

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний  
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»  
(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

магістра  
(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТЕХНІЧНИХ РІДКИХ ГАЗІВ В  
УМОВАХ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Виконав: студент ІІ курсу, групи Т-322м

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

Освітня програма (спеціалізація)  
275.03 «Транспортні технології  
(на автомобільному транспорті)»

  
Кирило КОЗЛОВ  
(прізвище та ініціали)  
Керівник   
Тамара ХАРЧЕНКО  
(прізвище та ініціали)  
Рецензент   
Андрій ЩЕРБИНА  
(прізвище та ініціали)

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

Факультет \_\_\_\_\_ Транспортний  
Кафедра \_\_\_\_\_ «Транспортні технології»  
Ступінь вищої освіти \_\_\_\_\_ магістр  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 275 «Транспортні технології (за видами)»  
(код і найменування)  
Освітня програма (спеціалізація) 275.03 «Транспортні технології (на  
автомобільному транспорті)»  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

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

КОЗЛОВА Кирила Андрійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження перевезень технічних рідких газів в умовах металургійного підприємства

керівник проєкту (роботи) ХАРЧЕНКО Тамара Володимирівна

(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №450

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 15 грудня 2023 р.

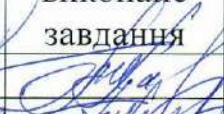
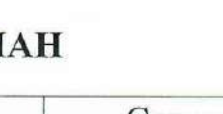
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча технологія перевезень, існуючі характеристики транспортних засобів, існуючі постачальники рідких технічних газів, існуюча схема розташування цехів металургійного підприємства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Пропонована технологія перевезення аргону охолодженого рідкого, 2.2 Аналіз та розрахунки вантажопотоків, 2.3 Розрахунки необхідної кількості рухомого складу за пропонованим варіантом, 2.4 Розробка графіка роботи автомобілів на місяць, 2.5 Розрахунки необхідного обсягу ємностей для зберігання аргону, 2.6 Побудова графіка завезення аргону до цехів підприємства 3 Економічна частина, 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                        |                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                           | завдання видав                                                                      | прийняв виконане завдання                                                           |
| 1      | ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.               |  |  |
| 2      | ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.               |  |  |
| 3      | ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.               |  |  |
| 4      | ЛАЗУТКІН М.І., доцент                     |  |  |

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2023 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)                                                         | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 1     | Аналітична частина                                                                               | 30.10.2023-06.11.2023                   |          |
| 2     | Основна частина                                                                                  | 07.11.2023-20.11.2023                   |          |
| 3     | Економічна частина                                                                               | 21.11.2023-27.11.2023                   |          |
| 4     | Охорона праці                                                                                    | 28.11.2023-01.12.2023                   |          |
| 5     | Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт | 01.12.2023-25.01.2024                   |          |

Студент(ка)

(підпис)

Кирило КОЗЛОВ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Тамара ХАРЧЕНКО

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ПЗ: 90 с., 11 табл., 10 рис., 20 джерела посилання

### ТЕХНІЧНІ РІДКІ ГАЗИ, АРГОН, АВТОМОБІЛЬНІ ЦИСТЕРНИ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ РІДКИХ ГАЗІВ, КОНТЕЙНЕР, ЄМНІСТЬ, КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ, РІЧНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Об'єкт дослідження – організація перевезень технічних рідких газів на прикладі металургійного підприємства ПрАТ «Дніпроспецсталь».

Мета роботи – підвищення ефективності доставки аргону охолодженого рідкого на металургійне підприємство ПрАТ «Дніпроспецсталь».

Методи дослідження - графоаналітичний, розрахунковий, математичної статистики.

В роботі проведено дослідження процесу організації перевезень аргону охолодженого рідкого, виявлені основні недоліки.

В магістерській роботі запропоновані заходи щодо вдосконалення організації перевезень аргону охолодженого рідкого, запропоновано впровадити новий спеціалізований рухомий склад, розроблені графіки доставки аргону на підприємство, запропонований маршрут розвозу газу по цехах, визначений оптимальний обсяг нових цистерн для зберігання аргону. У результаті запропонованих заходів отриманий річний економічний ефект у розмірі 4903057 грн.

## ЗМІСТ

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Завдання на проектування .....                                                                | 2  |
| Реферат.....                                                                                  | 4  |
| Вступ.....                                                                                    | 7  |
| 1 Аналітична частина.....                                                                     | 9  |
| 1.1 Характеристика генерального плану й основного виробництва<br>ПрАТ «Дніпроспецсталь» ..... | 9  |
| 1.2 Характеристика автотранспортного цеху ПрАТ<br>«Дніпроспецсталь».....                      | 13 |
| 1.3 Технічний рідкий газ – аргон.....                                                         | 16 |
| 1.4 Дослідження існуючої технології доставки аргону.....                                      | 18 |
| 1.5 Постановка завдань магістерської роботи.....                                              | 23 |
| 2 Основна частина.....                                                                        | 25 |
| 2.1 Пропонована технологія перевезення аргону охолодженого<br>рідкого.....                    | 25 |
| 2.2 Аналіз та розрахунки вантажопотоків.....                                                  | 27 |
| 2.3 Розрахунки необхідної кількості рухомого складу за<br>пропонованим варіантом.....         | 36 |
| 2.4 Розробка графіка роботи автомобілів на місяць.....                                        | 43 |
| 2.5 Розрахунки необхідного обсягу ємностей для зберігання<br>аргону.....                      | 47 |
| 2.6 Побудова графіка завезення аргону до цехів підприємства.....                              | 54 |
| 3 Економічна частина.....                                                                     | 59 |
| 3.1 Загальні положення.....                                                                   | 59 |
| 3.2 Розрахунки витрат на придбання оснащення пропонованих<br>рішень.....                      | 60 |
| 3.3 Розрахунки базового варіанту перевезення аргону.....                                      | 60 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4 Розрахунки витрат по пропонованому варіанту перевезення аргону..... | 67 |
| 4 Охорона праці й безпека в надзвичайних ситуаціях.....                 | 74 |
| 4.1 Аналіз потенційних небезпек.....                                    | 74 |
| 4.2 Заходи з пожежної безпеки.....                                      | 74 |
| Висновки.....                                                           | 76 |
| Перелік джерел посилань.....                                            | 78 |
| Додаток А.....                                                          | 81 |
| Додаток Б.....                                                          | 83 |
| Додаток В.....                                                          | 84 |

## ВСТУП

Рівень розвитку транспортної системи держави є одним з головних ознак його технологічного прогресу й цивілізації.

Необхідність у високорозвиненій транспортній системі ще більше стає необхідною при інтеграції в європейську й світову економіку.

Транспортна система стає базисом для ефективного вступу України у світове співтовариство й заняття в ньому місця, яке відповідало б рівню високорозвиненої держави. Об'єктивні умови трансформаційних процесів у розвитку України обумовлені її націленістю на впровадження у світову економічну систему й насамперед на економічну інтеграцію із провідними європейськими країнами. Цей процес безумовно приведе до росту товарообігу між країнами співробітниками.

Транспорт функціонує як складова частина підприємства. Він безпосередньо бере участь у процесі виробництва, виконує технологічне переміщення вантажів усередині підприємства, а так само здійснює транспортні зв'язки між підприємствами й магістральним транспортом по доставці сировини й вивозу готової продукції.

Автомобільний транспорт характеризується високою маневреністю, має невеликі радіуси повороту й долає високі підйоми. Це дозволяє використовувати автотранспорт для перевезення найрізноманітніших вантажів у границях промислових районів і вузлів безпосередньо від цеху підприємства постачальника до цеху підприємства одержувача без яких-небудь перевантажувальних операцій.

ПрАТ «Дніпрспецсталь» єдиний виробник сортової нержавіючої сталі в Україні. Компанія виробляє сортовий прокат та поковки з нержавіючої, інструментальної, швидкорізальної, підшипникової, конструкційної сталі, а

також із жароміцних сплавів на основі нікелю. Завод експортує продукцію до 60 країн світу.

Для виплавки стали використовують різноманітні плавильні агрегати. Для продування металу в печі-ковші, на конвекторі й для зменшення неметалічних включень необхідне використання технічного рідкого газу - аргону охолодженого рідкого. Без цього газу неможливо виплавити сталь високої якості й тому доставка його дуже важлива для даного підприємства.

Ціль магістерської роботи – провести дослідження й запропонувати заходи з підвищення ефективності доставки технічного рідкого газу аргону в умовах металургійного підприємства ПрАТ «Дніпроспецсталь».

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Характеристика генерального плану й основного виробництва ПрАТ “Дніпроспецсталь”

Приватне акціонерне товариство Електromеталургійний завод Дніпроспецсталь ім. А.Н. Кузьміна – провідне підприємство України по випускові жароміцних сплавів і нержавіючих, підшипникових, інструментальних і конструкційних сталей.

У травні 1929 року було почате будівництво Дніпровського промислового комбінату, куди входив і завод інструментальних сталей – ЗІС, перша назва підприємства.

Дата народження заводу – 10 жовтня 1932 року – день першої плавки. У той час виготовлялося більш сорока сортів стали й більш вісімдесяти розмірів профілів прокату. [1]

Сьогодні Дніпроспецсталь виготовляє нержавіючі сталі всіх класів, у тому числі сталі хромисті, хромонікелеві, леговані марганцем, міддю, азотом, у тому числі стали дуплекс та інші. Компанія виконує поставку продукції відповідно до вимог закордонних стандартів EN, DIN, ASTM, JIS. Продукція сертифікована по стандарту ISO 9002, Суспільством технічного нагляду TUV (Німеччина). [1]

Профільний сортамент по групах сталей:

#### 1. Конструкційні сталі.

Застосування: важелі, осі автомобілів, болти, гайки, осі локомотивів, електропоїздів, вали, ролики, диски, покришки, дрібні деталі машин та інші.

#### 2. Ресорно-пружинні сталі.

Застосовуються для виготовлення осей локомотивів, електровозів, залізничних вагонів, плоских і круглих пружин, ресор, пружинних коліс і т.д.

#### 3. Теплостійкі сталі.

Застосування: труби паронагрівників, трубопроводів і колекторних установок високого тиску, прутки, болти, кріпильні деталі, корпуси й внутрішні елементи апаратури нафтопереробних заводів, деталі насосів та ін.

#### 4. Інструментальні сталі.

Застосовуються: деревообробні фрези, сокири, пилки, слюсарно-монтажні інструменти, напилки, ножі, свердли і т.д.

#### 5. Підшипникові сталі.

Застосовуються для виготовлення гарячою й холодною обробкою кульок, роликів та інші.

#### 6. Корозостійкі сталі.

Застосовуються: устаткування заводів харчової й легкої промисловості, предмети домашнього побуту, осі, стрижні, клапани впуску й випуску автомобільних і тракторних моторів, диски, ротори.

#### 7. Жароміцні сталі й сплави.

Застосовуються: деталі газопровідних систем, газових турбін та ін.

#### 8. Прецизійні сплави.

Застосовуються для вакуумних спайок, елементів радіоелектронної апаратури, для електронагрівальних елементів печей, побутових приладів, деталей автомобілів та ін.

Виробнича потужність підприємства складає більш 50000 тонн металопродукції на рік.

Але складна економічна ситуація у державі й війна наклала на роботу підприємства свій відбиток.

У січні 2022 року комбінат скоротив виробництво прокату на 53,3% порівняно із січнем 2021 року – до 7 тис. т. Випуск сталі за місяць знизився на 63,2% – до 7 тис. т. На початку березня минулого року підприємство вимушене призупинило виплавку сталі та гарячий деформаційний переділ через військові дії в Україні. Всі інші виробництва, цехи та ділянки продовжують працювати [2].

Вже наприкінці травня комбінат запустив виробництво на гарячих ділянках та розпочав випуск заготівлі для «Сентравісу». До липня «Дніпроспецсталь» досягла 55% довоєнного рівня виробництва та планувала збільшити випуск високотехнічної сталі до 75% при вирішенні проблем із логістикою. [2]

Завод Дніпроспецсталь розташований на одному майданчику із заводом Запоріжсталь. Його територія представляє витягнуту зі сходу на захід смугу, яка з усіх боків обмежена цехами й комунікаціями заводу Запоріжсталь. Ряд цехів заводу розташовані безпосередньо на майданчику Запоріжсталі.

Земляні умови в границях майданчика заводу однорідні й представлені плесо подібними усадочними ґрунтами, товщина яких коливається в межах 15 м. Рівень ґрунтових вод перебуває в межах 13 –16 м від поверхні землі.

Кліматичні умови району помірні. Найменша температура повітря – - 30градусів Цельсія, а найбільша - + 36. Мінусова температура спостерігається в середньому 199 доби в рік. Середньорічна кількість опадів становить 467 мм. Максимальна кількість опадів спостерігається влітку. Товщина сніжного покриву коливається від 5 до 12 см. Вітровий режим характеризується перевагою вітрів південного й західного напрямків.

Загальна площа заводського майданчика заводу становить 126 га. Загальна довжина залізничних колій становить 65,6 км. Коефіцієнт забудови рівняється 0,49.

ПрАТ Дніпроспецсталь складається з наступних основних цехів: сталеплавильний цех 1, сталеплавильний цех 2, сталеплавильний цех 3, сталеплавильний цех 5, прокатний цех, термічний цех, ковальсько-пресовий цех, калібрований цех, скраподілочний (копровий) цех, складське господарство (склад готової продукції, блок складів вогнетривів, феросплавів, хімікатів, чавуну, складів насипних, пально-мастильних матеріалів), цех порошкової металургії, відвальне господарство. Схема розташування цехів підприємства наведена на рисунку 1.1.

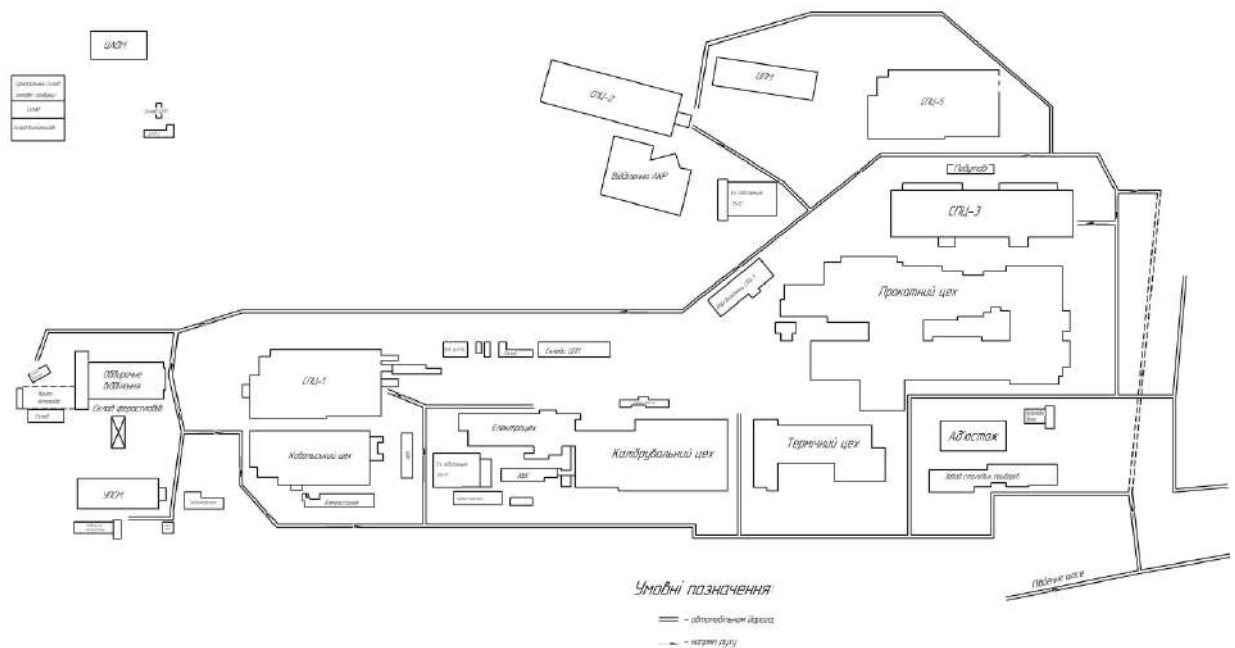


Рисунок 1.1 – Схема розташування цехів підприємства

Сталеплавильне виробництво підприємства представлено чотирма сталеплавильними цехами, оснащеними відкритими основними електропечами ємністю від 30 до 60 тонн, однієї індукційною піччю ємністю 8 тонн, агрегатом газокисневого рафінування, а так само печами електрошлакового й вакуумно-дугового переплавів. Маса застосовуваних на заводі сортових злитків від 0,215 до 7,4 тонн. Крім цього, можливо виливати злитки від 8,9 до 14,7 тонн.

Підприємство виготовляє сортові прутки різних розмірів і профілів із застосуванням технології прокату, кування або холодного волочіння. Сталь обробляється у вакуумоторе або печі – ковші. Для виплавлення нержавіючої сталі, використовується агрегат газокисневого рафінування. Дніпрспецсталь робить також електрошлакове або вакуумно-дугове переплавлення для поліпшення властивостей стали.

Продукція заводу поставляється на ринки країн СНД, Західної Європи, Азії, Південної Америки. Підприємство сподівається, що після закінчення війни буде значне розширення ринків збуту.

## 1.2 Характеристика автотранспортного цеху ПрАТ «Дніпроспецсталь»

Автотранспортний цех ПрАТ «Дніпроспецсталь» забезпечує транспортом цеха й служби підприємства. Колектив цеху намагається не тільки вчасно надати транспорт під вантажно-розвантажувальні операції, але й виділити підрозділам заявникам таку марку автомобіля, яка їм максимально підходить по їхньої специфіки. Щоб максимально поліпшити якість обслуговування цехів час роботи автомобілів на ділянках збільшено з 8 до 11,5 годин.

Метою діяльності автотранспортного цеху є задоволення потреб структурних підрозділів заводу і його працівників в автомобільних перевезеннях, вантажно-розвантажувальних роботах і інших послугах відповідно до планів перевезень.

Відповідно до поставленої мети автотранспортний цех виконує наступні функції:

1. Розробку й узгодження розрахунків потреб у рухомому складі й підйомно-транспортнім устаткуванні, добір і комплектацію рухомого складу й устаткування автотранспортного цеху, модернізації встаткування, автоматизації й механізації виробництва.
2. Забезпечення виконання плану перевезень по всіх техніко-експлуатаційних показникам з виконанням вимог безпеки дорожнього руху.
3. Забезпечення раціонального використання рухомого складу, який перебуває у віданні цеху.
4. Забезпечення безперебійного обслуговування цехів і служб заводу всіма видами автотранспортних вантажоперевезень і послуг.
5. Зниження собівартості вантажних і пасажирських перевезень, витрат пально-мастильних матеріалів, запасних частин, вузлів і агрегатів, інших матеріалів.

Для розв'язку завдань, поставлених перед автотранспортним цехом підприємства, необхідно мати різноманітний рухомий склад, який би відповідав сучасним вимогам і перебував би в технічно справному стані.

Інвентарний парк автомобілів автомобільного цеху ПрАТ Дніпроспецсталь складається з 185 одиниць рухомого складу. Серед них легкових автомобілів – 42 одиниці, фургонів вантажних і пасажирських – 11 одиниць, автобусів і мікроавтобусів – 20 одиниць, вантажопасажирських автомобілів - 7 одиниць, вантажних бортових - 40 одиниць, самоскидів – 38 одиниць, сідельних тягачів і пристроїв – 12 одиниць, спеціальних автомобілів – 42 одиниці.

Технічне обслуговування й поточний ремонт рухомого складу автомобільного транспорту проводиться в автотранспортному цеху періодичне, згідно графіка. Це необхідно для підтримки рухомого складу в робочому стані, зменшення інтенсивності зношування його деталей, попередження зношування, виявлення його для своєчасного усунення, а так само для підтримки рухомого складу в належному стані. При виконанні технічного обслуговування проводять наступні види робіт: контрольно-діагностичні; кріпильні; мастильні; чистячі; заправні; регулювальні; електротехнічні та інші. Їх виконують, як правило, без розбирання агрегатів і зняття з автомобілів окремих вузлів.

Щоденне обслуговування необхідне для загального контролю над технічним станом автомобілів, воно спрямоване на забезпечення безпеки руху, підтримки доглянутого зовнішнього вигляду, заправлення автомобілів паливом, маслом і іншими матеріалами.

Перше й друге технічне обслуговування необхідне для зниження зношування деталей, виявлення й попередження відмов і несправностей, своєчасного виконання всіх необхідних видів робіт.

Сезонне технічне обслуговування проводиться для підготовки автомобілів до експлуатації в зимовий і літній період року. Звичайно сезонне обслуговування поєднується з ТО-1 або з ТО-2 і проводиться двічі в рік.

Своєчасне і якісне виконання технічного обслуговування й контрольних робіт забезпечує високу технічну готовність і надійність автомобіля. Метод виконання технічного обслуговування – примусове виконання профілактичних заходів у плановому порядку через певні пробіги або час роботи рухомого складу. Основний метод контрольних робіт ТО – діагностика, тобто визначення дійсної потреби у виконанні робіт, які робляться не при кожному обслуговуванні й прогнозування часу появи відмов.

Технічне обслуговування проводять через певні пробіги, які встановлені залежно від категорії умов експлуатації рухомого складу.

Поточний ремонт необхідний для ліквідації окремих видів відмов і несправностей, які виникають у процесі експлуатації. Його виконують на вимогу і як правило агрегатним методом, при яким несправні деталі й вузли міняють на працюючі. При поточному ремонті агрегату проводиться заміна зіпсованої базової деталі, наприклад, блоку циліндрів, або погіршився стан усіх інших деталей, агрегат направляють на капітальний ремонт. Потребу в поточному ремонті виявляють при проведенні діагностичних заходів, а в окремих випадках - сам водій під час роботи на лінії.

Капітальний ремонт необхідний для повного відновлення працездатності автомобіля або агрегату й забезпечення пробігу до наступного капітального ремонту не менш 80% від норми пробігу для нових автомобілів або агрегатів. За строк служби весь автомобіль підлягає як правило одному капітальному ремонту. Залежно від категорії умов експлуатації, норми пробігу автомобілів до капітального ремонту уточнюють множенням на коригувальний коефіцієнт періодичності.

Капітальний ремонт автомобілів, причепів, напівпричепів і агрегатів припускає повне розбирання, встановлення дефектів, відновлення або заміну деталей новими або відремонтованими, складання, регулювання й випробування. Потреба в даному виді ремонту автомобілів і агрегатів визначається на підставі аналізу їх технічного стану після проходження встановленого нормами пробігу. Вантажні автомобілі направляють на

капітальний ремонт при необхідності ремонту рами, кабіни, а також не менш трьох інших агрегатів у різній їхній комбінації, а легкові автомобілі й автобуси при необхідності капітального ремонту кузова.

В автотранспортному цеху ПрАТ Дніпроспецсталь поточний ремонт проводять на ділянках з ремонту автомобілів і встаткування, відповідно майстри з ремонту автомобілів і встаткування. Виконання цього ремонту роблять у між змінний час.

Капітальний ремонт цех проводить згідно графіка, необхідні вузли й агрегати замовляються завчасно.

### 1.3 Технічний рідкий газ - аргон

Технічне найменування: аргон охолоджений рідкий.[3]

Відповідне транспортне найменування: аргон охолоджений рідкий.

Фізичні й хімічні властивості: охолоджений рідкий безбарвний газ. Практично нерозчинний у воді. При влученні в атмосферу парить. Важче повітря. Накопичується на низьких ділянках поверхні, підвалах, тунелях. [3]

Хімічна формула:  $\text{Ar}$ ;

Молекулярна маса: 39,948;

Щільність при нормальних умовах: 1,784 г/л;

Відносна щільність (повітря - 1): 1,38г/л;

Температура кипіння: - 185,9С<sup>0</sup>;

Критична температура: - 122,43 С<sup>0</sup>;

Критичний тиск: 4,86 Мпа.

Небезпека для живих організмів: малотоксичний газ, який по ступеню дії на організм людини ставиться до речовин четвертого класу небезпеки відповідно ДСТУ 12.1.007-76. [3]

У більших концентраціях небезпечний при: I- при вдиханні, III – при влученні на шкіру, IV – при влученні в очі.

I При вдиханні - Непритомність. Головний біль. Підвищення кров'яного тиску. Тахікардія.

III При влученні на шкіру – при контакті із краплями газу: обмороження.

IV При влученні в очі – при контакті із краплями газу: обмороження.

При витоку аргону охолодженого рідкого газ швидко випаровується в повітря, створює дуже насичену концентрацію, яка приводить до ризику загибелі від задухи в замкнених приміщеннях. Вдихання високих концентрацій аргону охолодженого рідкого може викликати гіпервентиляцію й втрату свідомості. Швидкий випар зрідженого газу може викликати обмороження. При пожежах і вибухах можливі опіки й травми. [3]

Класифікація речовини згідно ДСТУ 19433-88 [4]:

Клас безпеки: 2 (Газ)

Підклас безпеки: 2.1 (незаймистий; неотруєний газ)

Категорія безпеки: 1 ( без додаткового виду безпеки)

Група: 5 (охолоджений рідкий газ)

Класифікаційний шифр: 2115

Код екстрених заходів: 23 ДЕ

Номер небезпечного вантажу за списком ООН: 1951

Пожежо- і вибухонебезпечність: охолоджений газ аргон не горить. При нагріванні ємності можуть вибухнути.

При пожежі рекомендовано використовувати розпилену воду, вуглекислотні вогнегасники, і використовувати засоби індивідуального захисту (жилет, аптечка, спеціальні рукавиці, костюм, фартух, респіратор).

Спільне транспортування: речовини, здатні вступати в небезпечні реакції одна з інший, не повинні перевозитися в суміжних відсіках цистерн, за винятком випадків, коли між цими відсіками є перегородка, товщина якої не менше товщини стінок самої цистерни.

Небезпечними реакціями вважаються:

1. загоряння й (або) виділення великої кількості тепла;
2. виділення легкозаймистих, задушливих, токсичних газів і (або) газів, що окислюються;
3. створення корозійних речовин;
4. створення нестійких речовин;
5. небезпечне підвищення тиску. [2]

#### 1.4 Дослідження існуючої технології доставки аргону

На металургійних підприємствах для виплавки нержавіючих сталей усіх класів, корозієстійких марок стали, використовують різні плавильні агрегати: дугові електросталеплавильні печі ємністю до 60 тонн, вакууматор фірми «Mannegmann Demag»; установки «під-ківш»; агрегат газокисневого рафінування (аналог – конвертор АОД); печі електрошлакового переплаву, які дозволяють значно підвищити якість виготовленої металопродукції.

Технологія виплавки стали вимагає великих витрат енерго- і матеріальних ресурсів, високої точності й правильних розрахунків.

На металургійних підприємствах аргон охолоджений рідкий застосовується для продування металу в ковші та зменшення вмісту неметалічних включень на установках «під - ківш» також для усереднення хімічного аналізу й температури. На конвекторі за допомогою аргону виконують продування металу, створення нейтральної атмосфери.

Тобто застосування аргону впливає на якість металопродукції.

Усі сталеплавильні цехи, а їх усього чотири, цех порошкової металургії споживають аргон охолоджений рідкий у різних обсягах.

Річну потребу аргону й частоту його споживання можна розрахувати на підставі аналізу обсягу транспортних послуг, наведеного в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Обсяг транспортних послуг з перевезення аргону охолодженого рідкого за щомісяця 2021року

| Місяць   | Марка автомобіля | Вантажо-підйомність, т | Місто постачальник | Кількість рейсів | Обсяг, т |
|----------|------------------|------------------------|--------------------|------------------|----------|
| 1        | 2                | 3                      | 4                  | 5                | 6        |
| лютий    | КрАЗ 08196       | 7                      | Кривий Ріг         | 9                | 58,5     |
|          |                  |                        | Кам'янське         | 5                | 32,5     |
|          |                  |                        | Харків             | 2                | 13       |
|          | КрАЗ 06552       | 7                      | Кривий Ріг         | 9                | 58,5     |
|          |                  |                        | Кам'янське         | 2                | 13       |
|          |                  |                        | Дніпро             | 3                | 19,5     |
| березень | КрАЗ 08196       | 7                      | Кривий Ріг         | 18               | 117      |
|          |                  |                        | Кам'янське         | 4                | 26       |
|          |                  |                        |                    |                  |          |
|          | КрАЗ 06552       | 7                      | Кривий Ріг         | 16               | 104      |
|          |                  |                        | Кам'янське         | 4                | 26       |
|          |                  |                        | Харків             | 1                | 6,5      |
| квітень  | КрАЗ 08196       | 7                      | Кривий Ріг         | 9                | 58,5     |
|          | КрАЗ 06552       | 7                      | Кривий Ріг         | 8                | 52       |
| травень  | КрАЗ 08196       | 7                      | Кривий Ріг         | 12               | 78       |
|          |                  |                        | Дніпро             | 4                | 26       |
|          |                  |                        |                    |                  |          |
|          | КрАЗ 06552       | 7                      | Кривий Ріг         | 10               | 65       |
|          |                  |                        | Харків             | 6                | 39       |
|          |                  |                        |                    |                  |          |
| червень  | КрАЗ 08196       | 7                      | Кривий Ріг         | 15               | 97,5     |
|          |                  |                        | Дніпро             | 5                | 32,5     |
|          |                  |                        |                    |                  |          |
|          | КрАЗ 06552       | 7                      | Кривий Ріг         | 12               | 78       |
|          |                  |                        | Харків             | 4                | 26       |
|          |                  |                        |                    |                  |          |
| липень   | КрАЗ 08196       | 7                      | Кривий Ріг         | 5                | 32,5     |
|          |                  |                        | Кам'янське         | 1                | 6,5      |
|          |                  |                        | Дніпро             | 10               | 65       |
|          | КрАЗ 06552       | 7                      | Кривий Ріг         | 5                | 32,5     |
|          |                  |                        | Кам'янське         | 1                | 6,5      |
|          |                  |                        | Харків             | 8                | 52       |

Кінець таблиці 1.1

| 1        | 2          | 3  | 4                                  | 5            | 6                  |
|----------|------------|----|------------------------------------|--------------|--------------------|
| серпень  | КрАЗ 08196 | 7  | Кривий Ріг<br>Дніпро               | 10<br>10     | 65<br>65           |
|          | КрАЗ 06552 | 7  | Кривий Ріг<br>Харків               | 12<br>7      | 78<br>45,5         |
| вересень | КрАЗ 08196 | 7  | Кривий Ріг<br>Кам'янське<br>Харків | 9<br>2<br>11 | 58,5<br>13<br>71,5 |
|          | КрАЗ 06552 | 7  | Кривий Ріг<br>Кам'янське<br>Харків | 7<br>1<br>8  | 45,5<br>6,5<br>52  |
| жовтень  | КрАЗ 08196 | 7  | Кривий Ріг<br>Кам'янське<br>Харків | 7<br>1<br>1  | 45,5<br>6,5<br>6,5 |
|          | КрАЗ 06552 | 7  | Кривий Ріг<br>Харків               | 6<br>8       | 39<br>52           |
| листопад | КрАЗ 08196 | 7  | Кривий Ріг<br>Харків               | 11<br>7      | 71,5<br>45,5       |
|          | КрАЗ 06552 | 7  | Кривий Ріг<br>Харків               | 12<br>7      | 78<br>45,5         |
| грудень  | КрАЗ 08196 | 7  | Кривий Ріг<br>Дніпро               | 3<br>3       | 19,5<br>19,5       |
|          | КрАЗ 06552 | 7  | Кривий Ріг<br>Харків               | 11<br>8      | 71,5<br>52         |
|          | КрАЗ 6278  | 10 | Кривий Ріг<br>Харків               | 8<br>7       | 76<br>66,5         |
| січень   | КрАЗ 08196 | 7  | Кривий Ріг<br>Харків               | 4<br>6       | 26<br>39           |
|          | КрАЗ 06552 | 7  | Кривий Ріг<br>Харків               | 12<br>2      | 78<br>13           |
|          | КрАЗ 6278  | 10 | Кривий Ріг<br>Кам'янське<br>Харків | 8<br>8<br>1  | 76<br>76<br>9,5    |

ПрАТ «Дніпроспецсталь» є замовником аргону охолодженого рідкого з заводів, які виробляють аргон. У підприємства підписані договори із заводами, які розташовані в містах України: Кривий Ріг, Кам'янське, Дніпро, Харків.

На заводах виробниках аргону іноді відбуваються збої виробництва. Тому іноді доставка аргону припиняється, що приводить до припинення й виробництва стали, тому що запасу аргону на підприємстві немає.

Маршрут перевезення аргону охолодженого рідкого узгоджується з Державтоінспекцією. Умови й режим перевезення аргону узгоджується з органом ДАІ на території якого перебуває автоперевізник, або зареєстрований транспортний засіб. Під час перевезення аргону в границях великих населених пунктів маршрут перевезень не повинен проходити поблизу культурно-масових, просвітніх, навчальних і медичних установ. Крім того, не дозволяється проїзд транспортних засобів ближче 100 м від «факелів» на нафтогазових і промислових об'єктах.

Автотранспортний цех для перевезення аргону використовує три автомобілі Краз. Це аргоновози:

- Краз 06552 вантажопідйомністю 7 тонн (надалі автомобіль №1);
- Краз 08196 вантажопідйомністю 7 тонн (автомобіль №2);
- Краз 6278 вантажопідйомність 10 тонн (автомобіль №3).

Для транспортування аргону рідкого використовують зварні сталеві цистерни, які відповідають вимогам ДСТУ 5520-89 і мають ізоtermічний кожух.

У автотранспортному цеху 13 водіїв зайняті на перевезенні аргону. На кожний автомобіль-аргоновоз необхідно чотири водії й одна людина необхідна на випадок відпусток, хвороби інших водіїв.

Час виїзду аргоновозу із заводу 3.00 ранку. Час повернення автомобіля на завод 22 – 24 години ночі. Середній час руху порожнього автомобіля до заводу виробникові становить 5 годин, час же руху вантаженого автомобіля – 6 годин. Навантаження автомобіля триває 3 години, вивантаження – 4 години.

Відрядження водієві оформляється на 18 годин. В 3.00 ранки наступного дня у відрядження відправляються наступні два водії.

Під час руху автомобіля з водіями підтримується мобільний зв'язок. При необхідності запасні частини так само замовляються по мобільному зв'язку.

Однак необхідно відзначити, що автомобілі Краз, які використовуються для перевезення аргону є «не трасовими», тобто вони не пристосовані для руху по трасі. Під час експлуатації підвіска автомобіля виходить із ладу. Тому водіям необхідно ремонтувати автомобіль після кожної поїздки. У середньому це займає 3 години, а іноді й значно довше.

Розвантаження аргону охолодженого рідкого проводиться, як на території «Дніпроспецсталі», так і на території «Запоріжсталі». На території «Дніпроспецсталі» аргон вивантажують у спеціальний резервуар, який розташований близько цеху порошкової металургії. На резервуарі встановлені датчики подачі, за показниками яких перевіряють подачу аргону і його витрати.

Більшу частину аргону автомобілі вивантажують у ємність комбінату «Запоріжсталь». Трубопроводи з'єднують цю ємність зі сталеплавильними цехами «Дніпроспецсталі». За користування даною ємністю підприємство «Дніпроспецсталь» платить «Запоріжсталі» орендну плату за кожну тону вивантаженого в ємність аргону. Залежність від іншого підприємства не дуже зручно для «Дніпроспецсталі».

Транспортно-технологічна схема перевезення аргону по існуючому варіанту наведено на рисунку 1.2.

## Існуюча ТТС

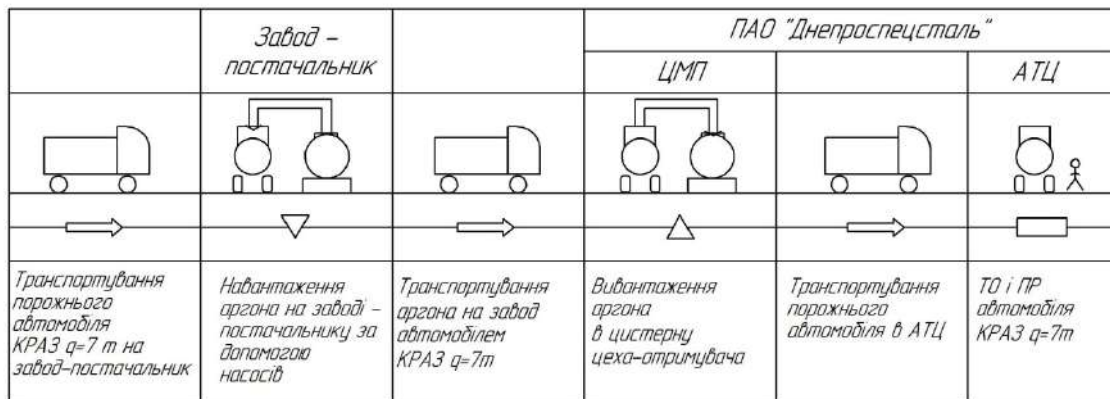


Рисунок 1.2 – Транспортно-технологічна схема перевезення аргону рідкого охолодженого по існуючому варіанту

### 1.5 Постановка завдань магістерської роботи

При дослідженні доставки аргону охолодженого рідкого на підприємство «Дніпрспецсталь» було виявлено ряд недоліків і незручностей.

По-перше, рухомий склад, який використовується для перевезення аргону не відповідає правилам технічної експлуатації. Тобто ці автомобілі не пристосовані для руху по трасі на більші відстані. Через це виникає необхідність ремонтувати після кожного рейсу які-небудь вузли й деталі. На це йде велика кількість часу. Простій автомобілів триває від 3 до 6 годин.

Так само автомобілі – аргоновози мають цистерни невеликого обсягу. Щоб забезпечити підприємство «Дніпрспецсталь» необхідною кількістю аргону автомобілі повинні їздити за ним дуже часто, що робить їхню роботу економічно невігідною.

По друге, на заводах виробниках аргону, з якими підприємство «Дніпрспецсталь» має договірні відносини іноді трапляються аварії й збої. Аргоновози, які прибувають за аргonom простоюють багато часу чекаючи заправлення газом. Так само іноді вони вертаються на завод порожняком.

Великим недоліком є те, що запасу аргону на підприємстві немає. Аргон, який доставляється автомобілями маленької вантажопідйомності в сталеплавильних цехах використовується швидко. Тому, коли припиняється подача аргону припиняється й виробництво стали, завдяки чого підприємство зазнає великих збитків. Необхідно відзначити, що металургійне підприємство має безперервний цикл виробництва. Тому печі для виплавки стали підтримують у необхідній температурі постійно, витрачається багато енергії, робітники сидять без справи, виробництво йде без виробництва.

У третіх, великою незручністю для підприємства «Дніпроспецсталь» є те, що аргон вивантажується на території «Запоріжсталі». Підприємство платить оренду за використання ємності для зберігання аргону. За кожен тону перевантаженого в ємність аргону підприємство платить комбінату «Запоріжсталь» чималі гроші.

З метою ліквідації зазначених недоліків у магістерській роботі пропонується розробити наступні заходи:

1. Впровадити в роботу замість трьох автомобілів аргоновозів, новий більш ефективний рухомий склад, який пристосований для руху по трасі на більші відстані;

2. Відмовитися від послуг комбінату «Запоріжсталь», для цього встановити близько кожного сталеплавильного цеху окремі ємності необхідного обсягу, які призначені для зберігання аргону охолодженого рідкого.

3. Розробити раціональні графіки руху автомобілів по території «Дніпроспецсталі» для розвезення аргону по цехах.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Пропонована технологія перевезення аргону охолодженого рідкого

На підприємстві «Дніпроспецсталь» для перевезення аргону охолодженого рідкого використовують три автомобілі Краз, два з яких вантажопідйомністю 7 тонн і один 10 тонн. :

У процесі аналізу існуючої технології доставки аргону на підприємстві було виявлено ряд недоліків, для ліквідації яких пропонується наступна технологія перевезення аргону охолодженого рідкого.

Для забезпечення ПрАТ «Дніпроспецсталь» необхідним обсягом аргону впровадити в роботу новий більш економічно вигідний рухомий склад у складі сидельного тягочу SCANIA G 380 AЧX2NA та інтермодальній ємності типу PVAC, яка забезпечується насосною системою для викачування рідкого газу з ємності, обсягом 14000 л. Технічна характеристика сидельного тягочу SCANIA G 380 AЧX2NA наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика сидельного тягочу SCANIA G 380

| Показники                              | Величина |
|----------------------------------------|----------|
| Потужність двигуна, к.с./об.хв         | 380/1900 |
| Колісна база, мм                       | 3700     |
| Ширина, мм                             | 2550     |
| Навантаження на передню вісь, кг       | 7500     |
| Навантаження на задню вісь (візок), кг | 13000    |
| Екологічний стандарт                   | Euro 5   |
| Колісна формула                        | 4x2      |
| Витрати палива, л/100км                | 28-32    |

Інтермодальні ємності є найбільш зручним способом транспортування охолоджених рідких газів особливо на великі відстані. Залежно від технічних

вимог щодо зрідження газу робочий тиск, на який розраховуються інтермодальні ємності, становить 10, 18 або 24 ат. Запропонована ємність (об'ємом 14000 л) забезпечує підвищений рівень безпеки внаслідок досконалої системи запобіжних клапанів, а також відрізняється високою міцністю конструктивної.

Загальний вид рухомого складу наведено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Рухомий склад для транспортування аргону охолодженого рідкого

Так само пропонується встановити близько кожного сталеплавильного цеху на території підприємства «Дніпроспецсталь» окрему ємність необхідного розміру, призначену для зберігання аргону охолодженого рідкого. Усього необхідно встановити чотири ємності. Затвори й попереджуючі клапани на цих ємностях розташовані так, щоб виключити можливість витoku аргону охолодженого рідкого із цистерни. Система подачі аргону з ємності безпосередньо до сталеплавильних агрегатів забезпечить мінімальні витрати при транспортуванні й зменшення випару газу.

Ця пропозиція дасть можливість відмовитися від послуг підприємства «Запоріжсталь» і заощадити гроші на оренді.

Необхідно розробити графіки роботи автомобіля на території «Дніпроспецсталь» по завезенню аргону в сталеплавильні цехи підприємства й цех порошкової металургії. Графік роботи транспорту забезпечить ритмічну роботу рухомого складу й дозволить відобразити загальні витрати часу

перебування автомобіля в кожному пункті й послідовність руху від пункту до пункту.

Таким чином, пропонована технологія перевезень аргону охолодженого рідкого забезпечить доставку газу точно в строк у необхідному обсязі й з мінімальними витратами, здійснить можливість створення запасу аргону в нових ємностях у необхідній кількості, що у свою чергу забезпечить безперебійну, безперервну виплавку якісної сталі й ефективну роботу всього підприємства у цілому.

Пропонована транспортно-технологічна схема представлена на рисунку 2.2.

### *Пропонована ТТС*

|                                                                                     | Завод –<br>постачальник                                                             |                                                                                     | ПрАТ "Дніпрспецсталь"                                                               |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | ЦМТ                                                                                 |                                                                                      | СПЦ №1                                                                                | АТЦ                                                                                   |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |   |  |  |
| Транспортування порожнього автомобіля SCANIA з адіацістерною                        | Навантаження аргону на завод – постачальнику за допомогою насосів                   | Транспортування аргону на завод автомобілем SCANIA                                  | Вивантаження аргону в цистерну ЦМТ                                                  | Транспортування до СПЦ №1                                                            | Вивантаження аргону в цистерну у СПЦ №1                                               | Транспортування порожнього автомобіля в АТЦ                                           |

Рисунок 2.2 - Пропонована транспортно-технологічна схема

## 2.2 Аналіз та розрахунки вантажопотоків

Для подальших розрахунків магістерської роботи проведемо аналіз вантажопотоків прибуття аргону рідкого охолодженого та встановимо проектні величини з урахуванням математичних методів.

Проаналізуємо річну кількість рейсів по прибуттю аргону рідкого охолодженого на підставі таблиці 1.1.

Кількість рейсів, які виконували автомобілі на протязі року наведено на діаграмі (рисунок 2.2), середнє значення випадкової величини – математичне очікування складає – 34,17 рейси, середнє квадратичне відхилення – 7,45.

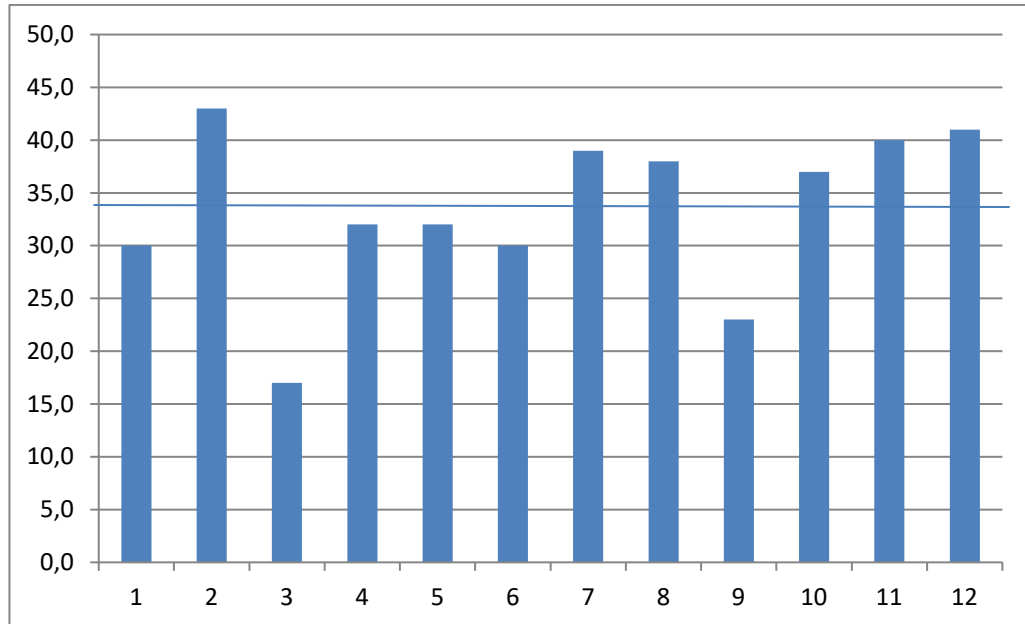


Рисунок 2.2 – Діаграма прибуття аргону на підприємство, рейси на місяць

Знаючи кількість вантажу, яке перевозиться за один рейс кожним автомобілем, по кожному постачальнику та кількість рейсів, яке виконує кожен автомобіль за місяць, можемо проаналізувати частоту поставок аргону від кожного постачальника. Діаграма місячних поставок наведена на рисунку 2.3. Аналізуючи діаграму, приходимо до висновку, що найбільш постійним та стабільним постачальником є Кривий Ріг, який протягом усього року відправляв продукцію на підприємство. Середньомісячне відправлення складає 160,7 т. Наступним по стабільності є Харків. Тільки один місяць не було поставки з цього підприємства, але величина цих поставок значно менша. Середньомісячне відправлення складає 80,68 т., що практично у 2 рази менше, чим з Кривого Рогу.

Поставки з Кам'янського були не регулярні, виконувались на протязі 6 місяців. Середньомісячне відправлення складає 12,7 т.

З Дніпра було зроблено усього 4 відправки на протязі 2 місяців. Середньомісячне відправлення складає 7 т. Цей вантажопотік можна віднести до нестабільних.

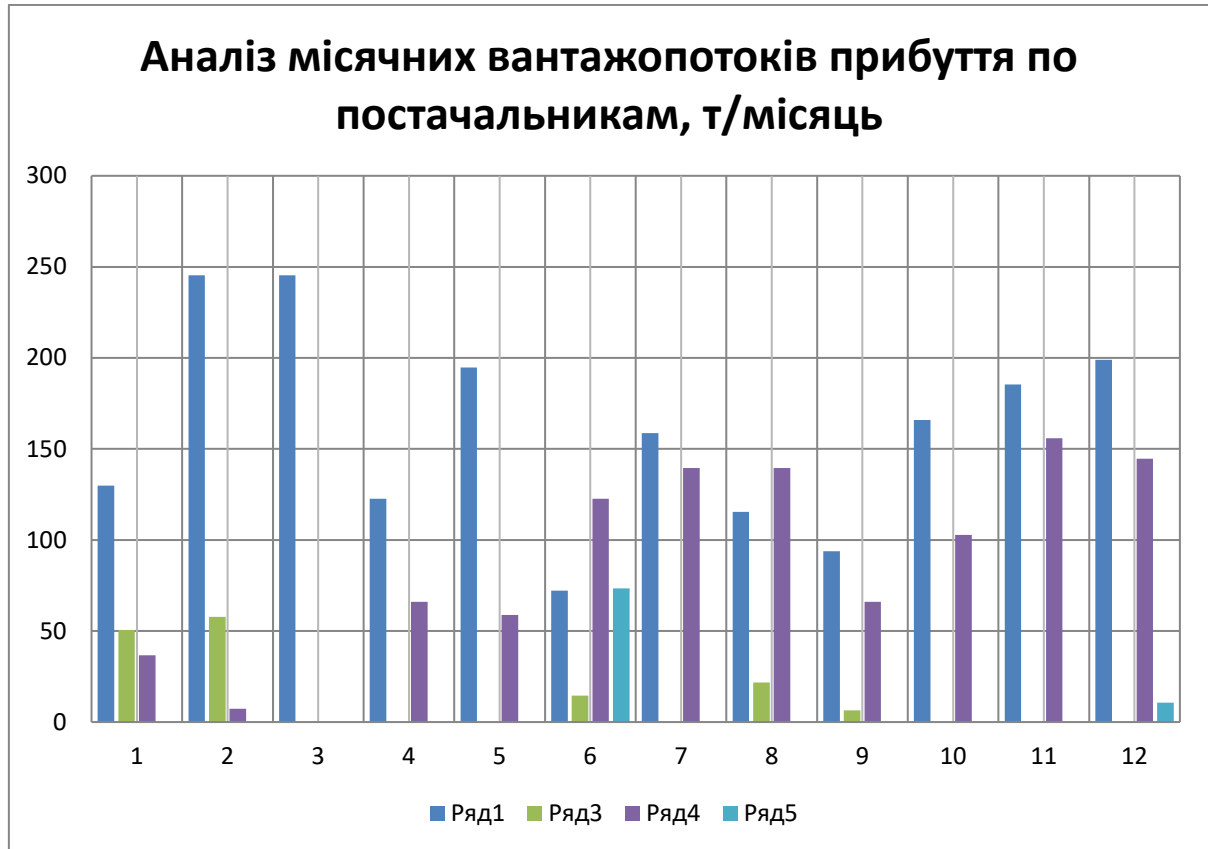


Рисунок 2.3 – Діаграма місячних вантажопотоків прибуття по постачальникам.

Умовні позначення: Ряд 1 – постачальник Кривий Ріг;

Ряд 2 – постачальник Кам'янське;

Ряд 3 – постачальник Харків;

Ряд 4 – постачальник Дніпро.

При розрахунках вантажопотоків з метою організації перевезень, вантажних і складських робіт необхідно розрахувати коефіцієнт їх нерівномірності. Коефіцієнт нерівномірності – це відношення максимального місячного вантажообігу до середньомісячного вантажообігу за необхідний період.

Більш точно коефіцієнт нерівномірності визначають відповідно до правил математичної статистики. По облікових документах минулого року були визначені добові вантажопотоки прибуття на підприємство аргону охолодженого рідкого.

У результаті відбору одержали статистичний ряд.

Обробка статистичного ряду проводиться за наступною методикою [3].

1. Будуємо варіаційний ряд, тобто всі дані статистичного ряду розташовуємо в порядку збільшення випадкової величини. З міста Харків добове прибуття аргону охолодженого рідкого становить у тоннах:

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| 6,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |     |     |     |     |

2. Дані варіаційного ряду розбиваємо на групи.

Число груп рівняється:

$$K = 1 + 3.2 \ln N, \quad (2.1)$$

де  $N$  - число значень у вибірці,  $N = 136$

$$K = 1 + 3.2 \ln 136 = 8$$

3. Визначаємо інтервал угруповання по формулі[3]:

$$I_{zp} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{K}, \quad (2.2)$$

де  $N_{\max}, N_{\min}$  - відповідно максимальне й мінімальне значення випадкової величини, узяті з варіаційного ряду.

$$I_{zp} = \frac{9.5 - 6.5}{8} = 0.37$$

4. Подальша обробка ряду представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Обробка варіаційного ряду

| Інтервал<br>значень<br>$N_k$ | Середина<br>інтервалу<br>$\overline{N_k}$ | Кількість<br>значень в<br>інтервалі<br>$n_k$ | Імовірність<br>$P_k = \frac{n_k}{N}$ | Розрахункові дані    |                                 |                                         |                                         |
|------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                              |                                           |                                              |                                      | $P_k \overline{N_k}$ | $\overline{N_k} - \overline{M}$ | $(\overline{N_k})^2 - (\overline{M})^2$ | $(\overline{N_k} - \overline{M})^2 P_k$ |
| 6,5...6,87                   | 6,685                                     | 121                                          | 0,889                                | 5,94                 | -0,32                           | 0,1                                     | 0,0889                                  |
| 9,5...9,87                   | 9,685                                     | 15                                           | 0,111                                | 1,065                | 2,68                            | 7,18                                    | 0,79                                    |

5. Визначаємо коефіцієнт варіації добового вантажопотоку, який характеризує розкид випадкової величини по формулі[3]:

$$\gamma = \frac{\sqrt{D}}{\overline{M}}, \quad (2.3)$$

де  $D$  - дисперсія випадкової величини, рівна 0,878;

$\overline{M}$  - середньодобовий вантажопотік (математичне очікування), рівне 7,005.

6.Визначимо коефіцієнт нерівномірності по формулі[3]:

$$K_n = 1 + \gamma \quad (2.4)$$

Коефіцієнт варіації по формулі (2.3) рівняється

$$\gamma = \frac{\sqrt{0.878}}{7.005} = 0.13$$

Коефіцієнт нерівномірності визначаємо по формулі (2.4)

$$K_n = 1 + 0.13 = 1.13$$

З міста Кривий Ріг доbove прибуття аргону охолодженого рідкого становить : 6,5т – 236 раз, 9,5т – 16 раз.

Обробку статистичного ряду проводимо по такій же методиці ряд, що як і попередній.

По формулі (2.1) розраховуємо число груп

$$K = 1 + 3.2 \ln 252 = 9$$

По формулі (2.2) визначаємо інтервал угруповання

$$I_{zp} = \frac{9.5 - 6.5}{9} = 0.34$$

У таблиці 2.2 представлена подальша обробка варіаційного ряду

Таблиця 2.2 – Обробка варіаційного ряду

|  |  |  |             |                   |
|--|--|--|-------------|-------------------|
|  |  |  | Імовірність | Розрахункові дані |
|--|--|--|-------------|-------------------|

| Інтервал<br>значень<br>$N_k$ | Середина<br>інтервалу<br>$\overline{N_k}$ | Кількість<br>значень в<br>інтервалі $n_k$ | $P_k = \frac{n_k}{N}$ | $P_k \overline{N_k}$ | $\overline{N_k} - \overline{M}$ | $(\overline{N_k})^2 - (\overline{M})^2$ | $(\overline{N_k} - \overline{M})^2 P_k$ |
|------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 6,5...6,84                   | 6,67                                      | 236                                       | 0,936                 | 6,24                 | -0,18                           | 0,0324                                  | 0,0303                                  |
| 9,5...9,84                   | 9,67                                      | 16                                        | 0,064                 | 0,61                 | 2,82                            | 7,952                                   | 0,501                                   |

$$\overline{M} = 6,85 \quad D = 0,531$$

Визначаємо коефіцієнт варіації добового вантажопотоку по формулі (2.3)

$$\gamma = \frac{\sqrt{0.531}}{6.85} = 0.11$$

Коефіцієнт нерівномірності визначаємо по формулі (2.4)

$$K_n = 1 + 0.11 = 1.11$$

Для подальших розрахунків необхідно перевести добові вантажопотоки в розрахункові. Для цього необхідно значення добового вантажопотоку помножити на відповідний коефіцієнт нерівномірності.

У таблиці 2.3 представлені розрахункові вантажопотоки по ПрАТ «Дніпроспецсталь».

Таблиця 2.3 Розрахункові вантажопотоки по підприємству  
«Дніпроспецсталь»

| Місяць   | Автомобіль | Пункт відправлення | Місячний вантажопотік, т | Розрахунковий вантажопотік, т |
|----------|------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1        | 2          | 3                  | 4                        | 5                             |
| Лютий    | Краз 08196 | Кривий Ріг         | 58,5                     | 64,9                          |
|          |            | Кам'янське         | 32,5                     | 35                            |
|          |            | Харків             | 13                       | 32,5                          |
|          | Краз 06552 | Кривий Ріг         | 38,5                     | 14,69                         |
|          |            | Кам'янське         | 13                       | 64,935                        |
|          |            | Харків             | 19,5                     | 13                            |
| Березень | Краз 08196 | Кривий Ріг         | 117                      | 129,87                        |
|          |            | Кам'янське         | 26                       | 26                            |
|          |            | Харків             | 26                       | 26                            |
|          | Краз 06552 | Кривий Ріг         | 104                      | 115,44                        |
|          |            | Кам'янське         | 26                       | 26                            |
|          |            | Харків             | 6,5                      | 7,34                          |
| Квітень  | Краз 08196 | Кривий Ріг         | 58,5                     | 64,935                        |
|          | Краз 06552 | Кривий Ріг         | 52                       | 57,72                         |
| Травень  | Краз 08196 | Кривий Ріг         | 78                       | 86,58                         |
|          |            | Харків             | 26                       | 29,38                         |
|          | Краз 06552 | Кривий Ріг         | 65                       | 72,15                         |
|          |            | Харків             | 39                       | 44,07                         |
| Червень  | Краз 08196 | Кривий Ріг         | 97,5                     | 108,23                        |
|          |            | Харків             | 32,5                     | 36,07                         |
|          | Краз 06552 | Кривий Ріг         | 78                       | 86,58                         |
|          |            | Харків             | 26                       | 28,86                         |

Продовження таблиці 2.3

| 1        | 2          | 3          | 4    | 5     |
|----------|------------|------------|------|-------|
| Липень   | Краз 08196 | Кривій Ріг | 32,5 | 36,07 |
|          |            | Кам'янське | 6,5  | 6,5   |
|          |            | Харків     | 65   | 72,15 |
|          | Краз 06552 | Кривій Ріг | 32,5 | 36,07 |
|          |            | Кам'янське | 6,5  | 6,5   |
|          |            | Харків     | 52   | 58,76 |
| Серпень  | Краз 08196 | Кривій Ріг | 65   | 72,15 |
|          |            | Харків     | 65   | 73,45 |
|          |            | Кривій Ріг | 78   | 86,58 |
|          | Краз 06552 | Харків     | 45,5 | 51,41 |
| Вересень | Краз 08196 | Кривій Ріг | 58,5 | 64,93 |
|          |            | Кам'янське | 13   | 13    |
|          |            | Харків     | 71,5 | 80,79 |
|          | Краз 06552 | Кривій Ріг | 71,5 | 79,36 |
|          |            | Кам'янське | 6,5  | 6,5   |
|          |            | Харків     | 52   | 58,76 |
| Жовтень  | Краз 08196 | Кривій Ріг | 45,5 | 50,51 |
|          |            | Кам'янське | 6,5  | 6,5   |
|          |            | Харків     | 6,5  | 7,34  |
|          | Краз 06552 | Кривій Ріг | 39   | 43,29 |
|          |            | Харків     | 52   | 58,76 |
|          |            |            |      |       |
| Листопад | Краз 08196 | Кривій Ріг | 71,5 | 79,36 |
|          |            | Харків     | 45,5 | 51,41 |
|          | Краз 06552 | Кривій Ріг | 78   | 86,58 |
|          |            | Харків     | 45,5 | 51,41 |

Кінець таблиці 2.3

| 1       | 2          | 3          | 4    | 5     |
|---------|------------|------------|------|-------|
| Грудень | Краз 08196 | Кривий Ріг | 19,5 | 21,65 |
|         |            | Харків     | 19,5 | 22,01 |
|         | Краз 06552 | Кривий Ріг | 71,5 | 79,36 |
|         |            | Харків     | 52   | 58,16 |
|         | Краз 6278  | Кривий Ріг | 76   | 84,36 |
|         |            | Харків     | 66,5 | 75,14 |
| Січень  | Краз 08196 | Кривий Ріг | 26   | 28,86 |
|         |            | Харків     | 39   | 44,07 |
|         | Краз 06552 | Кривий Ріг | 78   | 86,58 |
|         |            | Харків     | 13   | 14,69 |
|         | Краз 6278  | Кривий Ріг | 76   | 84,36 |
|         |            | Харків     | 76   | 85,88 |
|         |            | Дніпро     | 9,5  | 9,5   |

На підставі таблиці 2.3 будуємо місячну діаграму вантажопотоків (рисунок 2.4).

### 2.3 Розрахунки необхідної кількості рухомого складу за пропонованим варіантом

Для перевезення аргону охолодженого рідкого на підприємстві ПрАТ «Дніпроспецсталь» пропоную впровадження сидельного тягачу SKANIA , вантажопідйомністю 35 т .з інтермодальною ємністю 14000л., вага аргону рідкого охолодженого в ній – 19525,8 кг.

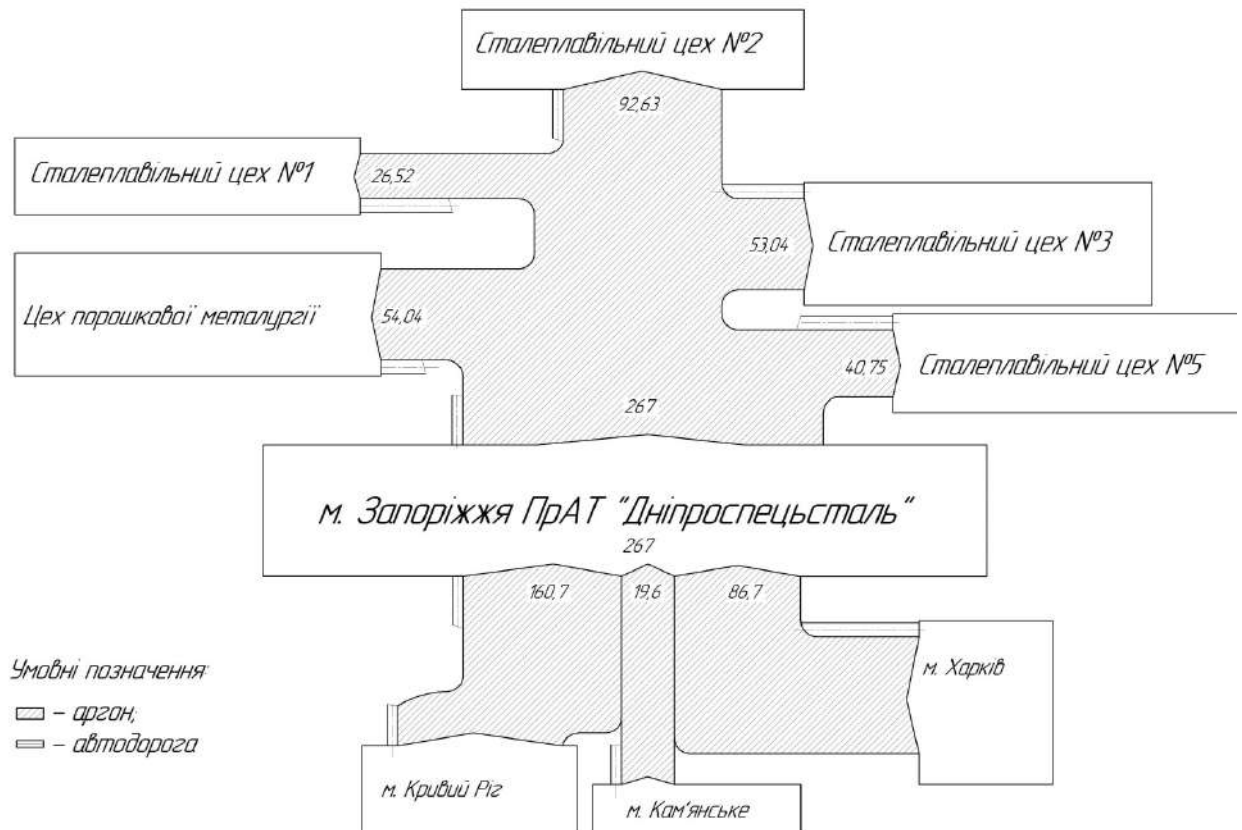


Рисунок 2.4 – Діаграма вантажопотоків, тонн / місяць

Приймаємо, що за одну їзду автомобіль може перевезти 19,5 т аргону. Розрахуємо час руху автомобіля з ПрАТ «Дніпроспецсталь» до заводу виробника аргону. Згідно договорів ПрАТ «Дніпроспецсталь» отримує аргон охолоджений рідкий із чотирьох заводів-виробників, які розташовані в наступних містах України: Кривий Ріг, Харків, Кам'янське, Дніпро.

Час руху автомобіля розрахуємо по формулі [4]

$$T_p = \frac{L}{V_{cp}}, \quad (2.5)$$

де  $L$  - відстань між містами, км;

$V_{cp}$  - середня швидкість руху автомобіля, км/год., приймаємо рівної 42 км/год.

Відстань між Запоріжжям і Кривим Рогом становить 213 км. Тому по формулі (2.5) час руху від Запоріжжя до Кривого Рогу становить:

$$T_p = \frac{213}{42} = 5 \text{ годин}$$

Відстань між Запоріжжям і Харковом становить 320 км. Тому по формулі (2.5) час руху від Запоріжжя до Харкова становить:

$$T_p = \frac{320}{42} = 7,6 \text{ годин}$$

Відстань між Запоріжжям і Кам'янським становить 200 км. Тому по формулі (2.5) час руху від Запоріжжя до Кам'янського становить

$$T_p = \frac{200}{42} = 4,8 \text{ годин}$$

Відстань між Запоріжжям і Дніпро становить 140 км. Тому по формулі (2.5) час руху від Запоріжжя до Дніпро становить

$$T_p = \frac{140}{42} = 3,3 \text{ годин}$$

Назад від заводу-виробника автомобіль, завантажений аргоном, вертається в Запоріжжя на 1 годину довше.

У відмінності від старих автомобілів Краз, новий автомобіль SCANIA G 380 не потрібно буде ремонтувати після кожного рейсу. Тому час простою автомобіля на технічне обслуговування в середньому становить 1 годину.

Визначимо час навантажування – розвантаження автомобіля по формулі[5]:

$$T_{n-p} = q_n \cdot t_{n-p}, \quad (2.6)$$

де  $q_n$  - номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

$t_{n-p}$  час вантажно–розвантажувальних робіт на 1 тонну аргону, год.

Розрахуємо час, який простоює автомобіль під навантаженням (вивантаженням) по формулі (2.6)

$$T_{n-p} = 19,5 \cdot 0,5 = 9,75 \approx 10 \text{ годин}$$

Визначимо загальний час перебування автомобіля в рейсі, транспортування порожнього автомобіля на завод-виробник аргону охолодженого рідкого в інше місто й повернення вантаженого автомобіля на ПрАТ «Дніпрспецсталь», вивантаження аргону в цехах-споживачах і подача порожнього автомобіля в АТЦ, по формулі[5]:

$$T = T_p + T'_p + 2T_{n-p} + T_{np}, \quad (2.7)$$

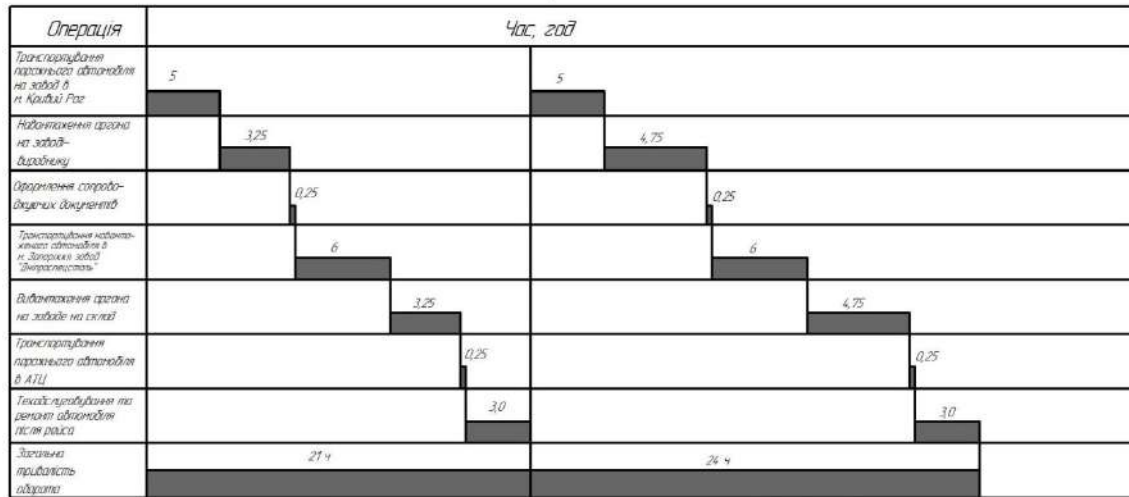
де  $T'_p$  - час руху завантаженого автомобіля у зворотному напрямку від заводу виробнику аргону до підприємства «Дніпрспецсталь»,  $T'_p = 6 \text{ годин}$ ;

$T_{np}$  - час простою автомобіля на ПрАТ «Дніпрспецсталь», приймаємо рівним 1 годину.

$$T = 5 + 6 + 2 \cdot 10 + 1 = 32 \text{ годин}$$

На рисунку 2.5 наведені технологічні графіки роботи автомобілів вантажопідйомністю 7 та 10 тонн по кожному постачальнику за базовим варіантом.

## м. Кривий Ріг



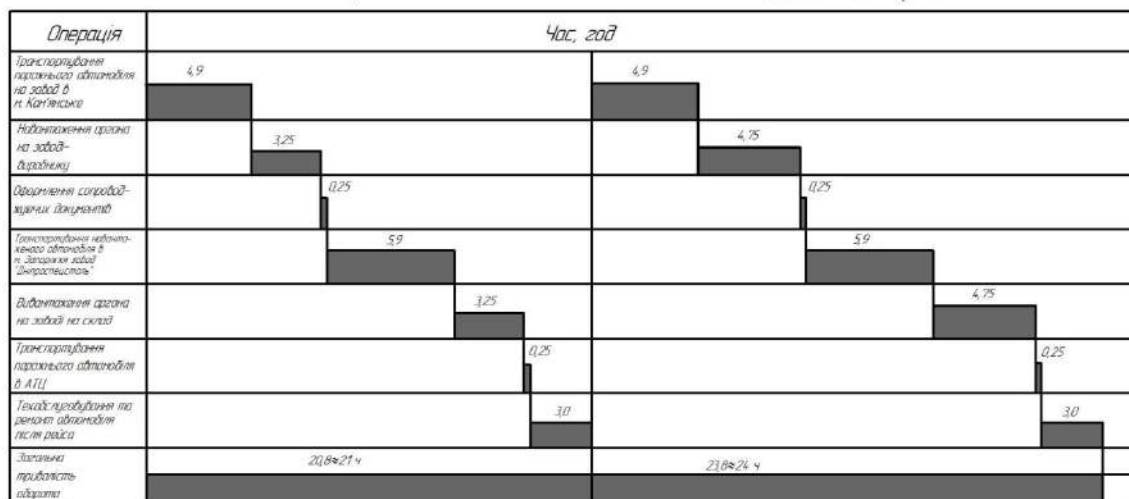
Для КРАЗ q=7т

Для КРАЗ q=10т

## м. Кам'янське

Для КРАЗ q=7т

Для КРАЗ q=10т



Для КРАЗ q=7т

## м. Харків

Для КРАЗ q=10т

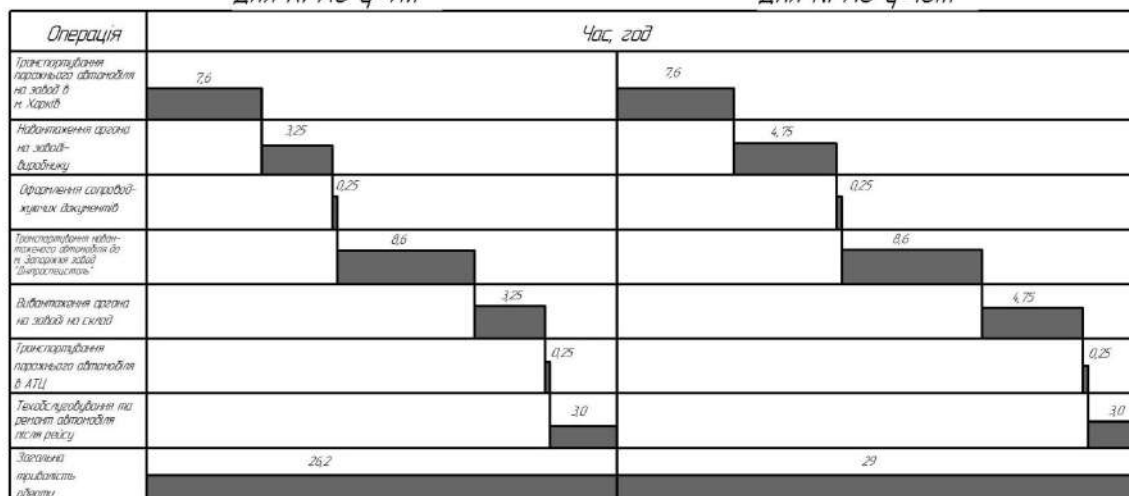
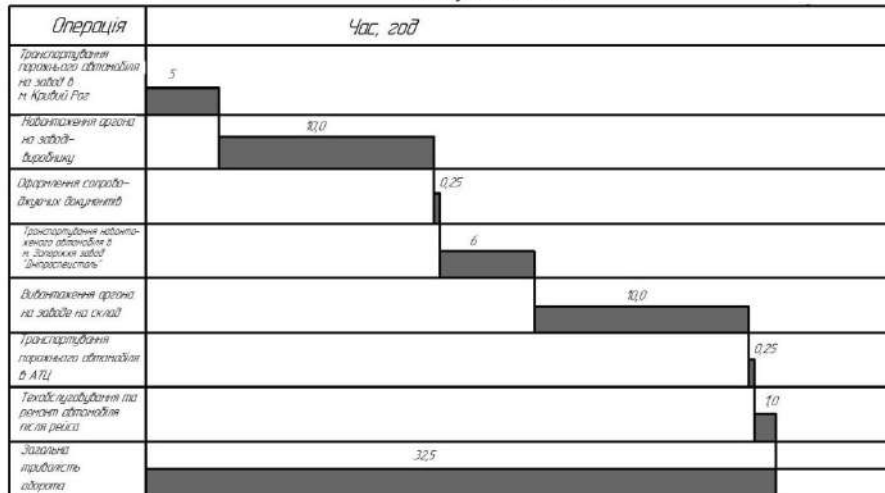
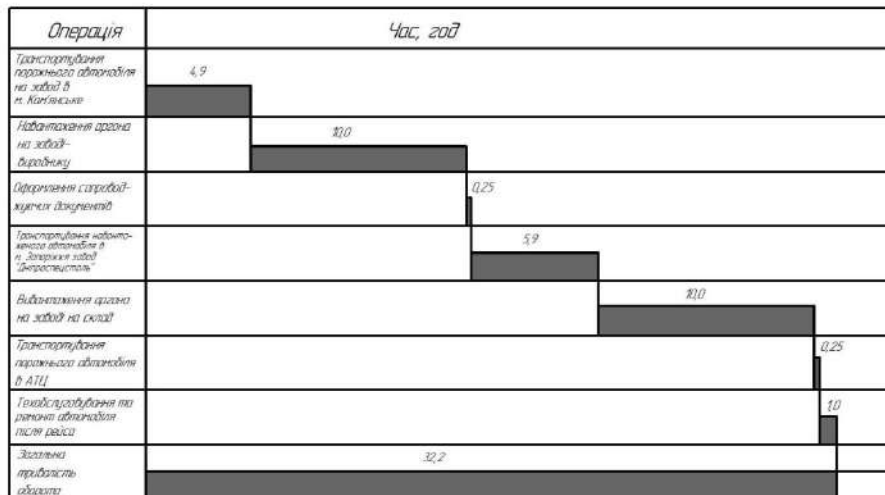


Рисунок 2.5 – Графіки роботи автомобілів за базовим варіантом

*Час обертів автомобіля SCANIA з автоцистерною V = 14000 л  
м. Кривий Ріг*



*м. Кам'янське*



*м. Харків*

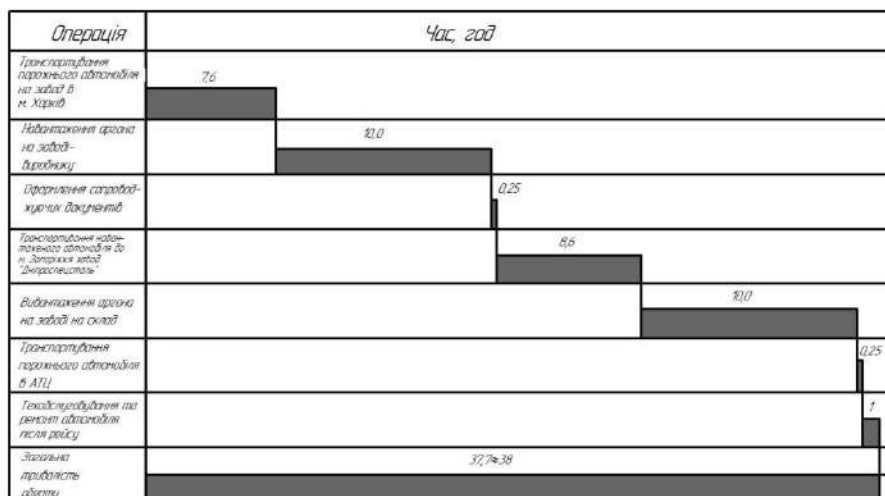


Рисунок 2.6 – Графік роботи автомобіля за пропонованим варіантом

Визначаємо скільки один автомобіль SKANIA, максимально може зробити рейсів за аргоном за місяць по формулі [5]:

$$N = \frac{T_m}{T}, \quad (2.8)$$

де  $T_m$  - загальний час в одному місяці,  $T_m = 720\text{ч}$ .

$$N = \frac{720}{32} = 22.5$$

Приймаємо 22 рейси.

Підрахуємо загальний обсяг аргону охолодженого рідкого, який може перевести один автомобіль за місяць роботи з формули [6]:

$$Q = N \cdot q_\phi, \quad (2.9)$$

де  $q_\phi$  - фактична місткість аргону в цистерні, т.

$$Q = 22 \cdot 19.5 = 429\text{т}$$

По таблиці 2.3 було визначено, що максимальна потреба аргону на місяць становить 267 т.

Зрівнявши, отриманий результат, із цим значенням, можна зробити висновок, що для перевезення аргону досить одного автомобіля SCANIA G 380 з ємністю 14000 л.

## 2.4 Розробка графіка роботи автомобіля на місяць

Графік роботи автотранспорту забезпечує ритмічну роботу рухомого складу й вантажних пунктів.

За принципом побудови графіки можуть бути косі й стрічкові. [7]

Косі графіки будують в осях координат: по осі абсцис – час руху, по осі ординат - відстань між пунктами й гаражем промислового підприємства. Рух транспорту показують косими лініями, а стоянку – горизонтальними. [7]

Косі графіки застосовують для організації перевезень на довгих маршрутах, тобто коли час руху транспортних машин становить значну частку часу від їхнього обороту. [7]

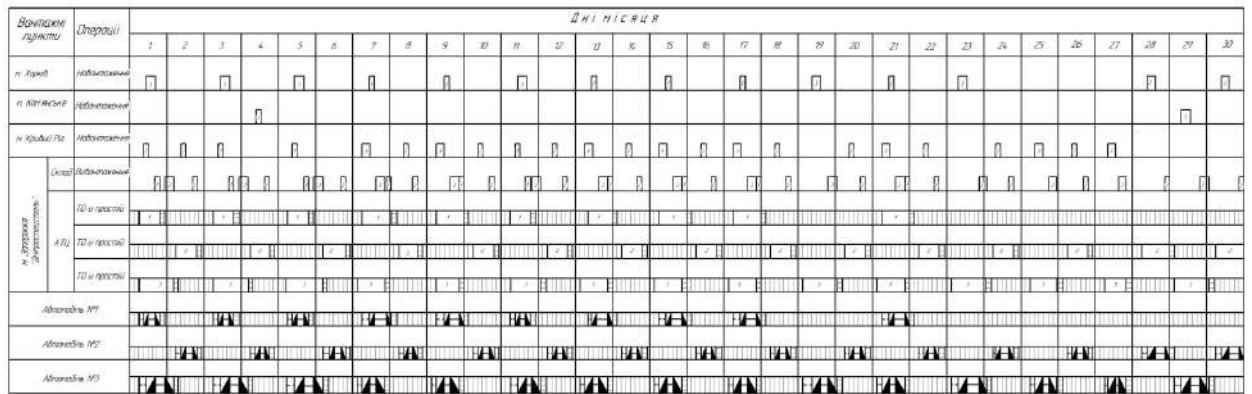
Побудова графіка починається із часу виїзду автомобіля з гаража до першого пункту, навантаження, а потім час руху у зворотному напрямку, розвантаження й послідовна побудова всіх елементів оборотів.

Стрічкові графіки теж будують у масштабі часу, але вони відбивають загальні витрати часу перебування транспорту на кожному вантажному пункті й послідовність руху від пункту до пункту.

Вихідними даними для розробки графіка є [7]:

- Схема маршрутів;
- Кількість їздок і оборотів на кожному маршруті;
- Нормативи часу вантажних операцій;
- Час руху між пунктами;
- Час приймання й здачі вантажу;
- Час перерв на перезміну, відпочинок, обід та ін. [3]

На підставі таблиці 2.3 та технологічних графіків (рисунок 2.5) будуємо місячний графік роботи автомобілів за базовим варіантом, який наведено на рисунку 2.7



Умовні позначення:

- - робота
- - простій
- - Т і Р
- - навантаження
- - розвантаження
- - приїжді вантаж
- - відїжді вантаж

Автомобіль №1

За місяць перевіз 65 т аргона  
виконав 10 рейсів  
Пробіг 5544 км.  
Час роботи 242 год.  
в тому числі Т і Р 30 год

Автомобіль №2

За місяць перевіз 97,5 т аргона  
виконав 15 рейсів  
Пробіг 6792 км.  
Час роботи 325 год.  
в тому числі Т і Р 45 год

Автомобіль №3

За місяць перевіз 142,5 т аргона  
виконав 15 рейсів  
Пробіг 7648 км.  
Час роботи 390 год.  
в тому числі Т і Р 45 год

Всього за місяць

перевезено 305 т аргона  
загальний пробіг 19984 км  
час роботи 957 год.  
в тому числі Т і Р 120 год

Рисунок 2.7 – Графік роботи автомобілів за базовим варіантом

Для побудови графіка роботи за пропонованим варіантом, необхідно розрахувати кількість їздок по кожному постачальнику новим рухомим складом.

Відправним пунктом автомобіля SCANIA G 380 є автотранспортний цех ПрАТ «Дніпроспецсталь». Вантажними пунктами за графіком є заводи, які розміщені в містах Кривий Ріг, Харків, Дніпро, Кам'янське. Пункт, де проводиться розвантаження автомобіля з аргоном є ПрАТ «Дніпроспецсталь».

Час руху від автотранспортного цеху до заводів виробників аргону становить 5 годин, час повернення завантаженого автомобіля становить 6 годин.

Час навантажування аргону – 10годин, час вивантаження також 10 годин.

Час простою автомобіля в автотранспортному цеху становить 1 годину.

Розрахуємо кількість їздок автомобіля за аргоном у листопаді місяці по формулі [7]:

$$E = \frac{Q_{\text{мес.}}}{q_{\phi}}, \quad (2.10)$$

де  $Q_{\text{мес.}}$  - потреба в аргоні за один місяць, т;

$q_{\phi}$  - фактична вантажопідйомність автомобіля, 19,5 т.

Із Кривого Рогу необхідно поставити у середньому 160,76 т аргону. По формулі (2.10) розрахуємо кількість їздок із Кривого Рогу:

$$E = \frac{160,76}{19,5} = 8,2 \approx 9$$

З Харкова необхідно перевезти 86,68 т. Необхідна кількість їздок складе

$$E = \frac{86,68}{19,5} = 4,45 \approx 5$$

Із Кам'янське необхідно доставити 12,56 т. Необхідна кількість їздок у Кам'янське складе:

$$E = \frac{12,56}{19,5} = 0,64 \approx 1$$

Визначимо загальну кількість їздок за аргонем на місяць у такий спосіб:

$$E_{\text{об.}} = 9 + 5 + 1 = 15$$

Визначимо загальний час роботи автомобіля на місяць по формулі [7]:

$$T_{\text{об.}} = T \cdot E_{\text{об.}},$$

де  $T$  - загальний час роботи автомобіля за одну їзду по кожному напрямку.

$$T_{\text{об.}} = 32,5 \cdot 9 + 32,2 \cdot 1 + 38 \cdot 5 = 514 \text{ год.}$$



В роботі пропоную на підприємстві ПрАТ «Дніпроспецсталь» ємності для зберігання аргону охолодженого рідкого, які необхідно встановити біля кожного сталеплавильного цеху. Цех порошкової металургії вже оснащений ємністю 10000 л, обсягом 7 тонн.

Необхідно розрахувати необхідний обсяг нових ємностей для зберігання аргону й перевірити чи задовольняє обсяг існуючої ємності місячної потреби в аргоні цеху порошкової металургії.

Загальна потреба в аргоні на підприємстві на місяць становить 267 тонн.

Кожний цех споживає різну кількість аргону залежно від кількості виплавленої сталі й залежно від специфіки виплавки окремих марок сталі. Місячна потреба в аргоні охолоджену рідкому для кожного цеху представлено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Місячна потреба цехів підприємства в аргоні охолоджену рідкому

| Найменування цеху         | Потреба в аргоні, т |
|---------------------------|---------------------|
| Цех порошкової металургії | 54,04               |
| Сталеплавильний цех №1    | 26,52               |
| Сталеплавильний цех №2    | 92,67               |
| Сталеплавильний цех №3    | 53,04               |
| Сталеплавильний цех №5    | 40,73               |
| Усього:                   | 267,00              |

По формулі 2.10 розрахуємо кількість їздок за аргоном автомобілем з цистерною місткістю 19,5т.

$$E = \frac{267}{19,5} = 13,7$$

Тобто необхідно 14 їздок на місяць.

Розрахуємо добову потребу в аргоні для кожного цеху окремо по формулі [7]:

$$q_{\text{сут.}} = \frac{Q_{\text{м.}}}{n}, \quad (2.13)$$

де  $n$  - кількість днів у місяці,  $n = 30$ .

Для цеху порошкової металургії добова потреба в аргоні становить

$$q_{\text{сут.}} = \frac{54,04}{30} = 1,8m$$

Для сталеплавильного цеху №1

$$q_{\text{сут.}} = \frac{26,52}{30} = 0,88m$$

Для сталеплавильного цеху №2

$$q_{\text{сут.}} = \frac{92,67}{30} = 3,09m$$

Для сталеплавильного цеху №3

$$q_{\text{сут.}} = \frac{53,04}{30} = 1,77m$$

Для сталеплавильного цеху №5

$$q_{\text{сут.}} = \frac{40,73}{30} = 1,36m$$

Розрахуємо погодинну потребу в аргоні для кожного цеху по формулі [7]:

$$q_{\text{ч}} = \frac{q_{\text{сут.}}}{24} \quad (2.14)$$

- для цеху порошкової металургії

$$q_u = \frac{1,8}{24} = 0,075m$$

- для сталеплавильного цеху №1

$$q_u = \frac{0,88}{24} = 0,037m$$

- для сталеплавильного цеху №2

$$q_u = \frac{3,09}{24} = 1,29m$$

- для сталеплавильного цеху №3

$$q_u = \frac{1,77}{24} = 0,074m$$

- для сталеплавильного цеху №5

$$q_u = \frac{1,36}{24} = 0,57m$$

За одну їздку автомобіль може привести 19,5 т аргону. Необхідно розвести цей обсяг до кожної ємності цеху споживача так, щоб усім сталеплавильним цехам підприємства завжди вистачало аргону для роботи, і ще залишався запас для непередбачених обставин.

Розрахунки виконую за допомогою програми EXL, даний розрахунок представлено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Розрахунки розвезення аргону до ємностей цехів споживачів на протязі місяця

| Рейс | Цех<br>споживач | Обсяг<br>завозу | Витрата<br>аргону за<br>інтервал<br>постачання | Залишок<br>аргону | Обсяг<br>завозу | Інтервал<br>постачання, год. |
|------|-----------------|-----------------|------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------------------------|
| 1    | 2               | 3               | 4                                              | 5                 | 6               | 7                            |
| 1    | ЦПМ             | 4               | 0                                              | 0                 |                 | 32                           |
|      | СПЦ!            | 2               | 0                                              | 0                 |                 |                              |
|      | СПЦ»            | 6,5             | 0                                              | 0                 | 0               |                              |
|      | СПЦЗ            | 4               | 0                                              | 0                 |                 |                              |
|      | СПЦ5            | 3               | 0                                              | 0                 |                 |                              |
| 2    | ЦПМ             | 4               | 2,40                                           | 1,60              | 2               | 32                           |
|      | СПЦ!            | 2               | 1,17                                           | 0,83              | 4               |                              |
|      | СПЦ»            | 6,5             | 4,12                                           | 2,38              | 6,5             |                              |
|      | СПЦЗ            | 4               | 2,36                                           | 1,64              | 4               |                              |
|      | СПЦ5            | 3               | 1,81                                           | 1,19              | 3               |                              |
| 3    | ЦПМ             | 4               | 3,60                                           | 1,20              | 6               | 32                           |
|      | СПЦ!            | 2               | 4,83                                           | 3,65              | 2               |                              |
|      | СПЦ»            | 6,5             | 8,88                                           | 4,76              | 4,5             |                              |
|      | СПЦЗ            | 4               | 5,64                                           | 3,28              | 4               |                              |
|      | СПЦ5            | 3               | 4,19                                           | 2,37              | 3               |                              |
| 4    | ЦПМ             | 4               | 7,20                                           | 2,40              | 4               | 64                           |
|      | СПЦ!            | 2               | 5,65                                           | 3,31              | 2               |                              |
|      | СПЦ»            | 6,5             | 9,26                                           | 1,02              | 6,5             |                              |
|      | СПЦЗ            | 4               | 7,28                                           | 2,56              | 4               |                              |

Продовження таблиці 2.5

| 1 | 2    | 3   | 4    | 5    | 6   | 7  |
|---|------|-----|------|------|-----|----|
|   | СПЦ5 | 3   | 5,37 | 1,75 | 3   |    |
| 5 | ЦПМ  | 4   | 6,40 | 4,00 | 4   | 32 |
|   | СПЦ! | 2   | 5,31 | 4,13 | 2   |    |
|   | СПЦ» | 6,5 | 7,52 | 3,40 | 6,5 |    |
|   | СПЦ3 | 4   | 6,56 | 4,20 | 4   |    |
|   | СПЦ5 | 3   | 4,75 | 2,93 | 3   |    |
| 6 | ЦПМ  | 4   | 8,00 | 3,20 | 4   | 64 |
|   | СПЦ! | 2   | 6,13 | 3,79 | 2   |    |
|   | СПЦ» | 6,5 | 9,90 | 1,66 | 7,5 |    |
|   | СПЦ3 | 4   | 8,20 | 3,48 | 3   |    |
|   | СПЦ5 | 3   | 5,93 | 2,31 | 3   |    |
| 7 | ЦПМ  | 4   | 7,20 | 2,40 | 4   | 64 |
|   | СПЦ! | 2   | 5,79 | 3,44 | 1   |    |
|   | СПЦ» | 6,5 | 9,16 | 0,92 | 7,5 |    |
|   | СПЦ3 | 4   | 6,48 | 1,76 | 4   |    |
|   | СПЦ5 | 3   | 5,31 | 1,68 | 3   |    |
| 8 | ЦПМ  | 4   | 6,40 | 1,60 | 4   | 64 |
|   | СПЦ! | 2   | 4,44 | 2,09 | 2   |    |
|   | СПЦ» | 6,5 | 8,42 | 0,18 | 6,5 |    |
|   | СПЦ3 | 4   | 5,76 | 1,04 | 4   |    |
|   | СПЦ5 | 3   | 4,68 | 1,05 | 3   |    |

Продовження таблиці 2.5

| 1  | 2    | 3   | 4     | 5    | 6   | 7  |
|----|------|-----|-------|------|-----|----|
| 13 | ЦПМ» | 6,5 | 8,00  | 0,20 | 7,5 | 32 |
| 9  | СПЦЗ | 2   | 4,00  | 2,90 | 2   |    |
|    | СПЦ5 | 6,5 | 5,68  | 1,56 | 6,5 |    |
| 14 | ЦПМВ | 4   | 5,00  | 2,00 | 4   |    |
|    | СПЦ5 | 2   | 4,05  | 2,24 | 2   |    |
| 10 | ЦПМ» | 6,5 | 8,20  | 4,80 | 6,5 | 32 |
|    | СПЦЗ | 2   | 4,90  | 2,80 | 2   | 32 |
|    | СПЦ5 | 6,5 | 9,06  | 2,94 | 6,5 |    |
|    | СПЦЗ | 4   | 6,68  | 4,32 | 4   |    |
|    | СПЦ5 | 3   | 5,24  | 3,43 | 3   |    |
| 11 | ЦПМ  | 4   | 8,80  | 4,00 | 4   | 64 |
|    | СПЦ! | 2   | 5,75  | 3,40 | 2   |    |
|    | СПЦ» | 6,5 | 11,44 | 3,20 | 6,5 |    |
|    | СПЦЗ | 4   | 8,32  | 3,60 | 4   |    |
|    | СПЦ5 | 3   | 6,43  | 2,80 | 3   |    |
| 12 | ЦПМ  | 4   | 8,00  | 3,20 | 4   | 64 |
|    | СПЦ! | 2   | 5,40  | 3,05 | 1   |    |
|    | СПЦ» | 6,5 | 9,70  | 1,46 | 7,5 |    |
|    | СПЦЗ | 4   | 7,60  | 2,88 | 4   |    |
|    | СПЦ5 | 3   | 5,80  | 2,17 | 3   |    |
|    | ЦПМ  | 4   | 7,20  | 2,40 | 3   | 64 |
|    | СПЦ! | 2   | 4,05  | 1,71 | 3   |    |

Згідно даних таблиці 2.5 видно, що обсяг аргону в кожній ємності достатній для безперебійної роботи цехів підприємства.

Запасу аргону на кінець місяця буде досить, щоб у наступному місяці автомобіль зробив одну їзду за аргonom.

Згідно з розрахунками існуюча ємність, яка перебуває в цеху порошкової металургії має достатній обсяг для зберігання аргону.

Виходячи зі стандартного ряду ємностей і розрахункової потреби, необхідно встановити в сталеплавильного цеху №1 ємність обсягом 10 тонн, для сталеплавильного цеху №2 – 10 тонн, для сталеплавильного цеху №3 – 10 тонн, для сталеплавильного цеху №5 – 10 тонн.

## 2.6 Побудова графіка завезення аргону до цехів підприємства

Для без перебіжної роботи виробництва необхідно організувати перевезення аргону охолодженого рідкого між цехами споживачами ПрАТ «Дніпроспецсталь». Вантажних пунктів усього п'ять.

Для зручності подальших розрахунків будемо використовувати наступні скорочення:

- ЦМП – цех порошкової металургії;
- СПЦ 1 – сталеплавильний цех №1;
- СПЦ 2 – сталеплавильний цех №2;
- СПЦ 3 – сталеплавильний цех №3;
- СПЦ 5 – сталеплавильний цех №5;
- АТЦ – автотранспортний цех.

Відстані між цехами представлено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Найкоротші відстані між цехами підприємства

|      | АТЦ | СПЦ1 | СПЦ2 | СПЦ3 | СПЦ5 | ЦПМ |
|------|-----|------|------|------|------|-----|
| АТЦ  | -   | 2,5  | 3,1  | 2,3  | 3,0  | 2,4 |
| СПЦ1 | 2,5 | -    | 2,7  | 2,0  | 3,1  | 2,1 |
| СПЦ2 | 3,1 | 2,7  | -    | 1,2  | 2,0  | 0,5 |
| СПЦ3 | 2,3 | 2,0  | 1,2  | -    | 2,0  | 0,5 |
| СПЦ5 | 3,0 | 3,1  | 3,2  | 2,0  | -    | 1,5 |
| ЦПМ  | 2,4 | 2,1  | 1,7  | 0,5  | 1,5  | -   |

Завдання зводиться до складання розвізного маршруту. Розвізний маршрут – це кільцевий маршрут, на якому завантажений рухомий склад розвозить вантаж по декільком пунктам і поступово розвантажується. [8]

Необхідно скласти такий маршрут, щоб довжина об'їзду вантажних пунктів забезпечувала мінімальний пробіг рухомого складу. [8]

Для розрахунків використовуємо метод сум. При розрахунках даним методом спочатку будемо таблицю, яка називається симетричною матрицею. Для цехів підприємства симетрична матриця показано в таблиці 2.7 [8].

Таблиця 2.7 – Симетрична матриця

| АТЦ  | 2,5  | 3,1  | 2,3  | 3,0  | 2,4 |
|------|------|------|------|------|-----|
| 2,5  | СПЦ1 | 2,7  | 2,0  | 3,1  | 2,1 |
| 3,1  | 2,7  | СПЦ2 | 1,2  | 3,2  | 1,7 |
| 2,3  | 2,0  | 1,2  | СПЦ3 | 2,0  | 0,5 |
| 3,0  | 3,1  | 3,2  | 2,0  | СПЦ5 | 1,5 |
| 2,4  | 2,1  | 1,7  | 0,5  | 1,5  | ЦПМ |
| 13,3 | 12,4 | 11,9 | 8    | 12,8 | 8,2 |

На головній діагоналі розташовані вантажні пункти. Числа показують мінімальні відстані проїзду між пунктами. У матриці є сумарний рядок – «рядок сум». У ній сума відстаней по кожному стовпцю.

Після побудови симетричної матриці, будуємо початковий маршрут трьох пунктів, що мають максимальну суму по своїх стовпцях. Це стовпці АТЦ, СПЦ5, СПЦ1. Ухвалюємо в якості початкового маршруту:

$$\text{АТЦ} \rightarrow \text{СПЦ5} \rightarrow \text{СПЦ1} \rightarrow \text{АТЦ}$$

Потім у нього включаємо наступний пункт із максимальною сумою – це пункт СПЦ2. Цей пункт слід вставити між такою парою сусідніх пунктів початкового маршруту, де приріст відстані буде мінімальним.

Величину такого приросту знайдемо по формулі [8]:

$$\Delta L_{kp} = L_{ki} + L_{ip} - L_{kp}, \quad (2.15)$$

де  $L$  - відстань між пунктами, км;

$k$  - перший сусідній пункт;

$p$  - другий сусідній пункт;

$i$  - пункт, що включається.

$$\Delta L_{\text{АТЦСПЦ5}} = L_{\text{АТЦСПЦ2}} + L_{\text{СПЦ2СПЦ5}} - L_{\text{АТЦСПЦ5}}$$

Відповідні відстані беремо з таблиці 2.7

$$\Delta L_{\text{АТЦСПЦ5}} = 3,1 + 3,2 - 3,0 = 3,3$$

$$\Delta L_{\text{СПЦ5СПЦ1}} = 3,2 + 2,7 - 3,1 = 2,8$$

$$\Delta L_{\text{СПЦ1АТЦ}} = 2,7 + 3,1 - 2,5 = 3,3$$

Від сюди випливає, що пункт СПЦ2 необхідно помістити між СПЦ5 і СПЦ1.

Початковий маршрут зміниться на проміжний:

АТЦ → СПЦ5 → СПЦ2 → СПЦ1 → АТЦ

Далі знаходимо наступний по величині пункт. Це пункт ЦПМ.

$$\Delta L_{АТЦСПЦ5} = 2,4 + 1,5 - 3,0 = 0,9$$

$$\Delta L_{СПЦ5СПЦ2} = 1,5 + 1,7 - 3,2 = 0$$

$$\Delta L_{СПЦ2СПЦ1} = 1,7 + 2,1 - 2,7 = 1,1$$

$$\Delta L_{СПЦ1АТЦ} = 2,1 + 2,4 - 2,5 = 2$$

Проміжний маршрут стає наступним:

АТЦ → СПЦ5 → ЦПМ → СПЦ2 → СПЦ1 → АТЦ

Останній пункт розвізного маршруту – СПЦ3.

$$\Delta L_{АТЦСПЦ5} = 2,3 + 2,0 - 3,0 = 1,3$$

$$\Delta L_{СПЦ5ЦПМ} = 2,0 + 0,5 - 1,5 = 1$$

$$\Delta L_{ЦПМСПЦ2} = 0,5 + 1,2 - 1,7 = 0$$

$$\Delta L_{СПЦ2СПЦ1} = 1,2 + 2,0 - 2,1 = 0,5$$

$$\Delta L_{СПЦ1АТЦ} = 2,0 + 2,3 - 2,5 = 1,8$$

І так, методом сум отриманий наступний розвізний маршрут

АТЦ → СПЦ5 → ЦПМ → СПЦ3 → СПЦ2 → СПЦ1 → АТЦ

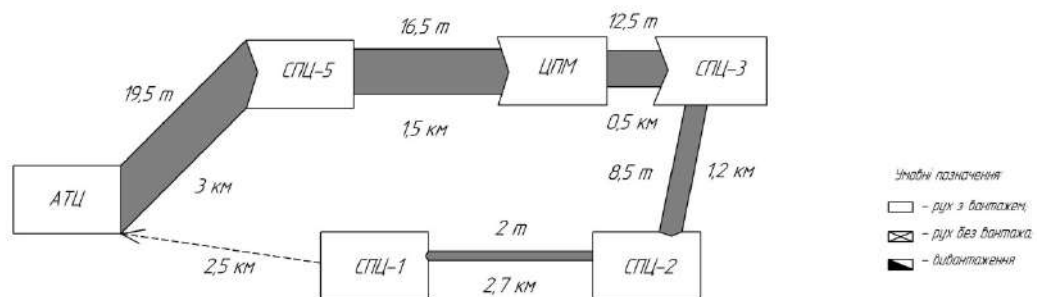


Рисунок 2.9 – Схема розвізного маршруту

Розрахуємо загальний пробіг автомобіля на маршруті розвозу аргону по цехах підприємства:

$$L = 3,0 + 1,5 + 0,5 + 1,2 + 2,7 + 2,5 = 11,4 \text{ км}$$

Розрахуємо час роботи автомобіля на маршруті по формулі [8]:

$$T_{\text{м}} = t_{\text{дв.}} + t_{\text{разг.}}, \quad (2.16)$$

де  $t_{\text{дв.}}$  - час руху автомобіля на маршруті, год.;

$t_{\text{разг.}}$  - час простою автомобіля під розвантаженням, год. Згідно норм часу на вивантаження 1 т аргону охолодженого рідкого загальний час вивантаження складає  $t_{\text{вив.}} = 9,23 \text{ ч.}$

Час руху визначаємо по формулі [8]:

$$t_{\text{дв.}} = \frac{L}{V_{\text{сп.}}}, \quad (2.17)$$

де  $V_{\text{сп.}}$  - середня швидкість руху автомобіля на маршруті, км/год.

$$t_{\text{дв.}} = \frac{11,4}{15} = 0,76 \text{ ч}$$

Час перебування автомобіля на маршруті визначаємо по формулі (2.16)

$$T_{\text{м}} = 0,76 + 9,23 = 10 \text{ ч}$$

На підставі цих розрахунків будуємо графік завезення аргону по цехах споживачам. Цей графік забезпечить ритмічну роботу автомобіля на маршруті й визначить загальну потребу часу для знаходження рухомого складу в кожному вантажному пункті. Графік розвозу аргону охолодженого рідкого по цехах підприємства наведено на рисунку 2. 10.

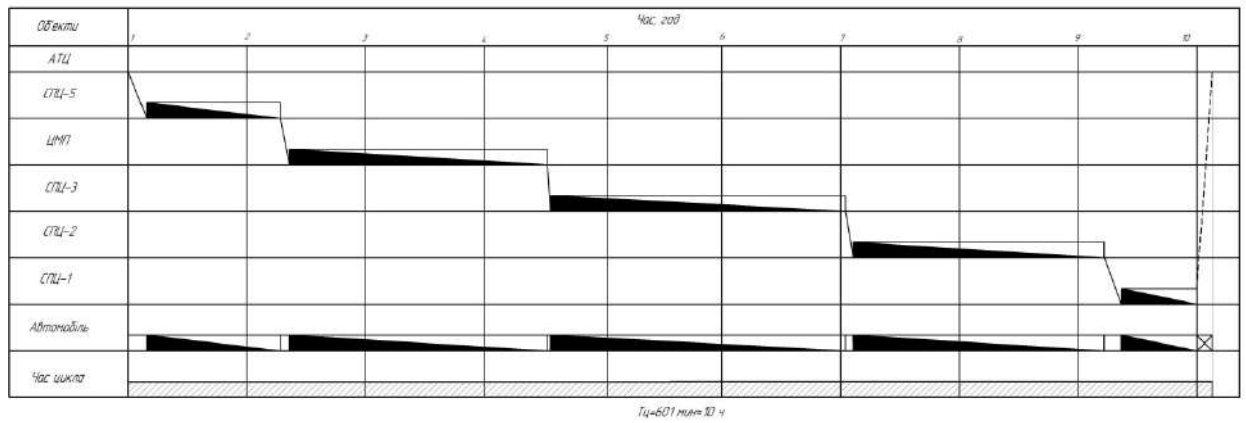


Рисунок 2.10 – Графік розвозу аргону охолодженого рідкого по цехам підприємства

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Загальні положення

Розглянемо існуючу технологію доставки аргону на ПрАТ «Дніпроспецсталь» з економічного боку.

На підприємстві «Дніпроспецсталь» аргон перевозиться трьома автомобілями - аргоновозами Краз. Підприємство одержує аргон із заводів виробників, розташованих у містах: Кривий Ріг, Харків, Дніпро, Кам'янське.

За рік автомобілям необхідно зробити 480 рейсів за аргоном. На трьох автомобілях працюють 13 водіїв. Існуючий рухомий склад не відповідає умовам експлуатації, тому на ремонт автомобілів виділяються значні кошти.

Розвантаження аргону проводиться як на території підприємства «Дніпроспецсталь», так і на території підприємства «Запоріжсталь». За користування ємностями й трубопроводом «Запоріжсталі» підприємство «Дніпроспецсталь» платить комбінату орендну плату.

У магістерській роботі запропоновано замінити існуючий рухомий склад новим автомобілем SCANIA G 380. Цей автомобіль призначений для умов перевезення аргону на більші відстані.

Згідно зроблених розрахунків, пропонується автомобіль повинен виконати 180 рейсів за аргоном, щоб задовольнити потребу в газі й забезпечити безперебійну й ефективну роботу сталеплавильних цехів підприємства.

Так само запропоновано встановити чотири ємності в кожного сталеплавильного цеху, що дозволить відмовитися від послуг комбінату «Запоріжсталь» і заощадити гроші на оренді.

### 3.2 Розрахунки витрат на придбання оснащення пропонованих рішень

В магістерській роботі для впровадження пропонованої технології доставки аргону охолодженого рідкого на ПрАТ «Дніпроспецсталь» необхідні наступні капітальні вкладення [12]:

$$K_{\text{доо.}} = K^{\text{АВТП}} + n \cdot (K_{\text{пр}}^{\text{ем}} + K_{\text{мон.}}^{\text{ем}}), \quad (3.1)$$

де  $K^{\text{АВТП}}$  - витрати на придбання автопоїзду у складі тягачу SCANIA G 380 з інтермодальною ємністю типу PVAC для перевезення аргону, грн.;

$K_{\text{пр}}^{\text{ем}}$  - витрати на придбання ємності для зберігання аргону, грн.;

$K_{\text{мон}}^{\text{ем}}$  - витрати на монтаж ємності, приймаємо округленої в розмірі 5% вартості цистерни, грн.;

$n$  - кількість ємностей, шт.

Придбати автопоїзд і ємності можна на фірмі «Укравтоінвест», згідно із цінами даної фірми капітальні вкладення дорівнюють:

$$K_{\text{доо.}} = 3180580 + 4(151000 + 0,05 \cdot 151000) = 3814780 \text{ грн.}$$

### 3.3 Розрахунки базового варіанту перевезення аргону

По даним ПрАТ «Дніпроспецсталь» первісна вартість, амортизація й залишкова вартість автомобілів на кінець 2021 року представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вартість автомобілів

| Найменування автомобіля | Залишкова вартість, грн. |
|-------------------------|--------------------------|
| КрАЗ 08196              | 60479,03                 |
| КрАЗ 06552              | 373500,00                |
| КрАЗ 6278               | 159500,00                |
| Разом:                  | 593479                   |

Розрахуємо річні амортизаційні відрахування рухомого складу по базовому варіанту:

$$Б_I = 593479 - \frac{593479 \times 10.0}{100} = 534131 \text{ грн.};$$

$$Б_{II} = 534131 - \frac{534131 \times 10.0}{100} = 480718 \text{ грн.};$$

$$Б_{III} = 480718 - \frac{480718 \times 10.0}{100} = 432646 \text{ грн.};$$

$$Б_{IV} = 432646 - \frac{432646 \times 10.0}{100} = 389382 \text{ грн.}$$

Річна амортизація автомобілів по базовому варіанту становить:

$$A = 59348 + 53413 + 48072 + 43265 = 204097 \text{ грн.}$$

Заробітна плата – це винагорода, яка як правило, обчислюється в грошовій формі, яку за трудовим договором, власник або уповноважений їм орган виплачує працівникові за виконану їм роботу. [9]

Для водіїв аргоновозів на підприємстві «Дніпроспецсталь» застосовують почасово-преміальну систему оплати праці, яку використовують по тарифних ставках, установлених згідно із займаною посадою, за фактично відпрацьований час в обліковому періоді. Основою для оплати праці є табель обліку використовуваного часу.

Для преміювання використовують показники й розміри премії, установлені посадовими особами.

Заробітну плату водіїв за рік розрахуємо по формулі [12]:

$$З_{пл}^p = c_{чм} \cdot T_H \cdot \kappa_{доод} \cdot N_{вод}, \quad (3.2)$$

де  $c_{чм}$  - годинна тарифна ставка водія, за даними заводу  $c_{чм}=54,79$  грн./год.;

$T_H$  - річний нормативний фонд робочого часу, в 2023 році на ПрАТ «Дніпроспецсталь» він становив 2080 год.;

$\kappa_{доод}$  - коефіцієнт доплат і надбавок;

$N_{вод.}$  - кількість водіїв, за даними підприємства на перевезенні аргону задіяне 13 водіїв.

Коефіцієнт доплат і надбавок розраховуємо по наступній формулі [12]:

$$\kappa_{доод} = \kappa_1 + \kappa_2 + \kappa_3 + \kappa_4, \quad (3.3)$$

де  $\kappa_1$  - надбавка за клас у розмірі 25% тарифної ставки;

$\kappa_2$  - доплата за ненормований робочий день у розмірі 25% тарифної ставки;

$\kappa_3$  - доплата за шкідливість роботи в розмірі 12% тарифної ставки;

$\kappa_4$  - персональна надбавка в розмірі 50% тарифної ставки.

$$\kappa_{доод.} = 0,25 + 0,25 + 0,12 + 0,5 = 1,12$$

$$З_{пл}^{річ} = 54,79 \cdot 2080 \cdot 1,12 \cdot 13 = 1659304 \text{ грн}$$

При розрахунках заробітної плати необхідно врахувати:

1. доплату за роботу в нічний час у розмірі 40% тарифної ставки за кожну годину нічного часу;
2. премію в розмірі 100% тарифної ставки.

Час роботи всіх водіїв у нічний час становить одну третю частину від нормативно відпрацьованого часу:

$$T_{нв} = \frac{T_n \cdot N_{вод.}}{3} = \frac{2080 \cdot 13}{3} = 9013_{год}$$

Доплата за роботу в нічний час складе

$$З_{нч} = c_{чт} \cdot T_{нч} \cdot 0,4 = 54,79 \cdot 9013 \cdot 0,4 = 197529_{грн}$$

Премія водіїв складе

$$З_{пр} = 54,79 \cdot 2080 \cdot 13 \cdot 1 = 1481522_{грн}$$

Звідси загальний заробіток водіїв за рік складе [12]:

$$З_{нл}^{заг} = З_{нл}^P + З_{нч} + З_{пр} \quad (3.4)$$

$$З_{нл}^{заг} = 1659304 + 197529 + 1481522 = 3338355_{грн}$$

Здійснимо розрахунок витрат на паливо, згідно нормативних витрат витрати палива на 100 км.

Потреба в паливі за рік визначаємо по формулі [12]:

$$P_{нал} = \frac{H_p \cdot L_{річ}}{100}, \quad (3.5)$$

де  $H_p$  - норма витрати палива на 100 км пробігу, за технічним даними автомобіля КрАЗ норма витрати становить 50 літрів на 100 км пробігу;

$L_{річ}$  - пробіг транспортного засобу за рік, км.

$$L_{річ} = 2 \cdot n_e \cdot (L_m + l_n), \quad (3.6)$$

де  $n_e$  - кількість їздок за рік:

$L_m$  - довжина маршруту, км;

$l_n$  - нульовий пробіг, км, приймаємо рівним 5 км.

Розрахунки по формулі (3.6) зробимо для всіх напрямків руху за рік від Запоріжжя

- до Кривого Рогу

$$L_{річ} = 2 \cdot 252 \cdot (213 + 5) = 109872 \text{ км}$$

- до Харкова

$$L_{річ} = 2 \cdot 136 \cdot (230 + 5) = 63920 \text{ км}$$

- до Кам'янського

$$L_{річ} = 2 \cdot 21 \cdot (200 + 5) = 8610 \text{ км}$$

- до Дніпра

$$L_{річ} = 2 \cdot (140 + 5) = 290 \text{ км}$$

Загальний пробіг рівняється

$$L_{річ}^{заг} = 109872 + 63920 + 8610 + 290 = 182692 \text{ км}$$

$$P_{нал} = \frac{182692 \cdot 50}{100} = 91346 \text{ л}$$

Витрати на паливо розраховуємо по формулі [12]:

$$З_{нал} = P_{нал} \cdot Ц_{1л}, \quad (3.7)$$

де  $C_{1л}$  - ціна одного літра палива, за даними підприємства вона становить 57,5 грн.

$$Z_{нал} = 91346 \cdot 57,5 = 5252395 \text{ грн}$$

Витрати на гаражні потреби розраховуємо по формулі [12]:

$$Z_{гар} = 0,1 \cdot Z_{нал}, \quad (3.8)$$

$$Z_{гар} = 0,1 \cdot 5252395 = 525239 \text{ грн}$$

Витрати на ремонт рухомого состава визначаємо по формулі [12]:

$$Z_p = a_p \cdot B_{авт}, \quad (3.9)$$

де  $a_p$  - норма відррахувань на ремонт транспортних засобів, за даними підприємства приймаємо рівним 10%;

$B_{авт}$  - балансова вартість автомобілів, грн.

$$Z_p = 0,1 \cdot (593479) = 59348 \text{ грн}$$

Розрахунки витрат на заміну шин робимо виходячи з норм пробігу автотранспортних засобів. Число замін комплектів шин визначаємо по формулі [12]

$$K_{ш} = \frac{L_{річ}^{заг}}{L_{норм}}, \quad (3.10)$$

де  $L_{норм}$  - нормативний пробіг транспортного засобу до заміни шин, км.

Для автомобіля КрАЗ  $L_{норм} = 90000 \text{ км}$ .

$$K_{ш} = \frac{182692}{90000} = 2,03$$

Річні витрати на заміну шин визначаємо по формулі [12]:

$$З_{ш} = K_{ш} \cdot Ц_{1к} \cdot n_k \cdot m, \quad (3.11)$$

де  $n_k$  - кількість коліс на автомобілі, по технічній характеристиці приймаємо 11 шт.;

$m$  - кількість автомобілів, згідно даних заводу 3;

$Ц_{1к}$  - ціна одного колеса, ухвалюємо рівної 5200 грн.

$$З_{ш} = 2,03 \cdot 5200 \cdot 11 \cdot 3 = 348348 \text{ грн.}$$

Здійснимо розрахунок витрат на соціальне страхування, це єдиний соціальний внесок, який становить 22% від фонду оплати праці працівників.

$$З_{сс} = 0,22 \cdot З_{пл}^{заг}, \quad (3.12)$$

$$З_{сс} = 0,22 \cdot 3338355 = 734438 \text{ грн.}$$

Накладні витрати становлять 34% від фонду заробітної плати й визначаються по формулі [12]:

$$З_{нак.} = 0,34 \cdot З_{пл}^{заг}, \quad (3.13)$$

$$Z_{\text{нак.}} = 0,34 \cdot 3338355 = 1135041 \text{ грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати на перевезення аргону визначаємо по формулі [12]:

$$C_{\text{екс.}}^{\text{річ}} = A_{\text{річ}} + Z_{\text{пл}}^{\text{заг}} + Z_{\text{нал.}} + Z_{\text{гар.}} + Z_p + Z_{\text{ш}} + Z_{\text{сс}} + Z_{\text{нак.}}, \quad (3.15)$$

де  $A_{\text{річ}}$  - річні амортизаційні відрахування по трьом автомобілям, грн.;

$Z_{\text{пл}}^{\text{заг}}$  - фонд заробітної плати водіїв, грн.;

$Z_{\text{нал.}}$  - витрати на паливо, грн.;

$Z_{\text{гар.}}$  - витрати палива на гаражні потреби, грн.;

$Z_p$  - витрати на ремонт, грн.;

$Z_{\text{ш}}$  - витрати на заміну шин, грн.;

$Z_{\text{сс}}$  - витрати на соціальне страхування, грн.;

$Z_{\text{нак}}$  - накладні витрати, грн.

$$C_{\text{екс}}^{\text{річ}} = 3338355 + 5252395 + 525239 + 59348 + 348348 + 734438 + 1135041 + 204907 = 11597261 \text{ грн}$$

#### 3.4 Розрахунки витрат по пропонованому варіанту перевезення аргону

Річні експлуатаційні витрати по пропонованому варіанту будуть складатися з витрат на експлуатацію одного автопоїзду SCANIA G 380 з автоцистерною 14000 л. і чотирьох ємностей.

Розрахунки амортизаційних відрахувань зробимо по формулі [12]:

$$A_{кв.} = \frac{B_a \cdot a_n}{100}, \quad (3.16)$$

де  $B_a$  - балансова вартість автомобіля, грн.;

$a_n$  - квартальна норма амортизації, для другої групи становить 10% у квартал, до цієї групи ставиться автопоїзд і 6% - для третьої групи, до якої ставляться ємності.

Розрахуємо річну амортизацію для автопоїзду SCANIA G 380 із цистерною.

Балансова вартість автопоїзда на початок року дорівнює

$$B_1 = 3180580 \text{ грн.}$$

Амортизація першого кварталу по формулі (3.16) рівна

$$A_1 = \frac{3180580 \cdot 10}{100} = 318058 \text{ грн}$$

$$B_2 = 3180580 - 318058 = 2862522 \text{ грн.}$$

$$A_2 = \frac{2862522 \cdot 10}{100} = 286252 \text{ грн}$$

$$B_3 = 2862522 - 286252 = 2576270 \text{ грн.}$$

$$A_3 = \frac{2576270 \cdot 10}{100} = 257627 \text{ грн}$$

$$B_4 = 2576270 - 257627 = 2318643 \text{ грн.}$$

$$A_4 = \frac{2318643 \cdot 10}{100} = 231864 \text{ грн}$$

Річна амортизація по автопоїзду складе

$$A_{річ} = 318058 + 286252 + 257627 + 231864 = 1093801 \text{ грн}$$

Визначимо балансову вартість чотирьох ємностей обсягом 10 тонн кожна.

$$B_1 = 4 \cdot (151000 + 7550) = 634200 \text{ грн.}$$

Амортизація першого кварталу по формулі (3.16) рівна

$$A_1 = \frac{634200 \cdot 6}{100} = 38052 \text{ грн}$$

$$B_2 = 634200 - 38052 = 596148 \text{ грн.}$$

$$A_2 = \frac{596148 \cdot 6}{100} = 35769 \text{ грн}$$

$$B_3 = 596148 - 35769 = 560379 \text{ грн.}$$

$$A_3 = \frac{560379 \cdot 6}{100} = 33624 \text{ грн}$$

$$B_4 = 560379 - 33624 = 526756 \text{ грн.}$$

$$A_4 = \frac{526756 \cdot 6}{100} = 31605 \text{ грн}$$

Річна амортизація по ємностях складе

$$A_{\text{год}} = 38052 + 35769 + 33624 + 31605 = 139049 \text{ грн}$$

Звідси загальна річна амортизація складе:

$$A_{\text{річ}} = 1093801 + 139019 = 1232850 \text{ грн.}$$

За пропонованим варіантом для виконання заданого обсягу робіт на автомобілі будуть працювати 5 водіїв.

Основну заробітну плату 5 водіїв розрахуємо по формулі (3.3)

$$Z_{\text{год}} = 55,98 \cdot 2080 \cdot 1,12 \cdot 5 = 652055 \text{ грн.}$$

Час роботи всіх водіїв у нічний час становить одну третю частину від нормативно відпрацьованого часу:

$$T_{нв} = \frac{T_n \cdot N_{вод.}}{3} = \frac{2080 \cdot 5}{3} = 3467ч$$

Доплата за роботу в нічний час складе

$$З_{нч} = c_{чт} \cdot T_{нч} \cdot 0,4 = 55,98 \cdot 3467 \cdot 0,4 = 77633грн$$

Премія водіїв складе

$$З_{пр} = 55,98 \cdot 2080 \cdot 5 \cdot 1 = 582192грн$$

Звідси загальний заробіток водіїв за рік складе

$$З_{пл}^{заг} = 652055 + 77633 + 582192 = 1311880грн$$

Здійснимо розрахунок витрат на паливо, згідно нормативних витрат витрати палива на 100 км.

Розрахунки річного пробігу зробимо по формулі (3.6) для всіх напрямків руху за рік від Запоріжжя

- до Кривого Рогу

$$L_{річ} = 2 \cdot 108 \cdot (213 + 5) = 47088км$$

- до Харкова

$$L_{річ} = 2 \cdot 60 \cdot (3200 + 5) = 39000км$$

- до Кам'янського

$$L_{річ} = 2 \cdot 12 \cdot (200 + 5) = 29520км$$

Загальний пробіг рівняється

$$L_{річ}^{заг} = 47088 + 39000 + 29520 = 115608км$$

$$P_{нал} = \frac{115608 \cdot 30}{100} = 34682л$$

Витрати на паливо розраховуємо по формулі (3.7)

$$З_{нал} = 34682 \cdot 57,5 = 1994215грн$$

Витрати на гаражні потреби розраховуємо по формулі (3.8)

$$З_{гар} = 0,1 \cdot 1994215 = 199421грн$$

Витрати на ремонт рухомого состава визначаємо по формулі (3.9)

$$З_p = 0,05 \cdot 3180580 = 159029грн$$

Розрахунки витрат на заміну шин робимо виходячи з норм пробігу автотранспортних засобів. Число замін комплектів шин визначаємо по формулі (3.10)

$$K_{ш} = \frac{115608}{100000} = 1,16$$

Річні витрати на заміну шин визначаємо по формулі (3.11)

$$З_{ш} = 1,16 \cdot 8500 \cdot 11 = 108460грн.$$

Здійснимо розрахунок витрат на соціальне страхування робимо по формулі (3.12)

$$З_{сc} = 0,22 \cdot 1311880 = 288614грн.$$

Накладні витрати становлять 34% від фонду заробітної плати й визначаються по формулі (3.13)

$$З_{нак.} = 0,34 \cdot 1311880 = 446039грн.$$

Річні експлуатаційні витрати на перевезення аргону визначаємо по формулі(3.15):

$$C_{екс}^{річ} = 1232850 + 1311880 + 1994215 + 159029 + 199421 + 108460 + \\ + 288614 + 446039 = 5740509 \text{ грн}$$

Визначимо річну економію експлуатаційних витрат по формулі [12]:

$$E = Z_{екс}^{\bar{}} - Z_{екс}^{np}, \quad (3.18)$$

де  $Z_{екс}^{\bar{}}$ ,  $Z_{екс}^{np}$  - відповідно річні експлуатаційні витрати по базовому й пропонованому варіантах, грн.

$$E = 11597261 - 5740509 = 5856752 \text{ грн.}$$

Річний економічний варіант розраховуємо по формулі [12]:

$$E_{річ} = E - \frac{K_{\partial од.}}{T_n}, \quad (3.19)$$

де  $T_n$  - нормативний строк окупності капітальних вкладень, для транспортних засобів приймаємо рівним 4 роки.

$$E_{річ.} = 5856752 - \frac{3814780}{4} = 4903057 \text{ грн.}$$

Строк окупності капітальних вкладень визначаємо по формулі [9]:

$$T_{ок.} = \frac{K_{\partial од.}}{E} \leq T_n \quad (3.20)$$

$$T_{ок} = \frac{3814780}{5856756} = 0,65 \text{ року} \leq 4$$

Строк окупності менше нормативного, значить запропоновані технічні розв'язки по вдосконаленню перевезення аргону охолодженого рідкого економічно вигідні й можуть бути рекомендовані до впровадження на ПрАТ «Дніпроспецсталь».

Результати розрахунків зведемо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники проекту

| Найменування показників                            | Величина витрат, грн. |                      |
|----------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
|                                                    | Базовий<br>варіант    | Проектний<br>варіант |
| 1. Капітальні вкладення                            | -                     | 3814780              |
| 2. Річні експлуатаційні витрати, У тому числі:     | 11597261              | 5740509              |
| 2.1 Амортизація                                    | 204097                | 1232850              |
| 2.2 Витрати на оплату праці                        | 3338355               | 1311880              |
| 2.3 Витрати на паливо                              | 5252395               | 1994215              |
| 2.4 Витрати на гаражні потреби                     | 525240                | 199422               |
| 2.5 Витрати на ремонт                              | 59348                 | 159029               |
| 2.6 Витрати на заміну шин                          | 348348                | 108460               |
| 2.7 Витрати на соціальне страхування               | 734438                | 288614               |
| 2.8 Накладні витрати                               | 1135040               | 446039               |
| 3. Річна економія експлуатаційних витрат           | -                     | 5856752              |
| 4. Річний економічний ефект                        | -                     | 4903057              |
| 5. Строк окупності додаткових капітальних вкладень | -                     | 0,65                 |

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даній роботі розглядається дослідження перевезень технічних рідких газів в умовах металургійного виробництва.

### 4.1 Аналіз потенційних небезпек

У процесі дослідження існуючої технології перевезення технічних рідких газів на металургійному підприємстві «Дніпрспецсталь» були виявлені наступні потенційні небезпеки й шкідливі фактори:

- при витіканні рідкого газу з цистерни можливе загоряння, що приведе до пожежі;
- при нагріванні ємності з аргоном можливий вибух, який поведе до травмування робітників та забруднення навколишнього середовища;
- інші небезпеки вказані в **Додатку А**.

В **Додатку Б** показані заходи по їх усуненню.

### 4.2 Заходи з пожежної безпеки

Транспортні засоби повинні бути оснащені таким чином, щоб забезпечити заходи пожежної безпеки. До таких відноситься:

- наявність в кабіні вимикача «маси», який забезпечує аварійне відключення електроживлення транспортного засобу;
- оснащення рухомого засобу глушником з вогнегасінням та фронтальним розміщенням кінцевого приладу (вихлопної труби);

- заземлення металевим ланцюгом;
- протипідкатні бампери;
- засоби захисту цистерни та системи трубопроводів від механічних ударів, при перекиданні транспортного засобу.

Заповненість ємностей повинна бути до 95 %

Застосовуються вогнегасники вуглекислотні ВВК – 5 в салоні автомобіля. Та ВВК-10 збоку автомобіля.

В **Додатку В** зроблено розрахунок досліджених небезпечних факторів виробничого середовища, значення яких були заміряні в лабораторії дослідника з ПК. У цьому ж додатку розглянуті питання з цивільного захисту.

## ВИСНОВКИ

У процесі дослідження існуючої технології перевезення технічних рідких газів, а саме аргону охолодженого рідкого в умовах металургійного підприємства ПрАТ «Дніпроспецсталь» були виявлені наступні недоліки:

1) для перевезення аргону використовуються автомобілі Краз великого строку експлуатації, які не відповідають умовам використання рухомого складу;

2) невелика вантажопідйомність застосовуваних автомобілів приводить до додаткової транспортної роботи й, відповідно, до додаткових експлуатаційних витрат;

3) підприємство «Дніпроспецсталь» платить оренду комбінату «Запоріжсталь» за використання ємностей для зберігання аргону;

У роботі були запропоновані заходи щодо вдосконалення організації перевезень аргону:

1 Впровадити в роботу замість трьох автомобілів аргоновозів новий рухомий склад, який складається з сидельного тягачу SKANIA , вантажопідйомністю 35 т .з інтермодальною ємністю 14000л., пристосований для перевезення технічних рідких газів на високі відстані;

2. Інтермодальна ємність обсягом 14000л.містить 19,5 тонн аргону, що дозволяє забезпечити потреби цехів в технічному рідкому газі й зменшити витрати на перевезення;

3. Відмовитися від оплати оренди «Запоріжстали» за рахунок установки близько сталеплавильних цехів «Дніпроспецстали» ємностей для зберігання аргону в необхідній кількості.

У результаті економічних розрахунків була отримана річна економія в розмірі 5856,7 тис. грн., річний економічний ефект становить 4903 тис. грн. Строк окупності становить 0, 65 роки, що набагато нижче нормативного. Це підтверджує, що запропоновані заходи є ефективними і економічно вигідними.



## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Дніпроспецсталь – Вікіпедія. : веб-сайт. – URL : <https://uk.wikipedia.org>.
2. Дніпроспецсталь Официальный сайт. – URL : <http://www.dss-ua.com>.
3. Аргон - Вікіпедія. : веб-сайт. – URL : <https://uk.wikipedia.org>.
4. Компанія «Схід»: послуги у сфері ІТ-технологій веб-сайт. – URL : [www/http:// vostok.dp.ua](http://www.vostok.dp.ua).
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи теорії систем і управління» (основи роботи у системі Statistica® for Windows®) для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» денної та заочної форм навчання / Укл.: В.П., Юдін, С.В. Грицай, С.І. Калкасов – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 58 с.
6. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Вантажні перевезення» для студентів спеціальностей 7.100403 «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті» та 7.100401 «Організація та регулювання дорожнього руху» / Г. Ф. Бабушкін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2006. – 46 с.
7. Коваленко В.М., Щуріхін В.К., Машика Н. Б./ В.М. Коваленко, В.К. Щуріхін, В.М. Машина Вантажні автомобільні перевезення: Підручник. - К.: Літера ЛТД, 2006. - 304 с.
8. Ізтелеуова М.С. Організація та логістика перевезень: підручник / М.С. Ізтелеуова, І.В. Грицук, П.М. Арімбекова, Л.А. Тарандушка. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021 - 264 с.
9. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення/Навчальний посібник/ М.Г. Босняк, К.: Видавничий Дім «Слово», 2010, 408с.
10. Комплекс з навчально-методичного забезпечення дисципліни «Вантажні автомобільні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275.03 Транспортні технології (на

- автомобільному транспорті)// Укл.: проф. Бабушкін Г.Ф., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, - 2019.- 100 с.
11. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Організація міжнародних перевезень» для студентів-бакалаврів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 75 с.
  12. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Кузькін О.Ф., Харченко Т.В., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 34 с.
  13. Проектний аналіз / За ред. І.М. Москвіна. – К.: ТОВ «Видавництво Лібра», 1998. – 368 с.
  14. НПАОП 0.00-1.62-12. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. – Введ. 2011-04-06 : веб-сайт. URL: [https://dnaop.com/html/32-443/doc-НПАОП\\_0.00-1.62-12](https://dnaop.com/html/32-443/doc-НПАОП_0.00-1.62-12).
  15. ДБН В.2.5-67-2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – Введ. 2014-01-01 : веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=50154](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=50154).
  16. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – Введ. 1999-12-01 : Офіційний сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
  17. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Введ. 2014-01-01 : веб-сайт. – URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=50154](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50154).
  18. Правила експлуатації колісних транспортних засобів / Наказ міністерства інфраструктури від 26 липня 2013 р. № 550. Офіційний сайт. – URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1453-13#Text>.

19. НАПБ Б.01.008-2018 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. – Введ. 2018-03-30. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.
20. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) : зі спеціальності 275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; «275.03 – Транспортні технології на автомобільному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» / Укл.: Лазуткін М. І., Журавель М. О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 35 с.

## ДОДАТОК А

### Аналіз потенційних небезпек

-при порушенні схем кріплення контейнерів на платформі автомобіля, застосуванням не спеціальних кріплень, які не відповідають вимогам техніки безпеки, приводить до зміщення контейнеру на платформі та призводить до аварії;

-при виїзді транспортного засобу в несправному стані, може призвести до ДТП. Це призведе до пошкодження коштовного вантажу (автомобілів), травмування водія, до небезпеки учасників дорожнього руху;

-при завантаженні автомобілів вантажем, при поганій видимості (недостатнє освітлення), можливо порушення технології навантаження і це може призвести до травмування робітників.

-при навантаженні вантажу в холодний період року можливо переохолодження робітників. Це призведе до захворювання робітників;

-при перевезенні вантажу на великі відстані (більш 500 км), у водія виникає втомленість від монотоністі праці, великої відповідальності за збереження вантажу. Втомленість призводить до аварій;

-скупчення на двигуні бруду і олії, що може призвести до короткого замикання електропроводки й до пожежі;

- застосування відкритого вогню для підігріву двигуна в холодний період також може призвести до пожежі;

-при перевезенні запасних частин для автомобілів, які розміщені в тарі (дерев'яні ящики, металеві ємності та інше) можливо їх падіння з-за нестривності такелажного обладнання;

-при обробці статистичних даних на комп'ютері можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру в приміщенні такі як не задовільнено освітлення, порушення норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці.

## Додаток Б

### Заходи з безпеки праці

Безпека вантажної роботи це створення таких систем безпеки навантаження, які дозволяють використання відповідних транспортних засобів, відповідних засобів удержання вантажу та відповідні системи кріплення автомобілів. Учасникам транспортного ланцюга потрібні чітко розроблені процедури навантаження, розвантаження та надійного кріплення вантажу (автомобілів). Це потрібно виконувати відповідно Європейській «Безпеці кріплення небезпечного вантажу на транспортні засоби» EN 12195-1:2010.

При завантаженні автомобілів вантажем, робітники повинні бути високої кваліфікації з багатим досвідом. При установці на платформи автомобілів контейнерів повинні ставитися на ручні гальма, під колеса ставити упори та спеціальним пристосуваннями надійно стопоритися на платформи.

Перед виїздом транспортного засобу у рейс, необхідно пройти технічне обслуговування з відміткою в шляховому листі головного механіка АТП. Водій повинен пройти медичний огляд у доктора, з відміткою в шляховому листі. З водієм проводиться інструктаж з Правил дорожнього руху, особливостями маршруту, місцями відпочинку та інше.

Перед виїздом у рейс, водій повинен отримати маршрут, зупинки відпочинку, зупинки де ночувати. Якщо відстань більш 500 км, в рейс повинні виїждати два водія.

Перед вантажно-розвантажувальними роботами необхідно візуально перевіряти такелажні пристрої та періодично відправляти їх на перевірку. Відповідно «Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» НПАОП 0.00-1.80-18. – К. : Мінсоцполітики України, 2018. –

URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18>. – (Нормативно-правовий акт охорони праці)

Не дозволяється піднімати вантаж без перевірки надійності стропування та підтягувати вантаж косим натягом троса.

### Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для приведення освітленості до норми на відкритих майданчиках, необхідно розрахувати тип прожекторів, освітленість та висоту підвісу. Відповідно ДБН В.2.5.-67:2018 «Природне та штучне освітлення» норма освітленості на майданчику повинна бути близько 30 лк. Площа майданчику має розміри – 240 x 120 м.

Для освітлення накопичувального майданчика вибираємо прожектор типу ПЗС-45 з газорозрядними лампами ДРЛ-700. За попередніми розрахунками висота підвісу прожекторів – 22 м.

При навантаженні автомобілів в холодну пору можливо переохолодження людини. Для запобігання цього робітникам необхідно видати спеціальний одяг та взуття відповідно ДСТУ 7339:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту». Повинні видаватися теплі куртки та штани. Необхідно облаштувати так звані «битовки», де робітники можуть обігрітися та посушити одяг.

## Додаток В

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища, що впливають на працівника в процесі трудової діяльності, їх фактичне значення та час дії до таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [20], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [20], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці 1ДВ «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця 1ДВ - Результати оцінювання за бальною шкалою

| Фактор (показник)                          | Виміряні показники<br>$P_{вим}$ | Час дії<br>год.<br>(хв.) | ГДК,<br>ГДР,<br>показники,<br>$P_{доп}$ | $X_{визн}$ ,<br>бали | Клас умов праці | $X_i$ ,<br>бали |
|--------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| 1                                          | 2                               | 3                        | 4                                       | 5                    | 6               | 7               |
| Мікроклімат за ТНС-індексом, $t$ , °C      | 28,3                            | 8                        | 22,9-<br>25,8                           | 4                    | 3.4             | 4               |
| Освітленість приміщення<br>$E$ , лк        | 2250                            | 8                        | 300                                     | —                    | 3.1             | 1               |
| Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{op}$ | ББ-2                            | —                        | —                                       | —                    | —               | —               |

Кінець таблиці 1ДВ

| 1                                                                                                                  | 2     | 3 | 4     | 5    | 6   | 7    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|-------|------|-----|------|
| Рівень шуму $L$ , дБА                                                                                              | 102   | 5 | 60    | —    | 3.3 | 1,88 |
| Загальні енергозатрати організму, Вт                                                                               | 240   | 8 | 290   | 0,83 | 3.3 | 3    |
| Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук) | 55000 | 8 | 40000 | 1,38 |     |      |
| Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)                                                                 | 83    | 8 | 75    | 1,11 |     |      |
| Тривалість робочого дня, год.                                                                                      | 8     | 8 | 8     | 0,15 |     |      |

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти  $X_{визн}$  та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [20]. Розрахунковий коефіцієнт  $X_{визн}$  при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4$$

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2:

а.) Загальні енергозатрати організму,  $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{240 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,83;$$

б.) Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук),  $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{55000 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

в.) Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни),  $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{83 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,11;$$

г.) Тривалість робочого дня (зміни),  $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта  $X_{визн} = 4$ , з таблиці 7.2 [20] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до  $P_{вим} = 250$  лк, за додатками Г та табл. Г.1 [20] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму  $P_{вим} = 102 \text{ дБА}$ , за додатками Д та табл. Д.1 [20] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників  $X_{визн}$  за формулою 7.3 [22]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,83 + 1,38 + 1,11 + 0,15 = 3,46$$

З таблиці 7.3 [20] за значенням суми розрахованих балів показників  $X_{сум} = 3,46$  – 3 клас, 3 ступінь (3.3).

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому –  $X_{cm} = X_i = 4$ ;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно –  $X_{cm} = X_i = 1$ ;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому значення  $X_i$  визначаємо за формулою 7.4 [20]:

$$X_i = X_{\text{ст}} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{3 \cdot 5}{8} = 1,88$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому –  $X_{\text{см}} = X_i = 3$ ;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень  $X_i$ , за формулою 7.5 [20]:

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 1,88 + 3 = 9,88$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану –  $X_{\text{факт}} = 9,88$ , на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [20]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 1б, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1б, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 20,2-22,8°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах –  $E = 300 \text{ лк}$ ;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [20], у розмірі 20%