\text{лок}} + \Delta l = 350 + 2 \cdot 17 + 10 = 394 \text{ м.}$$

Тут $2l_{\text{лок}}$ – мінімальна відстань від сигналу до вагонів, так як сос-тави з парку А переставляються двома локомотивами; Δl – запас відс-тані на неточність установки вагонів.

Максимальний напіврейс більший ніж мінімальний на довжину 44 вагонів, так як кількість вагонів у маршруті становить 52 вагони, а мінімальна кількість вагонів, що забираються з колії – 8, тобто

$$l_{\max}^3 = l_{\text{горл1}} + 2l_{\text{лок}} + \Delta l + 44 \cdot l_{\text{ваг}} = 350 + 2 \cdot 17 + 10 + 44 \cdot 14 = 1010 \text{ м.}$$

Середній напіврейс заїзду локомотива становить

$$\bar{l}_z = (l_{\min}^3 + l_{\max}^3) / 2 = (394 + 1010) / 2 = 702 \text{ м.}$$

Середній напіврейс витягування вагонів з колій №81 та №82 на ви-тяжні колії №90 чи №91 більший ніж середній напіврейс заїзду на до-вжину 8 вагонів, тобто $\bar{l}_{\text{вит}} = \bar{l}_z + 8l_B = 702 + 8 \cdot 14 = 814 \text{ м.}$

Подальші розрахунки виконано з використанням формул тривало-сті типових операцій, наведених у Додатку А. Витрати локомотиво-хвилин маневрової роботи локомотива №1 при подаванні під розван-таження подач з 8-ми вагонів зведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Технологічна карта №4 розрахунку витрат локомотиво-хвилин при перес-тановці на вантажний фронт 8-ми завантажених вагонів

№ з/п	Найменування операції	Довжина на-піврейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Напіврейс заїзду локомотива №1 з колії №90 на колію №81	702	0	3,98	Формула (А.1)
2	Причеплення локомотива №1 до складу та випробування автогальм		8	6,1	Формула (А.2)
3	Витягування складу з колії №81 на витяжну колію №90	814	8	4,53	Формула (А.1)
4	Осаджування вагонів на ко-лію №80 з колії №90	462	8	3,15	Формула (А.1)

1	2	3	4	5	6
5	Осаджування вагонів до гаражу розморожування та причеплення вагонів	112	8	3,37	Технологічна карта №1
6	Напіврейс виїзду локомотива з колії №80 на колію №90	615	0	3,63	Формула (А.1)
Всього				24,76	

Таким чином загальна добова витрата локомотиво-хвилин на подавання під розвантаження подач з 8-ми вагонів становить $\sum t_{\text{под}8} = n_8 t_{\text{тк}4} = 25,5 \cdot 24,76 = 631,38$ хв.

Витрати локомотиво-хвилин маневрової роботи локомотива №1 при подаванні під розвантаження подач з 18-ми вагонів зведено в табл. 3.7. При цьому прийнято, що ця група вагонів подається з колії №81, на яку виставлено маршрут з 52 вагонів, та відповідно до цього розраховано довжини напівреїсів заїзду та витягування вагонів.

Таблиця 3.7

Технологічна карта №5 розрахунку витрат локомотиво-хвилин при перестановці на вантажний фронт 18-ми завантажених вагонів

№ з/п	Найменування операції	Довжина напівреїсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
Постановка вагонів в гараж розморожування					
1	Напіврейс заїзду локомотива №1 з колії №90 на колію №81	394	0	2,75	Формула (А.1)
2	Причеплення локомотива №1 до складу та випробування автогальм		18	9,1	Формула (А.2)
3	Витягування складу з колії №81 на витяжну колію №90	646	18	3,98	Формула (А.1)
4	Осаджування вагонів на колію №80 з колії №90 та постановка вагонів в гараж розморожування		18	10,89	Технологічна карта №3: операції 1 (верхній рядок), 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9
5	Напіврейс виїзду локомотива №1 з колії №80 на колію №90	489	0	3,13	Формула (А.1)

1	2	3	4	5	6
Постановка вагонів на позицію розвантаження					
6	Напіврейс заїзду локомотива №1 з колії №90 на колію №80	489	0	3,13	Формула (А.1)
7	Причеплення до складу, постановка вагонів на позицію розвантаження, відчеплення локомотива		18	8,93	Технологічна карта №3: операції 10-19
8	Напіврейс виїзду локомотива №1 з колії №80 на колію №90	517	0	3,24	Формула (А.1)
Всього				45,15	

Таким чином загальна добова витрата локомотиво-хвилин на подання під розвантаження подачі з 18-ми вагонів становить

$$\sum t_{\text{под}18} = n_{18} t_{\text{тк}5} = 45,15 \text{ хв.}$$

Сумарні добові витрати локомотиво-хвилин локомотивом №1 при обсязі розвантаження, що відповідає максимальній переробній спроможності ВП-1 становлять

$$\sum t_{\text{лок}1} = \sum t_{\text{под}8} + \sum t_{\text{под}18} = 631,38 + 45,15 = 676,53 \text{ хв.}$$

Розрахунок витрат локомотиво-хвилин маневрової роботи локомотива №2

При переробній спроможності вантажного фронту ВП-1 $P_{\text{ВП-1}}=222$ вагони, локомотив №2 здійснює на протязі доби прибирання подач з 16-ти вагонів у кількості $n_{16}=222/16=13,9$ подач.

На коліях №83 та №84 з п'яти груп вагонів після розвантаження по 16 вагонів кожна формується дві передачі в парк А. При цьому дві групи порожніх вагонів з п'яти (40%) переставляються на вільну колію, дві з п'яти (40%) переставляється на зайняту колію, на якій знаходиться 16 вагонів і одна група порожніх вагонів з п'яти (20%) переставляється на колію, на якій знаходиться 32 вагони.

Витрати локомотиво-хвилин маневрової роботи локомотива №2 при прибиранні після розвантаження і постановці на вільну колію подач з 16-ми вагонів зведено в табл. 3.8.

Витрати локомотиво-хвилин маневрової роботи локомотива №2 при прибиранні після розвантаження і постановці на зайняту колію подач з 16-ми вагонів зведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.8

Технологічна карта №6 розрахунку витрат локомотиво-хвилин при прибиранні з вантажного фронту 16-ти порожніх вагонів і їх постановці на вільну колію

№ з/п	Найменування операції	Довжина напіврейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Напіврейс заїзду локомотива №2 від сигналу М296 на колію №80а	127	0	1,68	Формула (А.1)
2	Причеплення локомотива №2 до складу та випробування автогальм		16	17,04	Технологічна карта №2
3	Витягування складу з колії №80а за сигнал М296	505	16	3,39	Формула (А.1)
4	Осаджування вагонів на колію №83 від сигналу М296	501	16	3,38	Формула (А.1)
5	Відчеплення локомотива №2 від складу		16	3,44	Формула (А.7)
6	Напіврейс виїзду локомотива №2 за сигнал М296	277	0	2,28	Формула (А.1)
Всього				31,21	

При цьому довжина напіврейсу осаджування вагонів від сигналу М296 на колію №83 становить 277 м, так як вагони осаджуються до вагонів, що стоять на колії.

Тривалість операцій причеплення складу, який осаджується до складу, що знаходиться на колії, розраховано для 16 та 32 вагонів, що знаходяться на колії.

Таким чином, загальна добова витрата локомотиво-хвилин на прибирання порожніх вагонів після розвантаження становить

$$\begin{aligned} \sum t_{\text{приб}} &= 0,4n_{16} (t_{\text{тк6}} + t_{\text{тк7(16)}}) + 0,2n_{16}t_{\text{тк7(32)}} = \\ &= 0,4 \cdot 13,9(31,21 + 37,81) + 0,2 \cdot 13,9 \cdot 42,29 = 501,32 \text{ хв.} \end{aligned}$$

Маршрути з парку А переставляються на колії №81 та №82 в складі 52 вагонів, тому у кожному такому складі залишається 4 вагони, а при забиранні з колії 18 завантажених вагонів – 2 вагони. Прийmemo середню кількість вагонів, що переставляється локомотивом №2 між коліями №81 та №82 рівну 4.

Таблиця 3.9

Технологічна карта №7 розрахунку витрат локомотиво-хвилин при прибиранні з вантажного фронту 16-ти порожніх вагонів і їх постановці на зайняту колію

№ з/п	Найменування операції	Довжина напіврейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Заїзд локомотива №2 на колію №80а, причеплення до вагонів і витягування за сигнал М296			22,11	Технологічна карта №6, операції 1-3
2	Осаджування вагонів на колію №83 від сигналу М296	277	16	2,48	Формула (А.1)
3	Відчеплення локомотива №2 від составу при знаходженні на колії, на яку осаджується состав 16/32 вагонів		16	10,94/15,42	Формула (А.9)
4	Напіврейс виїзду локомотива №2 з колії №83 за сигнал М296	277	0	2,28	Формула (А.1)
Всього				37,81/42,29	

Вагони переставляються на колію з мінімальним залишком вагонів з колії, де знаходиться кількість вагонів, що перевищує 8.

Кількість маршрутів, що розвантажуються на протязі доби становить $222:52=4,3$ маршруту.

Витрати локомотиво-хвилин маневрової роботи локомотива №2, що пов'язані з перестановкою вагонів між коліями №81 та №82 для укрупнення подач завантажених вагонів зведено в табл. 3.10. Розрахунки виконано для 4-х вагонів, що переставляються на колію, де знаходиться 4 вагони.

Отже, згідно табл. 3.10, загальна добова витрата локомотиво-хвилин на прибирання порожніх вагонів після розвантаження становить

$$\sum t_{\text{укруп}} = 4,3 t_{\text{тк8}} = 4,3 \cdot 20,12 = 86,52 \text{ хв.}$$

Сумарні добові витрати локомотиво-хвилин локомотивом №2 при обсязі розвантаження, що відповідає максимальній переробній спроможності ВП-1 становлять

$$\sum t_{\text{лок2}} = \sum t_{\text{приб}} + \sum t_{\text{укруп}} = 501,32 + 86,52 = 587,84 \text{ хв.}$$

Технологічна карта №8 розрахунку витрат локомотиво-хвилин, пов'язана з укрупненням подач завантажених вагонів

№ з/п	Найменування операції	Довжина напіврейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Напіврейс заїзду локомотива №2 від сигналу М296 на колію №81	142	0	1,74	Формула (А.1)
2	Причеплення локомотива №2 до складу та підтягування вагонів		8	9,23	Формула (А.10)
3	Витягування 8-ми вагонів за сигнал М296	125	8	1,11	$0,2+t_{np}$
4	Осаджування 8-ми вагонів від сигналу М296 на колію №82	142	8	1,84	Формула (А.1)
5	Причеплення локомотива з вагонами до вагонів на колії №82 і осаджування складу			4,46	Формула (А.9)
6	Напіврейс виїзду локомотива №2 за сигнал М296	142	0	1,74	Формула (А.1)
Всього				20,12	

Висновок про достатність маневрових локомотивів для обслуговування ВП-1

Добовий обсяг маневрової роботи, що відповідає максимальній переробній спроможності ВП-1 становить

$$\sum T_{\text{ман}} = \sum t_{\text{лок1}} + \sum t_{\text{лок2}} = 676,53 + 587,84 = 1264,37 \text{ хв.}$$

Робочий парк локомотивів, що обслуговують ВП-1, розрахований за формулою (3.2) становить

$$M_p = \frac{1264,37}{(1440 \cdot 0,95 - 120) \cdot 0,85} = 1,2 \text{ локомотива.}$$

Таким чином, двох локомотивів достатньо для обслуговування вантажного пункту вивантаження сипучих вантажів ВП-1 при реалізації його максимальної переробної спроможності.

При менших добових обсягах вивантаження аналітичний розрахунок може показати достатність одного локомотива. Однак при цьому слід враховувати те, що кожна друга операція подавання вагонів під

розвантаження суміщена з операцією прибирання порожніх вагонів, тобто операції виконуються паралельно.

У цьому зв'язку при обґрунтуванні можливості використання одного маневрового локомотива при менших обсягах вивантаження слід враховувати непаралельність виконання операцій подавання завантажених вагонів та прибирання порожніх вагонів з вантажного фронту, а також необхідність додаткових маневрів між горловинами парку Розвантажувальний.

Маневрові локомотиви з певною періодичністю повинні подаватися на пункт технічного обслуговування локомотивів (ПТОЛ) для технічного обслуговування (ТО) та екіпірування.

Якщо тривалість перебування локомотивів на ПТОЛ перевищує інтервал між маневрами з обслуговування вантажного фронту ВП-1, то слід передбачати можливість заміни локомотивів іншими, задіяними на обслуговуванні інших вантажних пунктів, або ж використовувати підмінний маневровий локомотив.

Контрольні запитання та завдання

1. Наведіть порядок виконання операцій при подаванні вагонів під розвантаження з колії №81.
2. Чим обмежується кількість вагонів, що одночасно подаються на розвантажувальну колію вагоноперекидача?
3. Наведіть порядок прибирання порожніх вагонів на колію №83 після їх розвантаження на ВП-1.
4. Чи дозволяється виконання вантажних операцій з вагонами на ВП-1 одночасно з виконанням маневрової роботи з подачі завантажених чи прибирання розвантажених вагонів?
5. Поясніть принцип розрахунку кількості вагонів, що подаються під розвантаження та порядок операцій їх подавання для забезпечення неперервного процесу розвантаження.
6. Поясніть методику визначення робочого парку локомотивів?
7. У яких випадках і для чого потрібно на обслуговуванні вантажних пунктів використовувати підмінний маневровий локомотив?
8. Назвіть операції, які можуть виконуватись двома локомотивами паралельно при обслуговуванні ВП-1.

Вантажні механізми пунктів розвантаження, обладнаних підвагонними бункерами

4.1. Підвагонні бункери, їх будова та принцип дії

4.1.1. Призначення та класифікація підвагонних бункерів

Масові сипучі металургійні, мінерально-будівельні вантажі, вугілля перевозяться у відкритому рухомому складі і ефективно розвантажуються на вагоноперекидачах, як було розглянуто у попередньому розділі. Але для критих вагонів хоперного типу використання вагоноперекидачів є неможливим, тому ці, а також відкриті вагони котуновози конструктивно призначені для розвантажування через нижні розвантажувальні люки. Зазначимо, що піввагони також можуть розвантажуватися через нижні люки, але в цьому випадку виникатиме досить трудомісткий процес очищення кузова вагону від залишків вантажу.

З врахуванням цього, для вивантаження сипучих вантажів із залізничних вагонів, типи яких наведені вище, використовують приймальні пристрої, розташовані нижче рівня головки рейки та обладнані стрічковими конвеєрами для переміщення вантажу на склад. На таких пристроях можуть розвантажуватись такі вантажі як зерно, мінеральні добрива, котуни, мінерально-будівельні вантажі тощо.

Приймальні пристрої повинні задовольняти наступні вимоги:

- забезпечувати поточність розвантаження вагонів у встановлені часові нормативи з найменшими витратами;
- давати за необхідності можливість роздільного прийому та видачі на зберігання матеріалів різних фракцій;
- зберігати однорідність матеріалів під час розвантаження.

Приймальні пристрої можуть бути наступних типів:

- бункерні;
- бункерно-естакадні;

- на підвищених коліях;
- зі спеціалізованими розвантажувачами для різних типів вагонів.

У більшості із вказаних варіантів приймальних пристроїв утруднюється механізація технологічних процесів, зростає собівартість та енергоємність переробки матеріалів і т. д.

При використанні спеціалізованих розвантажувачів піввагонів вони пересуваються вздовж рухомого складу та утворюють склад матеріалів по всій його довжині, при цьому існує велика частка ручної праці по очищенню кузова вагонів від залишків вантажу, а також доволі часті випадки пошкодження їх кузовів. Недоліком даного розвантажувача є його вузька спеціалізація лише на піввагонах.

У той же час бункерні приймальні пристрої є найбільш універсальними та зручними в експлуатації, а також дають змогу приймати різні сипучі вантажі (мінеральні добрива, зерно, щебінь) або різні фракції одного і того ж вантажу (наприклад, щебню) послідовно в один і той же бункер, забезпечуючи їх роздільне зберігання на складі. Основною ж їх перевагою є максимальна серед перерахованих технічних пристроїв переробна спроможність. Саме тому у даному розділі основну увагу приділено бункерним приймальним пристроям.

4.1.2. Принцип дії бункерних приймальних пристроїв

Продуктивність бункерних приймальних пристроїв значною мірою визначається потужністю стрічкових конвеєрів для переміщення вантажу з приймального бункера на склад та ємністю бункера, а також меншою мірою кількістю вагонів, що можуть одночасно розвантажуватися; на це, в свою чергу, впливає довжина бункера та, як наслідок довжина фронту вивантаження. Більша кількість вагонів, що розвантажуються одночасно, дає ефект при тривалому сходженні вантажу з кузова вагону. У бункерних приймальних пристроях вивантаження з вагонів виконується безпосередньо на фронті вивантаження, довжина якого складає від 1/3 до кількох вагонів. Такий фронт вивантаження прийнято називати точковим, оскільки при розвантаженні вагонів обслуговуючі механізми знаходяться на одному місці, а вагони у процесі вивантаження вантажу переміщуються вздовж фронту.

Принципова схема бункерного приймального пристрою для розвантаження критих вагонів хоперного типу показана на рис. 4.1.

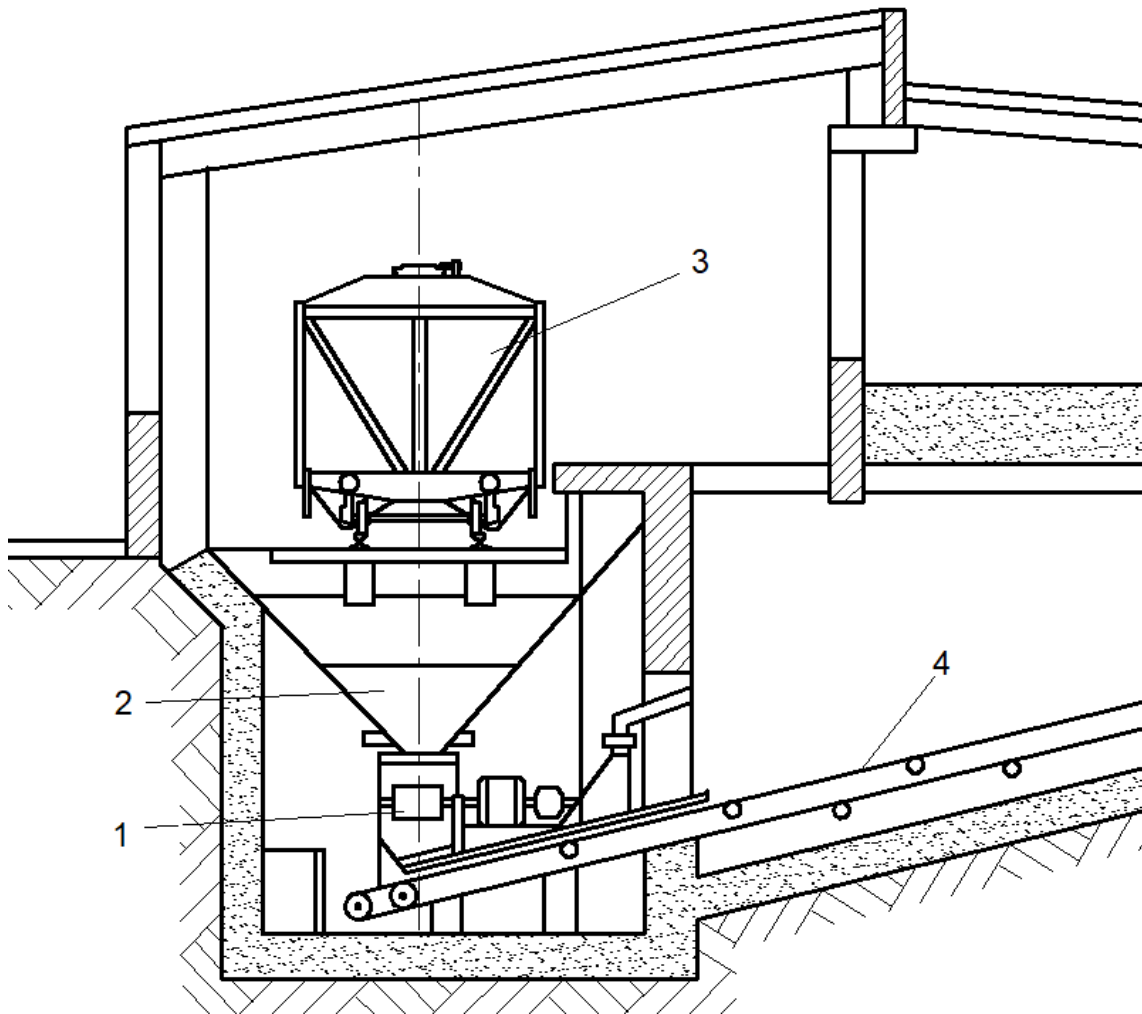


Рис. 4.1. Схема стандартного бункерного приймального пристрою:
 1 – стрічковий живильник, 2 – приймальний бункер, 3 – вагон, що розвантажується,
 4 – магістральний конвеєр.

Даний приймальний пристрій складається із одного чи декількох бункерів визначеної ємності (2 на рис. 4.1), живильника (1 на рис. 4.1), який переміщає вантаж від усіх бункерів до магістрального конвеєра (4 на рис. 4.1), який в свою чергу транспортує вивантажений вантаж на склад.

Максимальна продуктивність приймальних пристроїв з підрейковим бункером, залежить в основному від продуктивності живильника (виносного конвеєра), магістрального конвеєра (конвеєра, що транспортує матеріали на склад) та від механізації допоміжних операцій. На продуктивність приймальних пристроїв певною мірою впливає обсяг приймального бункера, що відіграє роль проміжного буферного складу, з якого вантаж може відкачуватись на основний склад в проміжок часу перестановки завантажених і порожніх вагонів.

Для переміщення вагонів у зоні бункерних приймальних пристроїв необхідний механізм, що забезпечує рух групи вагонів з малою швидкістю. При високому темпі розвантаження (наприклад, тривалість сходження такого вантажу як кукурудза може становити менше ніж 2 хвилини) використовуються локомотиви, в інших випадках – електричні штовхачі вагонів та маневрові лебідки. При розвантаженні піввагонів як правило потрібним є пункт очищення кузова вагону від залишків вантажу.

Використання для перевезення масових сипучих вантажів спеціалізованих вагонів хоперного типу вимагало розробки таких приймальних пристроїв, що відповідають параметрам рухомого складу та вимогам до процесу їх розвантаження.

З метою збільшення продуктивності роботи таких пристроїв, як зображено на рис. 4.1, були розроблені проекти приймальних пристроїв бункерного типу з фронтом одночасного розвантаження двох вагонів (рис. 4.2). В конструкції цих приймальних пристроїв з метою зниження заглиблення їх підземної частини під кожним вагоном-хопером, що розвантажується, передбачено по 4 бункери (2 на рис. 4.2), забезпечених стрічковими живильниками (4 на рис. 4.2), що подають вантаж на збірний стрічковий конвеєр (1 на рис. 4.2), який розміщений уздовж колії.

Слід зазначити, що при одночасному розвантаженні двох і більше вагонів з одним видом вантажу тривалість вивантаження (сходження вантажу з кузова вагону) повинна бути узгоджена з продуктивністю живильників та магістрального конвеєра. Одночасне вивантаження різних видів вантажу при цьому не можливе.

В морських портах України на зернових терміналах існує практика використання приймальних пристроїв більш ніж на два вагони з бункерами великої ємності. При цьому процес переміщення вагонів під час розвантаження може не припинятись за умови вчасного очищення головки рейки від вантажу та забезпечення безпеки життєдіяльності персоналу і безпеки руху.

Аналіз технологічних рішень розглянутих підрейкових приймальних пристроїв показує, що зі збільшенням місткості приймальних бункерів і, відповідно, заглиблення підрейкового приямка, певною мірою ускладнюється система подачі сипучих вантажів до складу.

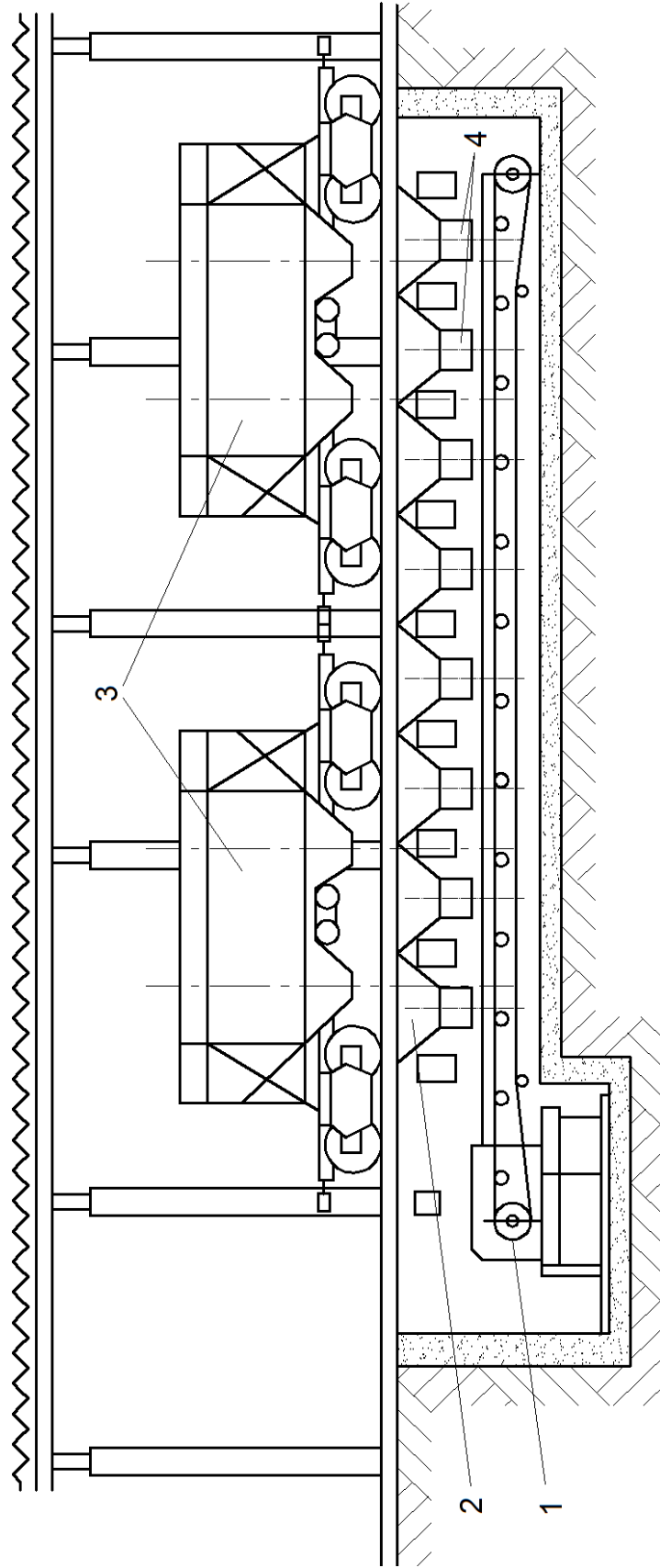


Рис. 4.2. Поздовжня схема бункерного приймального пристрою на два вагони:

- 1 — збірний стрічковий конвеєр, 2 — приймальний бункер, 3 — вагони, що розвантажуються одночасно,
- 4 — стрічкові живильники

В той же час ця проблема, як правило, вирішується розміщенням залізничних колій та приймальних пристроїв на штучних, а в морських портах на природних уступах місцевості.

Далі розглянуто технологію вивантаження зернових вантажів, так як кількість технологічних операцій, пов'язаних з їх вивантаженням та колійний розвиток зернових терміналів у морських портах є найбільш складними.

4.2. Технічне оснащення пунктів вивантаження зернових вантажів та принципова технологія

Зернові вантажі перевозяться в спеціалізованих вагонах зерновозах хоперного типу, що розвантажуються через нижні розвантажувальні люки. Розвантаження відбувається у підвагонні приймальні бункери.

Комплекс технічного оснащення вантажних пунктів вивантаження зернових вантажів включає наступне технічне оснащення:

- сортувальні пристрої і залізничні сортувальні колії для підбирання вагонів за родом та якістю (мається на увазі клас зерна та його відповідність фітосанітарним сертифікатам) вантажу. Сортування вагонів, як правило, здійснюється на витяжних коліях;

- залізничні колії для накопичення та відстою завантажених вагонів в очікуванні відбору проб зерна для лабораторних аналізів і вантажних операцій;

- залізничні колії для накопичення та відстою порожніх вагонів після розвантаження;

- маневрові засоби для переміщення вагонів в процесі розвантаження – маневрові локомотиви чи електричні штовхачі вагонів;

- залізничні колії для вагонів з комерційними браками, тощо.

Найбільш розповсюдженими комерційними браками вагонів із зерновими вантажами, що потребують затримки вагонів та комплексу комерційних операцій, являються відсутність перевізних документів, порушення пломб та запірно-пломбувальних пристроїв (ЗПП), невідповідність маси вантажу, отриманої в результаті зважування вагонів, вказаній у перевізних документах, невідповідність якості зерна характеристикам, що наведені в перевізних документах.

На рис. 4.3 наведено принципову схему взаємного розташування станцій розвантаження вагонів із зерновими вантажами (СРВ) та

технічного оснащення пункту розвантаження. Кількість колій різної спеціалізації, наведених на рис. 4.3, є умовною, а їх потрібна кількість встановлюється розрахунками в кожному конкретному випадку.

Технологія розвантаження вагонів із зерном передбачає виконання наступних операцій.

Після технічного обслуговування та комерційного огляду вагонів на приймально-передавальних коліях здійснюється відбір затриманих вагонів з комерційними браками (відсутність документів, порушення пломб та ЗПП) та технічними несправностями і передача решти вагонів без технічних та комерційних браків на вантажний пункт.

На коліях вантажного пункту здійснюється зважування вагонів на ваговій колії (2 на рис. 4.3) та їх сортування за родом вантажу на витяжних коліях (1 та 4 на рис. 4.3). При необхідності із складу відставляються вагони з невідповідністю маси вантажу вказаній в перевізних документах на спеціалізовані колії (11 на рис. 4.3). За умови оснащення розвантажувальної колії СРВ вагонними вагами (10 на рис. 4.3) зважування та тарування вагонів після розвантаження може відбуватися безпосередньо на вказаній колії, а перестановка вагонів з комерційними браками на спеціалізовану колію після розвантаження інших вагонів подачі. Після накопичення завантажених вагонів на сортувальних коліях (4 на рис. 4.3) здійснюється їх перестановка на спеціалізовану колію відбору проб (6 на рис. 4.3).

Дана колія для відбору проб обладнується естакадою (7 на рис. 4.3) для підйому на дах вагону. Відповідним чином упаковані проби передаються в лабораторію, де за встановленою технологією здійснюється лабораторний аналіз проб зерна для встановлення відповідності характеристик вантажу заявленим у перевізних документах. За умови знаходження розбіжностей такі вагони не розвантажуються і відставляються на спеціалізовану колію (11 на рис. 4.3) для вагонів з комерційними браками. Завантажені вагони, для яких отриманий дозвіл на розвантаження, переставляються на розвантажувальні колії.

Взяття проб вантажу може відбуватися безпосередньо на розвантажувальній колії СРВ (10 на рис. 4.3). У цьому випадку вагони з комерційними браками по якості вантажу не розвантажуються і переставляються на колію для затриманих вагонів після розвантаження решти вагонів подачі.

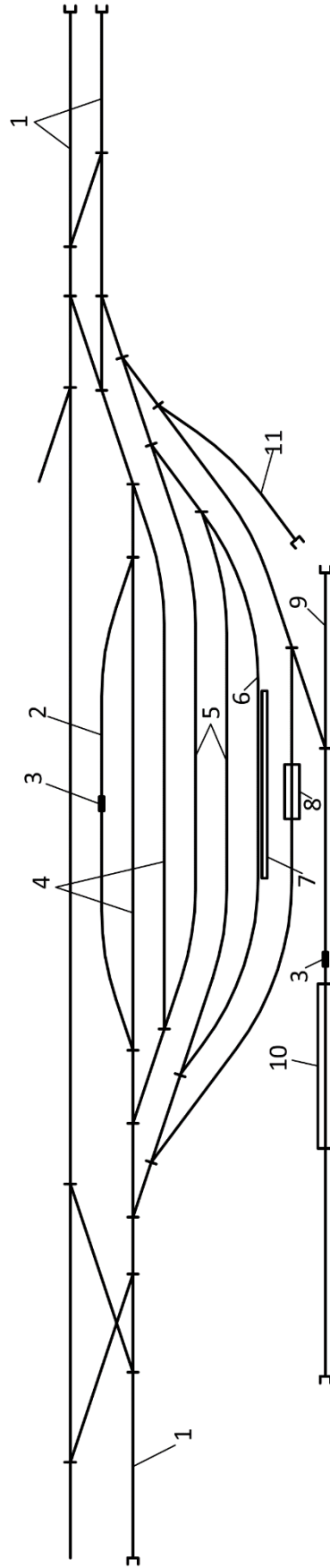


Рис. 4.3. Принципова схема розташування колій та технічних пристроїв пункту вивантаження зернових вагонів:

- 1 – витяжні колії; 2 – вагова колія; 3 – вагонні ваги; 4 – сортувальні ваги; 5 – колії відстою порожніх та завантажених вагонів;
- 6 – колія відбору проб; 7 – естакада для відбору проб; 8 – станція розвантаження вагонів; 9 – тупик для стаціонарного штовхача вагонів;
- 10 – станція розвантаження вагонів з естакадою для відбору проб; 11 – колія відстою вагонів з комерційними браками

Розвантажувальні колії можуть бути тупиковими чи наскрізними. Пересування вагонів в процесі розвантаження може здійснюватись маневровим локомотивом чи стаціонарним електричним штовхачем вагонів. Окрім цього слід враховувати, що конструкція приймального бункера може бути як розрахована на пропуск тепловоза, так і не дозволяти їх пропуск.

Після розвантаження вагонів здійснюється закриття завантажувальних та розвантажувальних люків у транспортне положення, очищення кузова вагону від залишків вантажу, як правило, не потребується. Далі порожні вагони таруються безпосередньо на розвантажувальній або на спеціалізованій ваговій колії та слідує під здвоєні вантажні операції чи на зовнішню мережу.

Контрольні запитання та завдання

1. Наведіть основні причини застосування для розвантаження вагонів приймальних пристроїв, розташованих нижче головки рейки.
2. У чому полягають недоліки технології розвантаження піввагонів через нижні розвантажувальні люки?
3. Яким вимогам повинні задовольняти приймальні пристрої?
4. Приймальні пристрої яких типів є найбільш універсальними та зручними в експлуатації?
5. Чим в основному визначається продуктивність бункерних приймальних пристроїв?
6. Назвіть основні елементи стандартного бункерного приймального пристрою.
7. Наведіть порядок та послідовність операцій з вагонами із зерновими вантажами при їх розвантаженні в пунктах перевалки.
8. Яка мета відбору проб вантажу з вагонів, завантажених зерновими вантажами, перед розвантаженням?
9. Яке технічне оснащення включають вантажні пункти вивантаження зернових вантажів?
10. Перерахуйте найбільш розповсюджені комерційні браки вагонів із зерновими вантажами, що потребують затримки вагонів.

4.3. Приклади розв’язання задач. Задача 3

Умова задачі

Розрахувати переробну спроможність станції розвантаження зернових вантажів (СРВ-1), оснащеної спеціалізованою колією відбору проб вантажу, сортувальними коліями для формування подач з однорідним вантажем під розвантаження та колією відстою затриманих вагонів.

Вихідні дані

Станція розвантаження зернових вантажів СРВ-1, схема якої наведена на рис. 4.4, розташована на коліях №35, №35а парку Зерновий. Колійний розвиток парку Зерновий окрім розвантажувальних колій вантажного фронту складається з сортувальних колій №31 та №32, колії накопичення порожніх вагонів №33, колії відбору проб №34, колії відстою затриманих вагонів №30, колії електричного штовхача вагонів №38 та двох витяжних колій №36 і №37.

Під розвантаження подаються чотиривісні хопери – зерновози, що зважені на комерційних вагах без вагонів з комерційними браками, які були попередньо виявлені в приймально-відправному парку та під час виконання зважування.

Усі маневри з підбирання вагонів за типом вантажу, подавання на вантажний фронт, прибирання вагонів після розвантаження, з перестановки вагонів з комерційними браками на колію відстою виконуються 6-ти вісними локомотивами марки ЧМЕЗ та ТЕМ2 з включенням та скороченим випробуванням автоматичних гальм у составі.

В процесі розвантаження вагони переміщуються електричним штовхачем вагонів.

Колійний розвиток пункту розвантаження сипучих вантажів, схема якого наведена на рис. 4.4, обладнаний електричними рейковими колами та пристроями електричної централізації управління стрілками та сигналами з поста МРЦ.

Тарування вагонів після розвантаження здійснюється на вагах, що розташовані на розвантажувальній колії №35а.

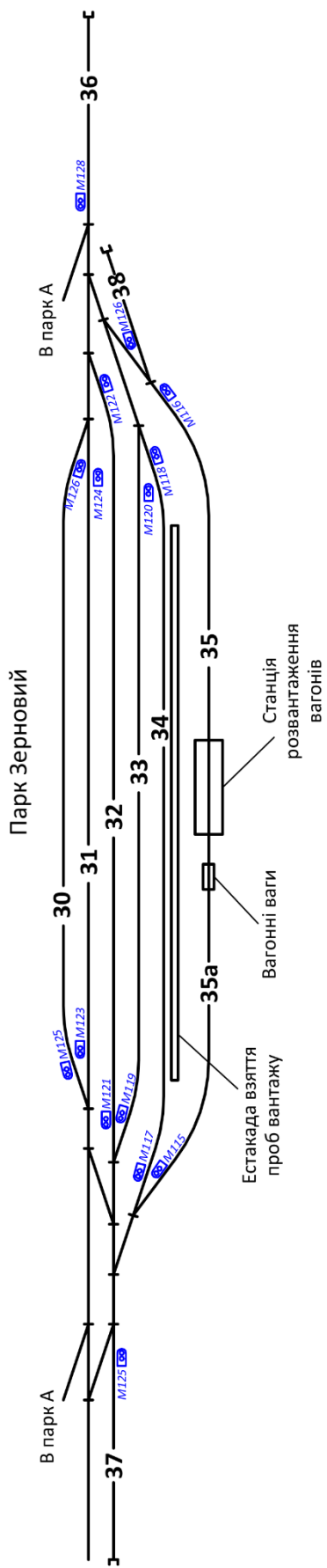


Рис. 4.4. Схема розташування станції розвантаження вагонів із зерном

Параметри колійного розвитку та технічного оснащення станції розвантаження вагонів СРВ-1 наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Параметри колійного розвитку та технічного оснащення пункту станції розвантаження вагонів СРВ-1

№ з/п	Технічний параметр	Значення
1	2	3
1	Корисна довжина паркових колій №30, №31, №32, №33 та №34	$l_{кор}^{30} = l_{кор}^{31} = 490$ м; $l_{кор}^{32} = 578$ м; $l_{кор}^{33} = 530$ м; $l_{кор}^{34} = 568$ м
2	Корисна довжина колії №35 (відстань від сигналу М116 до приміщення СРВ-1)	$l_{кор}^{35} = 273$ м
3	Корисна довжина колії №35а (відстань від сигналу М115 до приміщення СРВ-1)	$l_{кор}^{35а} = 273$ м
4	Довжина приміщення СРВ-1	$l_{срв} = 30$ м.
5	Відстань від вагонних ваг на колії №35а до сигналу М115	$l_1 = 250$ м
6	Довжина естакади для відбору проб на колії №34	$l_{ест} = 442$ м
7	Відстань від естакади для відбору проб на колії №34 до сигналів М117 та М118	$l_2 = 63$ м
8	Ємність витяжних колій №36 та №37 з урахуванням маневрового локомотива	$m_{вит} = 20$ ваг
9	Кількість робочих змін СРВ-1 протягом доби, кількість та тривалість перезмін	2 зміни: $7^{45} - 8^{15}, 19^{45} - 20^{15}$ $t_{зм}^{срв} = 1,0$ год.
10	Кількість та тривалість протягом доби перерв на обід працівників СРВ-1	2 перерви: $0^{30} - 01^{30}, 12^{30} - 13^{30}$ $t_{об}^{срв} = 2,0$ год.
11	Тривалість циклу розвантаження одного вагону	$t_{ц} = 2,9$ хв.
12	Тривалість заключних операцій на вантажному фронті після розвантаження заключного вагону подачі	$t_{зак} = 5,0$ хв.
13	Кількість вагонів у подачі під розвантаження	$m_{под} = 15$ ваг
14	Тривалість взяття проб у подачі з 15-ти вагонів	$t_{проб} = 15$ хв.

1	2	3
23	Тривалість виконання лабораторних аналізів від моменту закінчення взяття проб до видачі результатів аналізів	$t_{ан}=30$ хв.
16	Закріплення вагонів на два гальмових башмаки: на коліях №31, №32, №33 на колії №34	З боку колії №37 З боку колії №36 або по- середині колії
17	Кількість робочих змін локомотивно-складацьких бригад протягом доби кількість та тривалість перезмін	2 перезміни: $7^{45}-8^{15}, 19^{45}-20^{15}$ $t_{зм}^{лб} = 1,0$ год.
18	Кількість та тривалість протягом доби перерв на обід локомотивно-складацьких бригад	2 перерви по 0,5 год у проміжки $11^{00}-17^{00}, 23^{00}-$ $05^{00}, t_{об}^{лб} = 1,0$ год.
19	Максимальна кількість вагонів у маневровій подачі	$m_m=20$ ваг.
20	Кількість локомотивів, що обслуговують СРВ-1	$S_{лок}=3$
21	Швидкість руху при виконанні маневрів незалежно від постановки в складі маневрового локомотива, крім гаражу розморожування вантажу	$V_{ман}=15$ км/год
22	Швидкість руху штовхача вагонів	$V_{шт}=5$ км/год
23	Довжина вагона зерновоза	$l_{ваг}=14,7$ м
24	Довжина горловин (відстань між сигналами): M118 – M128 M116 – M128 M125 – M115, M117 M125 – M119, M121 M126 – M116	$l_{горл1}=195$ м $l_{горл2}=155$ м $l_{горл3}=160$ м $l_{горл4}=205$ м $l_{горл4}=60$ м
25	Ймовірність появи одного вагону з комерційним браком за результатами лабораторних аналізів у подачі з 15-ти вагонів під розвантаження	0,6

Технологія розвантаження вагонів на СРВ-1

Вагони під розвантаження на СРВ-1 локомотивами, що обслуговують вантажний фронт, забираються з парку А, витягуються на витяжну колію №36 і розформовуються на колії №31 та №32. В парку А за

результатами комерційного та технічного огляду і зважування виявляються вагони з комерційними браками. Такі вагони відставляються на колії відстою, а в парк Зерновий передаються вагони, придатні до розвантаження.

Під час сортування вагони підбираються за родом вантажу. При необхідності у якості сортувальних колій для тимчасового осаджування груп вагонів можуть використовуватися колії №30 та №33. Далі вагони через витягну колію №37 подаються на колію №34 для взяття проб вантажу. Проби передаються в лабораторію, де здійснюється їх аналіз. Аналіз проб різних подач здійснюється послідовно. Після отримання результатів лабораторних аналізів вагони переставляються на вантажний фронт для розвантаження. Вагони з комерційними браками, виявленими під час виконання лабораторних аналізів, не розвантажуються, а після прибирання всієї подачі через витягну колію №37 відставляються на колію №30. Порожні вагони накопичуються на колії №33.

Вагони на вантажний фронт можуть бути переставлені одразу після взяття проб і стояти на вантажному фронті до отримання результатів лабораторних аналізів.

Пересування вагонів на вантажному фронті в процесі розвантаження здійснюється спеціальним штовхачем вагонів, який знаходиться на тупиковій колії №38. Розвантаження виконується у напрямку з колії №35 на колію №35а. Пересування вагонів штовхачем здійснюється без включення та випробування автогальм у вагонах.

З колії №33 порожні вагони через витягну колію №36 переставляються в парк А.

Всі маневрові операції на вантажному фронті СРВ-1 здійснюються з дозволу та узгоджуються черговим по станції з оператором СРВ-1.

Рішення.

Розрахунок ємності колій комплексу СРВ-1 у вагонах

Ємність колій парку Зерновий у вагонах розраховано аналогічно розрахунку в задачі 1, але не в умовних вагонах, а за довжиною зерновозів, що розвантажуються; результати зведено в табл. 4.2.

При цьому враховано, що на колії резервується місце для встановлення одного локомотива з кожної сторони колії. Ємність колії №34 розраховано за довжиною естакади для взяття проб вантажу.

Ємність паркових колій у вагонах зерновозах

№ колії	Довжина, ваг.	№ колії	Довжина, ваг.
30	30	34	30
31	30	35	16
32	36	35а	16
33	33		

Розробка детальної технології виконання маневрових операцій з обслуговування СРВ-1

При неперервному процесі розвантаження вагонів на СРВ-1 доцільно застосувати наступну технологію маневрової роботи з обслуговування станції розвантаження вагонів.

З колії відбору проб вантажу на вантажний фронт вагони можуть переставлятися одразу після закінчення операції відбору проб. Маневрові операції та отримання результатів лабораторних аналізів у цьому випадку виконуються паралельно.

Якщо на колії відбору проб знаходяться дві подачі вагонів, то подача, що стоїть на колії №34 з боку витяжної колії №37 при забиранні подачі, що знаходиться на колії №34 з боку витяжної колії №36 не підтягується через можливість виконання в ній відбору проб в цей час. Після відчеплення вагонів, що прибираються з колії, дана подача закріплюється гальмовими башмаками, що знаходяться на стелажі в середній частині колії.

Наступна подача для відбору проб з витяжної колії №37 повинна подаватися тільки після закінчення відбору проб в попередній і тоді вся група вагонів осаджується до кінця естакади з боку витяжної колії №36.

При подаванні вагонів на розвантажувальну колію черговий по станції узгоджує план маневрів з оператором СРВ-1 і дає розпорядження локомотиво-складацькій бригаді. Вагони осаджуються до приміщення станції розвантаження вагонів, закріплюються відповідальним працівником СРВ-1 під контролем складача поїздів, після чого виконується відпуск автогальм у вагонах, а складач поїздів проходить до локомотива, відчіплює його від составу та після доповіді про готовність до виконання маневрів і отримання розпорядження локомотив прибирається з колії.

Під состав подається штовхач вагонів і після отримання з лабораторії дозволу на розвантаження вагонів здійснюється їх розвантаження з паралельним таруванням вагонів на вагах розташованих на колії №35а.

Згідно вихідних даних ймовірність появи одного вагону з комерційним браком за результатами лабораторних аналізів у подачі з 15-ти вагонів під розвантаження становить 0,6. Це означає, що в 60% подач з 15-ти вагонів під розвантаження знаходиться один вагон, який не буде розвантажуватися, тобто тривалість розвантаження подачі вагонів з комерційним браком разом із заключними операціями становитиме

$$t_{\text{розв}}^{\text{кб}} = m_{\text{под}} \cdot t_{\text{ц}} + t_{\text{закл}} = 14 \cdot 2,9 + 5 = 45,6 \text{ хв.}$$

Тривалість розвантаження подачі, в якій розвантажуються всі вагони становить

$$t_{\text{розв}} = m_{\text{под}} \cdot t_{\text{ц}} + t_{\text{закл}} = 15 \cdot 2,9 + 5 = 48,5 \text{ хв.}$$

Середньозважена кількість вагонів у подачі, що розвантажуються становить $\bar{m}_{\text{под}} = 14 \cdot 0,6 + 15 \cdot 0,4 = 14,4$ вагона.

Середньозважена тривалість розвантаження однієї подачі вагонів становить

$$\bar{t}_{\text{розв}} = 45,6 \cdot 0,6 + 48,5 \cdot 0,4 = 46,76 \text{ хв.}$$

По закінченню вантажних операцій штовхач вагонів завершує тарування вагонів, при цьому останній вагон розташовується на вагах, состав закріплюється на два гальмові башмаки. Штовхач вагонів прибирається в тупик №38, і після цього на колію №35а подається маневровий локомотив. По завершенню випробування автогальм состав з порожніх вагонів прибирається з колії. Состав із завантажених вагонів може бути поданий на колію №35 при зайнятій порожніми вагонами колії №35а за умови, що штовхач вагонів прибраний в тупик №38.

Розрахунок тривалості циклу розвантаження вагонів на СРВ-1

Розрахунок тривалості циклу розвантаження вагонів на СРВ-1 від моменту закінчення відбору проб у вагонах на колії №34 зведено в табл. 4.3. Слід враховувати, що операції, починаючи з другої виконуються паралельно лабораторним аналізам, а розвантаження вагонів після операції 1.

Розрахунок тривалості циклу розвантаження вагонів на СРВ-1 наведений на рис. 4.5.

Таблиця 4.3

Технологічна карта №9 розрахунку тривалості циклу розвантаження вагонів на СРВ-1

№ з/п	Найменування операції	Довжина напіврейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Виконання лабораторних аналізів			30,0	
2	Причеплення локомотива до составу на колії №34		15	9,6	Формула (А.3)+0,35n
3	Напіврейс витягування вагонів за сигнал М128	195	15	2,14	Формула (А.1)
4	Осаджування вагонів до приміщення СРВ-1	423	15	3,05	Формула (А.1)
5*	Відчеплення локомотива від составу		15	3,3	Формула (А.7)
	Відпуск автогальм вагонів подачі		15	2,4	0,16m
6	Напіврейс виїзду локомотива з колії №35 за сигнал М128	172	0	1,86	Формула (А.1)
7	Подача штовхача вагонів під состав завантажених вагонів	113	0	2,33	Формула (А.1)
8	Причеплення штовхача до вагонів та прибирання башмаків			0,9	
9	Розвантаження вагонів та заключні операції		14,4	46,76	
10	Прибирання штовхача вагонів на колію №38	363	0	5,33	Формула (А.1)
11	Заїзд локомотива з витяжної колії №37 на колію №35а	203	0	1,99	Формула (А.1)
12	Причеплення локомотива до составу		15	11,6	Формула (А.6)
13	Витягування составу з порожніх вагонів з колії №35а на колію №37	424	15	3,06	Формула (А.1)

*Операції виконуються паралельно

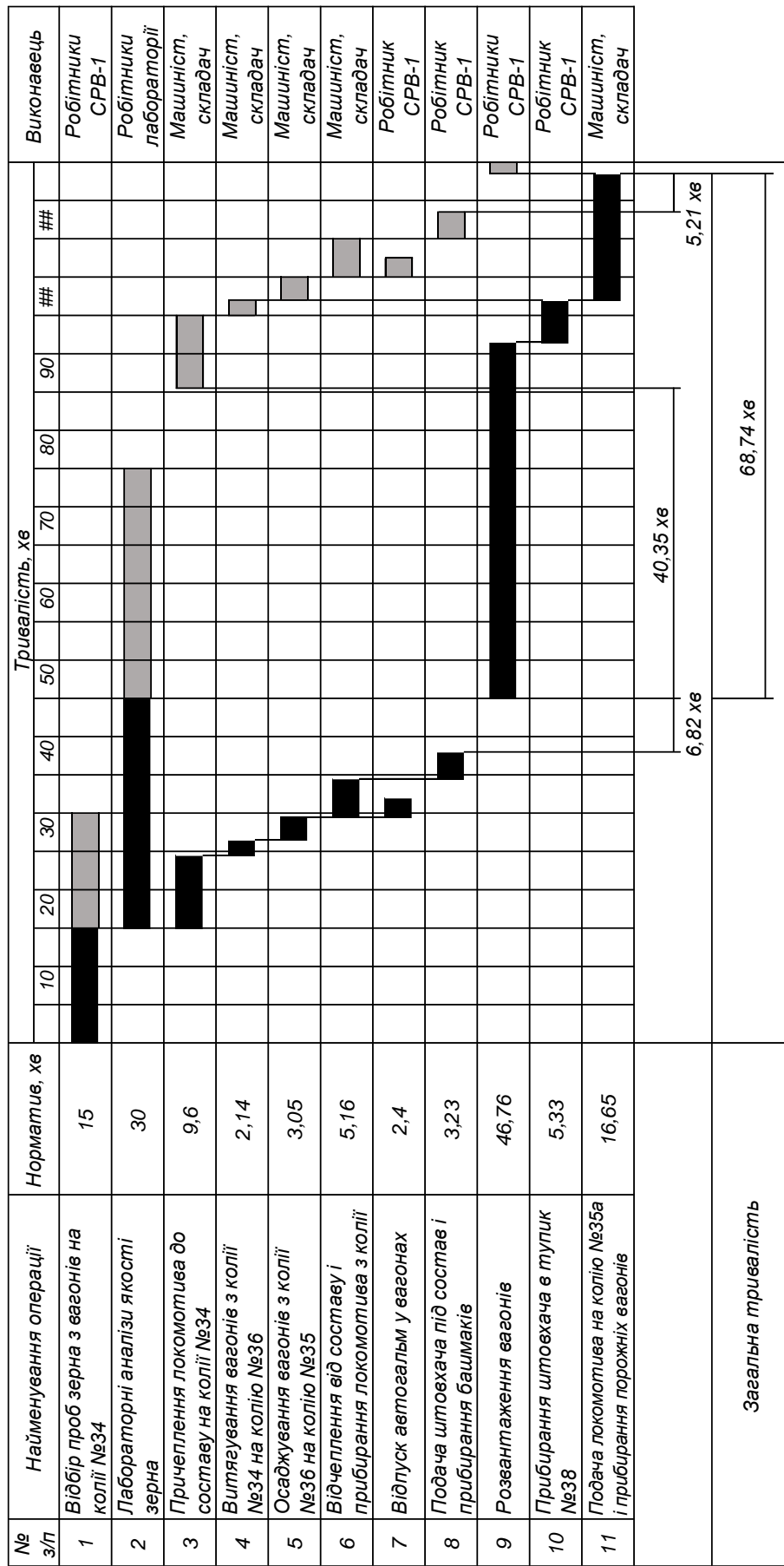


Рис. 4.5. Розрахунок циклу розвантаження вагонів на СРВ-1

Різними кольорами на рис. 4.5 показано різні подачі, що розвантажуються на СРВ-1.

Аналіз рис. 4.4 показує, що у випадку подавання вагонів з колії відбору проб №34 одразу на розвантажувальну колію при її вільності і знаходженні штовхача вагонів в тупику, вагони одразу розвантажуватись не можуть через відсутність результатів лабораторних аналізів якості вантажу.

Тривалість простою в очікуванні розвантаження вагонів становить $t_{оч1}=6,82$ хв за умови, що з колії №35а прибрані порожні вагони після розвантаження.

Якщо на вантажному фронті розвантажуються подача вагонів, а на колії №34 знаходиться подача з відібраними пробами вантажу, то її подавання на вантажний фронт можливе тільки після закінчення розвантаження попередньої подачі і прибирання штовхача на колію №38.

Дана подача вагонів в очікуванні подавання на вантажний фронт може знаходитись на колії №34 або на витяжній колії №36, однак у цьому випадку немає можливості виконувати сортування вагонів.

Загальна тривалість простою в очікуванні подавання на вантажний фронт на колії №34 або на колії №36 від моменту завершення відбору проб становить $t_{оч2}=40,35$ хв.

Окрім цього, після подавання вагонів на колію №35, прибирання маневрового локомотива та подачі штовхача під состав тривалість простою завантаженої подачі в очікуванні розвантаження становитиме $t_{оч3}=5,21$ хв, так як колія №35а зайнята порожніми вагонами після розвантаження з якими виконуються операції причеплення локомотива, огляду составу та колії на відсутність перешкод для руху і включення та випробування автогальм.

Розрахунок переробної спроможності пункту розвантаження зернових вантажів СРВ-1

Розрахунок тривалості циклу розвантаження вагонів на СРВ-1 наведений на рис. 4.5 і становить $T_{розв}^{СРВ-1}=68,74$ хв.

Переробна спроможність пункту розвантаження зернових вантажів СРВ-1, розраховується за формулою (2.5). При розрахунку приймемо наступні обмеження:

- тривалість регламентованих перерв у роботі вантажного фронту визначена вихідними даними і включає тривалість перезмін і перерв на харчування – $t_{зм}^{СРВ-1}$, $t_{об}^{СРВ-1}$, що в сумі становить 180 хв;

- знаменник формули (2.5) являє собою тривалість циклу розвантаження вагонів на ВП-1, тобто $\frac{t_{\text{в}} m_{\text{п}}}{m_{\text{ф}}} + t_{\text{п}} = T_{\text{розв}}^{\text{СРВ-1}} = 68,74$ хв;

- кількість вагонів, що розвантажуються у розрахунку на один цикл розвантаження становить $\bar{m}_{\text{под}} = 14,4$ вагона.

Отже переробна спроможність СРВ-1 становитиме

$$P_{\text{СРВ-1}} = \frac{(1440 - 180)}{68,74} 14,4 = 263 \text{ вагони.}$$

Вагони з комерційними браками, виявленими за результатами лабораторних аналізів проб вантажу відставляються на колію №30 і в подальшому можуть бути переадресовані іншим отримувачам, можуть бути розвантажені в подачі з іншими вагонами з вантажем такої ж якості, або бути повернутими відправнику.

У всіх випадках з вагонами здійснюються всі необхідні формальності, передбачені Правилами перевезень вантажу.

Якщо приймається рішення про розвантаження вагону на СРВ-1, то такий вагон ставиться в подачу, що подається під розвантаження.

4.4. Приклади розв'язання задач. Задача 4

Умова задачі

Для умов і вихідних даних задачі 3, розрахувати переробну спроможність станції розвантаження зернових вантажів (СРВ-1) при розвантаженні кукурудзи і обмеженій продуктивності конвеєра для переміщення вантажу з приймального бункера.

Вихідні дані

Розвантаження вагонів здійснюється в приймальний бункер з інтенсивністю, що відповідає тривалості розвантаження вагону, яка наведена в табл. 4.1. Якщо продуктивність конвеєра нижча ніж інтенсивність заповнення розвантажувального бункера, то при його заповненні на 90%, що є максимальним значенням, вантаж, що знаходиться у вагоні та вантаж у бункері утворюють єдину масу. Подальше переміщення вагонів до сходження вантажу з вагону і звільнення головок

рейок заборонене, а інтенсивність розвантаження дорівнює продуктивності конвеєра.

Параметри додаткового технічного оснащення СРВ-1 та вагонів з кукурудзою, що подаються під розвантаження наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Параметри технічного оснащення пункту станції розвантаження вагонів СРВ-1

№ з/п	Технічний параметр	Значення
1	2	3
1	Статична норма завантаження вагону	$p_{ст}=65,0$ т
2	Об'єм кузова вагону	$q_{в}=90,0$ м ³
3	Продуктивність конвеєра приймального підвагонного бункера	$П_{кон}=1000,0$ т/год
4	Об'єм приймального підвагонного бункера СРВ-1	$Q_{б}=250,0$ м ³
5	Вантажопідйомність приймального підвагонного бункера СРВ-1	$P_{б}=180,0$ т

Рішення.

Розрахунок інтенсивності заповнення приймального бункера СРВ-1

Інтенсивність розвантаження (надходження вантажу в приймальний бункер) розраховується за формулою

$$I_{розв} = \frac{60 p_{ст}}{t_{ц}}$$

Згідно вихідних даних тривалість циклу розвантаження одного вагону з кукурудзою становить $t_{ц}=2,9$ хв. Тоді годинна інтенсивність розвантаження становитиме

$$I_{розв} = \frac{60 \cdot 65,0}{2,9} = 1345 \text{ т/год.}$$

Так як продуктивність конвеєра приймального бункера СРВ-1 становить $П_{кон}=1050$ т/год, що менше ніж інтенсивність розвантаження, то інтенсивність заповнення приймального бункера розраховується за формулою

$$I_{\text{зап}} = I_{\text{розв}} - \Pi_{\text{кон}},$$

і становить $I_{\text{зап}}=1345-1000=345$ т/год.

Розрахунок тривалості циклу розвантаження подачі вагонів на СРВ-1

При розвантаженні вагонів приймальний бункер максимально може бути заповнений на 90%, тобто

$$P_{\text{зап}} = P_{\text{б}} \cdot 0,9 = 180 \cdot 0,9 = 162 \text{ т.}$$

Таким чином, приймальний бункер після початку розвантаження вагонів заповниться через

$$T_{\text{зап}} = P_{\text{зап}} / I_{\text{зап}} = 162 / 345 = 0,47 \text{ год.}$$

За цей час з 15-ти вагонів у подачі з інтенсивністю, що відповідає тривалості циклу розвантаження одного вагону буде розвантажено

$$m_{\text{зап}} = T_{\text{зап}} \cdot 60 / t_{\text{ц}} = 0,47 \cdot 60 / 2,9 = 9,7 \text{ вагону.}$$

При середньозваженій кількості вагонів у подачі, що не мають комерційних браків і розвантажуються $\bar{m}_{\text{под}}=14,4$ вагона $m_1=9,7$ вагону буде розвантажено за $t_{\text{розв1}}=9,7 \cdot t_{\text{ц}}=9,7 \cdot 2,9=28,13$ хв.

Решта $m_2=4,7$ вагону будуть розвантажуватися з інтенсивністю, що відповідає продуктивності конвеєра, а тривалість їх розвантаження розраховується за формулою

$$t_{\text{розв2}} = \frac{60 m_2 p_{\text{ст}}}{\Pi_{\text{к}}}.$$

Отже 4,7 вагону подачі розвантажаться за

$$t_{\text{розв2}} = \frac{60 \cdot 4,7 \cdot 65}{1000} = 18,33 \text{ хв.}$$

Середньозважена тривалість розвантаження однієї подачі вагонів при обмеженій продуктивності конвеєра з урахуванням заключних операцій становитиме

$$\bar{t}_{\text{розв}} = t_{\text{розв1}} + t_{\text{розв2}} + t_{\text{зак}} = 28,13 + 18,33 + 5 = 51,46 \text{ хв.}$$

Тривалість розвантаження при цьому більша ніж розрахована в попередній задачі на $\Delta t_{\text{розв}} = \bar{t}_{\text{розв}} - \bar{t}_{\text{розв}} = 51,46 - 46,76 = 4,7$ хв.

Тривалість циклу розвантаження вагонів на СРВ-1 при обмеженій продуктивності конвеєра становить

$$T_{\text{розв.об}}^{\text{СРВ-1}} = T_{\text{розв}}^{\text{СРВ-1}} + \Delta t_{\text{розв}} = 68,74 + 4,7 = 73,44 \text{ хв.}$$

Після розвантаженні вагонів подачі у приймальному бункері залишається 162 т кукурудзи. Бункер буде звільнено від вантажу за

$T_{зв} = 60P_{зап}/П_k = 60 \cdot 162/1000 = 9,72$ хв. Це менше ніж інтервал між вантажними операціями, який становить 21,98 хв (див. рис. 4.5), отже розвантаження наступної подачі вагонів почнеться при порожньому приймальному бункері.

Розрахунок переробної спроможності СРВ-1 при обмеженій продуктивності конвеєра

Переробна спроможність СРВ-1 при обмеженій продуктивності конвеєра становитиме

$$П_{СРВ-1}^{об} = \frac{(1440 - 180)}{73,44} 14,4 = 247 \text{ вагонів, що менше ніж в попередній}$$

задачі на 16 вагонів.

Контрольні запитання та завдання

1. Наведіть порядок виконання операцій при подаванні вагонів під розвантаження на колію №35.

2. Як здійснюється тарування вагонів на СРВ-1 після розвантаження?

3. Через яку витяжну колію виконується розформування вагонів для подальшого розвантаження на СРВ-1 та за яким критерієм сортуються вагони?

4. Яким чином та де виявляються вагони з комерційними браками при їх розвантаженні на СРВ-1?

5. Наведіть порядок виконання маневрів для організації взяття проб вантажу при розвантаженні вагонів на СРВ-1

6. Як встановлюється корисна довжина колій Зернового парку та що потрібно враховувати при встановленні вагонів на колії?

7. Як розраховується середньозважена кількість вагонів у подачі, що розвантажуються? Чому саме так?

8. Як розрахувати середньозважену тривалість розвантаження однієї подачі вагонів? Чому саме так?

9. Які можливі варіанти подальших дій з вагонами з комерційними браками, які відставляються на колію №30?

10. Що впливає на зменшення переробної спроможності СРВ-1 при обмеженій продуктивності конвеєра?

11. Як розраховується інтенсивність заповнення приймального бункера при обмеженій продуктивності конвеєра?

12. Які заходи ви можете запропонувати з метою зменшення інтервалу між вантажними операціями на СРВ-1

Вантажні механізми пунктів навантаження сипучих вантажів

5.1. Вантажні механізми пунктів навантаження сипучих вантажів, їх будова та принцип дії

5.1.1. Загальна характеристика пунктів навантаження

Масові сипучі вантажі з місць зародження вантажопотоку (місць видобування, зберігання чи перевалки з інших видів транспорту) транспортуються, у більшості випадках, – у піввагонах, а в окремих випадках – у спеціалізованих вагонах.

Сучасна технологія навантаження сипучих вантажів повинна передбачати:

- безперервний прийом сипучих вантажів;
- можливість завантаження вагонів різної вантажопідйомності за будь-яких можливих їх поєднаннях у составі;
- повне використання рухомого складу по вантажопідйомності або місткості.

Основними способами навантаження сипучих вантажів у вагони є:

- бункерний (зі збереженням у бункерах, напівбункерах або в спеціальних складах);
- безбункерний (тобто безпосередньо у вагони);
- комбінований.

Навантаження масових сипучих вантажів у залізничні вагони можуть відбуватись двома принципово відмінними підходами:

- з нерухомим навантажувальним пристроєм та безперервним пересуванням вагонів.
- з рухомим навантажувальним пристроєм та нерухомими вагонами у процесі завантаження.

Прийнятий спосіб впливає на конструкцію вантажних комплексів.

5.1.2. Вантажні механізми пунктів навантаження сипучих вантажів з нерухомим навантажувальним пристроєм та безперервним пересуванням вагонів

Схема стандартного навантажувального комплексу з нерухомим навантажувальним пристроєм та безперервним пересуванням вагонів зі швидкістю 0,05...0,3 м/с наведено на рис. 5.1.

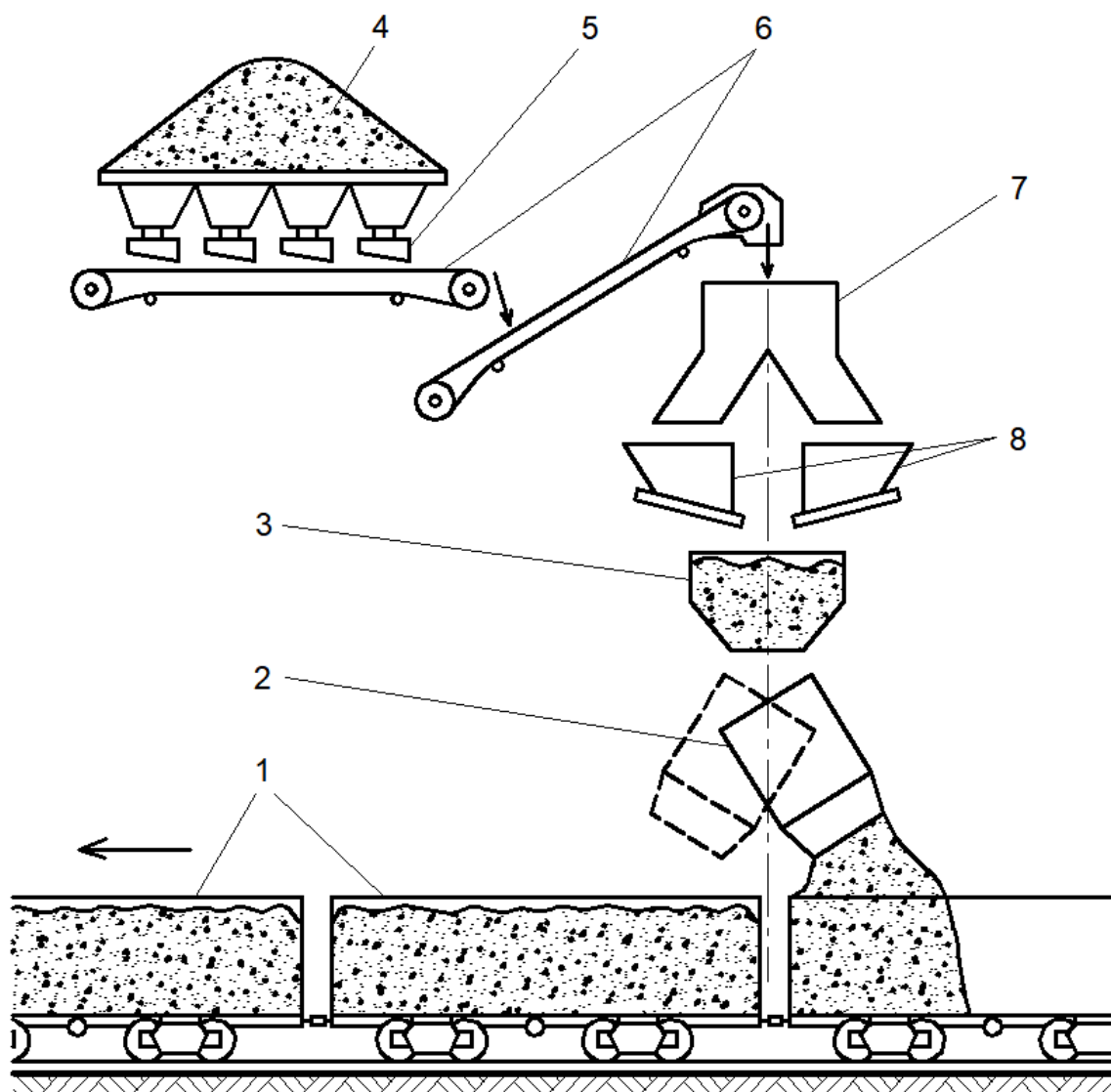


Рис. 5.1 Схема навантажувального комплексу з постійним рухом вагонів:
1 – вагони, 2 – поворотний жолоб, 3 – проміжний бункер, 4 – штабель, 5 – штабельні живильники, 6 – конвеєр, 7 – розподільчий бункер, 8 – бункерні живильники.

Для постійного переміщення вагонів у процесі навантаження застосовується прийнятий для цього на даному навантажувальному

пристрої маневровий засіб (маневровий локомотив, електротягач, маневрова лебідка тощо).

Сипучий вантаж (наприклад, вугілля) зі штабеля (4 на рис. 5.1) конвеєром (6 на рис. 5.1) подається в розподільчий бункер (7 на рис. 5.1), що має два випускні отвори. При підході порожнього вагону до точки навантаження, жолоб повертається йому назустріч. Включаються обидва бункерні живильники (8 на рис. 5.1) і потік вантажу завантажує проміжний бункер (3 на рис. 5.1), звідки він потрапляє у поворотний жолоб (2 на рис. 5.1), який повертається по мірі руху вагона і завантажує черговий вагон. Завантаження вагонів за допомогою даного навантажувального пристрою може відбуватись з продуктивністю до 2000 т/год.

В той же час слід відмітити, що необхідність узгодження трьох параметрів – швидкості руху вагона, продуктивності подачі вантажу живильниками та кутової частоти повороту вантажного жолоба ускладнює систему управління та ускладнює роботу оператора. Крім того, після виконання завантаження вагонів слід виконувати довготривалу операцію дозування вантажу у вагонах, що суттєво знижує загальну продуктивність навантажувального комплексу.

З метою інтенсифікації процесу завантаження вагонів в подальшому було виконано удосконалення наведеного вище вуглевантажного комплексу за рахунок об'єднання його з ваговим дозуванням вантажу, що подається.

Схема покращеного вантажного комплексу наведена на рис. 5.2. Живильники (7 на рис. 5.2) подають сипучий вантаж (наприклад, вугілля) з приймального штабеля (6 на рис. 5.2) на конвеєр (8 на рис. 5.2) до розподільного пристрою (9 на рис. 5.2), який по черзі направляє його потік в один з двох дозувальних бункерів (5 на рис. 5.2), встановлених на вагах (5 на рис. 5.2). Бункер-дозатор (4 на рис. 5.2) заповнюється спочатку на повному потоці (4000 т/год), а потім на зниженому до 1000 т/год. Це забезпечує точність набору порцій з відхиленням, що не перевищує 1%. В цей час 3/4 потоку прямує в інший бункер. Приготовлена порція вантажу через затвори (3 на рис. 5.2) вивантажується у накопичувальний бункер (2 на рис. 5.2), який також встановлений на вагах (11 на рис. 5.2) для контролю.

Швидкість переміщення вагонів, при використанні у якості маневрового засобу електротягача, регулює або оператор дистанційно з пульта управління, або автоматика.

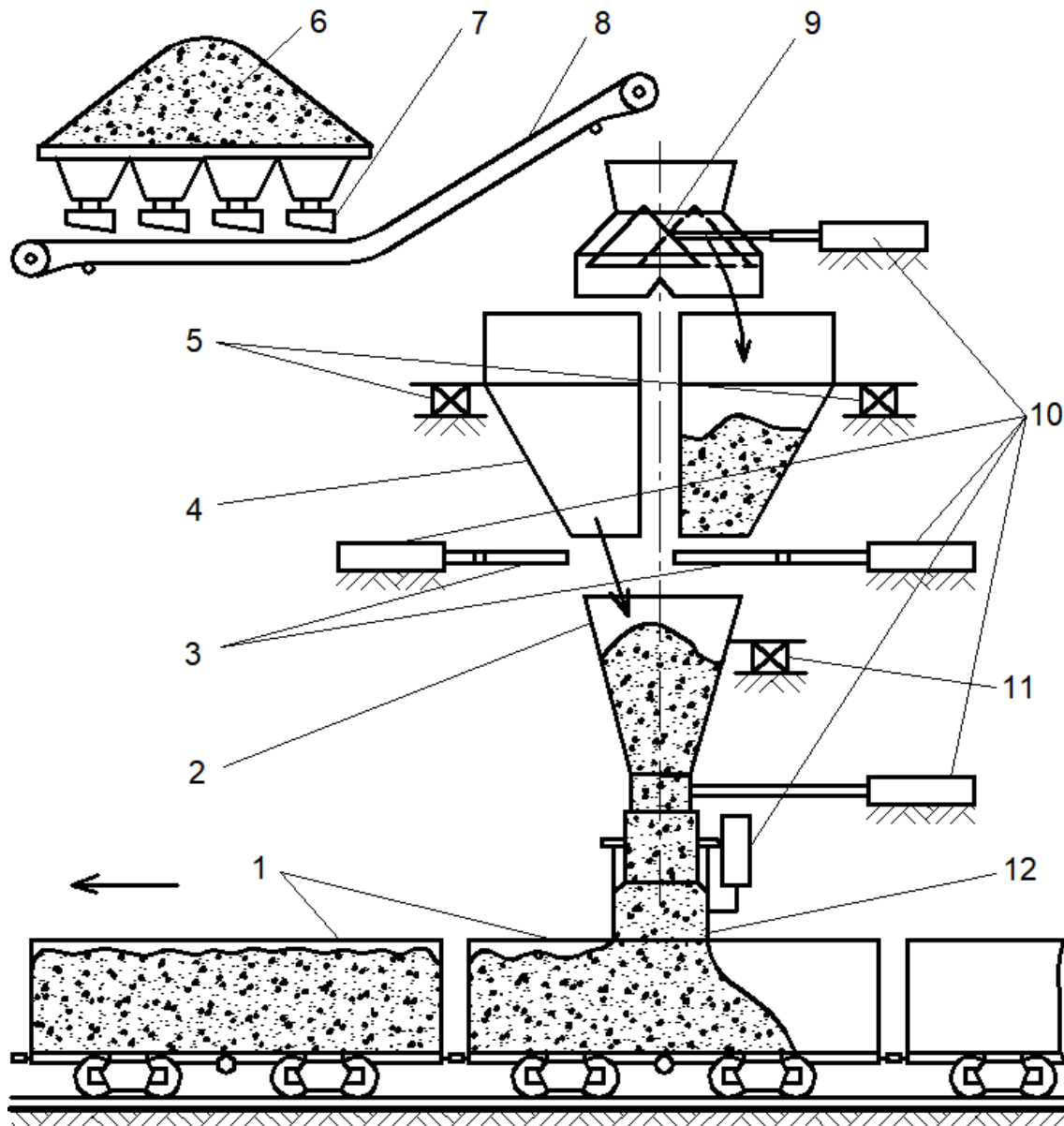


Рис. 5.2 Схема удосконаленого навантажувального комплексу з рухом вагонів:
 1 – вагони, 2 – накопичувальний бункер, 3 – затвори, 4 – бункер-дозатор, 5 – дозувальні ваги, 6 – штабель, 7 – штабельні живильники, 8 – конвеєр, 9 – розподільчий пристрій, 10 – гідроприводи, 11 – контрольні ваги, 12 – телескопічний жолоб.

При подачі під завантаження чергового вагона висувний телескопічний жолоб (12 на рис. 5.2) встановлюють на висоту, що визначається типом вагона, після чого відкривається затвор (3 на рис. 5.2) і порція вантажу завантажується в даний вагон. Гідроприводи (10 на рис. 5.2) забезпечують точне дозування та якісне заповнення вагонів. За відсутності дозуючих ємностей стабільність цього комплексу забезпечується використанням ЕОМ.

Після виконання завантажування вагонів на даному комплексі необхідно виконувати дозування вантажу, що зменшує загальну тривалість їх обробки, однак вантаж при цьому не розподіляється рівномірно, а тому дану операцію слід виконувати окремо, що теж збільшує загальну тривалість роботи за даним составом.

Одним із найбільш продуктивних варіантів автоматичного завантаження групи вагонів у русі є використання навантажувальних пристроїв компанії PRECISION LOADING SOLUTION PTY. LTD.

При завантаженні руди максимальна продуктивність даної навантажувальної системи складає 2000 т/год. Точність дозування складає ± 350 кг, а швидкість руху вагонів, що завантажуються знаходиться в діапазоні від 0,2 до 0,4 км/год.

При завантаженні котунів навантажувальна система має гарантовану продуктивність 4000 (в деяких умовах – 6000 т/год). Спеціальна конструкція завантажувального жолобу забезпечує рівномірне завантаження вагонів по візкам та сторонам, що є обов'язковою вимогою залізниці. Забезпечення продуктивності 4000 т/год дозволяє гарантувати завантаження составу із 56 вагонів (сумарна вантажопідйомність яких 4000 т) за 1 годину. Точність зважування складає 0,1%, а точність дозування – ± 200 кг. Швидкість руху составів досить висока як для подібних пристроїв та складає від 0,75 до 1,1 км/год.

Система дозування котунів використовує 2 живильні заслінки, які дозволяють виконувати наступні види дозування (рис. 5.3).

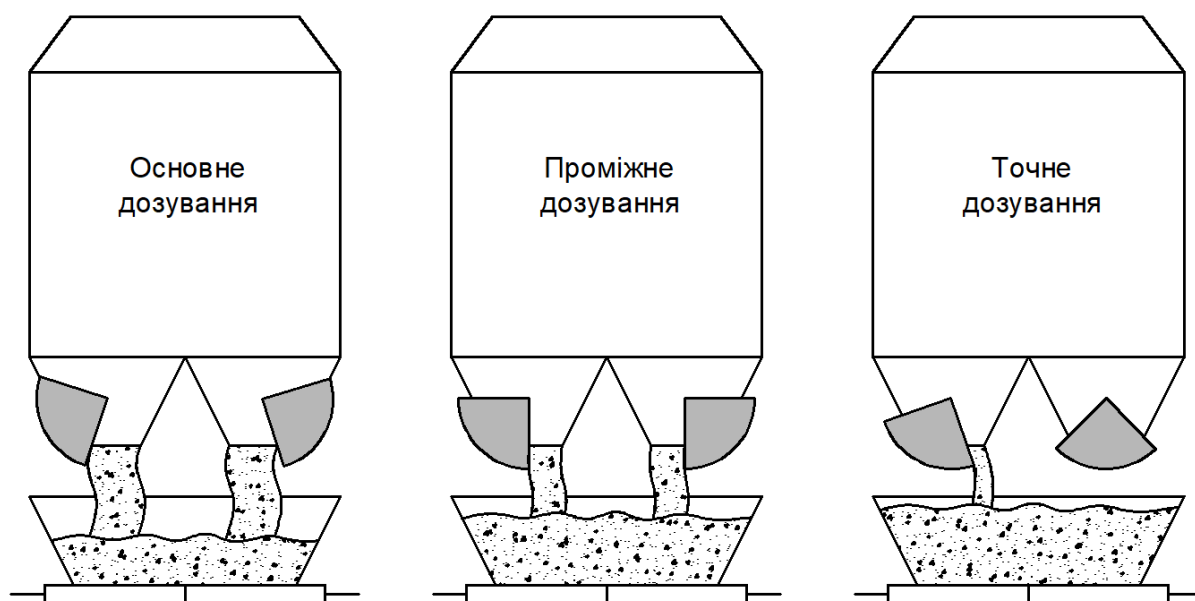


Рис. 5.3. Види дозування вагонів

Конструкція навантажувального жолобу описаного навантажувального пристрою наведена на рис. 5.4.

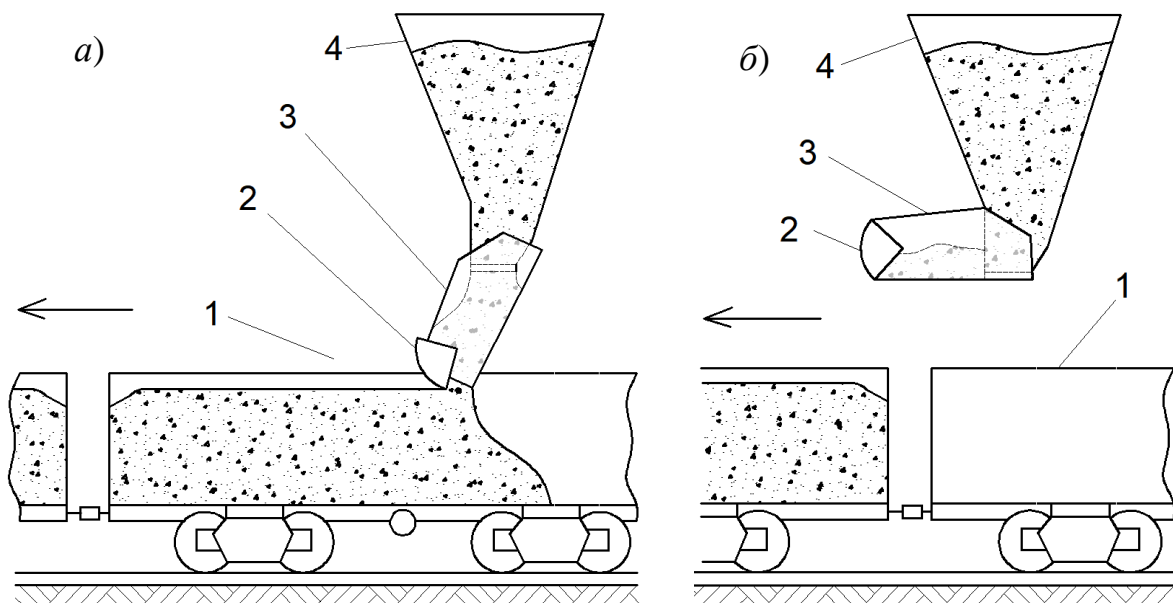


Рис. 5.4. Схема навантажувального жолобу:

а) в робочому положенні, б) в неробочому положенні

1 – вагони, що рухаються, 2 – живильна заслінка, 3 – поворотний жолоб, 4 – бункер

Навантажувальний поворотний жолоб (3 на рис. 5.4) у робочому положенні (див. рис. 5.4а) дозволяє завантажити вантаж у вагон. В процесі завантаження вагонів виконується дозування вантажу, для чого живильна заслінка (2 на рис. 5.4а) відкривається на потрібний кут. Після цього вантаж з бункера (4 на рис. 5.4а) висипається у вагон (1 на рис. 5.4а).

Для подолання міжвагонного простору даний жолоб повертається у неробоче положення (див. рис. 5.4б), в процесі чого відбувається блокування висипання вантажу з бункера (4 на рис. 5.4б).

Слід підкреслити, що даний навантажувальний жолоб забезпечує рівномірність завантаження матеріалу у вагон будь-якого типу, запобігає утворенню пилу, чудово підходить для завантаження котунів.

На рис. 5.5 показана схема навантажувального пристрою, який передбачає розташування вагону, що завантажується (2 на рис. 5.5), на вагонних вагах (1 на рис. 5.5). Завантаження вагону відбувається з бункера (3 на рис. 5.5), у який вантаж може потрапляти конвеєрами чи будь-яким іншим чином.

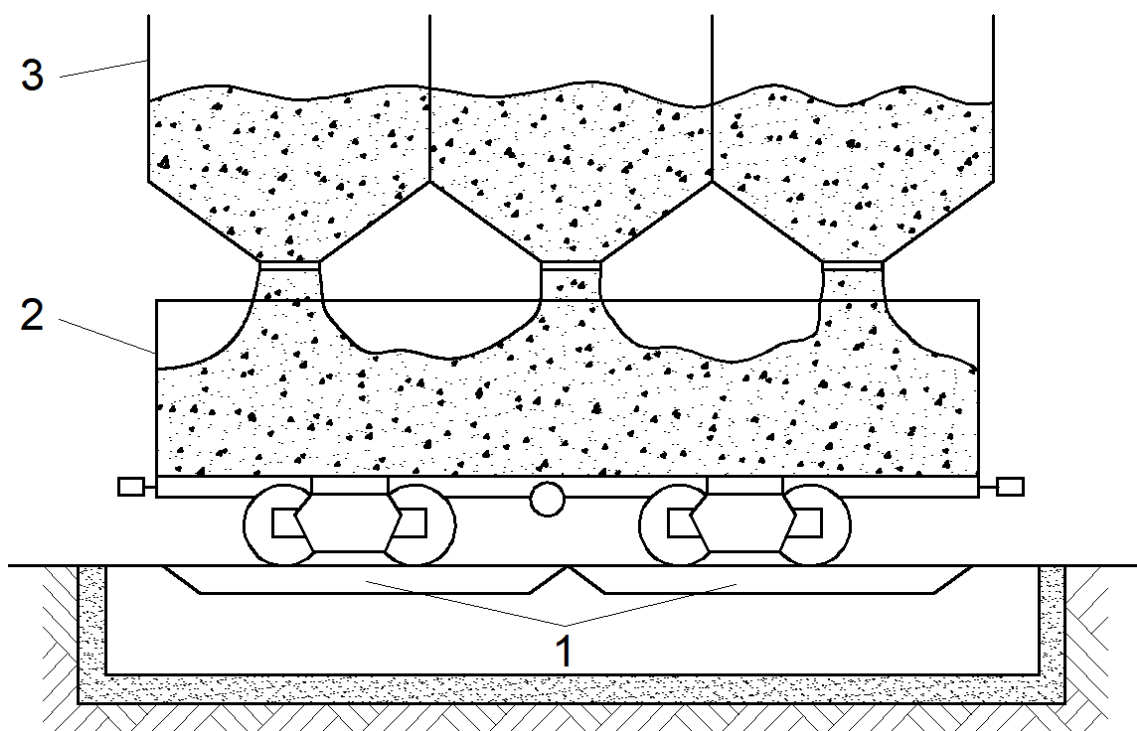


Рис. 5.5. Схема пристрою для навантаження вантажів у вагон
1 – вагонні ваги, 2 – вагони під навантаження, 3 – бункери з вантажем

Вагон під час процесу завантаження знаходиться в статиці, що дозволяє точно контролювати дозування вантажу (за потреби). Після завантаження вагону його прийнятим маневровим засобом переміщують далі, а під завантаження (на вагонні ваги) ставиться наступний вагон із групи. Продуктивність завантаження вагонів на такому пристрої може сягати 1000 т/год.

5.1.3. Вантажні механізми пунктів навантаження сипучих вантажів з рухомим навантажувальним пристроєм та нерухомими вагонами

У випадку менших обсягів завантаження вагонів, а також за наявності навантажувальних колій обмеженої довжини можуть використовуватися пристрої навантаження сипучих вантажів у нерухомі вагони з рухом навантажувального механізму вздовж фронту навантаження.

Схема технічного оснащення такого пункту навантаження (вид зверху) наведена на рис. 5.6.

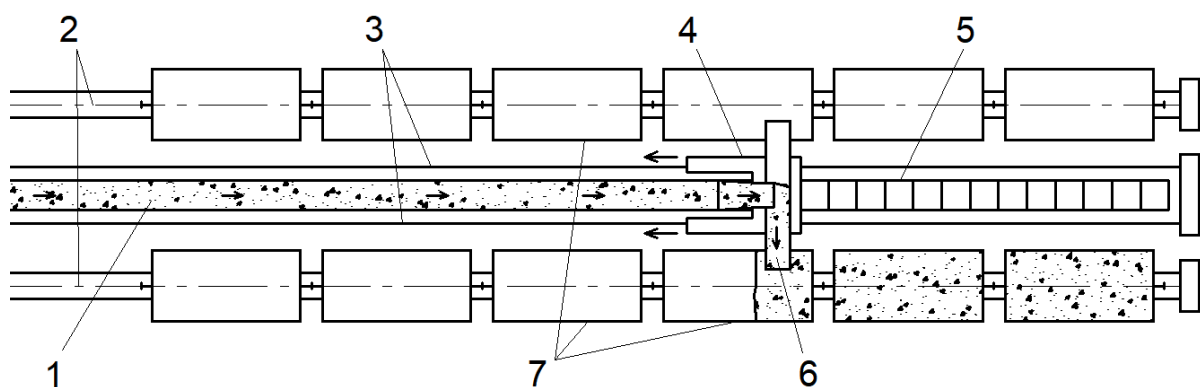


Рис. 5.6. Схема технічного оснащення пункту навантаження з рухом навантажувальної машини у нерухомі вагони:

- 1 – живильний конвеєр з вантажем, 2 – навантажувальні колії, 3 – рейки для руху навантажувальної машини, 4 – навантажувальна машина, 5 – живильний конвеєр без вантажу, 6 – навантажувальний конвеєр, 7 – вагони під завантаження

Вказаний навантажувальний комплекс як правило розташовується у міжколійному просторі між двома навантажувальними коліями (див. рис. 5.6), параметри яких відповідають довжині фронту навантаження та ряду інших факторів.

Робота навантажувального комплексу складається із наступних етапів. На одну або обидві навантажувальні колії даного комплексу (2 на рис. 5.6) подається група порожніх вагонів під завантаження (7 на рис. 5.6) та закріплюються встановленим порядком. Паралельно з подачею вагонів навантажувальна машина (4 на рис. 5.6) відводиться у крайнє ліве положення, після досягнення якого даний пункт навантаження готовий до роботи з поданими вагонами.

Подальший процес завантаження вагонів розглянемо на прикладі схеми, що наведена на рис. 5.7.

Сипучий вантаж подається в бункер (2 на рис. 5.7). За готовності закріпленої групи вагонів до завантаження, випускний отвір бункера відкривається та сипучий вантаж починає поступати на основний конвеєр (1 на рис. 5.7). Одночасно з цим навантажувальна машина (3 на рис. 5.7) включає свій навантажувальний (реверсивний) конвеєр (5 на рис. 5.7) у сторону тієї групи вагонів, що навантажуються та починає рух вздовж них з визначеною швидкістю.

Таким чином, вагони (7 на рис. 5.7) в процесі руху навантажувальної машини рівномірно завантажуються, що забезпечує заповнення його початкового обсягу при продуктивності подачі вантажу до 1000 т/год.

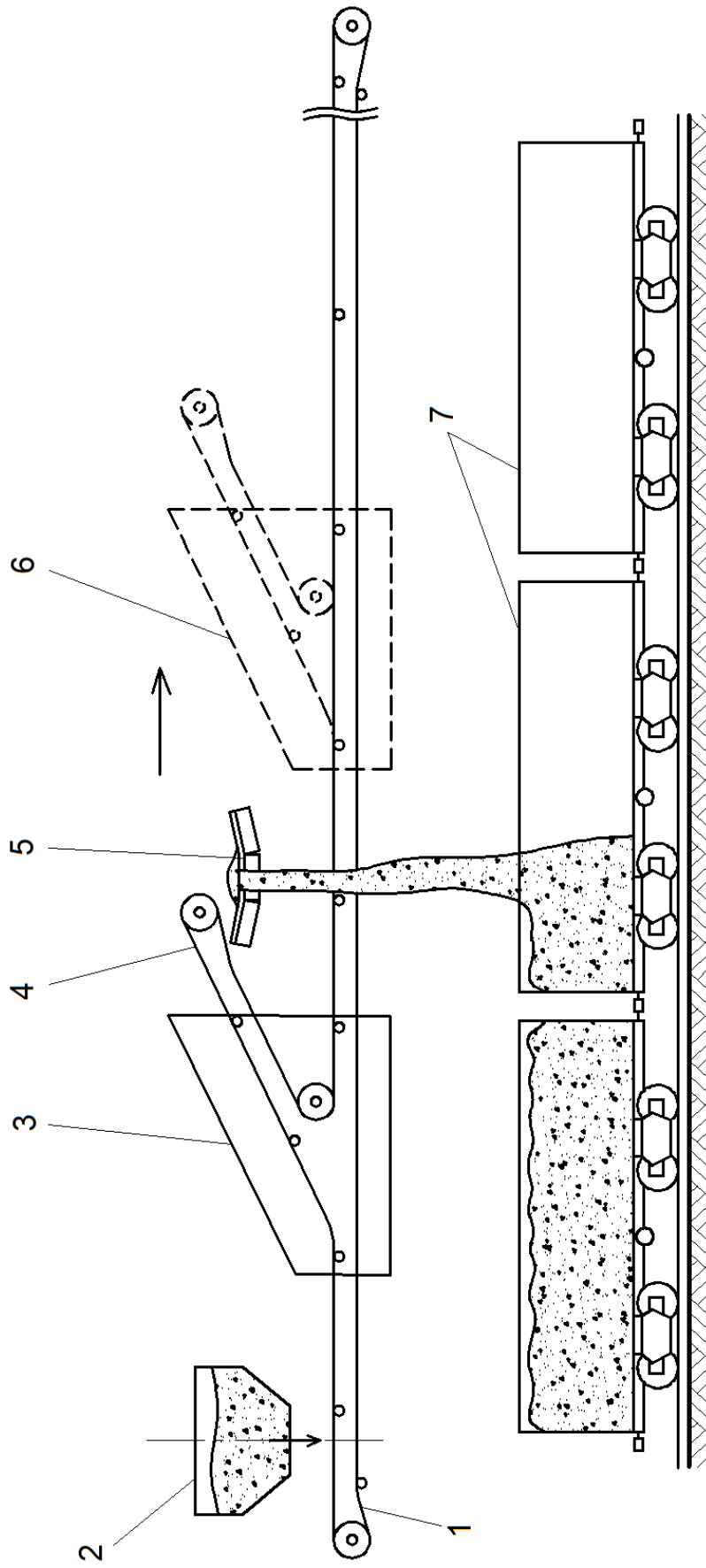


Рис. 5.7. Схема навантажувального комплексу у нерухомі вагони з рухом навантажувальної машини:

1 – основний конвеєр, 2 – бункер, 3 – навантажувальна машина, 4 – похилий конвеєр, 5 – навантажувальний (реверсивний) конвеєр, 6 – зміна положення навантажувальної машини, 7 – вагони під завантаження

Завантаження таких вантажів як зерно може виконуватись за допомогою бункерного пристрою, схема якого показана на рис. 5.8.

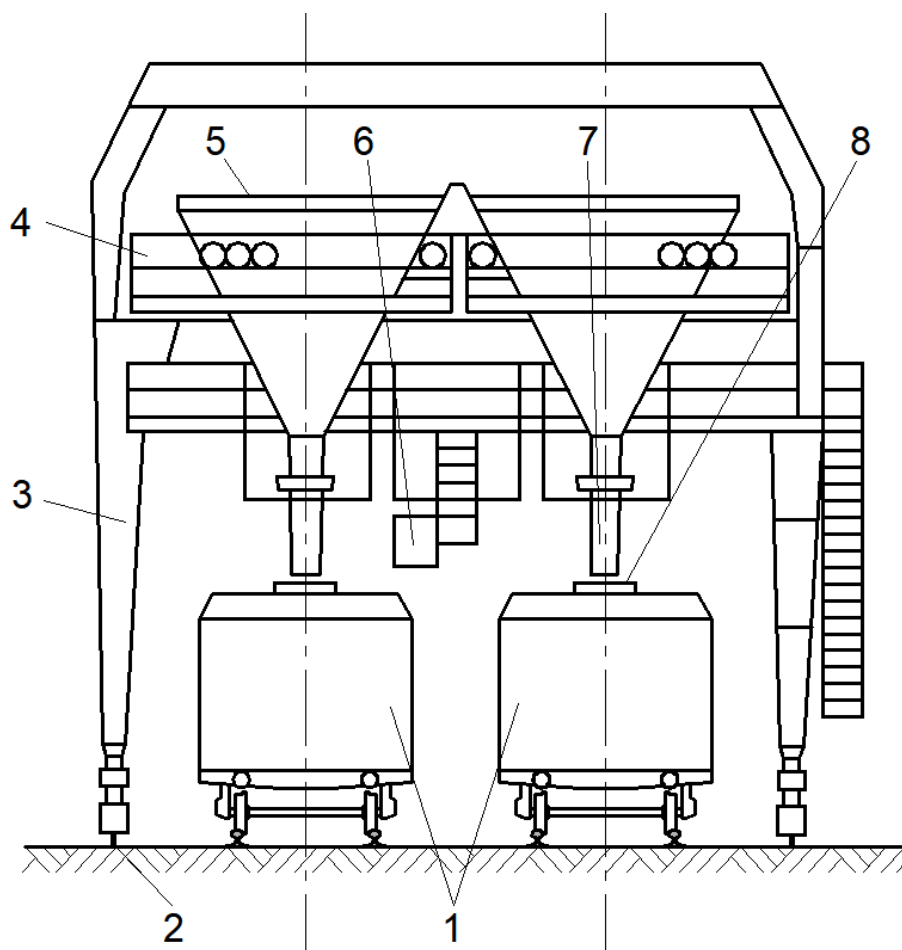


Рис. 5.8. Схема бункерного пристрою для навантаження зерна у вагони
1 – вагони, 2 – підкранова колія, 3 – опора, 4 – вагова рама, 5 – бункер, 6 – кабіна,
7 – зсипні рукави, 8 – люк вагона

Даний пристрій є двоколіїним порталом з чотирма непривідними крановими ходовими візками, пересування якого підкрановими коліями (2 на рис. 5.8) здійснюється штовханням сусіднім порталним краном. У верхній частині порталу є дві вагові рами (4 на рис. 5.8), які спираються на тензометричні датчики. Кожна з вагових рам обладнана чотирма бункерами (5 на рис. 5.8). Бункери мають затвори з електроприводом та зсипні рукави. Подача вантажу до бункерів здійснюється або конвеєрами з елеваторів для зберігання та накопичення зерна.

Завантаження вагонів (1 на рис. 5.8) проводиться через зсипні рукави (7 на рис. 5.8) у люки, що розташовані у даху вагона (8 на рис. 5.8). У середній частині установки під порталом розміщена кабіна оператора (6 на рис. 5.8), в якій є вагові вказівні прилади, пульти

керування та сигналізації. По мірі завантаження вагонів оператор із пульта керування закриває бункерні затвори.

5.2. Технічне оснащення пунктів навантаження масових сипучих вантажів та принципова технологія

Підприємствами, що забезпечують найбільші добові обсяги навантаження сипучих вантажів серед вантажовідправників являються гірничо-збагачувальні комбінати (ГЗК), які відправляють на зовнішню мережу залізрудний концентрат та котуни, і вугільні шахти та центральні збагачувальні вугільні фабрики (ЦЗФ). Далі слідують пункти перевалки в залізнично-морських сполученнях, які перевалюють на залізницю імпорتنі вугілля, бентоніт, нікелеву руду та підприємства хімічної промисловості з виробництва мінеральних добрив тощо.

Окремі ГЗК мають середньодобовий обсяг відправлення готової продукції до 10 залізничних маршрутів на добу. З іншого боку, найбільші зернові елеватори в окремі періоди року відвантажують до 75 вагонів на добу, що значно менше ніж ГЗК та ЦЗФ. При співставних загальних обсягах перевезень зернових вантажів та металургійної продукції залізницями України слід зазначити незрівнянно більшу кількість пунктів навантаження зернових, що й призводить до значної різниці у середньодобових обсягах відвантаження на зовнішню мережу окремих відправників.

Металургійні та мінерально-будівельні вантажі найчастіше перевозяться у піввагонах, рідше в котуновозах і у деяких випадках – у вагонах самоскидах – думпкарах.

Далі розглянуто навантажувальні пункти, що здійснюють відправлення масових сипучих вантажів у піввагонах. Як правило навантажувальні пристрої зосереджено поблизу потужностей з випуску готової продукції, а колійний розвиток являє собою залізничні станції, що мають наступне технічне оснащення та інфраструктуру:

- бункерні навантажувальні пристрої різних типів або пересувні чи стаціонарні конвеєрні установки, що розташовані на спеціалізованих навантажувальних коліях;

- сортувальні пристрої та сортувальні колії для підбирання рухомого складу та формування подач з порожніх вагонів під завантаження;

- спеціалізовані залізничні колії чи парки з підготовки рухомого складу до перевезень;

- залізничні колії для накопичення та відстою порожніх вагонів в очікуванні вантажних операцій;

- пункти дозування вантажу у вагонах згідно вимог нормативних документів;

- залізничні колії для накопичення та відстою завантажених вагонів;

- вагові пристрої для тарування та зважування вагонів;

- маневрові засоби для переміщення вагонів в процесі розвантаження – маневрові локомотиви, електричні штовхачі вагонів тощо;

Обсяг підготовки вагонів до перевезень залежить від кількох факторів, основними з яких є власне обсяг навантаження, модель піввагонів та їх власність.

Підготовка вагонів до перевезень передбачає окрім дрібного безвідчипного ремонту ліквідацію щілин між нижніми люками та кузовом і в торцевих дверях, через які можливі просипи вантажу в процесі перевезень.

Деякі відправники мають усталені маршрути перевезень у напрямку морських портів, де на розвантаженні вагонів використовуються вагоноперекидачі. Використання для перевезень власного вагонного парку, або орендованих на тривалий термін вагонів операторських компаній дає можливість досить ефективно використовувати вагони тільки для перевезень даного конкретного вантажу. При цьому організується кільцева маршрутизація і можливе використання вагонів без нижніх люків та торцевих дверей, що спрощує процес їх підготовки до перевезень.

Через значні коливання обсягів відправлення готової продукції відправники, як правило, мають обмежену кількість власних вагонів, які забезпечують відправлення вантажу на рівні мінімальних місячних обсягів, а в умовах коливань залучають вагонний парк сторонніх операторів. Технічний стан таких вагонів може вимагати додаткових обсягів роботи з їх підготовки до перевезень у ці періоди.

Наявність сортувальних пристроїв обумовлюється необхідністю розформувати поїзди, що прибувають із зовнішньої мережі за власниками та родом вагону. Сортування вагонів, як правило, здійснюється з використанням витяжних колій.

Дозування вантажу у вагонах здійснюється у випадках, коли неможливо в процесі вантажної операції досягти потрібної маси та розміщення вантажу в кузові вагону згідно Правил розміщення і кріплення вантажів у вагонах.

При бункерному навантаженні, як правило, вагон знаходиться на вагах і оператор пункту навантаження контролює масу вантажу і правильність його розміщення у вагоні. Операція дозування при цьому не потрібна.

На рис. 5.9 наведено схему навантажувальної станції ГЗК, що спеціалізується на відвантаженні на зовнішню мережу залізничного концентрату та котунів. Кількість колій є умовною і повинна підлягати розрахунку в залежності від обсягу навантаження та інших експлуатаційно-технічних характеристик пункту навантаження.

Завантаження вагонів здійснюється в статиці на бункерних навантажувачах, обладнаних вагонними вагами. Така технологія забезпечує розміщення вантажу у вагонах згідно вимог нормативних документів без подальшого дозування вантажу у вагонах.

Вагони під завантаження та вагони на адресу інших вантажних пунктів під'їзної колії переставляються зі станції примикання у більшості випадків тепловозами під'їзної колії, інколи тепловозами залізниці в складі маршрутних та змішаних поїздів.

При необхідності виконується розформування цих поїздів та накопичення подач вагонів встановленої довжини під завантаження і підготовка вагонів до перевезень.

При обслуговуванні кільцевих маршрутів і відсутності потреби сортування в них вагонів, такі поїзди із зовнішньої мережі приймаються на приймально-відправні колії 5, через витяжні колії розформування 3 подачі під навантаження встановленої довжини переставляються через сортувальні колії 8 на колії навантаження залізничного концентрату (1 на рис. 5.9) чи котунів (2 на рис. 5.9).

Підготовка вагонів до перевезень може здійснюватись безпосередньо на приймально-відправних коліях.

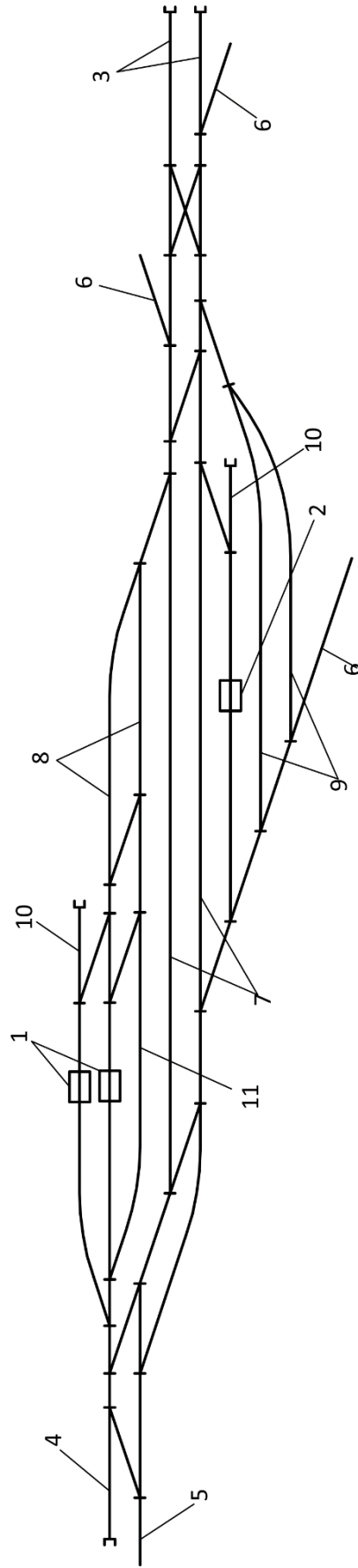


Рис. 5.9. Принципова схема навантажувальної станції ГЗК:

1 – навантажувальні бункери залізорудного концентрату; 2 – навантажувальні бункери котунів; 2 – витяжні колії розформування; 4 – витяжна колія формування 5 – з'єднувальна колія до магістральної станції; 6 – примикання інших промислових станцій та техніко-технологічних об'єктів промислового підприємства; 7 – приймально-відправні колії; 8 – сортувальні колії; 9 – колії для прийому, відправлення, сортування, накопичення та відстою вагонів; 10 – тупикові колії для електричних штовхачів вагонів; 11 – колія для відстою та накопичення вагонів

Формування маршруту може відбуватися на тій же приймально-відправній колії, на яку було прийнято маршрут із зовнішньої мережі. Порожні вагони з колії забираються на вантажний фронт через витяжні колії розформування, а завантажені вагони ставляться через витяжну колію формування (4 на рис. 5.9) на дану колію з іншого боку. При необхідності, зважаючи на незначне завантаження, маневри можуть виконуватися і на з'єднувальній колії.

Сортування вагонів за власниками та типом вагону виконується на сортувальних коліях 8, або на коліях 9, що можуть бути спеціалізовані в залежності від оперативної обстановки як приймально-відправні, сортувальні чи відстою груп вагонів в очікуванні завантаження, накопичення завантажених вагонів до повного складу маршруту тощо.

Тривалого відстою для підготовки перевізних документів та митного оформлення вантажу потребують вагони, завантажені експортними вантажами.

Технологія подавання порожніх вагонів під завантаження та прибирання завантажених вагонів залежить від маневрового засобу, що задіяний на переміщенні вагонів на вантажному фронті – маневровий локомотив чи електричний штовхач вагонів та від конструкції бункерного навантажувача.

Якщо під бункером дозволений пропуск локомотива, то локомотив під час подавання порожніх вагонів, прибирання завантажених чи в процесі завантаження може знаходитися з будь-якої сторони складу, що дає менше обмежень під час виконання маневрової роботи.

Технологія виконання маневрових та вантажних операцій на бункері 2 аналогічна описаній вище.

Сформовані завантажені маршрути по готовності передаються на станцію примикання локомотивами під'їзної колії чи залізниці.

Залізничні навантажувальні станції промислових підприємств можуть приймати вагони, що слідує на інші промислові станції та вантажні фронти, які мають примикання до колійного розвитку навантажувальних станцій. Маневрові операції з такими вагонами виконуються за технологічним процесом роботи, а їх прийом зі станцій примикання та відправлення на зовнішню мережу здійснюється в складі маневрових передач чи змішаних поїздів.

На рис. 5.10 наведено схему пункту навантаження котунів ГЗК, оснащеного бункерним навантажувачем великої продуктивності.

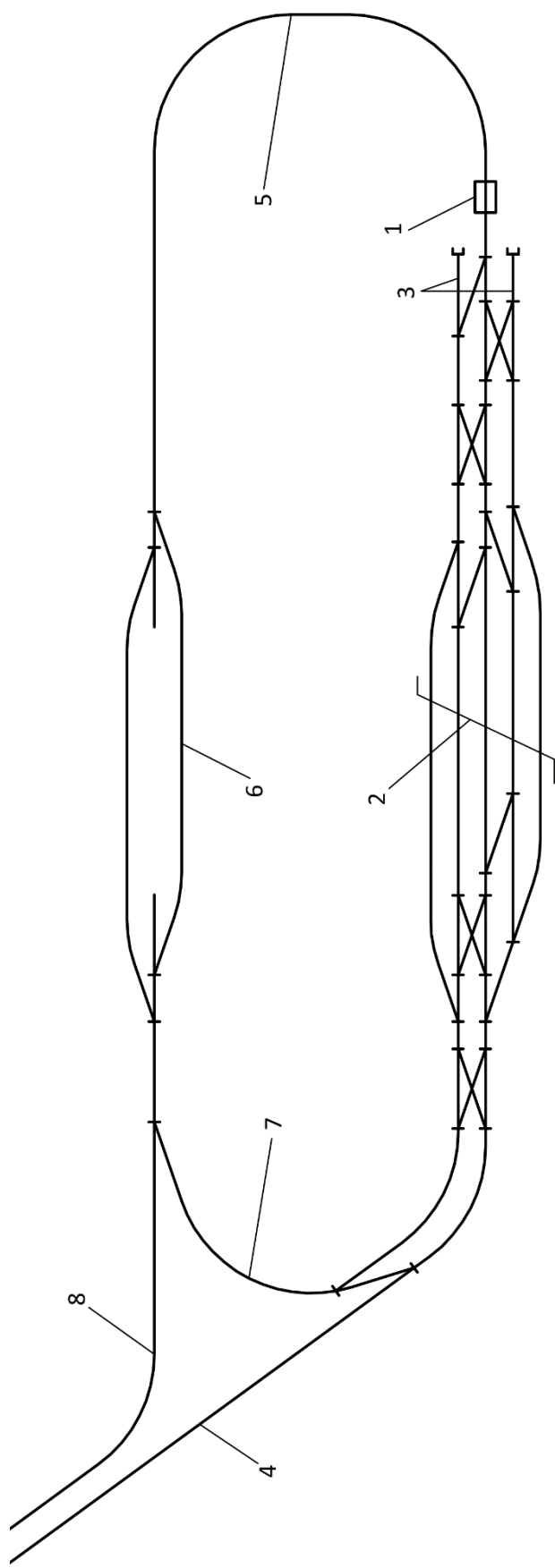


Рис. 5.10. Принципова схема колійного розвитку комплексу навантаження PRECISION LOADING SYSTEMS ГЗК:
 1 – навантажувальний бункер; 2 – парк підготовки вагонів до перевезень та відстою в очікуванні завантаження; 3 – тупикові колії для прибирання маневрових локомотивів для подачі составів в парк підготовки; 4 – колія подачі порожніх маршрутів під навантаження; 5 – колія перестановки навантажених маршрутів в парк відстою; 6 – парк відстою навантажених маршрутів в очікуванні підготовки перевізних документів; 7 – колія повернення спеціального локомотива; 8 – парк відстою завантажених маршрутів

Такі навантажувальні комплекси розроблені компанією PRECISION LOADING SYSTEMS (Австралія) та впроваджені в Австралії, Бразилії, Індії, Китаї та Південній Африці і мають перспективу впровадження на українських гірничо-збагачувальних комбінатах.

Продуктивність таких систем розраховується виходячи з тривалості завантаження маршруту з 56 вагонів (4000 т на состав) за 1 годину і обмежується інтервалом між подачами маршрутів з порожніх вагонів на навантажувальну колію та кількістю спеціальних локомотивів.

Під час завантаження вагони переміщуються спеціальним радіокерованим дизельним локомотивом, оснащеним автозчепом з функцією саморозчеплення з діапазоном швидкості від 0 до 5 км/год.

Порожні маршрути, сформовані на станції примикання, чи на підїзній колії подаються маневровими тепловозами в парк підготовки составів до перевезень (2 на рис. 5.10), безпосередньо за яким розташовується бункерний навантажувач.

Для забезпечення неперервного процесу завантаження маршрутів в парку підготовки вагонів до перевезень потрібно мати 5 колій, порядок використання яких наступний.

З однієї колії ведеться подача вагонів під завантаження; на іншій знаходиться состав, що готується до перевезень; на третій колії знаходиться состав, готовий до завантаження; четверта колія вільна для прийому чергового составу під завантаження; одна колія завжди вільна і використовується як ходова.

Після завантаження маршруту, що переміщується спеціальним локомотивом, состав осаджується по колії перестановки (5 на рис. 5.10) в парк відстою (6 на рис. 5.10), де маршрути знаходяться до моменту готовності перевізних документів. Найбільш тривалим простій є для составів, що слідують на експорт.

Спеціальний локомотив відчіпляється, по вільній колії парку відстою та по колії повернення (7 на рис. 5.10) подається під наступний состав з порожніх вагонів. Маневровий локомотив, що подав порожній маршрут в парк підготовки через тупики (3 на рис. 5.10) по вільній колії парку та колії повернення спеціальних локомотивів 7 подається у парк відстою під готовий завантажений маршрут для перестановки на станцію примикання.

На рис. 5.11 наведено схему пункту навантаження імпортованих сипучих вантажів у морському порту, оснащеного вагононавантажувальною машиною з реверсивним конвеєром.

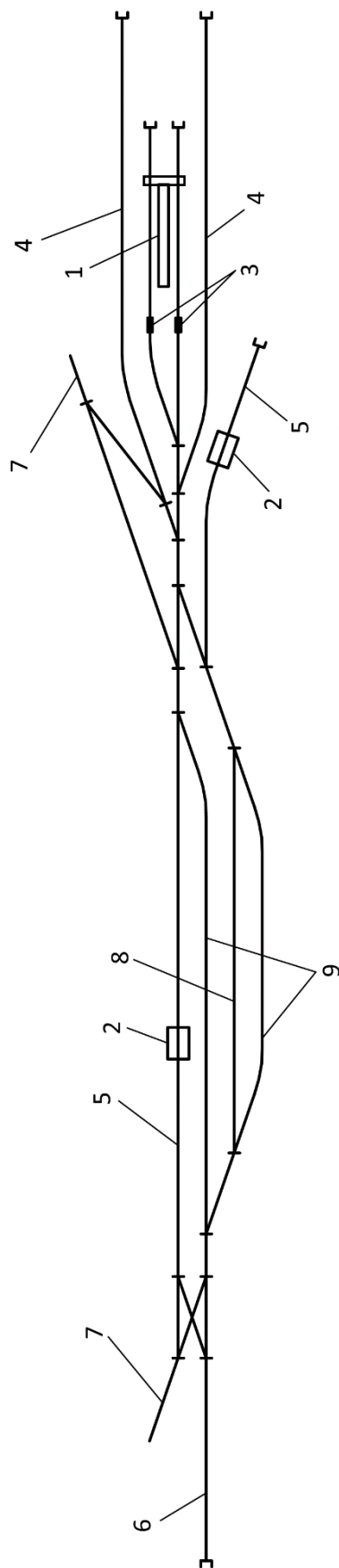


Рис. 5.11. Принципова схема колійного розвитку пункту навантаження імпортих сипучих вантажів у морському порту, оснащеного вагононавантажувальною машиною з реверсивним конвеєром:

1 – вагононавантажувальна машина; 2 – дозувальний майданчик, оснащений вагонними вагами; 3 – вагонні ваги; 4 – колії відстою завантажених вагонів в очікуванні підготовки перевізних документів; 5 – дозувальні колії; 6 – витяжна колія; 7 – колії подавання та прибирання порожніх вагонів під завантаження; 8 – ходова колія; 9 – колії підготовки вагонів до перевезень, відстою порожніх та завантажених вагонів

Кількість колій даного пункту є умовною і повинна підлягати розрахунку.

Порожні вагони під завантаження прибувають із зовнішньої мережі в складі маршрутних та групових відправлень, або надходять після розвантаження на інших вантажних фронтах порту.

Вагони переставляються на колії відстою (9 на рис. 5.11), або безпосередньо на вантажний фронт подачами встановленої довжини. При постановці вагонів на навантажувальні колії здійснюється їх тарування на вагонних вагах (3 на рис. 5.11), а після завантаження – зважування.

Одним з недоліків такої технології навантаження є необхідність у подальшому дозуванні вантажу у вагонах, а перевагою – відсутність потреби у використанні маневрових засобів для переміщення вагонів в процесі завантажування.

Вагононавантажувальна машина розташована між двома коліями, на які по черзі чи одночасно ведеться завантажування. У першому випадку порожні вагони повинні бути встановлені на обох вантажних коліях, у другому – на одній з них, що, як показує практичне застосування таких механізмів, є більш ефективним і дозволяє під час завантаження вагонів на одній з колій подавати і прибирати вагони на іншій. Це дозволяє звести до мінімуму перерви у вантажному процесі. Переробна спроможність завантажувального конвеєра незмінна при обох варіантах виконання вантажних робіт.

Дозування здійснюється на дозувальних майданчиках (2 на рис. 5.11), оснащених вагонними вагами за допомогою грейферних кранів на автомобільному чи гусеничному ході. Під час дозування вагони переміщуються на спеціальних коліях (5 на рис. 5.11) маневровими локомотивами, лебідками тощо.

Після виконання вантажних операцій вагони переставляються на колії відстою (4 на рис. 5.11) і очікують підготовки перевізних документів та митного оформлення. Тривалість відстою вагонів аналогічно попереднім розглянутим випадкам, може бути досить тривалою і сягати 10...12 годин.

Основною ж перевагою таких вантажних механізмів є можливість на протязі 20...30 хвилин змінювати вантаж, яким завантажуються вагони.

Контрольні запитання та завдання

1. Які основні способи навантаження сипучих вантажів ви знаєте?
2. Назвіть два принципово відмінні підходи до способу навантаження сипучих вантажів у залізничні вагони.
3. Назвіть основні елементи стандартного навантажувального комплексу з постійним рухом вагонів.
4. Наведіть порядок та послідовність операцій з вагонами при завантаженні сипучого вантажу у русі.
5. У чому полягають недоліки технології завантаження вагонів сипучими вантажами у русі?
6. Назвіть основні елементи навантажувальних пристроїв завантаження вагонів без потреби у подальшому дозуванні та розподілі вантажу по вагону?
7. Які види дозування котунів при завантаженні вагонів існують? За якого виду дозування наповнення вагону відбувається найшвидше?
8. Які принципово відмінні механізми завантаження вагонів сипучими вантажами у статиці ви знаєте?
9. Наведіть порядок та послідовність операцій з вагонами при завантаженні сипучого вантажу у статиці рухомою навантажувальною машиною.
10. Яке технічне оснащення включають вантажні пункти, що здійснюють відправлення масових сипучих вантажів у піввагонах?
11. Який порядок використання сортувальних колій для забезпечення неперервного процесу завантаження маршрутів в парку підготовки вагонів до перевезень?
12. Охарактеризуйте послідовність операцій з вагонами при їх навантаженні у морському порту імпорними сипучими вантажами

5.3. Приклади розв'язання задач. Задача 5

Умова задачі

Розрахувати переробну спроможність пункту навантаження сипучих вантажів, оснащеного вагононавантажувальною машиною ВНМ-1 та пунктом дозування вантажу для розміщення вантажу у вагоні та навантаженнях на осі, візки та колеса згідно Правил розміщення і кріплення вантажів у вагонах.

Розрахувати коефіцієнт використання маневрових локомотивів, що обслуговують ВНМ-1.

Вихідні дані

Пункт навантаження сипучих вантажів, схема якого наведена на рис. 5.12, розташований на коліях №92, 93 парку Навантажувальний. Колійний розвиток парку Навантажувальний окрім колій вантажного фронту складається з колій дозувального майданчика №86 та №86а, ходової колії №87 та двох виставочних колій №88 та №89.

Під завантаження подаються чотиривісні піввагони. Усі маневри з подачі та прибирання вагонів на колії ВНМ-1 виконуються 6-ти вісними локомотивами марки ЧМЕЗ та ТЕМ2 з включенням та скороченим випробуванням автоматичних гальм у маневровому составі. В процесі завантаження вагони не переміщуються, а вагононавантажувальна машина ВНМ-1 рухається вздовж вагонів з завантаженням вагонів на одній з колій. Навантаження може здійснюватись як при русі ВНМ-1 від тупика до горловини, так і в зворотному напрямку.

При завантаженні вагонів на одній з колій можна здійснювати маневри з подавання чи забирання вагонів з сусідньої завантажувальної колії.

Колійний розвиток пункту навантаження сипучих вантажів обладнаний електричними рейковими колами та пристроями електричної централізації управління стрілками та сигналами з поста МРЦ.

Тарування та попереднє зважування завантажених вагонів здійснюється на вагах, розташованих на навантажувальних коліях.

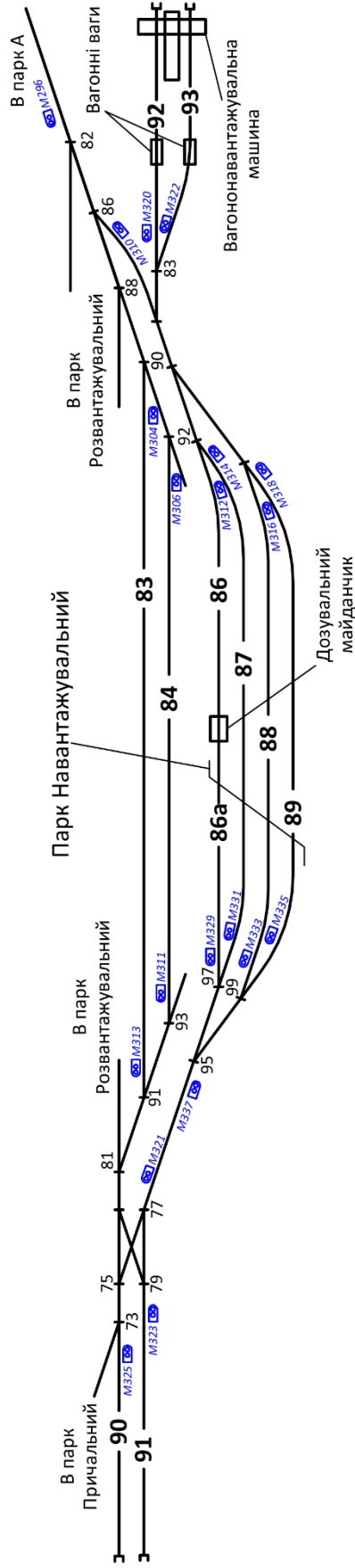


Рис. 5.12. Схема розташування вагононавантажувальної машини ВНМ-1

Результати зважування використовуються при подальшому дозуванні вантажу у вагоні на спеціалізованому майданчику.

Дозування вагонів здійснюється на дозувальному майданчику спеціалізованим грейферним навантажувачем на автомобільному ході. Під час дозування вагон знаходиться на вагах і оператор навантажувача має змогу контролювати навантаження на осі та візки вагону, довантажувати чи частково розвантажувати вантаж з вагону, переміщувати вантаж в межах вагону, а також вирівнювати поверхню вантажу.

Параметри колійного розвитку та технічного оснащення пункту навантаження сипучих вантажів вагононавантажувальної машини ВНМ-1 наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Параметри колійного розвитку та технічного оснащення пункту навантаження сипучих вантажів ВНМ-1

№ з/п	Технічний параметр	Значення
1	2	3
1	Корисна довжина навантажувальних колій №92 та №93	$l_{\text{кор}}^{92} = l_{\text{кор}}^{93} = 250 \text{ м}$
2	Довжина вантажного фронту колій №92 та №93	$m_{\text{вф}}^{92} = m_{\text{вф}}^{93} = 10 \text{ ваг.}$
3	Відстань від вагонних ваг на коліях №92 та №93 до сигналів М320, М322	$l_1 = 50 \text{ м}$
4	Довжина дозувального майданчика	$l_{\text{доз}} = 15 \text{ м}$
5	Корисна довжина колії №86 (відстань від сигналу М312 до дозувального майданчика)	$l_{\text{кор}}^{86} = 300 \text{ м}$
6	Корисна довжина колії №86а (відстань від сигналу М329 до дозувального майданчика)	$l_{\text{кор}}^{86а} = 300 \text{ м}$
7	Корисна довжина паркових колій №87, №88, №89 парку Навантажувальний	$l_{\text{кор}}^{87} = l_{\text{кор}}^{88} = l_{\text{кор}}^{89} = 615 \text{ м}$
8	Корисна довжина паркових колій №83, №84 парку Розвантажувальний	$l_{\text{кор}}^{83} = 721 \text{ м}$ $l_{\text{кор}}^{84} = 625 \text{ м}$
9	Кількість робочих змін ВНМ-1 протягом доби, кількість та тривалість перезмін	2 зміни: 7 ⁴⁵ -8 ¹⁵ , 19 ⁴⁵ -20 ¹⁵ $t_{\text{зм}}^{\text{ВНМ}} = 1,0 \text{ год.}$
10	Кількість та тривалість протягом доби перерв на обід працівників ВНМ-1	2 перерви: 0 ³⁰ -01 ³⁰ , 12 ³⁰ -13 ³⁰ $t_{\text{об}}^{\text{ВНМ}} = 2,0 \text{ год.}$

1	2	3
11	Тривалість циклу завантаження одного вагону	$t_{\text{ц}}=5,12$ хв.
12	Тривалість дозування вантажу в одному вагоні	$t_{\text{доз}}=2,41$ хв.
13	Довжина горловин (відстань між сигналами): М320, М322 – М312, М314, М316, М318 М323 – М329, М331, М333, М335 М337 – М329, М331, М333, М335 М323 – М313	$l_{\text{горл1}}=215$ м $l_{\text{горл2}}=295$ м $l_{\text{горл3}}=120$ м $l_{\text{горл4}}=165$ м
14	Кількість робочих змін локомотивно-складацьких бригад протягом доби кількість та тривалість перезмін	2 перезміни: $7^{45}-8^{15}, 19^{45}-20^{15}$ $t_{\text{зм}}^{\text{лб}} = 1,0$ год.
15	Кількість та тривалість протягом доби перерв на обід локомотивно-складацьких бригад	2 перерви по 0,5 год у проміжки $11^{00}-17^{00}, 23^{00}-05^{00}$ $t_{\text{об}}^{\text{лб}} = 1,0$ год.
16	Максимальна кількість вагонів у маневровій подачі	$m_{\text{м}}=20$ ваг.
17	Кількість локомотивів, що обслуговують ВНМ-1	$S_{\text{лок}}=2$
18	Закріплення вагонів на коліях №81, №84 на два гальмові башмаки	3 боку парку А
19	Закріплення вагонів на коліях №88, №89 на два гальмові башмаки	3 боку парку А
20	Швидкість руху при виконанні маневрів незалежно від постановки в складі маневрового локомотива, крім гаражу розморожування вантажу	$V_{\text{ман}}=15$ км/год
21	Швидкість руху на коліях №92 та №93 (у т.ч. по вагах)	$V_{\text{вф}}=5$ км/год
22	Інтервал між вантажними операціями на суміжних коліях вантажного фронту	$I_{\text{ван}}=8$ хв

Технологія завантаження вагонів на ВНМ-1

Вагони під завантаження на ВНМ-1 подаються з колій №83 та №84 парку Розвантажувальний. Для цього локомотив ВНМ-1 через витяжну колію №91 подається в парк Розвантажувальний. Після включення та випробування автогальм локомотив витягує групу з 10-ти або 20-ти порожніх вагонів в залежності від вільності навантажувальних колій ВНМ-1. Дана група вагонів витягується на витяжну колію №91 і осаджується по ходовій колії №87 на вантажний фронт, на одну чи по черзі на обидві колії.

Вагони на вантажному фронті закріплюються двома гальмовими башмаками з боку стрілочної горловини. Вантажні операції

розпочинаються після відчеплення та від'їзду маневрового локомотива від составу.

В залежності від оперативної обстановки маневровий локомотив може знаходитись на навантажувальній колії, або на маневрах з перестановки завантаженої подачі на дозувальний майданчик, чи порожньої подачі на вантажний фронт.

Після дозування вантажу у вагонах завантажена подача витягується на колію №91 і осаджується на одну з колій – №88 чи №89. Вагони з вказаних колій після оформлення перевізних документів переставляються в парк А групами в залежності від оперативної обстановки одним чи двома локомотивами парку А.

Всі маневрові операції на коліях №92 та №93 здійснюються з дозволу та узгоджуються черговим по станції з оператором ВМ-1.

Рішення.

Розрахунок ємності колій комплексу ВМ-1 у вагонах

Ємність колій пункту навантаження сипучих вантажів у вагонах розраховано аналогічно розрахунку в задачі 1, а результати зведено в табл. 5.2 При цьому враховано, що завантажені вагони встановлюються на колії №88 та №89 з урахуванням їх перестановки в парк А двома локомотивами, тобто на вказаних коліях від сигналів М316 та М318 резервується місце на два маневрових локомотиви.

Корисна довжина решти колій розрахована за умови резервування місця на один локомотив.

Таблиця 5.2

Ємність паркових колій в умовних вагонах

№ колії	Довжина, ум. ваг.	№ колії	Довжина, ум. ваг.
86	19	88	40
86а	19	89	40
87	40		

Розробка детальної технології виконання маневрових операцій з обслуговування ВМ-1

При неперервному процесі завантаження вагонів на коліях №92 та №93 доцільно застосувати наступну технологію маневрової роботи з

обслуговування ВНМ-1. При цьому припускаємо, що перерв в роботі ВНМ-1 через відсутність порожніх вагонів під завантаження немає.

Перестановка порожніх вагонів з колії №83 на колію №87.

Локомотив №1 переставляє з парку Розвантажувальний через витяжну колію №91 групу з 10 вагонів на ходову колію №87 парку Навантажувальний вагонами до сигналу М314 і очікує звільнення однієї з колій вантажного фронту.

Порожні вагони в парк Навантажувальний переставляються з колій №83 та №84 парку Розвантажувальний. Згідно з рішенням задачі 2, на колії №83 може накопичуватися 48, а на колії №84 – 36 порожніх вагонів.

Напіврейс заїзду локомотива №1 мінімальної довжини буде відбуватися при максимальній кількості вагонів на колії, а максимальний – при кількості вагонів на колії – 10.

Мінімальна довжина напіврейсу заїзду локомотива на колію №83 становить

$$l_{383}^{\min} = l_{\text{горл4}} + l_{\text{кор}}^{83} - 48l_{\text{ваг}} - l_{\text{лок}} - \Delta l = 165 + 721 - 48 \cdot 14 - 17 - 10 = 187 \text{ м.}$$

Максимальна довжина напіврейсу заїзду локомотива на колію №83 становить

$$l_{383}^{\max} = l_{\text{горл4}} + l_{\text{кор}}^{83} - 10l_{\text{ваг}} - l_{\text{лок}} - \Delta l = 165 + 721 - 10 \cdot 14 - 17 - 10 = 719 \text{ м.}$$

Середня довжина напіврейсу заїзду локомотива №1 на колію №83 для забирання порожніх вагонів становить

$$\bar{l}_{383} = \left(l_{383}^{\min} + l_{383}^{\max} \right) / 2 = (187 + 719) / 2 = 453 \text{ м.}$$

Середня довжина напіврейсу витягування порожніх вагонів з колії №83 на витяжну колію №93 довшя ніж напіврейс заїзду на довжину 10-ти вагонів.

Перестановка порожніх вагонів з колії №87 на навантажувальні колії №92, №93.

Після перестановки завантаженої подачі вагонів локомотивом №2 на дозувальну колію №86, локомотив №1 осаджує порожні вагони на колію, що звільнилася і після точного встановлення та закріплення составу переставляється на колію, де здійснюється завантаження вагонів.

При виконанні маневрів постановки вагонів на навантажувальну колію та їх прибирання на дозувальну колію швидкість руху в межах колій №92 та №93 становить 5 км/год, а решта напіврейсу – 15 км/год.

Наприклад, при осаджуванні порожньої подачі вагонів від сигналу М314 з колії №87 на колію №92 довжина напіврейсу осаджування становить

$$l_{\text{ос1}} = l_{\text{горл1}} + l_{\text{кор}}^{92} = 215 + 250 = 465 \text{ м.}$$

Маневровий состав спочатку проходить частину напіврейсу, що відповідає відстані між сигналами М314 та М320 – $l_{\text{горл1}}=215$ м, зі швидкістю 15 км/год. Початкова швидкість на цій ділянці шляху становить 0 км/год, а кінцева – 5 км/год. Другу частину напіврейсу – 250 м (корисна довжина колії №92) маневровий состав проходить зі швидкістю 5 км/год. Початкова швидкість на цій ділянці шляху становить 5 км/год, а кінцева – 0 км/год.

Тривалість напіврейсу, розрахована з використанням програми «Норми часу на маневрові операції», без урахування додаткових операцій, становить 4,24 хв.

Тривалість маневрової операції розраховується за формулою (А.1) як сума тривалостей двох складових одного напіврейсу та тривалості додаткових операцій.

Перестановка завантажених вагонів з навантажувальних колій №92, №93 на дозувальну колію №86.

Після закінчення вантажних операцій, отримання дозволу від оператора ВНМ-1 здійснюється причеплення локомотива до составу, включення та випробування автогальм і витягування составу на дозувальну колію.

При розрахунку тривалості напіврейсу витягування завантаженої подачі на дозувальну колію, слід враховувати довжини ділянок колій з різними швидкостями руху.

Так при витягуванні завантаженої подачі вагонів з колії №92 на колію №86 довжина напіврейсу становить

$$l_{\text{вит}} = l_{\text{кор}}^{92} + l_{\text{горл1}} + l_{\text{кор}}^{86} = 250 + 215 + 300 = 765 \text{ м.}$$

Маневровий состав спочатку проходить частину напіврейсу, що відповідає корисній довжині колії №92, тобто 250 м, зі швидкістю 5 км/год. Початкова швидкість на цій ділянці шляху становить 0 км/год, а кінцева – 5 км/год. Другу частину напіврейсу – 515 м маневровий состав проходить зі швидкістю 15 км/год. Початкова швидкість на цій ділянці шляху становить 5 км/год, а кінцева – 0 км/год.

Тривалість напіврейсу, розрахована з використанням програми «Норми часу на маневрові операції», без урахування додаткових операцій, становить 5,44 хв.

Розрахунок тривалості звільнення горловини при перестановці завантажених вагонів на дозувальну колію

Розрахуємо тривалість звільнення горловини маневровим составом із завантажених вагонів, що витягуються з колії №92 на колію №86.

Аналогічно попередньому розрахунку перша ділянка шляху, яку состав прослідуює зі швидкістю 5 км/год становить 250 м.

Стрілочна горловина звільниться, коли останній вагон прослідуює ізольований стик сигналу М312, тобто состав пройде відстань, що відповідає довжині $l_{горл1}=215$ м.

Використовуючи програму «Норми часу на маневрові операції», отримуємо тривалість напіврейсу без урахування додаткових операцій – $t_{зв}=4,24$ хв.

Перестановка завантажених вагонів з колії №86а на колії відстою №88, №89

Після дозування вагонів локомотив №1 витягує состав по напрямку витяжної колії №91 за сигнал М337 і осаджує на одну з колій відстою – №88 чи №89.

Корисна довжина вказаних колій становить 40 вагонів. При осаджуванні вагонів на вільну колію довжина напіврейсу є максимальною і становить

$$l_{ос88}^{max} = l_{горл3} + l_{кор}^{88} - 2l_{лок} - \Delta l = 120 + 615 - 2 \cdot 17 - 10 = 691 \text{ м.}$$

Мінімальна довжина напіврейсу буде при осаджуванні вагонів на зайняту колію, на якій знаходиться 30 вагонів, а довжина такого напіврейсу становитиме

$$l_{ос88}^{min} = l_{нр2} - 30l_{ваг} = 691 - 30 \cdot 14 = 271 \text{ м.}$$

Середня довжина напіврейсу осаджування вагонів становить

$$\bar{l}_{ос88} = (l_{ос88}^{min} + l_{ос88}^{max}) / 2 = (271 + 691) / 2 = 481 \text{ м.}$$

Далі, після закріплення составу локомотив подається в парк Розвантажувальний за наступною групою порожніх вагонів.

Наведена послідовність виконання маневрових операцій циклічно повторюється для локомотивів №1 та №2.

Розрахунок тривалості та побудова циклу роботи маневрового локомотива

Розрахунок тривалості циклу роботи локомотива при обслуговування ВНМ-1 виконано від початкового моменту циклу – закінчення розвантаження і зведено в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3

Технологічна карта №10 розрахунку тривалості циклу роботи локомотива при обслуговування ВНМ-1

№ з/п	Найменування операції	Довжина напіврейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6

Причеплення локомотива до завантаженої подачі на вантажному фронті та перестановка на дозувальний майданчик

1	Причеплення локомотива до составу на колії №92		10	11,3	Формула (А.5)
2	Напіврейс руху в межах колії №92 зі швидкістю 5 км/год	250	10	6,31	Формула (А.1)
	Напіврейс руху по колії №86 зі швидкістю 15 км/год	515	10		
3	Точне встановлення вагонів на позиції дозування		10	1,4	
Всього				18,98	

Дозування вантажу та перестановка вагонів на колію відстою

4	Дозування вагонів		10	24,1	
5	Доповідь про готовність до виконання маневрової роботи			0,3	
6	Напіврейс витягування вагонів за сигнал М337 по напрямку колії №91	292	10	2,47	Формула (А.1)
7	Напіврейс осаджування вагонів на колію №88	481	10	3,22	Формула (А.1)

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6
8	Відчеплення локомотива від составу		10	2,3	Формула (А.8)
Всього				32,39	
Перестановка локомотива в парк Розвантажувальний та причеплення до вагонів					
9	Напіврейс руху локомотива з колії №88 на витяжну колію №91	516	0	3,25	Формула (А.1)
10	Напіврейс заїзду локомотива на колію №83	453	0	2,99	Формула (А.1)
11	Причеплення локомотива до вагонів, включення та випробування автогальм		10	6,7	Формула (А.2)
Всього				12,94	
Перестановка порожніх вагонів з парку Розвантажувальний на колію №87 до сигналу М314					
12	Напіврейс витягування порожніх вагонів з колії №83 на витяжну колію №91	593	10	3,67	Формула (А.1)
13	Напіврейс осаджування вагонів з колії №91 на колію №87 до сигналу М314	910	10	4,94	Формула (А.1)
Всього				8,61	
Подача порожніх вагонів на навантажувальну колію №92					
14	Осаджування вагонів на вантажний фронт на колію №92	465	10	5,11	Формула (А.1)
15	Точне встановлення вагонів на вантажному фронті		10	1,4	
16	Відчеплення локомотива від составу		10	2,6	Формула (А.7)
Всього				9,11	
Перестановка локомотива між коліями №92 та №93					
17	Напіврейс виїзду локомотива з колії №92 за сигнал М314 та напіврейс заїзду локомотива на колію №93	2×315	0	6,4	Формула (А.1)
Всього				6,4	
Разом				88,43	

Таким чином, тривалість циклу обслуговування маневровим локомотивом однієї подачі з 10 вагонів при обслуговуванні вантажних фронтів ВНМ-1 становить $T_{\text{лок}}^{\text{ц}} = 88,43$ хв.

Розрахунок переробної спроможності пункту навантаження сипучих вантажів за тривалістю вантажних та додаткових операцій ВНМ-1

Так як під навантаження на колії №92 та №93 подаються групи по 10 вагонів, маневрові та вантажні операції на вказаних коліях є незалежними і можуть здійснюватися паралельно, темп дозування вагонів значно вищий ніж темп навантаження, то переробна спроможність, розрахована за формулою (2.1) становитиме

$$P_{\text{ВНМ-1}} = \frac{1440 - 180}{\frac{5,12 \cdot 10}{1} + 8} \cdot 10 = 212 \text{ вагонів.}$$

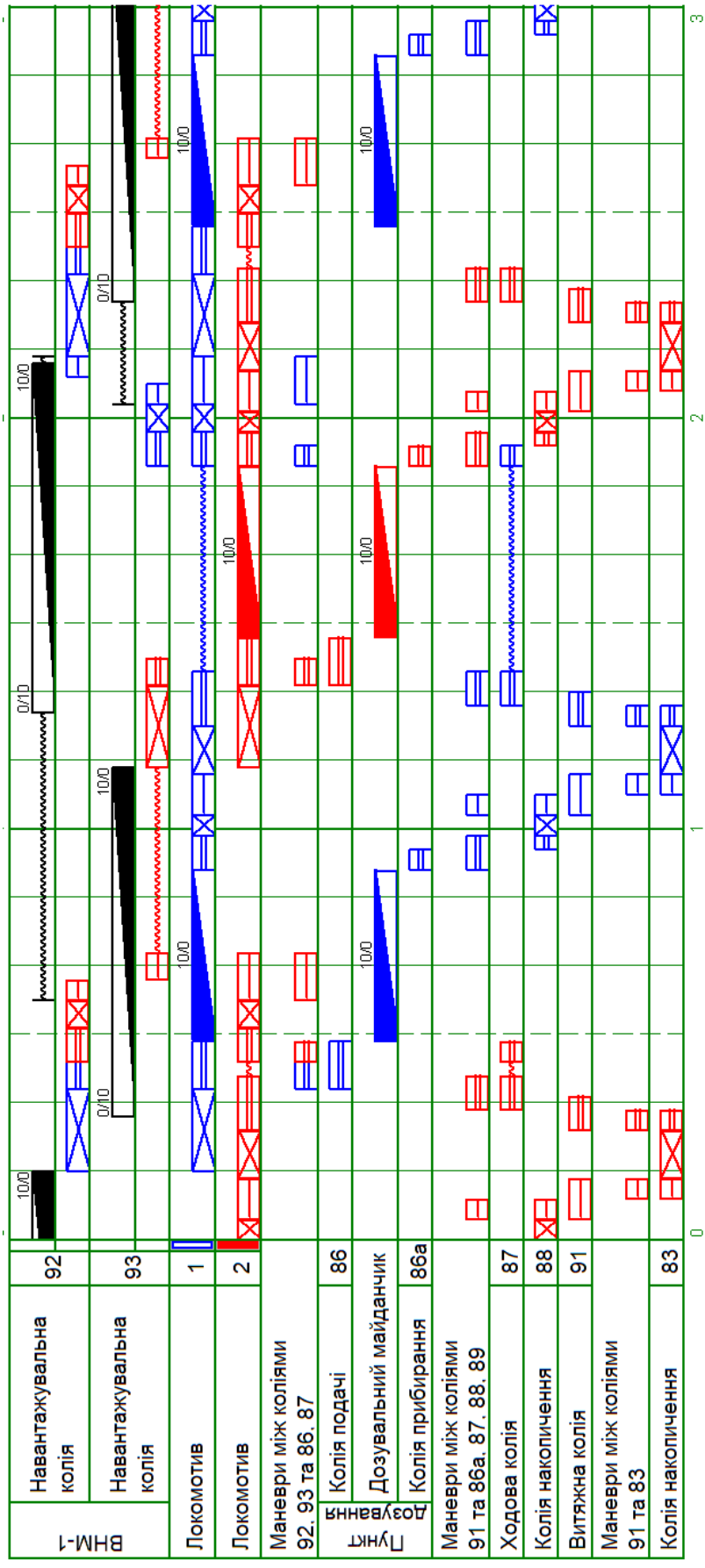
Отримане значення потребує підтвердження шляхом можливості його реалізації при виконанні маневрових операцій двома локомотивами. Для цього слід побудувати графік роботи маневрових локомотивів при обслуговуванні двох подач порожніх вагонів від моменту їх забирання з колій Розвантажувального парку до моменту їх перестановки на колії відстою після дозування. Побудова графіку дає можливість переконатися у відсутності ворожих пересувань, що можуть вплинути на загальну тривалість маневрових операцій з порожніми та завантаженими вагонами та вплинути на ритмічність виконання вантажних операцій

Графік роботи маневрових локомотивів з обслуговування ВНМ-1 наведено на рис. 5.13.

Тривалість очікування локомотивом з порожніми вагонами на колії №87 прибирання завантажених вагонів з колій №92 чи №93 та звільнення стрілочної горловини становить

$$\begin{aligned} t_{\text{оч1}} &= I_{\text{ван}} + t_{\text{ц}} m_{\text{вф}} + t_{\text{приб}} - t_{\text{тк10}}^{1-13} = \\ &= 8,0 + 5,21 \cdot 10 + 11,3 + 4,24 - 72,92 = 2,72 \text{ хв.} \end{aligned}$$

Після відчеплення локомотива від составу відбувається його перестановка на іншу вантажну колію.



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ







-  - маневрові переміщення без вагонів
-  - маневрові переміщення з вагонами
-  - причеплення або відчеплення вагонів
-  - навантаження
-  - дозування
-  - простій в очікуванні операції

Рис. 5.13. Графік роботи маневрових локомотивів з обслуговування ВМ-1

Так локомотив №2 (див. рис. 5.13) після осаджування вагонів на колію №92 та відчеплення від составу переставляється на колію №93 і очікує завершення завантаження вагонів. Тривалість очікування становить

$$t_{\text{оч2}} = 2I_{\text{ван}} + 2t_{\text{ц}} m_{\text{вф}} - t_{\text{тк10}} - t_{\text{оч1}} = \\ = 2 \cdot 8,0 + 2 \cdot 5,21 \cdot 10 - 88,43 - 2,72 = 27,25 \text{ хв.}$$

Простій порожніх вагонів в очікуванні вантажних операцій перевищує 40 хв, але при такій технології та максимальному завантаженні ВМ-1 у маневрових локомотивів відсутні неперервні проміжки часу тривалістю 30 хв, коли локомотиви не задіяні в маневровій роботі, а локомотивно-складацькі бригади мають обідню перерву.

Для ліквідації вказаного недоліку пропонується наступна технологія маневрової роботи з обслуговування ВМ-1 на прикладі локомотива №1.

Локомотив №1 (див. рис. 5.13) після осаджування составу порожніх вагонів на колію №87 та звільнення горловини перестановкою длокомотивом №2 завантажених вагонів на дозувальну колію не осаджує порожні вагони одразу на вантажну колію, а, при необхідності отримання обідньої перерви, стоїть з вагонами 30 хв, після чого осаджує вагони на вільну вантажну колію.

При цьому завантажені вагони очікують локомотив близько 1 хвилини, і відповідно збільшується тривалість очікування локомотивом №2 з порожніми вагонами на колії №87.

Зважаючи на наявні резерви часу, максимальний темп завантаження вагонів на ВМ-1 зберігається.

Розрахунок коефіцієнта використання маневрових локомотивів, що обслуговують ВМ-1

Графік роботи маневрових локомотивів (див. рис. 5.13) показує одночасність їх фактичної маневрової роботи. Це говорить про те, що використання одного маневрового локомотива не дозволить реалізувати максимальну переробну спроможність.

При екіпіруванні локомотивів необхідно виділяти додатковий (підмінний) маневровий локомотив для реалізації максимальної переробної спроможності.

Коефіцієнт фактичного використання маневрових локомотивів враховується за формулою

$$\gamma_{\text{л}}^{\text{факт}} = \frac{\sum T_{\text{ман}}}{1440 - \sum t_{\text{пост}}} \quad (5.1)$$

де $\sum t_{\text{пост}}$ – простій маневрового локомотива, пов'язаний з перезміною та обідніми перервами. У відповідності з вихідними даними $\sum t_{\text{пост}} = t_{\text{зм}}^{\text{лб}} + t_{\text{об}}^{\text{лб}} = 2,0$ год;

За добу при реалізації максимальної переробної спроможності на вантажний фронт подається $\sum n_{\text{под}} = \Pi_{\text{ВНМ-1}} / m_{\text{п}} = 212 / 10 = 21,2$ подач вагонів під завантаження.

Отже, на один маневровий локомотив припадає в середньому $n_{\text{под}}^{\text{лок}} = 10,6$ подачі вагонів на протязі доби.

При розрахунку добового обсягу маневрової роботи слід враховувати тривалість циклу операцій обслуговування маневровим локомотивом однієї подачі з 10 вагонів, яка становить $T_{\text{лок}}^{\text{ц}} = 88,43$ хв та тривалість простоїв одиночного маневрового локомотива чи локомотива з вагонами в очікуванні виконання маневрової роботи. В даному випадку необхідно враховувати тривалість очікування локомотивом з порожніми вагонами на колії №87 прибирання завантажених вагонів з колій №92 чи №93 та звільнення стрілочної горловини, яка становить $t_{\text{оч1}} = 2,72$ хв.

Таким чином, добовий обсяг маневрової роботи, що виконується одним маневровим локомотивом становить

$$\sum T_{\text{ман}} = n_{\text{под}}^{\text{лок}} (T_{\text{лок}}^{\text{ц}} + t_{\text{оч1}}) = 10,6 (88,43 + 2,72) = 966,2 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт фактичного використання маневрових локомотивів становить

$$\gamma_{\text{л}}^{\text{факт}} = \frac{966,2}{1440 - 120} = 0,73.$$

Таке завантаження маневрових локомотивів свідчить про нормальний режим їх роботи при реалізації максимальної переробної спроможності ВНМ-1.

5.4. Приклади розв'язання задач. Задача 6

Умова задачі

З використанням методів сітьового планування та управління розробити технологію роботи пункту навантаження сипучих вантажів, яка забезпечить максимальну його продуктивність при використанні одного маневрового локомотива.

Вихідні дані

Схему пункту навантаження сипучих вантажів, параметри колійного розвитку та технічного оснащення прийняти у відповідності з вихідними даними задачі 1. При розробці технології роботи пункту навантаження врахувати, що усі маневри з подачі та прибирання вагонів на колії ВНМ-1 виконуються одним 6-ти вісним локомотивом марки ЧМЕЗ з включенням та скороченим випробуванням автоматичних гальм у маневровому составі.

Рішення

Розглянемо два варіанта технології подачі порожніх, прибирання та дозування завантажених вагонів на пункті навантаження.

Перший варіант технології роботи пункту навантаження сипучих вантажів

Даний варіант технології роботи передбачає подавання групи з 10 порожніх вагонів під завантаження на вільну колію вантажного фронту (колія №92 або №93) після закінчення дозування чергової групи завантажених вагонів. Тривалість робіт, які виконує локомотив при обслуговування ВНМ-1, наведені у табл. 5.4.

Для визначення тривалості циклу роботи локомотива доцільно використовувати методи сітьового планування та управління [3]. З цією метою будується сітьовий графік – модель виробничого (технологічного) процесу у вигляді мережі, тобто фігури, яка складається з вершин (подій) і ребер (робіт). Розраховані параметри сітьового графіку дозволяють оцінити тривалість всього комплексу робіт (критичний

шлях) та визначити невиробничі простої, які знижують ефективність функціонування виробничого об'єкту.

Вихідними даними до побудови сітьового графіка є структурно-часова таблиця, яка являє собою список усіх робіт технологічного процесу, в якому вказуються їх тривалість та взаємна зумовленість

Структурна-часова таблиця циклу роботи локомотива при обслуговуванні ВМ-1 наведена у табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Структурна-часова таблиця циклу роботи локомотива при обслуговуванні ВМ-1 за першим варіантом

№ роботи	Склад роботи	Попередні роботи	Тривалість роботи, хв	Примітка
1	Інтервал між вантажними операціями на суміжних коліях вантажного фронту	–	8,0	
2	Завантаження 10 вагонів на колії №93	1	51,2	
3	Причеплення локомотива до завантаженої подачі (10 вагонів) на вантажному фронті (колія №92) та перестановка на дозувальний майданчик (колія №86)	–	18,98	Технологічна карта 10 (ТК10), сума рядків 1-3
4	Дозування вантажу та перестановка 10 вагонів на колію відстою №88	3	32,39	ТК10, сума рядків 4-8
5	Перестановка локомотива у парк Розвантажувальний, причеплення групи з 10 порожніх вагонів та їх перестановка на колію №87 до сигналу М314	4	21,55	ТК10, сума рядків 9-13
6	Подача 10 порожніх вагонів на навантажувальну колію №92	5	9,11	ТК10, сума рядків 14-16
7	Перестановка локомотива з колії №93 на колію №92	6	6,4	ТК10, рядок 17

За даними наведеної структурно-часової таблиці побудовано сітьовий графік циклу роботи локомотива при обслуговування ВМ-1, який наведено на рисунку 5.14.

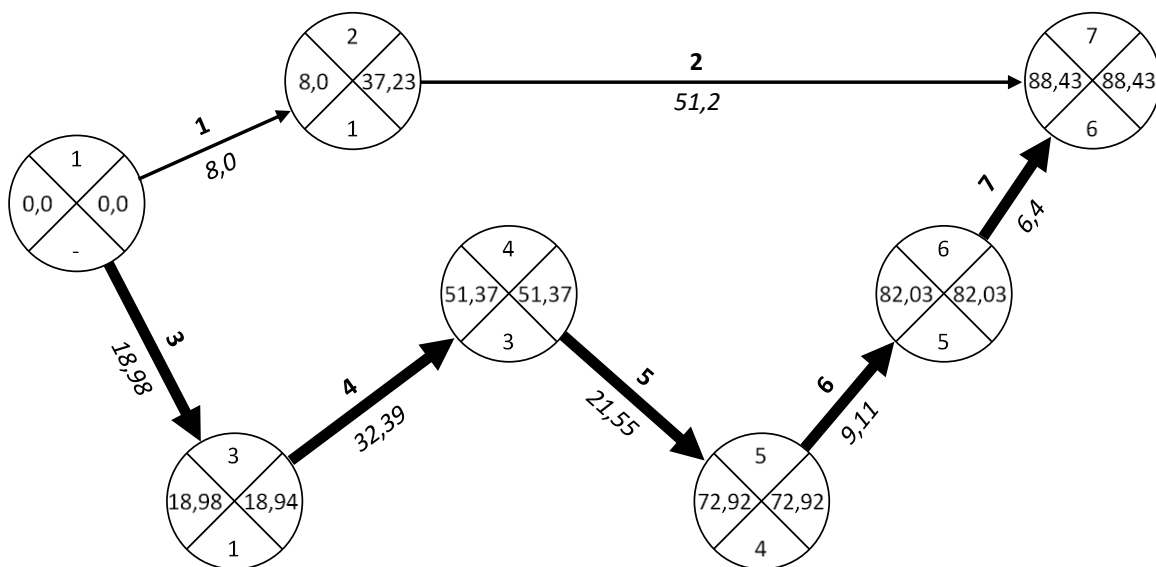


Рис. 5.14. Сітьовий графік циклу роботи локомотива при обслуговуванні ВНМ-1 за першим варіантом

Аналіз сітьового графіку показує, що до критичного шляху входять роботи 3-7, а загальна тривалість їх виконання є максимальною і становить 88,43 хв. Для визначення тривалості можливого простою завантажених вагонів в очікуванні локомотива, а також часу, коли ВНМ-1 не працює, необхідно розрахувати вільний резерв робіт 1 і 2, тобто максимальний час, на який можна відкласти виконання роботи, не затримуючи виконання наступної роботи. Вільний резерв роботи розраховується за формулою [3]

$$R^B = T_j^E - T_i^E - t_{ij},$$

де T_i^E, T_j^E – відповідно ранні строки настання подій i та j , хв;

t_{ij} – тривалість виконання роботи між подіями i та j , хв.

Отже вільний резерв роботи 1 дорівнює $R_1^B = 8 - 0 - 8 = 0$ хв, роботи 2 – $R_2^B = 88,43 - 8 - 51,2 = 29,23$ хв.

Таким чином, під час одного циклу тривалість очікування локомотиву вагонями на вантажному фронті після завантаження становить $t_{оч} = R_1^B + R_2^B = 0 + 29,23 = 29,23$ хв, при цьому ВНМ-1 не працює.

Другий варіант технології роботи пункту навантаження сипучих вантажів

Даний варіант технології роботи передбачає наступну послідовність маневрових операцій. Після витягування 10 завантажених вагонів на колію №86а, їх дозування і перестановки на колії накопичування, маневровий локомотив переставляє з колій парку Розвантажувальний на ходову колію №87 20 порожніх вагонів. З даної колії він осаджує на вільну колію вантажного фронту групу з 20 вагонів, відчіпляє 10 вагонів і витягує їх на колію №87. Локомотив обгониться по вільній колії №86 та причіпляється до групи завантажених вагонів, витягує їх на дозувальний майданчик, дозує і переставляє на колію накопичення. По закінченні перестановки локомотив прямує на колію №87, осаджує 10 порожніх вагонів на вільну колію вантажного фронту під завантаження, а потім переставляється на іншу колію вантажного фронту із завантаженими вагонами. Далі цикл операцій повторюється.

Таким чином, наведений цикл роботи маневрового локомотива передбачає завантаження і дозування 20 вагонів.

Тривалість деяких операцій розробленої технології визначені у Технологічній карті №10 (див. табл. 5.3). Результати розрахунок тривалості інших операцій наведені у табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Технологічна карта №11 розрахунку тривалості маневрових операцій, які виконує локомотив при обслуговуванні ВМ-1

№ з/п	Найменування операції	Довжина напів-рейсу, м	Кількість вагонів	Тривалість операції, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6
Перестановка локомотива в парк Розвантажувальний та причеплення до вагонів					
1	Напіврейс руху локомотива з колії №88 на витяжну колію №91	516	0	3,25	Формула (А.1)
2	Напіврейс заїзду локомотива на колію №83	453	0	2,99	Формула (А.1)
3	Причеплення локомотива до вагонів, включення та випробування автогальм		20	9,7	Формула (А.2)
Всього				15,94	

1	2	3	4	5	6
Перестановка порожніх вагонів з парку Розвантажувальний на колію №87 до сигналу М314					
4	Напіврейс витягування порожніх вагонів з колії №83 на витяжну колію №91	733	20	4,36	Формула (А.1)
5	Напіврейс осаджування вагонів з колії №91 на колію №87 до сигналу М314	910	20	5,07	Формула (А.1)
Всього				9,43	
Разом				25,37	
Подача порожніх вагонів на навантажувальну колію №92					
6	Осаджування вагонів на вантажний фронт на колію №92	465	20	5,22	Формула (А.1)
7	Точне встановлення вагонів на вантажному фронті		20	1,4	
8	Відчеплення локомотива від составу		10	2,6	Формула (А.7)
Всього				9,22	
Витягування порожніх 10-ти вагонів з навантажувальної колії №92 на колію №87					
9	Витягування вагонів з вантажного фронту на колію №87	325	10	3,43	Формула (А.1)
10	Відчеплення локомотива від составу		10	2,6	Формула (А.7)
Всього				6,03	
Перестановка локомотива з колії №87 через колію №86 на вантажний фронт на колію №93					
11	Напіврейс руху локомотива з колії №87 за сигнал М337	595	0	3,55	Формула (А.1)
12	Напіврейс руху локомотива по колії №86 на колію №93	1060	0	6,26	Формула (А.1)
Всього				12,94	
Перестановка локомотива з колії №88 на колію №87 та причеплення до вагонів					
13	Напіврейс руху локомотива з колії №88 за сигнал М337	341	0	2,54	Формула (А.1)
14	Напіврейс заїзду локомотива на колію №83	595	0	3,55	Формула (А.1)
15	Причеплення локомотива до вагонів, включення та випробування автогальм		10	7,4	Формула (А.3)
Всього				13,49	

Структурно-часова таблиця комплексу технологічних операцій за другим варіантом наведена у табл. 5.6, а сітьовий графік – на рис. 5.15.

Таблиця 5.6

Структурна-часова таблиця циклу роботи локомотива при обслуговуванні ВНМ-1 за другим варіантом

№ роботи	Склад роботи	Попередні роботи	Тривалість роботи, хв	Примітка
1	Інтервал між вантажними операціями на суміжних коліях вантажного фронту	–	8,0	
2	Завантаження 10 вагонів на колії №93	1	51,2	
3	Причеплення локомотива до завантаженої подачі (10 вагонів) на вантажному фронті (колія №92) та перестановка на дозувальний майданчик (колія №86)	–	18,98	ТК10, сума рядків 1-3
4	Дозування вантажу та перестановка 10 вагонів на колію відстою №88	3	32,39	ТК10, сума рядків 4-8
5	Перестановка локомотива у парк Розвантажувальний, причеплення групи з 20 порожніх вагонів та їх перестановка на колію №87 до сигналу М314	4	25,37	ТК11, сума рядків 1-5
6	Осаджування 20 вагонів з колії №87 на вантажний фронт (колія №92), їх закріплення та відчеплення 10 вагонів	5	9,22	ТК11, сума рядків 6-8
7	Витягування групи з 10 порожніх вагонів з колії №92 на колію №87 за сигнал М314	6	6,03	ТК11, сума рядків 9-10
8	Інтервал між вантажними операціями на суміжних коліях вантажного фронту	2	8,0	
9	Завантаження 10 вагонів на колії №92	6, 8	51,2	
10	Перестановка локомотива з колії №87 через колію №86 на вантажний фронт на колію №93	7	12,94	ТК11, сума рядків 11-12
11	Причеплення локомотива до завантаженої подачі (10 вагонів) на вантажному фронті (колія №93) та перестановка на дозувальний майданчик (колія №86)	2, 10	18,98	ТК10, сума рядків 1-3
12	Дозування вантажу та перестановка 10 вагонів на колію відстою №88	11	32,39	ТК10, сума рядків 4-8
13	Перестановка локомотива з колії №88 на колію №87 та причеплення до вагонів	12	13,49	ТК11, сума рядків 13-15
14	Осаджування 10 вагонів з колії №87 на вантажний фронт (колія №93)	13	9,11	ТК10, сума рядків 14-16
15	Перестановка локомотива з колії №93 на колію №92	14	6,4	ТК10, рядок 17

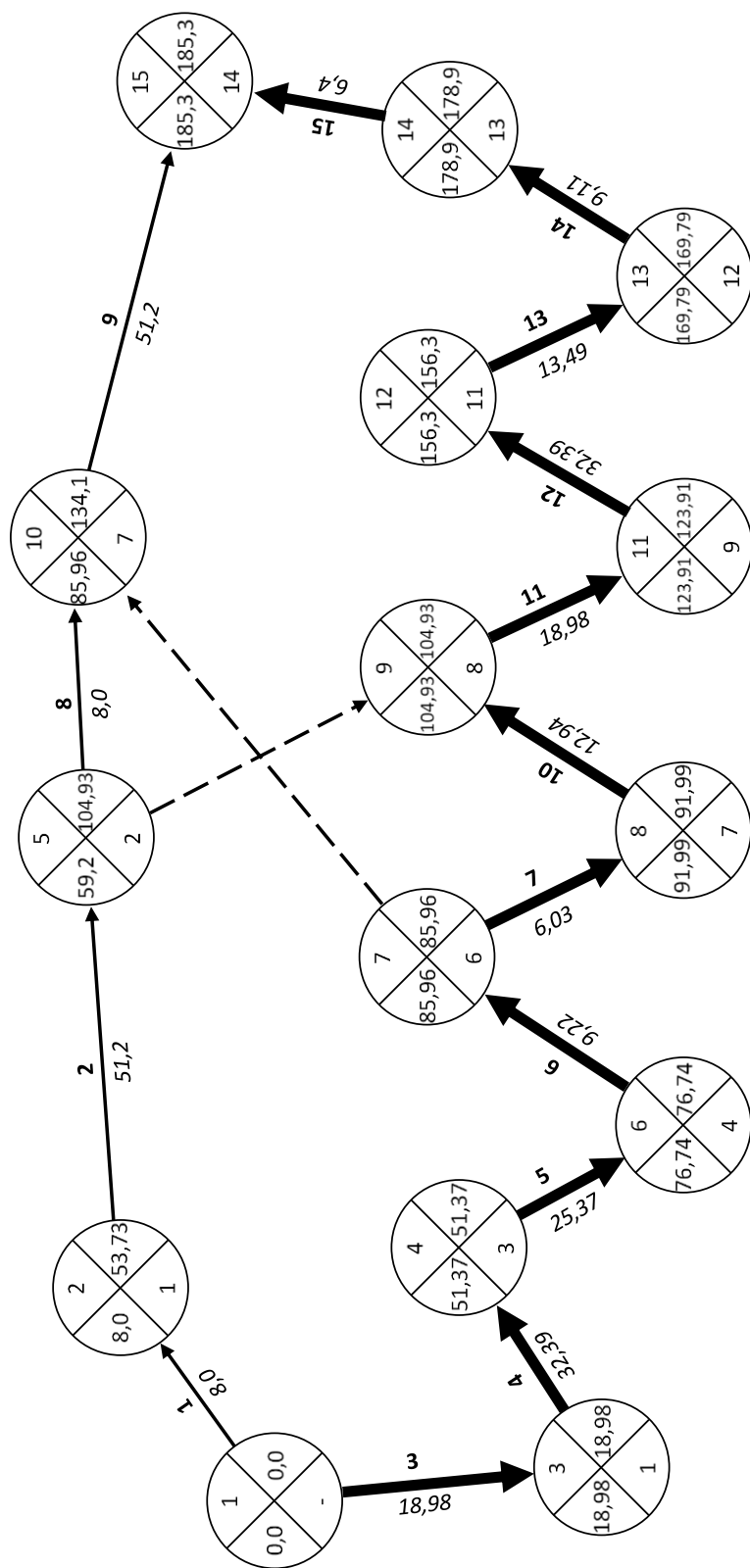


Рис. 5.15. Сітвовий графік циклу роботи локомотива при обслуговуванні ВММ-1 за другим варіантом

Аналіз сітьового графіку на рис. 5.15 показує, що критичний шлях складається з робіт, пов'язаних з виконанням маневрів (роботи 1-7 та 10-15). Загальна тривалість циклу роботи локомотива відповідає 185,3 хв. Як і в першому варіанті технології роботи пункту навантаження сипучих вантажів, завантажені вагони, що знаходяться на коліях вантажного фронту, очікують локомотив для їх прибирання. Слід зауважити, що у цей час ВНМ-1 також не працює.

Для оцінки загального часу очікування локомотива групою вагонів після завантаження у одному циклі виконаємо розрахунок вільного резерву для робіт 1, 2, 8 та 9:

$$R_1^B = 8 - 0 - 8 = 0 \text{ хв}, R_2^B = 59,2 - 8 - 51,2 = 0 \text{ хв},$$

$$R_8^B = 85,96 - 59,2 - 8 = 18,76 \text{ хв}, R_9^B = 185,3 - 85,96 - 51,2 = 48,14 \text{ хв}.$$

Таким чином, загальний час очікування локомотива групою вагонів після завантаження у одному циклі становить

$$t_{\text{оч}} = R_1^B + R_2^B + R_8^B + R_9^B = 0 + 0 + 18,76 + 48,14 = 66,9 \text{ хв}.$$

Розрахунок продуктивності пункту навантаження сипучих вантажів

В результаті розрахунку часових параметрів сітьових графіків циклу роботи локомотива при обслуговування ВНМ-1 були отримані значення показників по варіантам, які представлені у таблиці 5.7.

Таблиця 5.7

Значення показників циклу роботи локомотива при обслуговуванні ВНМ-1 по варіантам

Варіант	Показник		
	Тривалість циклу $T_{\text{ц}}$, хв	Кількість завантажених вагонів за цикл $n_{\text{ц}}$, ваг	Період часу в циклі, коли ВНМ-1 не працює, хв
1	88,43	10	29,23
2	185,30	20	66,90

З урахуванням того, що обмежуючим елементом у роботі пункту навантаження є комплекс маневрових операцій з подачі, прибирання та дозування вагонів, які виконує локомотив, добова продуктивність пункту визначається за формулою

$$P_{\text{пн}} = \frac{(1440 - T_{\text{пер}}^{\text{лок}}) \gamma_{\text{л}}}{T_{\text{ц}}} n_{\text{ц}},$$

де $T_{\text{пер}}^{\text{лок}}$ – перерви у роботі маневрового локомотива, у відповідності з вихідними даними $T_{\text{пер}}^{\text{лок}} = 120$ хв;

$\gamma_{\text{л}}$ – коефіцієнт використання локомотива, прийнято $\gamma_{\text{л}} = 0,85$ (див. пояснення до формули (3.2)).

Також слід зазначити, що перезміни та обідні перерви для працівників ВНМ-1 можуть бути організовані під час, коли ВНМ-1 не працює, а завантажені вагони очікують локомотив для їх прибирання з колії вантажного фронту.

Отже, визначимо добову продуктивність пункту навантаження по варіантам.

$$P_{\text{пн}}^{\text{1вар}} = \frac{(1440 - 120) \cdot 0,85}{88,43} \cdot 10 = 126 \text{ вагонів};$$

$$P_{\text{пн}}^{\text{2вар}} = \frac{(1440 - 120) \cdot 0,85}{185,3} \cdot 20 = 121 \text{ вагон.}$$

Таким чином, перший варіант технології роботи пункту навантаження сипучих вантажів при обслуговуванні його одним маневровим локомотивом забезпечує його найбільшу добову продуктивність, яка становить 126 вагонів на добу, або 59,4% від максимальної переробної спроможності.

Контрольні запитання та завдання

1. Які механізми дозволяють виконувати дозування вагонів, та які маніпуляції з вантажем при цьому можливі?
2. Наведіть порядок та послідовність операцій з вагонами, що знаходяться на колії №83, при їх завантаженні на ВНМ-1.
3. Яку технологію маневрової роботи з обслуговування ВНМ-1 слід застосовувати при неперервному процесі завантаження вагонів на коліях №92 та №93?
4. Які операції слід виконати з вагонами, що були навантажені на коліях №92 і №93?
5. Наведіть порядок виконання операцій при обслуговуванні ВНМ-1 одним локомотивом.
6. Які операції впливають на тривалість знаходження навантажених вагонів на вантажному фронті?
7. Що собою представляє критичний шлях на сітьовому графіку?

8. Як вплине на продуктивність пункту навантаження сипучих вантажів факт використання лише однієї колії на вантажному фронті при обслуговуванні ВНМ-1 одним локомотивом? Поясніть чому?

9. Які фактори впливають на продуктивність пункту навантаження сипучих вантажів?

10. Як впливає тривалість перерв в роботі локомотива та ВНМ-1 на продуктивність пункту навантаження сипучих вантажів?

11. Порівняйте методи графічного моделювання та сітьового планування і управління. Які на вашу думку переваги та недоліки вказаних методів?

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила обслуговування залізничних під'їзних колій. Наказ Міністерства транспорту України №644 від 21.11.2000. 44 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0875-00#Text>.

2. Методичні вказівки з розрахунку норм часу на маневрові роботи, які виконуються на залізничному транспорті. Київ : Укрзалізниця, 2003. 81 с.

3. Козаченко Д. М., Вернигора Р. В., Малашкін В. В. Основи дослідження операцій у транспортних системах: приклади та задачі : навч. посіб. Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2015. 277 с.

4. Експлуатаційна робота залізничних станцій: приклади та задачі : навч. посіб. / Д. М. Козаченко та ін. Дніпропетровськ : ПФ «Стандарт-Сервіс», 2013. 108 с.

5. Комп'ютерна програма «Норми часу на маневрові операції». URL: <http://ndch.diit.edu.ua/ua/innovative/programma-normy-vremeni-na-manetrovye-operatsii-1-0.html>

6. Правила технічної експлуатації залізниць України. Міністерство транспорту України. Київ, 2003. 133 с.

Нормування тривалості маневрових операцій

А.1 Загальні положення

Порядок виконання маневрів з вагонами при обслуговуванні вантажних фронтів у пунктах перевалки вантажу залежить від значної кількості факторів, основними з яких є:

- технологія виконання навантажувально-розвантажувальних робіт;
- кількість технологічних операцій, що відбуваються з вагонами (ТО, КО, зважування і тарування вагонів тощо) та місця їх виконання;
- кількість вагонів, що одночасно подаються на вантажні fronti;
- кількість локомотивів, задіяних на обслуговуванні певного вантажного фронту тощо.

Основні теоретичні відомості щодо організації маневрової роботи на магістральних станціях, нормування тривалості маневрових операцій, розробки технології обслуговування поїздів та вагонів на станціях, а також приклади виконання практичних розрахунків наведені в навчальному посібнику [4]. Цим теоретичним матеріалом, а також матеріалом та прикладами рішення задач, викладеними в даному посібнику, слід користуватися при вирішенні відповідних задач курсового та дипломного проектування.

Норми часу на маневрові напіврейси доцільно розраховувати, користуючись програмою «Норми часу на маневрові операції», безкоштовний доступ до якої забезпечується за посиланням [5].

Маневрова робота складається безпосередньо з переміщення маневрових составів чи одиночних локомотивів і додаткових операцій, таких як переговори керівника та учасників маневрів, приготування маршруту, закріплення составу гальмовими башмаками та їх прибирання, причеплення та відчеплення локомотива до составу, приєднання та роз'єднання гальмових рукавів, випробування

автогальм у маневрових составах, відпускання автоматичних гальм вагонів, прохід складача поїздів уздовж составу тощо.

В табл. А.1 наведено перелік додаткових операцій при виконанні маневрів та норми часу на їх виконання.

Таблиця А.1

Норми часу на виконання додаткових операцій при виконанні маневрів

№ з/п	Найменування операції	Одиниця виміру	Тривалість, хв
1	2	3	4
1	Розпорядження ДСП локомотиво-складацькій бригаді на виконання маневрової роботи	Операція	0,37*
2	Доповідь складача поїздів про готовність до виконання маневрів чи доповідь про виконання маневру	Операція	0,3
3	Укладання чи прибирання гальмового башмака з урахуванням взяття башмака зі стелажу та вкладанням в стелаж	Башмак	0,35 <i>n</i>
4	Точне встановлення вагонів на вантажному фронті	Операція	1,4
5	Причеплення (відчеплення) локомотива до (від) составу, або відчеплення групи вагонів від составу	Операція	0,2
6	Причеплення групи вагонів з локомотивом до составу	Операція	0,4
7	З'єднання (роз'єднання) гальмових рукавів та відкриття (закриття) кінцевих кранів	Операція	0,2
8	Заповнення магістралі стисненим повітрям та випробування автоматичних гальм у составі з <i>m</i> вагонів	Операція	3+0,14 <i>m</i>
9	Прохід складачем відстані	100 м/1 вагон	1,0/0,14 <i>m</i>
10	Огляд составу з <i>m</i> вагонів та перевірка відсутності перешкод для руху складачем поїздів після виконання вантажних операцій	Вагон	0,32 <i>m</i>
11	Прохід складача вздовж составу з перевіркою відсутності перешкод для руху	Вагон	0,16 <i>m</i>
12	Відпуск автогальм в составі з <i>m</i> вагонів	Вагон	0,16 <i>m</i>
13	Підняття складачем на підніжку вагону та подача команди машиністу локомотива про початок руху	Операція	0,1

1	2	3	4
14	Сприйняття команди машиністом локомотива і приведення маневрового составу в рух	Операція	0,1
15	Зміна напрямку руху маневрового составу при виконанні напіврейсів витягування та подальшого осаджування чи навпаки	Операція	0,5
16	Узгодження плану маневрів в межах вантажного фронту з начальником зміни на вантажному фронті (оператором ВП, бригадиром вантажників тощо)	Операція	0,5

*Прийнято, що в умовах ЕЦ приготування маршруту та відкриття сигналу здійснюється паралельно розпорядженню на виконання маневрової роботи.

Деякі операції при обслуговуванні вантажних пунктів є типовими та повторюються при виконанні маневрів на вантажних фронтах та інших залізничних коліях. До них відносяться наведені нижче операції, що різняться потребою у включенні та випробуванні автоматичних гальм у маневровому составі:

- причеплення локомотива до составу з подальшою перестановкою усіх чи частини вагонів, що знаходяться на колії з включенням та випробування автогальм у вагонах чи без випробування автогальм;
- причеплення локомотива до составу на вантажному фронті з необхідністю з'єднання гальмових рукавів, огляду составу та колії на наявність перешкод для руху з подальшою перестановкою усіх вагонів;
- постановка на вільну колію групи вагонів;
- постановка на зайняту колію групи вагонів з подальшим осаджуванням всієї групи вагонів та переукладанням гальмових башмаків;
- постановка на зайняту колію групи вагонів без подальшого осаджування всієї групи вагонів та переукладання гальмових башмаків.

А.2 Розрахунок норм часу на виконання напіврейсу разом з додатковими операціями

При здійсненні напіврейсу одиночного локомотива чи маневрового составу здійснюються однотипні переговори між черговим по станції, складачем поїздів та машиністом маневрового локомотива.

Розрахунок норм часу на виконання напіврейсу від отримання розпорядження на виконання маневрової роботи до зупинки і доповіді про виконання роботи наведений на рис. А.1.

№ з/п	Найменування операції	Норматив, хв	Тривалість, хв				Виконавець
			1	2	3	4	
1	Розпорядження ДСП на виконання маневрової роботи	0,37	■				ДСП
2	Подача команди складачем	0,1	■				Складач
3	Сприйняття команди машиністом і приведення составу в рух	0,1	■				Машиніст локомотива
4	Маневровий напіврейс	$t_{нр}$	■				Машиніст локомотива, складач
5	Доповідь про виконання маневрової роботи	0,3			■		Складач
Загальна тривалість			$0,87+t_{нр}$				

Рис. А.1. Розрахунок норм часу на виконання напіврейсу разом з додатковими операціями

Тривалість напіврейсу разом з додатковими операціями розраховується за формулою

$$t_{нрд} = 0,87 + t_{нр} \quad (A.1)$$

А.3 Розрахунок норм часу на причеплення локомотива до составу

Далі розглянуто розрахунок норм часу на причеплення локомотива до составу в різних експлуатаційних умовах – на вантажних фронтах та інших залізничних коліях.

Розрахунок норм часу на причеплення локомотива до составу, у якому з'єднані гальмові рукави, із прибиранням з колії частини вагонів за умови закріплення составу з протилежної сторони відносно заїзду локомотива та включенням і скороченим випробуванням автогальм наведений на рис. А.2.

№ з/п	Найменування операції	Норматив, хв	Тривалість, хв							Виконавець	
			1	2	3	4	5	6	7		
1	Причеплення локомотива до складу	0,2	■								Машиніст локомотива, складач
2	Прохід складача вздовж складу, перевірка відсутності перешкод для руху	0,16 m_c	■	■							Складач
3	Заповнення гальмової магістралі, випробування автогальм	3+0,14 m_c			■	■	■	■	■		Машиніст локомотива, складач
4	Відчеплення вагонів, що прибираються з колії	0,2								■	Машиніст локомотива, складач
5	Доповідь про виконання роботи	0,3								■	Складач
Загальна тривалість			3,7+0,3 m_c								

Рис. А.2. Графік виконання операцій по причепленню локомотива до складу, у якому з'єднані гальмові рукави, для прибирання частини вагонів при відсутності потреби у прибиранні башмаків та закріпленні складу

Графічна ілюстрація розрахунку вказаної операції (див. рис. А.2) виконана для випадку прибирання з колії 8-ми вагонів.

В загальному вигляді тривалість вказаної операції визначається за формулою

$$t_{\text{прич1}} = 3,7 + 0,3m_c \quad (\text{А.2})$$

У випадку прибирання з колії всієї групи вагонів виконується комплекс операцій, наведених на рис. А.2 та додатково операція прибирання і укладання гальмових башмаків в стелаж тривалістю $0,35n$ хв. Тривалість операції з урахуванням прибирання башмаків розраховується за формулою

$$t_{\text{прич2}} = 3,7 + 0,3m_c + 0,35n \quad (\text{А.3})$$

Вагони на колії можуть накопичуватися в процесі їх сортування, перестановки з інших колій чи вантажних фронтів, з колій відстою чи ремонту, тощо. Тоді виникає необхідність при подальших маневрах з включенням автогальм у з'єднанні гальмових рукавів, а при розрахунках – у врахуванні тривалості цієї операції та операції відкриття (для останнього вагону закриття) кінцевих кранів – $0,2m_c$. У цьому випадку тривалість причеплення локомотива до складу розраховується за формулою

$$t_{\text{прич3}} = 3,7 + 0,5m_c + 0,35n \quad (\text{A.4})$$

На деяких вантажних фронтах, таких як вагоноперекидачі, вантажні операції виконуються з розчепленням вагонів, тому при прибиранні вагонів з колії вантажного фронту також виникає потреба у з'єднанні гальмових рукавів вагонів. Але при цьому необхідно здійснити огляд вагонів на предмет безпеки виконання подальших маневрових операцій, а також перевірити залізничну колію на відсутність перешкод для руху.

Розрахунок норм часу на причеплення локомотива до складу після виконання вантажних операцій з прибиранням з колії усіх вагонів з включенням і скороченим випробуванням автогальм наведений на рис. А.3.

Графічна ілюстрація розрахунку вказаної операції (див. рис. А.3) виконана для випадку прибирання з колії 16-ти вагонів.

При цьому складач поїздів спочатку проходить до хвостового вагону, оглядаючи склад і залізничну колію та з'єднуючи між собою гальмові рукави вагонів, далі складач поїздів проходить до локомотива, оглядаючи склад та колію з іншої сторони; паралельно цій операції здійснюється заповнення гальмової магістралі вагонів складу від компресора локомотива.

Після завершення огляду вагонів і перевірки відсутності перешкод для руху складач поїздів проходить до хвостового вагону і виконує разом з машиністом випробування автогальм.

Після випробування автогальм складач поїздів прибирає гальмові башмаки і доповідає ДСП про готовність до прибирання вагонів з вантажного фронту.

В загальному вигляді тривалість вказаної операції визначається за формулою

$$t_{\text{прич4}} = 4,0 + 0,66m_c + 0,35n \quad (\text{A.5})$$

Слід враховувати, що вантажні операції можуть виконуватися без розчеплення вагонів та роз'єднання гальмових рукавів.

№ з/п	Найменування операції	Норматив, хв	Тривалість, хв													Виконавець		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1	Отримання дозволу на причеплення локомотива до вагонів від оператора вантажного фронту	0,5	■															Начальник зміни ВФ, складач
2	Причеплення локомотива до вагонів	0,2	■															Машиніст локомотива, складач
3	Огляд складачем составу, перевірка відсутності перешкод для руху, з'єднання гальмових рукавів та відкриття кінцевих кранів	0,16т _с + 0,2т _с	■	■														Складач
4	Огляд складачем составу, перевірка відсутності перешкод для руху	0,16т _с						■										Складач
5	Зарядка гальмової магістралі, випробування автогальм	3+0,14т _с											■	■				Машиніст локомотива, складач
6	Прибирання та вкладки гальмових башмаків в стелаж	0,35л															■	Складач
7	Доповідь про виконання роботи	0,3															■	Складач
Загальна тривалість			4,0+0,66т _с + 0,35л															

Рис. А.3. Розрахунок норм часу на причеплення локомотива до состава після виконання вантажних операцій з прибиранням з колії усіх вагонів з включенням і скороченням випробуванням автогальм

Тоді тривалість причеплення локомотива до складу буде включати комплекс операцій, вказаних у формулі (А.5) за виключенням з'єднання гальмових рукавів – $0,2m_c$ і розраховуватиметься за формулою

$$t_{\text{прич5}} = 4,0 + 0,46m_c + 0,35n \quad (\text{А.6})$$

А.4 Розрахунок норм часу на відчеплення локомотива від складу

Розрахунок норм часу на відчеплення локомотива від складу при осаджуванні вагонів на вільну колію наведений на рис. А.4. Графічна ілюстрація розрахунку вказаної операції виконана для 8-ми вагонів у складі, що осаджується на колію.

№ з/п	Найменування операції	Норматив, хв	Тривалість, хв				Виконавець
			1	2	3	4	
1	Прохід складача поїздів до локомотива	$0,14m_c$					Складач
2	Взяття башмаків зі стелажу та закріплення складу	$0,35n$					Складач
3	Відчеплення локомотива від складу	$0,2$					Машиніст локомотива, складач
4	Доповідь про виконання маневрової роботи	$0,3$					Складач
Загальна тривалість			$0,5 + 0,14m_c + 0,35n$				

Рис. А.4. Розрахунок норм часу на відчеплення локомотива від складу при осаджуванні вагонів на вільну колію

Тривалість операції відчеплення локомотива від складу при осаджуванні вагонів на вільну колію визначається за формулою

$$t_{\text{відч1}} = 0,5 + 0,14m_c + 0,35n \quad (\text{А.7})$$

При осаджуванні вагонів на зайняту колію і відсутності потреби в подальшому осаджуванні всієї групи вагонів та вкладанні гальмових башмаків виконується той же перелік операцій, що наведений на рис.

4 за виключенням операції 2, та додатково операція з'єднання вагонів. Тривалість відчеплення локомотива від составу при осаджуванні вагонів на зайняту колію визнається за формулою

$$t_{\text{відч2}} = 0,9 + 0,14m_c \quad (\text{A.8})$$

Розрахунок норм часу на причеплення групи вагонів до составу, що знаходиться на колії з кількістю вагонів m_k , з подальшим осаджуванням всієї групи вагонів, наведений на рис. А.5.

Автоматичні гальма в групі вагонів, що знаходяться на колії, допускається не включати, так як вказані маневри здійснюються в межах колії. Кількість вагонів, що знаходиться на колії – 16, осаджується група з 16-ти вагонів.

При цьому прийнято наступний порядок виконання операцій.

Після з'єднання групи вагонів, що осаджується на колію, з вагонами на колії, здійснюється прибирання гальмових башмаків, складач поїздів проходить до крайнього вагону з групи, що знаходяться на колії і контролює осаджування всього составу.

Після зупинки складач поїздів проходить до локомотива, закріплює состав і відчіпляє маневровий локомотив.

В навчальних цілях середню швидкість осаджування вагонів з урахуванням розгону та гальмування можна прийняти рівною 7 км/год, а тривалість осаджування всієї групи вагонів рівною $0,12m_o$, де m_o – кількість вагонів, що осаджуються на колію.

Тривалість операції постановки на зайняту колію вагонів з подальшим осаджуванням всієї групи розраховується за формулою

$$t_{\text{oc1}} = 0,9 + 0,28m_k + 0,26m_o + 0,7n \quad (\text{A.9})$$

Розрахунок норм часу на причеплення локомотива до составу для забирання частини вагонів і підтягування решти вагонів наведений на рис. А.6. У розрахунку прийнято, з колії прибираються 8 вагонів.

У випадку прибирання з колії частини вагонів з боку закріплення вагонів гальмовими башмаками виникає необхідність підтягування групи вагонів, що знаходиться на колії до зони закріплення вагонів гальмовими башмаками. Так як маневри здійснюються в межах колії, то включення і випробування автогальм здійснюється тільки в тих вагонах, що прибираються з колії.

№ з/п	Найменування операції	Норматив, хв	Тривалість, хв											Виконавець		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	Причеплення локомотива з вагонами до вагонів на колії	0,4	■													Машиніст локомотива, складач
2	Прибирання гальмових башмаків	0,35n	■													Машиніст локомотива, складач
3	Прохід складача поїздів до крайнього вагону на колії	0,14m _к		■												Складач
4	Осаджування составу	0,12m _о			■											Машиніст локомотива, складач
5	Прохід складача поїздів до локомотива	0,14(m _к +m _о)				■										Складач
6	Закріплення составу	0,35n													■	Складач
7	Відчеплення локомотива від составу	0,2													■	Машиніст локомотива, складач
8	Доповідь про виконання маневрової роботи	0,3													■	Складач
Загальна тривалість		0,9+0,28m _к +0,26m _о +0,7n														

Рис. А.5. Розрахунок норм часу на причеплення групи вагонів до составу, що знаходиться на колії, з подальшим осаджуванням всієї групи вагонів без включення і випробуванням автотальм в групі вагонів, що знаходиться на колії

В навчальних цілях середню швидкість підтягування вагонів, аналогічно попереднім розрахункам, приймаємо рівною 7 км/год, а тривалість підтягування вагонів рівною $0,12m_{\text{приб}}$, де $m_{\text{приб}}$ – кількість вагонів, що прибираються з колії.

Тривалість операції прибирання з колії частини вагонів з підтягуванням до зони закріплення групи вагонів, що залишається на колії, розраховується за формулою

$$t_{\text{під1}} = 4,47 + 0,42m_{\text{приб}} + 0,7n \quad (\text{A.10})$$

№ з/п	Найменування операції	Норматив, хв	Тривалість, хв										Виконавець			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Причеплення локомотива до составу	0,2	■													Машиніст локомотива, складач
2	Прибирання гальмових башмаків та вкладання в стелаж	$0,35n$	■													Машиніст локомотива, складач
3	Прохід складача поїздів до вагону, що залишається на колії, перевірка відсутності перешкод для руху	$0,16m_{\text{приб}}$		■												Складач
4	Зарядка гальмової магістралі, випробування автогальм у вагонах, що прибираються	$3+0,14m_{\text{приб}}$			■	■	■	■	■							Машиніст локомотива, складач
5	Доповідь про виконання роботи	0,3												■		Складач
6	Розпорядження ДСП на виконання маневрової роботи	0,37												■		Складач
7	Подача команди складачем, сприйняття команди і приведення составу в рух	0,2													■	Машиніст локомотива, складач
8	Підтягування вагонів	$0,12m_{\text{приб}}$													■	Машиніст локомотива, складач
9	Взяття башмаків зі стелажу та закріплення	$0,35n$													■	Складач
10	Розчеплення вагонів	0,2													■	Складач
11	Подача команди складачем, сприйняття команди і приведення составу в рух	0,2													■	Машиніст локомотива, складач
Загальна тривалість			$4,47+0,42m_{\text{приб}}+0,7n$													

Рис. А.6. Розрахунок норм часу на причеплення локомотива до составу для забирання частини вагонів і підтягування решти вагонів без випробування автогальм в групі вагонів, що залишається на колії

Навчальне видання

*Микола Іванович Березовий, Ігор Ярославович Сковрон,
Світлана Вікторівна Боричева, Вячеслав Віталійович Малашкін*

ПРОМИСЛОВИЙ ТРАНСПОРТ

**ПЕРЕРОБНА СПРОМОЖНІСТЬ ВАНТАЖНИХ ФРОНТІВ:
ПРИКЛАДИ ТА ЗАДАЧІ**

Навчальний посібник

Відповідальний редактор М. І. Березовий
Комп'ютерна верстка І. Я. Сковрон
Дизайн обкладинки В. В. Малашкін

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 7,85.

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 263, м. Дніпро, 49010.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022



МИКОЛА ІВАНОВИЧ БЕРЕЗОВИЙ



ІГОР ЯРОСЛАВОВИЧ СКОВРОН



СВІТЛАНА ВІКТОРІВНА БОРИЧЕВА



ВЯЧЕСЛАВ ВІТАЛІЙОВИЧ МАЛАШКІН