

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний  
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»  
(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавра  
(ступінь вищої освіти)

на тему:

«ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КОЛОШНИКОВОГО ПИЛУ В УМОВАХ  
МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА»

Виконав: студент(ка) IV курсу, групи T-810сп

Спеціальності 275 Транспортні технології  
(за видами)  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)  
«Організація перевезень і логістичне  
управління на залізничному транспорті»

|           |                                                                                      |                                               |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|           |  | <u>Станіслав БІЛОУСОВ</u><br>(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ) |
| Керівник  |  | <u>Сергій ТУРПАК</u><br>(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)      |
| Рецензент |  | <u>Ольга ДУДАРЕНКО</u><br>(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)    |

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**

Факультет Транспортний  
 Кафедра «Транспортні технології»  
 Ступінь вищої освіти бакалавр  
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»  
 (код і найменування)  
 Освітня програма (спеціалізація) «Організація перевезень і логістичне управління на залізничному транспорті»  
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«10» травня 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)**

БІЛОУСОВА Станіслава Євгенівича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація перевезень колошникового пилу в умовах металургійного підприємства

керівник проєкту (роботи) д.т.н., проф. ТУРПАК Сергій Миколайович,  
 (науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «22» травня 2023 року №207

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 06.06.2023р.

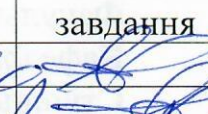
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча схема колійного розвитку, характеристики вантажу та рухомого складу, обсяги перевезень, характеристики вантажних пунктів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Розрахункова частина. 2.1 Розрахунок планових обсягів постачань колошникового пилу у вагонах. 2.2. Характеристика процесів вантажних робіт. 2.2 Розрахунок тривалості вивантаження вагонів з колошниковим пилом на підприємстві. 2.3 Визначення тривалості доставки колошникового пилу магістральним залізничним транспортом. 2.4 Розробка графіків обороту власних вагонів. 2.5 Визначення потрібної кількості рухомого складу для перевезень колошникового пилу. 3. Економічна частина.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація дипломної роботи

## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                        |                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                           | завдання видав                                                                      | прийняв виконане завдання                                                           |
| 1      | Турпак С.М., зав. каф.                    |  |  |
| 2      | Турпак С.М., зав. каф.                    |  |  |
| 3      | Харченко Т.В., старш. викл.               |  |  |

7. Дата видачі завдання «10» травня 2023 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

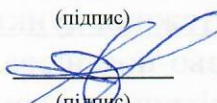
| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту (роботи)                                                                                                    | Строк виконання етапів проєкту (роботи) | Примітка |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 1     | Аналітична частина                                                                                                                          | 20.05. – 24.05.                         |          |
| 2     | Розрахункова частина                                                                                                                        | 24.05. – 30.05.                         |          |
| 3     | Спеціальна частина                                                                                                                          | 30.05. – 02.06.                         |          |
| 4     | Економічна частина                                                                                                                          | 02.06. – 06.06.                         |          |
| 5     | Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи | 06.06. – 30.06.                         |          |

**Студент(ка)**

  
(підпис)

**Станіслав БІЛОУСОВ**  
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

**Керівник проєкту (роботи)**

  
(підпис)

**Сергій ТУРПАК**  
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ПЗ : 52 с., 12 рис., 11 табл., 15 джерел.

### ТРАНСПОРТНО-ВИРОБНИЧА СИСТЕМА, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, КОЛОШНИКОВИЙ ПИЛ, ДОМЕННИЙ ЦЕХ, ЗАЛІЗНИЧНА СТАНЦІЯ

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень колошникового пилу в умовах металургійного підприємства.

Мета роботи – розрахунок технічних показників процесу перевезень та визначення витрат на доставку колошникового пилу.

Методи дослідження – аналітичний та графічний аналіз.

В роботі організовано перевезення колошникового пилу в умовах металургійного підприємства. Виконані технічні та економічні розрахунки, визначено витрати на перевезення, собівартість перевезення тони колошникового пилу.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                                                                                                                    | с. |
| Завдання на дипломну роботу .....                                                                                  | 2  |
| Реферат.....                                                                                                       | 4  |
| Вступ .....                                                                                                        | 7  |
| 1 Аналітична частина .....                                                                                         | 8  |
| 1.1 Характеристика колошникового пилу та технології його<br>виробництва .....                                      | 8  |
| 1.1.1 Транспортно-виробнича система відокремлення,<br>накопичення та навантаження колошникового пилу .....         | 8  |
| 1.1.2 Характеристика вантажу .....                                                                                 | 12 |
| 1.2 Характеристика процесів використання колошникового<br>пилу в металургійному виробництві .....                  | 13 |
| 1.3 Постановка завдання дипломної роботи .....                                                                     | 16 |
| 2 Розрахункова частина .....                                                                                       | 17 |
| 2.1 Розрахунок планових обсягів постачань колошникового<br>пилу у вагонах .....                                    | 17 |
| 2.2 Розрахунок тривалості вивантаження вагонів з<br>колошниковим пилом на підприємстві .....                       | 20 |
| 2.3 Визначення тривалості доставки колошникового пилу<br>магістральним залізничним транспортом .....               | 24 |
| 2.3.1 Визначення тривалості знаходження вагонів<br>з колошниковим пилом на станції Східна .....                    | 24 |
| 2.3.2 Визначення тривалості знаходження вагонів<br>з колошниковим пилом на Південному<br>залізничному районі ..... | 26 |

|       |                                                                                                                                     |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.3 | Визначення тривалості знаходження вагонів<br>з колошниковим пилом на станції Рудна та<br>порожніх вагонів на станції Південна ..... | 28 |
| 2.3.4 | Визначення тривалості знаходження вагонів після<br>вивантаження колошникового пилу на станції Східна .....                          | 32 |
| 2.4   | Розробка графіків обороту власних вагонів .....                                                                                     | 37 |
| 2.5   | Визначення потрібної кількості рухомого складу<br>для перевезень колошникового пилу .....                                           | 40 |
| 2.6   | Добові технологічні показники роботи .....                                                                                          | 41 |
| 3     | Економічна частина .....                                                                                                            | 44 |
| 3.1   | Визначення річних показників обслуговування перевезень<br>колошникового пилу в умовах металургійного підприємства ...               | 44 |
| 3.2   | Визначення річних економічних показників<br>перевезень колошникового пилу в умовах<br>металургійного підприємства .....             | 45 |
| 3.3   | Собівартість перевезень тони колошникового пилу .....                                                                               | 48 |
|       | Висновки .....                                                                                                                      | 50 |
|       | Перелік джерел посилання .....                                                                                                      | 51 |

## ВСТУП

В дипломній роботі розглядається перевезення колошникового пилу, що утворюється під час очищення доменного газу в процесі доменного виробництва.

На прикладі металургійного підприємства Запоріжсталь розглядається технологія використання даної сировини, особливості транспортно-виробничих процесів.

Робота присвячена організації процесу доставки колошникового пилу від зовнішніх постачальників, розраховано потрібну кількість вагонів для виконання перевезень.

Використання відходів виробництва для виготовлення чавуну є важливим як з економічної так і екологічної точки зору, є актуальною тематикою, у тому числі, для вирішення питань їх доставки.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Характеристика колошникового пилу та технології його виробництва

#### 1.1.1 Транспортно-виробнича система відокремлення, накопичення та навантаження колошникового пилу

В процесі виробництва чавуну утворюється доменний газ, що містить 10-30 г/м пилу, дисперсність і хімічний склад якого залежить від складу і якості підготовки шихти, тиском газу, обсягу кисню в дутті, кількості введеного до печі коксового замітника та ін.

Вихід доменного газу і його характеристики залежать від конкретних умов роботи доменної печі. Основними споживачами доменного газу є доменні і коксові печі. Для нормальної роботи цих агрегатів запиленість очищеного газу повинна становити 5-10 мг/м<sup>3</sup>, температура доменного газу – 35-40 ° С, вологість – до 50 г/м<sup>3</sup> [1].

Серед прикладів газоочищення – доменна піч 9 «АрселорМіттал Кривий Ріг» об'ємом 5000 м<sup>3</sup> складається з сухого пиловловлювача, скрубера 29 м з трьома ярусами поливу, трьох круглих нерегульованих трубок Вентурі, двох тангенціальних краплинних уловлювачів, дросельної групи, краплєвловлювача.

Газоочищення доменної печі 5 Макіївського метзаводу, обсяг якої – 1400 м<sup>3</sup> складається з сухого пиловловлювача, скрубера, нерегульованої труби Вентурі.

Газоочищення доменної печі 3 металургійного комбінату «Азовсталь» об'ємом 1800 м<sup>3</sup> складалась з сухого пиловловлювача, скрубера з 4 ступенями поливу [1].

При початковій запиленості 10 г/м<sup>3</sup> кінцева запиленість газу після скрубера (показаний на рисунку 1.1) може складати близько 100-200 мг/м<sup>3</sup>.



Рисунок 1.1 – Скрубер

Труби Вентурі (рисунок 1.2), які, зазвичай встановлюються після скрубера, забезпечують охолодження і очищення газу до кінцевої концентрації пилу  $5-100 \text{ мг/м}^3$  [1-3].

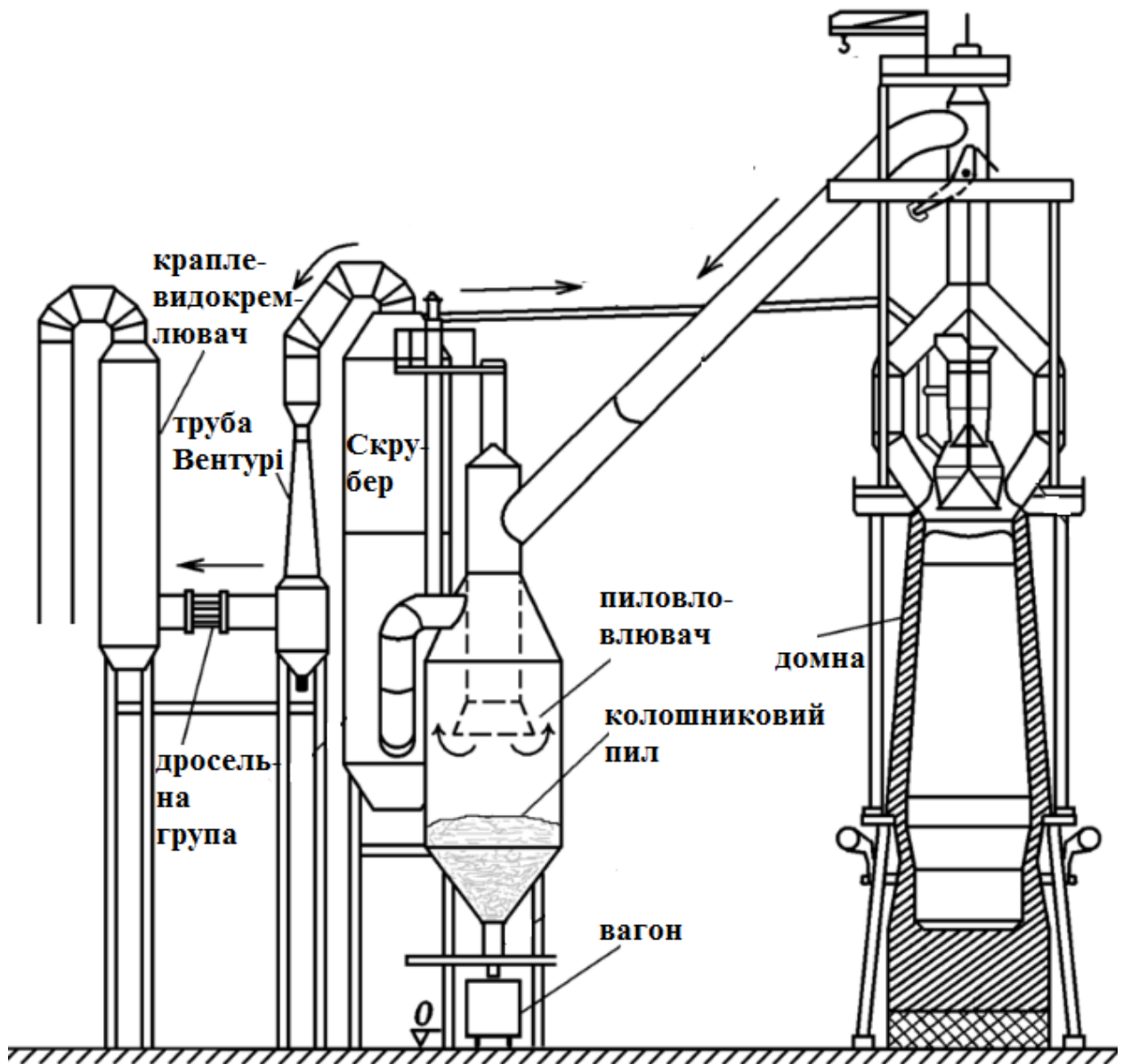


Рисунок 1.2 – Схема очищення доменного газу і збирання колошникового пилу

Очищення газу в трубах Вентурі забезпечує високий ступінь очищення, за умов компактності і невеликих габаритів. Зі збільшенням ступеня очищення газу в трубах Вентурі знижується запиленість газу перед дросельною групою і його зношення [1].

Призначення дросельної групи головним чином полягає в підтримці і регулюванні тиску газу на доменній печі.

Крапельні системи використовуються для уловлювання вологи в доменному газі вже після труб Вентурі і дросельних груп, в яких досягається достатній ефект відділення.

Останнім часом різні сучасні підходи до очищення доменного газу від колошникового пилу збільшили частку вловлювання останнього з 50-60 % до 80 %.

Колошниковий пил виноситься з доменної печі разом з димовими газами і являє собою дрібні тверді частинки, що складаються з таких елементів, як залізна руда, кокс і вапняк. Він містить 40-55% заліза і 5-10% вуглецю. Доменний пил в основному збирається під час доменної плавки і додається до агломераційної шихти під час виробництва агломерату [4].

В масі сировини для доменного виробництва міститься певна кількість дрібних пиловатих фракцій. Значна кількість дрібнодисперсного порошкового пилу з завантаженої сировини виноситься з домни разом із потоком газу після завантаження в колошник.

Як вже описано вище, після виходу з печі доменний газ проходить певні стадії очищення від колошникового пилу:

- грубе очищення;
- напівочищення;
- рафінування.

Грубе очищення здійснюється сухим способом у пиловловлювачі. Вміст пилу в газі може бути знижений до 1-3 г/м<sup>3</sup>. Напівтонка очистка здійснюється мокрим способом у скрубєрі, а тонка очистка також здійснюється мокрим способом у трубі Вентурі або дросельній групі.

У міру накопичення абразивний пил вивантажується з пиловловлювача в залізничний напіввагон (зазвичай, один раз на добу) і відправляється надалі на переробку.

### 1.1.2 Характеристика вантажу

Об'ємна маса колошникового пилу – 250-350 кг/м<sup>3</sup>. Хімічний склад залежить від складу шихти, крім оксидів заліза (близько 40%), може включати до п'ятої частини від загального обсягу кремнезем SiO<sub>2</sub>, глинозем Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, вапно CaO та ін. домішки [4].

Через високий вміст заліза колошниковий пил використовується на цьому ж підприємстві в агломераційному виробництві, або, доставляється на інші підприємства (наприклад, якщо такого власного виробництва не передбачено).

Крім того, колошниковий пил є сировиною при виробництві цементу, що забезпечує його швидке зміцнення і високу довговічність.

Є також невеликий досвід використання цього пилу у якості добрива в сільському господарстві.

Пиловловлювач є головним елементом накопичення сухого колошникового пилу, він є вертикальним циліндричним резервуаром діаметром до дванадцяти метрів, з конічними звуженнями зверху та знизу. Всередині пиловловлювач футерують вогнетривкою цеглою.

У нижній частині конструкцією передбачений пиловий клапан для вивантаження накопиченого колошникового пилу у залізничний вагон.

Принцип вловлювання пилу полягає у зменшенні швидкості потоку газу та пилу при переході з труби відносно невеликого діаметру у значно більший за діаметром циліндр пиловловлювача. Тож важчі компоненти – пил, під дією сили тяжіння падає униз, а очищений газ піднімається та виходить по газопроводу до скрубера.

Для перевезення колошникового пилу використовується відкритий залізничний рухомий склад.

## **1.2 Характеристика процесів використання колошникового пилу в металургійному виробництві**

Колошниковий пил може перевозитись у відкритих піввагонах, які є спеціально призначеними для вантажів з високою гранулометриєю, такими як пил, пісок чи шлак. Колошниковий пил досить часто використовується у якості одного із компонентів шихти для виробництва агломерату в металургійній промисловості.

Додавання колошникового пилу до шихти має наступні переваги:

- зниження зайвих домішок: колошниковий пил містить високу концентрацію заліза, тому його додавання до шихти повністю зменшує вміст зайвих елементів, таких як сірка і фосфор. Це забезпечує покращення якості отриманого чавуну або сталі;
- енергозбереження: колошниковий пил може виступати як альтернатива вугіллю або коксу, які використані як паливо для підтримання температури в процесі плавлення шихти. Використання пилу дозволяє зменшити витрати на паливо та енергію, що зберігає ресурси та зменшує викиди в атмосферу.
- поліпшення процесу плавлення: колошниковий пил, завдяки своєму дрібному розміру часток, може сприяти збільшенню поверхневої площі шихти. Це покращує контакт між матеріалами, сприяє рівномірному нагріванню та плавленню, що сприяє ефективному процесу агломерації.

Додавання колошникового пилу до шихти виконується на підприємствах за допомогою спеціального обладнання, яке контролює відсоткове виробництво компонентів шихти. Перед додаванням пил може бути змішаний з іншими матеріалами, такими як руда заліза, кокс, вапняк та інші домішки, які складають шихту.

Колошниковий пил власного виробництва може перевозитись у вагонах бункерного типу до приймального пункту, звідки він подається конвеєрами до технологічних об'єктів підготовки шихти агломераційного цеху [5,6].

Колошниковий пил, який надходить з зовнішньої мережі, вивантажується на рудному дворі рудно-грейферними перевантажувачами, вагоноперекидачами тощо (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Вивантаження вагонів на вагоноперекидачеві  
доменного цеху

Вивантаження колошникового пилю бажано спочатку здійснювати рудно-козловими перевантажувачами (рисунок 1.4) [5], а потім залишки вивантажити на вагоноперекидачі.



Рисунок 1.4 – Рудно-козловий перевантажувач на рудному дворі

Це зменшує пиловиділення в процесі вивантаження вагонів.

### 1.3 Постановка завдання дипломної роботи

В аналітичній частині встановлено, що існують два можливих транспортно-технологічних процеси доставки колошникового пилу на металургійне підприємство:

- колошниковий пил власного виробництва у вагонах місцевого парку;
- колошниковий пил інших виробників за участі магістрального залізничного транспорту.

В ході роботи необхідно:

- розробити графіки руху составів магістрального парку від постачальника до споживача-металургійного підприємства Запоріжсталь;
- встановити потрібну кількість рухомого складу для забезпечення перевезень;
- визначити техніко-економічні показники.

## 2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунок планових обсягів постачань колошникового пилу у вагонах

Заданий обсяг перевезень колошникового пилу – 102 тис. тон на рік.

Проаналізуємо рівень недовантаження вагонів з колошниковим пилом з метою визначення розрахункового обсягу перевезень у вагонах.

Нижче наведено спостереження недовантаження у тонах:

0,72; 0,45; 0,4; 0,8; 0,3; 0,2; 0,35; 0; 0,5; 0,71; 1,1; 0; 0,4; 0,54; 0,7; 0,2; 0,84; 0,48; 0,9; 0,6; 0,52; 0,6; 0,55; 0,53; 0,72; 0,5; 0,2; 0,8; 0,7; 0,3; 0,3; 1,5; 0,3; 0,5; 1,2; 0,62; 0; 0,35; 0,45; 0,2; 0,7; 0,58; 0,56; 0,56; 0,6; 0,56; 0,2; 0,57; 0,54; 0.

Варіаційний ряд:

0; 0; 0; 0; 0,2; 0,2; 0,2; 0,2; 0,2; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,35; 0,35; 0,4; 0,4; 0,45; 0,45; 0,48; 0,5; 0,5; 0,5; 0,52; 0,53; 0,54; 0,54; 0,55; 0,56; 0,56; 0,56; 0,57; 0,58; 0,6; 0,6; 0,6; 0,62; 0,7; 0,7; 0,7; 0,71; 0,72; 0,72; 0,8; 0,8; 0,84; 0,9; 1,1; 1,2; 1,5.

Проаналізуємо відповідність даного розподілу випадкової величини недовантаження вагонів до їх вантажопідйомності нормальному закону. Для 50 значень кількість інтервалів приймаємо – 5 відповідно до методики [7].

Аналіз щільності ймовірності даного розподілу наведено на рисунку 2.1 та у таблиці 2.1.

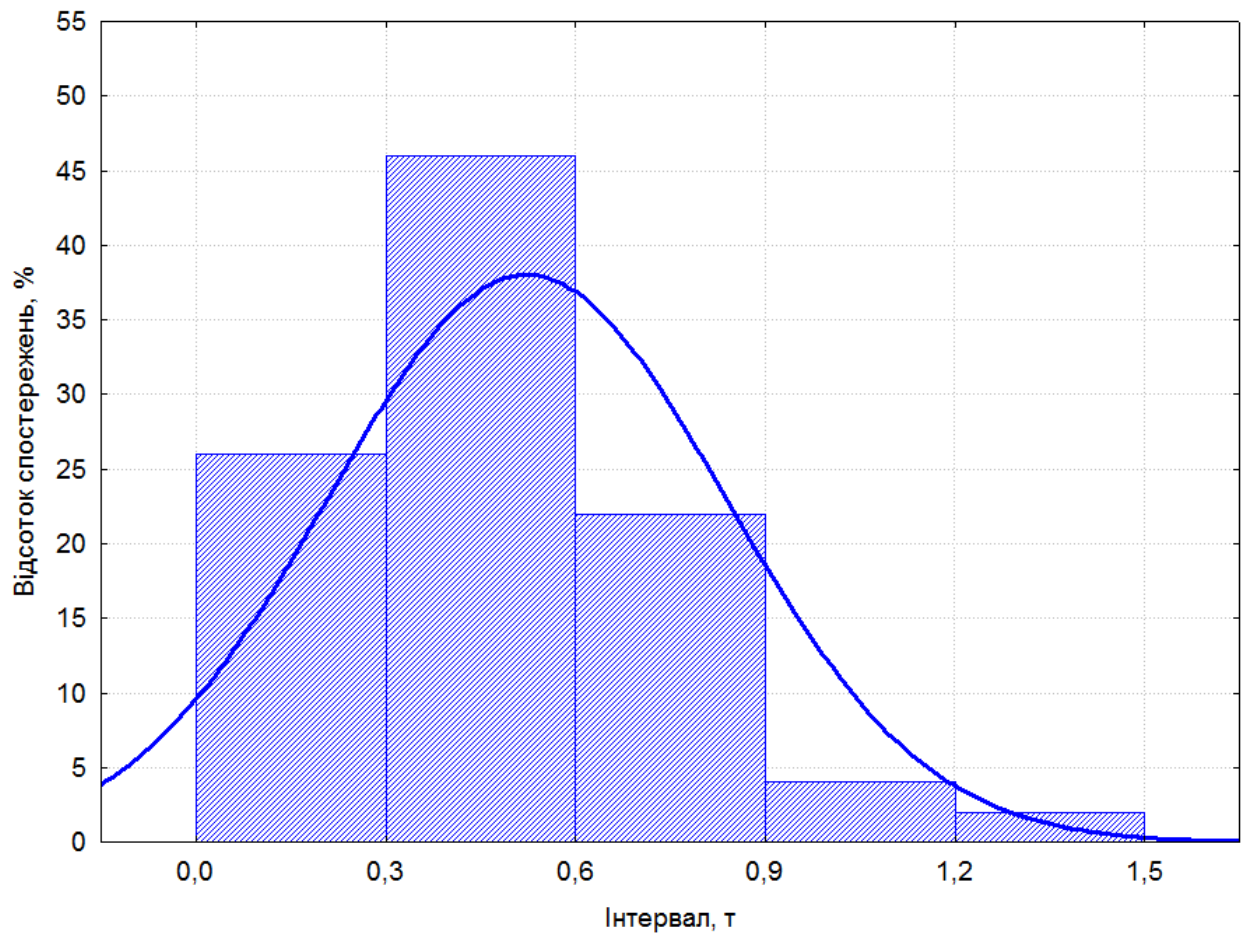


Рисунок 2.1 - Аналіз щільності ймовірності розподілу випадкової величини  
недовантаження вагонів колошниковим пилом

Таблиця 2.1 – Аналіз статистичних даних

| Інтервал  | Кількість<br>спосте-<br>режень,<br>факт | %  | Кількість<br>спосте-<br>режень<br>норм.<br>закон | %    | Відхи-<br>лення |
|-----------|-----------------------------------------|----|--------------------------------------------------|------|-----------------|
| до 0,3    | 13                                      | 26 | 11,97                                            | 23,9 | 1,03            |
| 0,3 - 0,6 | 23                                      | 46 | 17,86                                            | 35,7 | 5,14            |
| 0,6 - 0,9 | 11                                      | 22 | 14,39                                            | 28,8 | -3,39           |

Кінець таблиці 2.1

| Інтервал  | Кількість<br>спостережень,<br>факт | % | Кількість<br>спостережень<br>норм.<br>закон | %    | Відхилення |
|-----------|------------------------------------|---|---------------------------------------------|------|------------|
| 0,9 - 1,2 | 2                                  | 4 | 4,99                                        | 10,0 | -2,99      |
| Понад 1,2 | 1                                  | 2 | 0,79                                        | 1,6  | 0,21       |

Основні статистичні характеристики вибірки обсягів недовантаження колошникового пилу у вагони:

- кількість спостережень – 50 од.;
- середнє значення – 0,5 т;
- стандартне відхилення – 0,3 т;
- мінімальне значення – 0 т;
- максимальне значення недовантаження – 1,5 т.

Коефіцієнт варіації:

$$K_b = 0,3 / 0,5 = 0,6.$$

Коефіцієнт нерівномірності:

$$K_n = 1 + K_b = 1 + 0,6 = 1,6.$$

Розрахункове недовантаження з урахуванням коефіцієнту нерівномірності:

$$H_p = 0,5 \cdot 1,6 = 0,8 \text{ т.}$$

Таким чином, у вагоні вантажопідйомності 70 т розрахункову середню кількість вантажу приймаємо у розмірі:

$$70 - 0,8 = 69,2 \text{ т.}$$

Відповідно обсяг перевезення 102 тис. тонн колошникового пилу відповідає кількості:

$$102000 / 69,2 = 1474 \text{ вагонів.}$$

Як було зазначено, це річний обсяг перевезень.

Середня кількість вагонів на добу:

$$1474 / 365 = 4 \text{ вагони.}$$

Тож подальші розрахунки виконуємо із добового обсягу надходження колошникового пилу – 4 вагони.

## **2.2 Розрахунок тривалості вивантаження вагонів з колошниковим пилом на підприємстві**

Вивантаження вагонів на металургійному підприємстві доцільно організувати в два етапи:

- вибірка вантажу із вагону рудно-грейферним перевантажувачем на рудному дворі;
- вивантаження вагонів із залишками вантажу на вагоноперекидачі;
- очищення вагонів вручну.

Операції з вивантаження вагонів рудно-грейферним перевантажувачем (РГП) на рудному дворі наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Операції з вивантаження вагонів з колошниковим пилом рудно-грейферним перевантажувачем на рудному дворі, 1 вагон

| Номер операції | Операція                                                          | Тривалість виконання, хвилин |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1              | Узгодження плану робіт машиністом РГП із бригадиром рудного двору | 1                            |
| 2              | Підведення грейферу до вагону                                     | 0,7                          |
| 3              | Захоплення колошникового пилу грейфером                           | 0,5                          |
| 4              | Переміщення грейферу з вантажем до штабелю на рудному дворі       | 0,9                          |
| 5              | Розвантаження грейферу                                            | 0,3                          |
| 6              | Операції 2-5 виконуються 4 рази                                   | 9,6                          |
|                | Разом:                                                            | 13                           |

На рисунку 2.2 показано графік вивантаження вагону із колошниковим пилом [8].

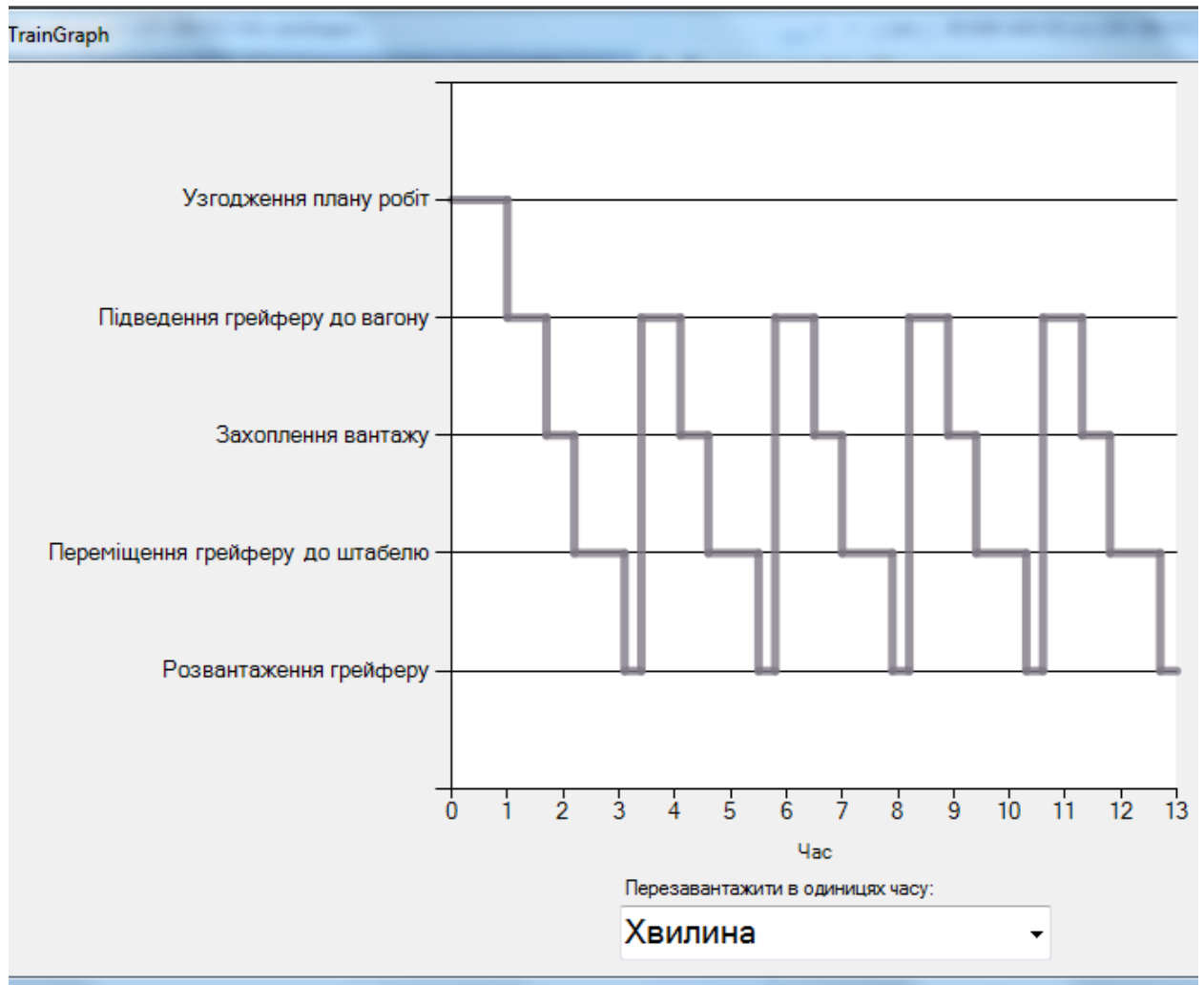


Рисунок 2.2 – Графік розвантаження вагону із колошниковим пилом за допомогою РГП

Тривалість вивантаження одного вагону становить 13 хвилин, відповідно 4 вагонів:

$$4 \cdot 13 = 182 \text{ хвилини} = 3 \text{ години.}$$

Тривалість вивантаження вагонів на вагоноперекидачі становить 3 хвилини. Партію з 4-х вагонів буде вивантажено за час:

$$3 \cdot 4 = 12 \text{ хвилин.}$$

Тривалість очищення одного вагону за даними підприємства «Запоріжсталь» становить 20 хвилин.

Тривалість очищення 4-х вагонів становить:

$$20 \cdot 4 = 80 \text{ хвилин} = 1,3 \text{ години.}$$

У таблиці 2.3 наведено дані щодо тривалості виконання вантажних операцій.

Таблиця 2.3 – Дані щодо тривалості виконання вантажних операцій

| Номер<br>з/п | Вантажна операція                                          | Кількість вагонів | Тривалість,<br>хв. |
|--------------|------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1            | Вивантаження<br>колошникового пилу РГП на<br>рудному дворі | 4                 | 182                |
| 2            | Вивантаження на<br>вагоноперекидачі                        | 4                 | 12                 |
| 3            | Очищення вагонів<br>вантажниками                           | 4                 | 80                 |
|              | Разом:                                                     |                   | 274                |

Вивантаження механізованим способом триває:

$$182 + 12 = 194 \text{ хвилини.}$$

## 2.3 Визначення тривалості доставки колошникового пилю магістральним залізничним транспортом

### 2.3.1 Визначення тривалості знаходження вагонів з колошниковим пилом на станції Східна

За даними ТРА станції Східна [9] із урахуванням нормативних значень тривалості виконання транспортно-технологічних операцій з вагонами [10] визначимо тривалість знаходження вагонів з колошниковим пилом на станції Східна, результати представлені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Операції з вагонами з колошниковим пилом на станції Східна

| № з/п | Операція                                               | Кількість вагонів з к. пилом | Тривалість, хв. | Коментар                                     |
|-------|--------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|
| 1     | Передавальні операції з вагонами на станції примикання | 4                            | 40              | Вагони передаються у складі поїзду 43 вагони |
| 2     | Рух зі станції примикання на станцію Східна            | 4                            | 26              |                                              |
| 3     | Операції з обробки поїзду з прибуття                   | 4                            | 30              | На весь состав                               |

Кінець таблиці 2.4

| №<br>з/п | Операція                                                                                                     | Кількість<br>вагонів з<br>к. пилом | Тривалість,<br>хв. | Коментар |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|----------|
| 4        | Сортування вагонів,<br>накопичення та<br>формування составу на<br>станцію Південну                           | -                                  | 120                |          |
| 5        | Огляд вагонів,<br>очікування локомотиву,<br>формування поїзду та<br>відправлення його на<br>станцію Південна | 4                                  | 50                 |          |
|          | Разом:                                                                                                       |                                    | 266                |          |

Графік обробки вагонів на станції Східній показаний на рисунку 2.3.

Тривалість перебування вагонів із колошниковим пилом на станції становить 266 хвилин, або 4,4 години.

Перевезення вагонів по станції Східній здійснюють вивізні локомотиви підприємства. Лише у рідких випадках, до цієї роботи можуть долучатись локомотиви станції Південна.

Состави, що формуються на станції Східна до станції Південна, містять вагони призначенням до пунктів вивантаження Південного залізничного району та до станції Доменна.

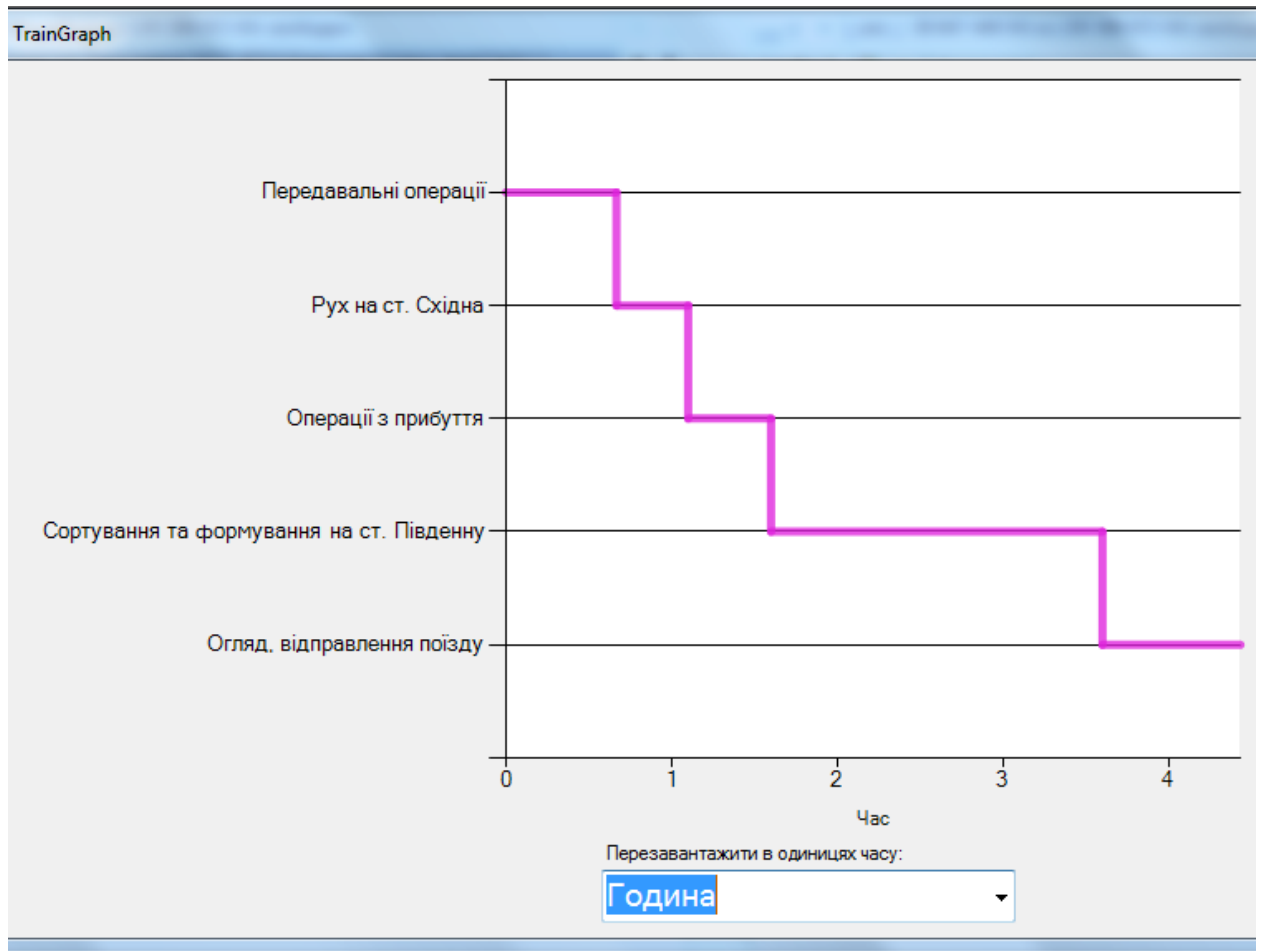


Рисунок 2.3 – Графік обробки вагонів на станції Східній

### 2.3.2 Визначення тривалості знаходження вагонів з колошниковим пилом на Південному залізничному районі

Після прибуття на станцію Східна, вагони призначенням на станцію Доменну виставляються, зазвичай, на колію 2 або 4. Інші вагони формуються до відправлення на коліях 5,6 на станцію Рудна або Аглофабрика.

У таблиці 2.5 показні операції з обробки вагонів на станції Південна [11].

Таблиця 2.5 – Операції з обробки вагонів з колошниковим пилом на станції Південна

| № з/п | Операція                                                 | Кількість вагонів з к. пилом | Тривалість, хв. | Коментар                                             |
|-------|----------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|
| 1     | Рух по перегону Східна – Південна                        | 4                            | 15              | Середній розмір составу становить близько 20 вагонів |
| 2     | Обробка поїзду з прибуття                                | 4                            | 30              | На станції Південна працює 1 оглядач вагонів         |
| 3     | Сортування вагонів                                       | -                            | 20              |                                                      |
| 4     | Формування составу та його відправлення до станції Рудна |                              | 60              | Максимальний розмір составу – 15 вагонів,            |
|       | Разом:                                                   |                              | 125             |                                                      |

Графік обробки вагонів із колошниковим пилом на станції Південна показаний на рисунку 2.4.

Тривалість простою становить 125 хвилин = 2,1 години.

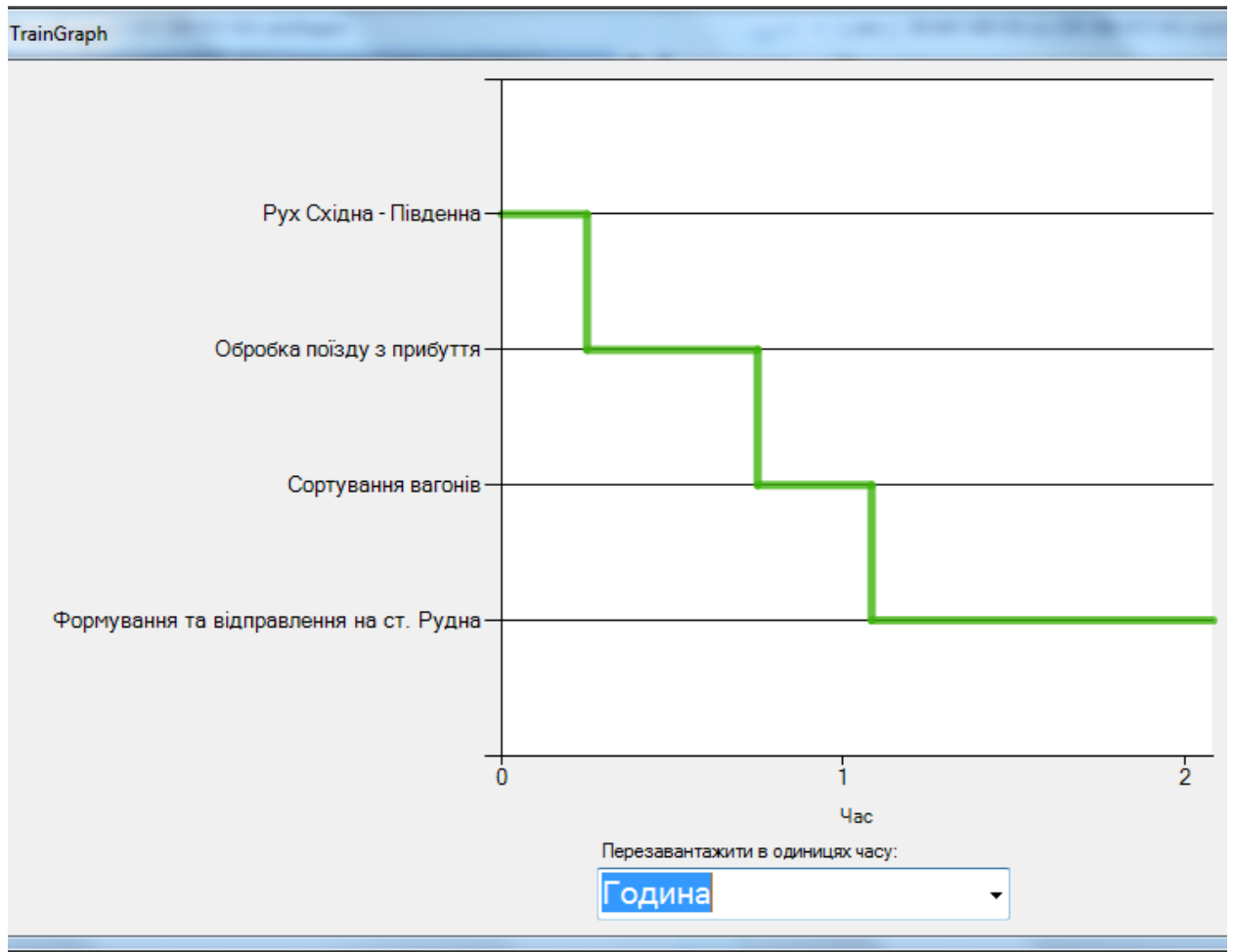


Рисунок 2.4 – Графік обробки вагонів із колошниковим пилом на станції Південна

### 2.3.3 Визначення тривалості знаходження вагонів з колошниковим пилом на станції Рудна та порожніх вагонів на станції Південна

Визначимо тривалість знаходження вагонів з колошниковим пилом на станції Рудна, результати представлені у таблиці 2.6.

При розрахунках враховуємо нормативну документацію [12,13] підприємства.

Таблиця 2.6 – Операції з вагонами з колошниковим пилом на станції Рудна та порожніх вагонів на станції Південна

| № з/п | Операція                                                            | Кількість вагонів з к. пилом | Тривалість, хв. | Коментар                               |
|-------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------------------|
| 1     | Рух по перегону Південна – Рудна                                    | 4                            | 8               | Розмір составу становить до 15 вагонів |
| 2     | Прибуття на станцію, подавання вагонів на колію 2 під вибирання РГП | 4                            | 5               |                                        |
| 3     | Закріплення вагонів по фронту вивантаження, виїзд локомотиву        | 4                            | 3               |                                        |
| 4     | Вивантаження вагонів РГП                                            | 4                            | 182             |                                        |
| 5     | Перестановка вагонів на вивантаження на вагоноперекидачі            | 4                            | 5               |                                        |
| 6     | Вивантаження вагонів на вагоноперекидачі                            | 4                            | 12              |                                        |

Продовження таблиці 2.6

| №<br>з/п | Операція                                                                    | Кількість<br>вагонів з<br>к. пилом | Тривалість,<br>хв. | Коментар                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 7        | Перестановка вагонів на фронт очищення, закріплення, огороження             | 4                                  | 7                  |                                                                    |
| 8        | Очищення вагонів                                                            | 4                                  | 80                 |                                                                    |
| 9        | Перестановка вагонів на 4 колію станції Рудна, накопичення составу 21 вагон | -                                  | 65                 |                                                                    |
| 10       | Заїзд локомотиву, причеплення, підготовка поїзду до відправлення            | 4                                  | 10                 | Огляд вагонів ускладнений стислістю колії об'єктами інфраструктури |
| 11       | Рух составу Рудна - Південна                                                | 4                                  | 8                  |                                                                    |

Кінець таблиці 2.6

| №<br>з/п | Операція                                                                                         | Кількість<br>вагонів з<br>к. пилом | Тривалість,<br>хв. | Коментар |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|----------|
| 12       | Закріплення составу,<br>виїзд локомотиву, огляд<br>вагонів                                       | 4                                  | 35                 |          |
| 13       | Очікування вивізного<br>локомотиву,<br>причеплення,<br>відправлення составу на<br>станцію Східна | 4                                  | 45                 |          |
|          | Разом:                                                                                           |                                    | 465                |          |

Загальний час простою вагонів під транспортно-технологічними операціями складає 465 хвилин або 7,8 години.

Графік обробки составу на станції Рудна та на станції Південна показаний на рисунку 2.5.

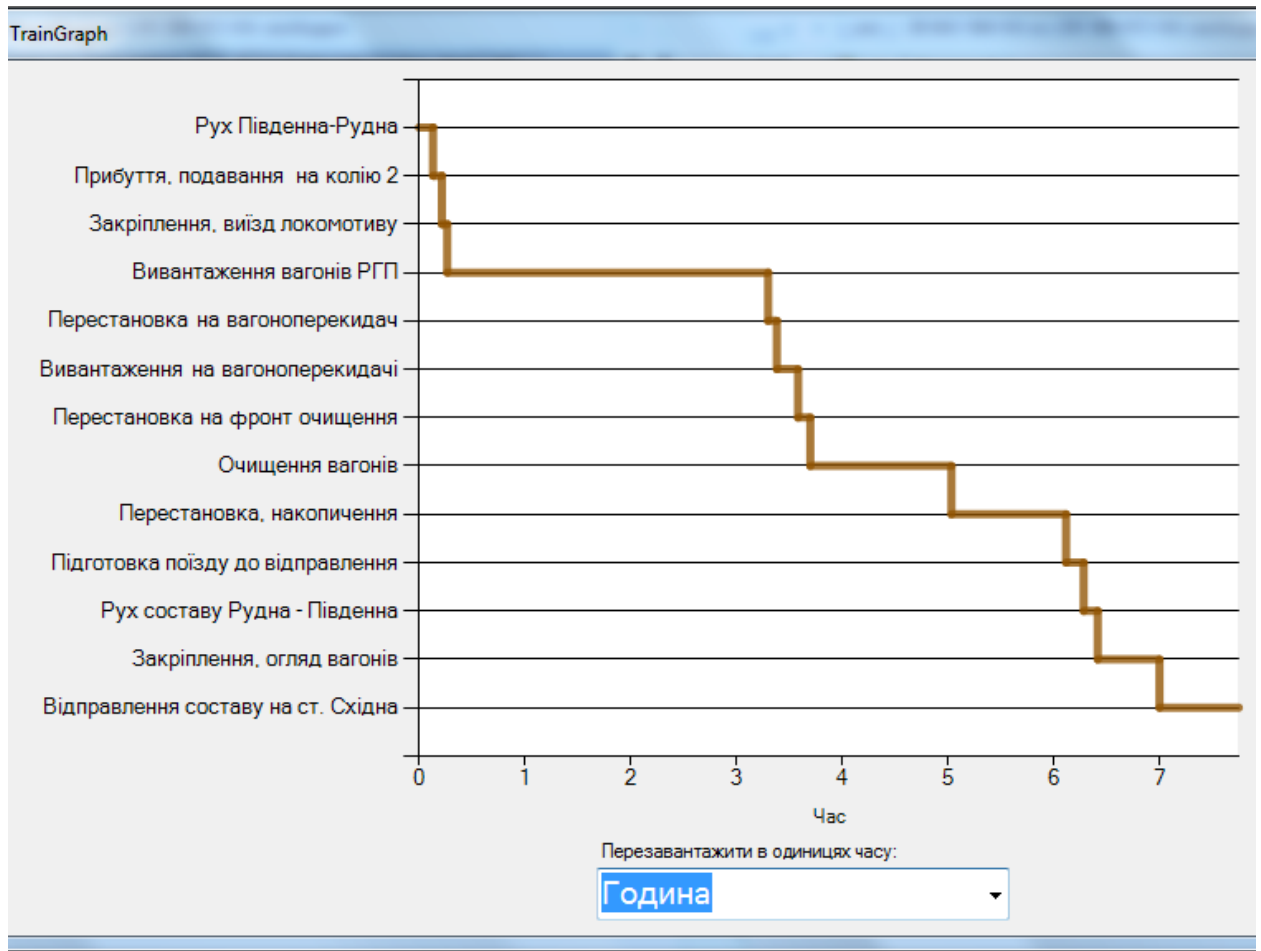


Рисунок 2.5 – Графік обробки составу на станції Рудна та на станції Південна

#### 2.3.4 Визначення тривалості знаходження вагонів після вивантаження колошникового пилу на станції Східна

Розрахуємо аналогічним чином тривалість простою вагонів на станції Східна після їх вивантаження, результати наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Тривалість простою вагонів на станції Східна після їх вивантаження

| №<br>з/п | Операція                                                                                                                           | Кількість<br>вагонів з<br>к. пилом | Тривалість,<br>хв. | Коментар                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|
| 1        | Рух станція Південна –<br>станція Східна                                                                                           | 4                                  | 15                 |                                                       |
| 2        | Операції із закріплення,<br>огляду, сортування                                                                                     | 4                                  | 70                 | Сортування<br>виконується на<br>немеханізованій гірці |
| 3        | Накопичення,<br>формування составу                                                                                                 | 4                                  | 120                | Розмір составу<br>становить близько 50<br>вагонів     |
| 4        | Огляд составу,<br>причеплення<br>локомотиву, отримання<br>дозволу на<br>відправлення на станцію<br>Запоріжжя-Ліве,<br>відправлення | 4                                  | 45                 |                                                       |

Кінець таблиці 2.7

| №<br>з/п | Операція                                       | Кількість<br>вагонів з<br>к. пилом | Тривалість,<br>хв. | Коментар |
|----------|------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|----------|
| 5        | Рух станція Східна –<br>станція Запоріжжя-Ліве | 4                                  | 22                 |          |
| 6        | Передавальні операції                          | 4                                  | 40                 |          |
|          | Разом:                                         |                                    | 312                |          |

Графік обробки составу із порожніх вагонів по станції Східна показаний на рисунку 2.6.

Таким чином загальний оборот вагонів по під'їзній колії Запоріжсталі складається з:

- операцій з вагонами з колошниковим пилом на станції Східна тривалістю 266 хвилин;
- операцій з обробки вагонів з колошниковим пилом на Південному залізничному районі – 125 хвилин;
- операцій з обробки вагонів з колошниковим пилом на станції Рудна та порожніх вагонів на станції Південна – 465 хвилин;
- операцій з обробки вагонів після вивантаження колошникового пилу на станції Східна – 312 хвилин.

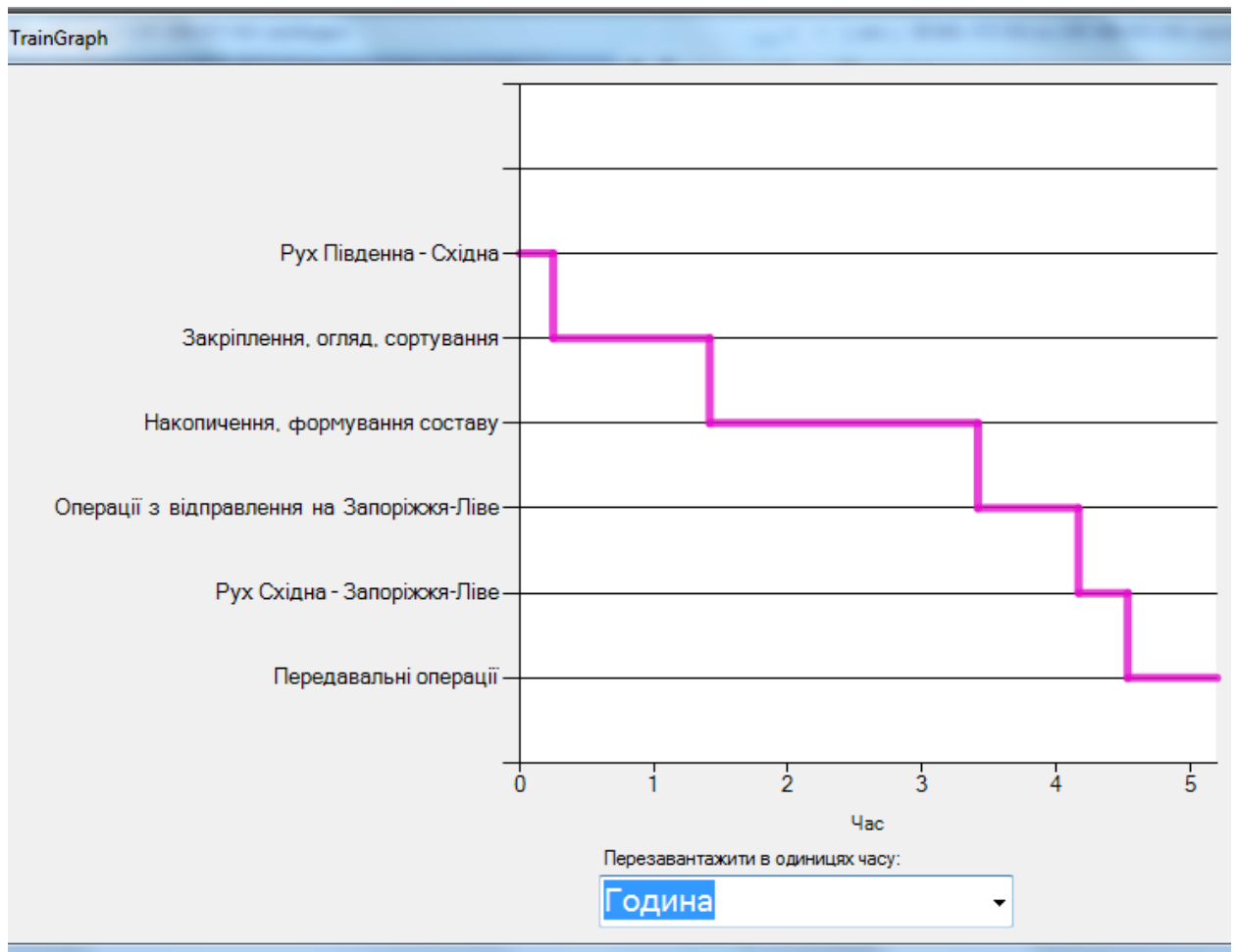


Рисунок 2.6 – Графік обробки составу із порожніх вагонів  
по станції Східна

Загальний графік обробки вагонів на під'їзній колії Запоріжсталі наведено на рисунку 2.7.

Загальна тривалість перебування вагонів із колошниковим пилом на під'їзній колії Запоріжсталі становить за розрахунками 1168 хвилин або 19,5 годин.

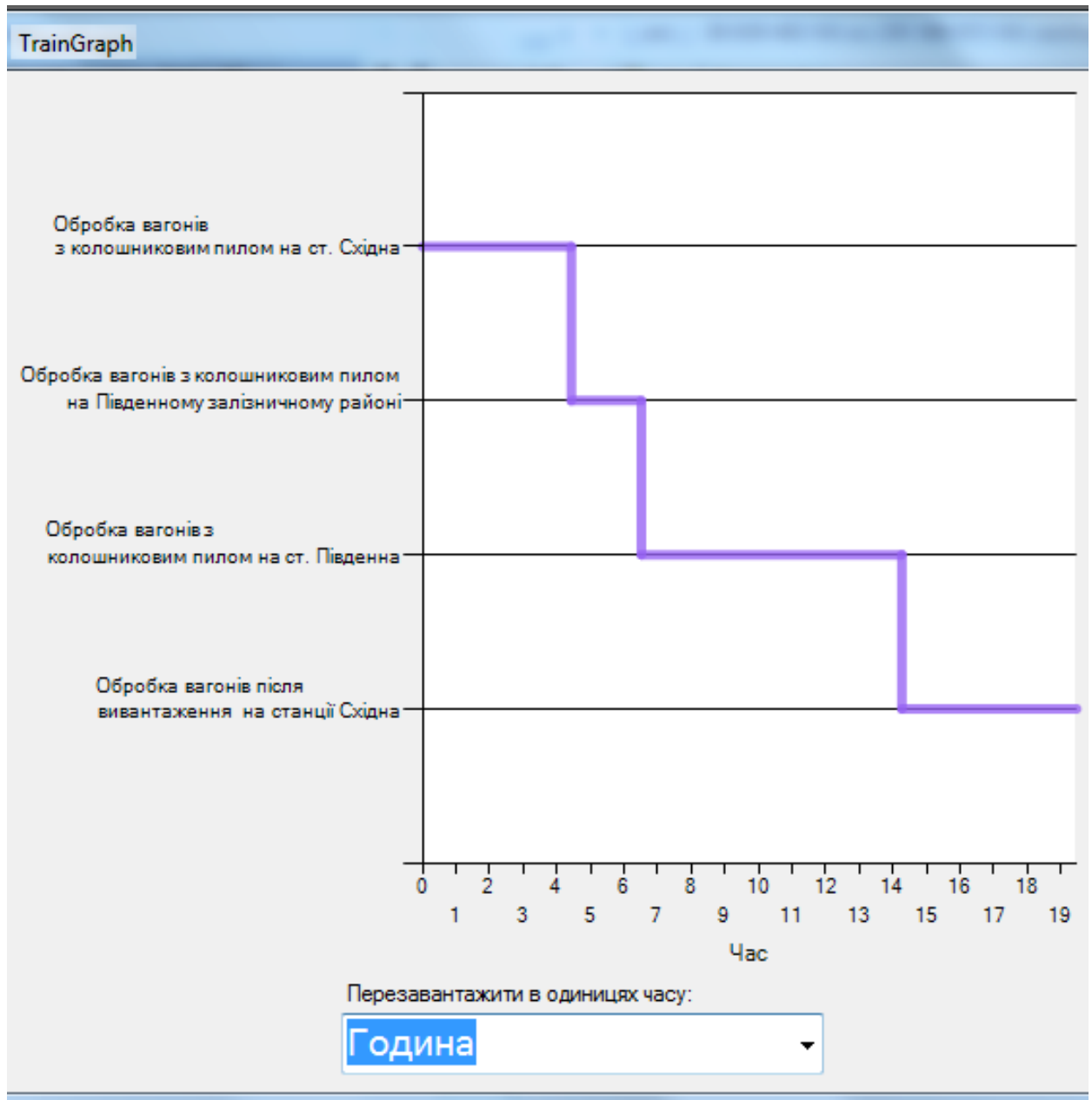


Рисунок 2.7 – Загальний графік обробки вагонів на під'їзній колії  
Запоріжсталі

Перейдемо до розробки графіку обороту вагонів на маршруті перевезень від постачальника до металургійного підприємства.

## 2.4 Розробка графіків обороту власних вагонів

Оборот власних вантажних вагонів складається з таких операцій:

- навантаженні на під'їзній колії постачальника;
- рух вагонів із колошниковим пилом від постачальника до металургійного підприємства-споживача;
- вивантаженні на під'їзній колії металургійного підприємства-споживача;
- рух порожніх вагонів від металургійного підприємства-споживача до постачальника.

Тривалість навантаження вагонів на під'їзній колії постачальника приймаємо 24 години.

Тривалість руху між постачальником та споживачем за статистичними даними складає 3 доби – 72 години.

У таблиці 2.8 наведено складові графіку обороту власних вагонів при доставці колошникового пилу.

Таблиця 2.8 – Складові графіку обороту власних вагонів при доставці колошникового пилу

| №<br>з/п | Операція                                                        | Тривалість операції,<br>годин |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1        | Навантаження вагонів з<br>колошниковим пилом у<br>постачальника | 24                            |

Кінець таблиці 2.8

| №<br>з/п | Операція                                                                                                     | Тривалість операції,<br>годин |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 2        | Рух вагонів з колошниковим пилом від постачальника до металургійного підприємства-споживача                  | 72                            |
| 3        | Перебування вагонів із колошниковим пилом на підприємстві-споживачеві під вивантаженням                      | 19,5                          |
| 4        | Рух вагонів після вивантаження колошникового пилу від металургійного підприємства-споживача до постачальника | 72                            |
|          | Разом:                                                                                                       | 187,5                         |

Графік обороту власних вагонів наведено на рисунку 2.8.

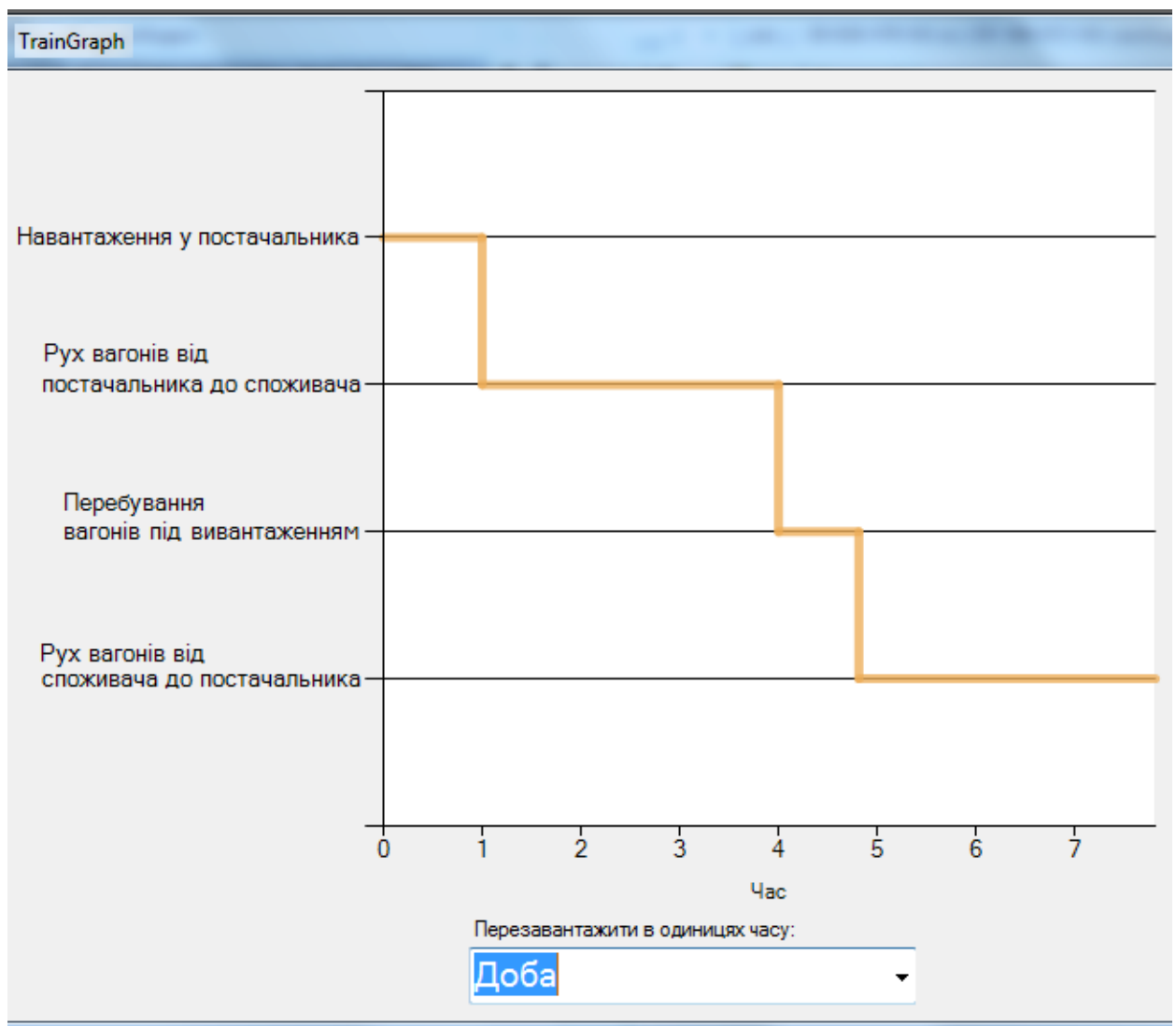


Рисунок 2.8 – Графік обороту власних вагонів

Тривалість обороту вагонів становить 7,8 діб.

В дипломній роботі передбачається використання власних вантажних напіввагонів для забезпечення перевезень колошникового пилу.

Виконаємо розрахунки та встановимо потрібну кількість вагонів робочого та загального парку.

## 2.5 Визначення потрібної кількості рухомого складу для перевезень колошникового пилу

Потрібну кількість робочого парку рухомого складу для перевезень колошникового пилу визначимо за формулою:

$$П_{\text{в}} = N_{\text{д}} T_{\text{об}}, \quad (2.1)$$

де  $N_{\text{д}}$  – добова потреба у вагонах з колошниковим пилом, од.;

$T_{\text{об}}$  – тривалість обороту партії вагонів, діб.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$П_{\text{в}} = 4 \cdot 7,8 = 32 \text{ вагони.}$$

Для визначення обсягу потрібного загального парку, врахуємо кількість вагонів у резерві та запасі за формулою:

$$П_{\text{зп}} = 1,15 П_{\text{в}}, \quad (2.2)$$

де 1,15 – коефіцієнт, що враховує потрібну кількість вагонів у резерві та запасі – 15%.

Розрахуємо за (3.2):

$$П_{\text{зп}} = 1,15 \cdot 32 = 37 \text{ вагонів.}$$

Виконаємо розрахунки добових технологічних показників роботи.

## 2.6 Добові технологічні показники роботи

В ході виконання даної частини дипломної роботи були розроблені технологічні графіки роботи, визначено тривалість обороту та потрібна кількість вагонів для перевезень колошникового пилу.

Тривалість добового простою вагонів  $T_{\text{кп}}$ , задіяних на перевезенні колошникового пилу, визначимо за формулою:

$$T_{\text{кп}} = 24 \Pi_{\text{зп}}. \quad (2.3)$$

Розрахуємо за (2.3):

$$T_{\text{кп}} = 24 \cdot 37 = 888 \text{ год.}$$

Тривалість використання рудно-грейферних перевантажувачів (таблиця 2.3) становить:

$$T_{\text{ргп}} = 3 \text{ краногодини на добу.}$$

Тривалість роботи вагоноперекидача на рудному дворі доменного цеху становить:

$$T_{\text{вп}} = 12 \text{ хв.} = 0,2 \text{ години на добу.}$$

Тривалість роботи вантажників з очищення вагонів становить:

$$T_{\text{оч}} = 1,3 \text{ години на добу.}$$

Обсяг перевезення колошникового пилу промисловим залізничним транспортом становить:

$$Q_{\text{кп}} = 4 \cdot 69,2 = 276,8 \text{ т.}$$

У таблиці 2.9 наведено основні добові технологічні показники.

Таблиця 2.9 – Основні добові технологічні показники перевезень колошникового пилу на металургійному підприємстві

| № з/п | Показник                                                                        | Позначення       | Значення | Од. виміру    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|---------------|
| 1     | Тривалість добового простою вагонів, задіяних на перевезенні колошникового пилу | $T_{\text{кп}}$  | 888      | вагоно-година |
| 2     | Тривалість використання рудно-грейферних перевантажувачів                       | $T_{\text{ргп}}$ | 3        | крано-година  |
| 3     | Тривалість роботи вагоноперекидача на рудному дворі                             | $T_{\text{вп}}$  | 0,2      | машино-година |
| 4     | Тривалість роботи вантажників з очищення вагонів                                | $T_{\text{оч}}$  | 1,3      | людино-година |

Кінець таблиці 2.9

| №<br>з/п | Показник                                                                            | Позначення      | Значення | Од. виміру |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|------------|
| 5        | Обсяг перевезення<br>колошникового пилу<br>промисловим<br>залізничним<br>транспортм | $Q_{\text{кп}}$ | 276,8    | тонна      |

Переходимо до визначення економічних показників перевезень колошникового пилу.

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Визначення річних показників перевезень колошникового пилу в умовах металургійного підприємства

За даними таблиці 2.8 (добові показники) розраховуємо річні технологічні показники перевезень колошникового пилу в умовах металургійного підприємства.

В результаті отримуємо таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Річні технологічні показники перевезень колошникового пилу в умовах металургійного підприємства

| № з/п | Показник                                                               | Позначення   | Значення | Од. виміру    |
|-------|------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|---------------|
| 1     | Тривалість простою вагонів, задіяних на перевезенні колошникового пилу | $T_{кп\_р}$  | 324120   | вагоно-година |
| 2     | Тривалість використання рудно-грейферних перевантажувачів              | $T_{ргп\_р}$ | 1095     | крано-година  |
| 3     | Тривалість роботи вагоноперекидача на рудному дворі                    | $T_{вп\_р}$  | 73       | машино-година |

Кінець таблиці 3.1

| №<br>з/п | Показник                                                                            | Позначення  | Значення | Од. виміру        |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------------------|
| 4        | Тривалість роботи<br>вантажників з очищення<br>вагонів                              | $T_{оч\_р}$ | 475      | людино-<br>година |
| 5        | Обсяг перевезення<br>колошникового пилу<br>промисловим<br>залізничним<br>транспортм | $Q_{кп}$    | 101032   | тонна             |

Визначимо річні економічні показники перевезень колошникового пилу в умовах металургійного підприємства.

### **3.2 Визначення річних економічних показників перевезень колошникового пилу в умовах металургійного підприємства**

На основі [14,15] виконаємо економічні розрахунки.

Вартість витрат  $B_{кп}$  на утримання вагонів для перевезення колошникового пилу:

$$B_{кп} = T_{кп\_р} c_{кп}, \quad (3.1)$$

де  $c_{\text{кп}}$  – собівартість вагоно-години, грн/год. Приймаємо  $c_{\text{кп}} = 56,25$  грн/год.

Згідно (3.1)  $V_{\text{кп}}$  становить:

$$V_{\text{кп}} = 227760 \cdot 56,25 = 128231750 \text{ грн.}$$

Витрати  $V_{\text{ргп}}$  на експлуатацію рудно-грейферних перевантажувачів на рудному дворі:

$$V_{\text{ргп}} = T_{\text{ргп}_p} c_{\text{ргп}}, \quad (3.2)$$

де  $c_{\text{ргп}}$  - собівартість роботи РГП, грн/год.

Розрахуємо  $V_{\text{ргп}}$  за (3.2):

$$V_{\text{ргп}} = 1095 \cdot 1130 = 1237350 \text{ грн.}$$

Витрати  $V_{\text{вп}}$  на експлуатацію вагоноперекидача:

$$V_{\text{вп}} = T_{\text{вп}_p} c_{\text{вп}}, \quad (3.3)$$

де  $c_{\text{вп}}$  - собівартість роботи вагоноперекидача, грн/год.

Розрахуємо  $V_{\text{вп}}$  за (3.3):

$$V_{\text{вп}} = 73 \cdot 1530 = 111690 \text{ грн.}$$

Розрахуємо заробітну плату вантажників.

Витрати на заробітну плату вантажників при очищенні вагонів з колошниковим пилом встановимо за формулою:

$$B_{\text{оч}} = T_{\text{оч}_p} c_{\text{св}}, \quad (3.4)$$

де  $c_{\text{св}}$  – середній розмір зарплати вантажника на годину, грн.

Визначимо за (3.4):

$$B_{\text{оч}} = 475 \cdot 93 = 44175 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення колошникового пилу промисловим транспортом встановимо за виразом:

$$B_{\text{пер}} = Q_{\text{кп}} c_{\text{т}}, \quad (3.5)$$

де  $c_{\text{т}}$  – вартість перевезення тони вантажу промисловим транспортом, грн.  
 $c_{\text{т}} = 27 \text{ грн/т.}$

Виконуємо розрахунки за (3.5):

$$B_{\text{пер}} = 101032 \cdot 27 = 2727864 \text{ грн.}$$

Загалом витрати на перевезення колошникового пилу в умовах металургійного підприємства розраховуються за формулою:

$$B_{\text{заг}} = B_{\text{кп}} + B_{\text{ргп}} + B_{\text{вп}} + B_{\text{оч}} + B_{\text{пер}} = 18231750 + 1237350 + 111690 + \\ + 44175 + 2727864 = 22352829 \text{ грн/рік.}$$

### 3.3 Собівартість перевезень тони колошникового пилу

Річний обсяг перевезень становить 102000 т колошникового пилу.

Собівартість перевезень однієї тони колошникового пилу відповідно становить:

$$22352829 / 102000 = 219 \text{ грн/т.}$$

Отримані економічні показники дипломної роботи наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Економічні показники перевезень колошникового пилу в умовах металургійного підприємства

| № з/п | Показник                                                                            | Значення, грн |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1     | Вартість утримання вагонів<br>для перевезення<br>колошникового пилу                 | 18231750      |
| 2     | Витрати на експлуатацію<br>рудно-грейферних<br>перевантажувачів на рудному<br>дворі | 1237350       |
| 3     | Витрати на експлуатацію<br>вагоноперекидача доменного<br>цеху                       | 111690        |

Кінець таблиці 3.2

| № з/п | Показник                                                                                  | Значення, грн |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 4     | Витрати на заробітну плату<br>вантажників при очищенні<br>вагонів з колошниковим<br>пилом | 44175         |
| 5     | Витрати на перевезення<br>колошникового пилу<br>промисловим транспортом                   | 2727864       |
| 6     | Загальні витрати                                                                          | 22352829      |
| 7     | Собівартість перевезень<br>однієї тони колошникового<br>пилу                              | 219           |

Підсумовуємо: загальна вартість витрат – понад 22 млн грн на рік,  
собівартість перевезень тони колошникового пилу – 219 грн/т.

## ВИСНОВКИ

В роботі виконано аналіз та організовано роботу транспортної системи доставки колошникового пилу на металургійне підприємство на прикладі комбінату Запоріжсталь.

Враховано основні технологічні особливості виробництва та виконання вантажних робіт, виконані потрібні розрахунки параметрів організації залізничних перевезень.

Розроблені технологічні графіки обробки вагонів із колошниковим пилом, визначені технічні показники роботи, визначена потрібна кількість власного рухомого складу.

Розраховані економічні показники – загальні витрати загальна вартість витрат – понад 22 млн грн на рік, собівартість перевезень тони колошникового пилу – 219 грн/т.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Семірягін, С.В. Суха очистка доменних газів як елемент енергоефективності технології виробництва чавуну / С.В. Семірягін, В.В. Осипенко, Ю.В. Бубунець // МЕТАЛЛ И ЛИТЬЕ УКРАИНЫ. 2019. № 5-6, с.312-313.
2. Скрубер (доменне виробництво) : матеріал з Вікіпедії. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Скрубер\\_\(доменне\\_виробництво\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Скрубер_(доменне_виробництво)) (дата звернення 20.05.2023).
3. Доменна піч : матеріал з Вікіпедії. URL: [#Система\\_очистки\\_колошникового\\_газу](https://uk.wikipedia.org/wiki/Доменна_піч) (дата звернення 20.05.2023).
4. Єфименко, Г.Г. Металургія чавуну / Г.Г. Єфименко та ін. – К.: «Вища школа», 1988. – 351 с.
5. Рудний двір доменного цеху : Wikimapia. URL: <http://surl.li/ihajm>
6. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 20.05.2023).
7. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.
8. Серeda Б.П. Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія / Б.П. Серeda, С.М. Турпак, І.В. Кругляк, О.О. Острогляд, Д.Я. Муковська, Д.Б. Серeda, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 с.
9. Технічно-розпорядчий акт станції Східна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 53с.

10. Правила обслуговування залізничних під'їзних колій : Наказ Міністерства транспорту України від 21.11.2000 №644, поточна редакція. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0875-00#Text> (дата звернення 17.05.2023).

11. Технічно-розпорядчий акт станції Південна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 27с.

12. Технічно-розпорядчий акт станції Рудна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 24с.

13. Міжцехова інструкція по взаємодії робітників доменного, агломераційного цехів, гаражу рудорозморожування ЦРРС УЗТ, УПП, працівників ВВО, ВТК, ЦТВС з робітниками Південного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 41 с.

14. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

15. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2020. – 36 с.