

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний  
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»  
(повне найменування кафедри)

## Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

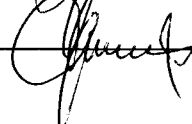
магістра  
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВНУТРІШНЬОЗАВОДСЬКИХ  
АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ПРАТ «УКРГРАФІТ»

Виконав: студент ІІ курсу, групи Т-319м

Спеціальності 275 Транспортні технології  
(на автомобільному транспорті)  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)  
Транспортні технології  
(на автомобільному транспорті)

|           |                                                                                       |                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|           |  | <u>В.В. Білокопитов</u><br>(прізвище та ініціали) |
| Керівник  |  | <u>В.Е. Трушевський</u><br>(прізвище та ініціали) |
| Рецензент |   | <u>О.М. Артюх</u><br>(прізвище та ініціали)       |

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**  
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет \_\_\_\_\_ машинобудівний, транспортний  
 Кафедра \_\_\_\_\_ «Транспортні технології»  
 Ступінь вищої освіти \_\_\_\_\_ магістр  
 Спеціальність \_\_\_\_\_ 275 Транспортні технології  
 \_\_\_\_\_ (на автомобільному транспорті)  
 \_\_\_\_\_ (код і найменування)  
 Освітня програма (спеціалізація) \_\_\_\_\_ Транспортні технології  
 \_\_\_\_\_ (на автомобільному транспорті)  
 \_\_\_\_\_ (назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

проф. Турпак С.М. \_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року

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

Білокопитова Володимира Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації внутрішньозаводських автомобільних перевезень на ПрАТ «Укрграфіт»

керівник проєкту (роботи) Трушевський Вячеслав Едуардович,

канд.техн.наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» листопада 2020 р. №354

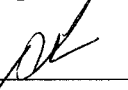
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема генерального плану підприємства, існуюча організація внутрішньозаводських перевезень автомобільним транспортом, існуючий автомобільний рухомий склад, статистика внутрішньозаводських автомобільних перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Транспортно-технологічні схеми транспортування внутрішньозаводських технологічних вантажів автомобілями. 2.2 Застосування роздавальних бункерів. 2.3 Вибір і обґрунтування рухомого складу. 2.4 Організація перевезень технологічних вантажів автомобілями 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація магістерської роботи.

## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

| Розділ                                            | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                        |                                                                                     |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   |                                           | завдання видав                                                                      | прийняв виконане завдання                                                           |
| Аналітична частина                                | Трушевський В.Е., доцент                  |  |  |
| Основна частина                                   | Трушевський В.Е., доцент                  |  |  |
| Економічна частина                                | Харченко Т.В., ст. викл.                  |   |  |
| Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | Лазуткін М.І., доцент                     |  |  |

7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2020 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту (роботи) | Строк виконання етапів проєкту (роботи) | Примітка |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 1     | Захист звітів зі стажування              | 23.09-04.10                             |          |
| 2     | Аналітична частина                       | 07.10-18.10                             |          |
| 3     | Основна частина                          | 21.10-04.11                             |          |
| 4     | Економічна частина                       | 05.11-15.11                             |          |
| 5     | Охорона праці                            | 18.11-22.11                             |          |
| 6     | Оформлення МР                            | 25.11-29.11                             |          |
| 7     | Перевірка МР на плагіат                  | 01.12-14.12                             |          |
| 8     | Отримання зовнішніх рецензій             | 15.12-18.12                             |          |
| 9     | Захист магістерських робіт               | 22.12-24.12                             |          |

Студент(ка)

  
(підпис)

В.В. Білокопитов  
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

  
(підпис)

В.Е. Трушевський  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

ПЗ: 107 с., 33 табл., 15 рис., 16 джерел.

АВТОМОБІЛЬ-САМОНАВАНТАЖУВАЧ, БУНКЕР, ВАНТАЖНІ ОПЕРАЦІЇ, ВАНТАЖОПІДЙОМНИЙ ПРИСТРІЙ, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, МАРШРУТ РУХУ, ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ПЕРЕОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛЯ, ПЛАН-ГРАФІК

Об'єкт дослідження: перевезення вантажів на ПрАТ «Укрграфіт» автомобілями.

Мета дослідження: удосконалення системи організації перевезень вантажів автомобілями.

Методи дослідження : аналітичний, графо-аналітичний.

У магістерській роботі запропоновано використання роздавальних бункерів для прискорення завантаження автомобілів сипкими вантажами; розглянута можливість використання спеціалізованого рухомого складу для перевезення технологічних вантажів – автомобілів-самонавантажувачів; розглянуті варіанти різних вантажопідйомних пристроїв, зроблений і обґрунтований вибір вантажопідйомного пристрою; розраховані елементи обороту автомобілів; складені маршрути руху; складений добовий графік роботи автомобільного транспорту; виконані економічні розрахунки.

## ЗМІСТ

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                                                                                        | с. |
| Завдання на магістерську роботу.....                                                   | 2  |
| Реферат.....                                                                           | 4  |
| Вступ.....                                                                             | 8  |
| 1 Аналітична частина.....                                                              | 9  |
| 1.1 Коротка характеристика виробництва.....                                            | 9  |
| 1.1.1 Коротка історія ПрАТ «Український графіт».....                                   | 9  |
| 1.1.2 Основні види і призначення продукції ПрАТ<br>«Укрграфіт».....                    | 12 |
| 1.1.3 Області застосування продукції на основі вуглецю.....                            | 15 |
| 1.1.4 Короткий опис технології виробництва.....                                        | 16 |
| 1.2 Коротка характеристика генерального плану підприємства.....                        | 18 |
| 1.3 Характеристика вантажів, умови їх перевезення і зберігання..                       | 18 |
| 1.4 Характеристика транспортної підсистеми.....                                        | 21 |
| 1.4.1 Техніко-експлуатаційна характеристика рухомого<br>складу.....                    | 21 |
| 1.4.1.1 Коротка характеристика залізничного<br>внутрішньозаводського транспорту.....   | 21 |
| 1.4.1.2 Коротка характеристика автомобільного<br>внутрішньозаводського транспорту..... | 24 |
| 1.4.2 Аналіз вантажних фронтів і складського господарства...                           | 29 |
| 1.4.3 Аналіз технології, організації і управління<br>перевезеннями.....                | 31 |
| 1.4.4 Статистичний аналіз простоїв автомобільного<br>транспорту.....                   | 34 |
| 1.5 Постановка завдань на магістерську роботу.....                                     | 38 |

|         |                                                                                                                 |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2       | Основна частина.....                                                                                            | 40 |
| 2.1     | Транспортно-технологічні схеми транспортування<br>внутрішньозаводських технологічних вантажів автомобілями..... | 40 |
| 2.2     | Застосування роздавальних бункерів.....                                                                         | 41 |
| 2.2.1   | Загальна класифікація і принцип роботи бункерів.....                                                            | 41 |
| 2.2.2   | Розрахунок параметрів роздавальних бункерів.....                                                                | 46 |
| 2.3     | Вибір і обґрунтування рухомого складу.....                                                                      | 52 |
| 2.3.1   | Використання автомобілів-самонавантажувачів.....                                                                | 52 |
| 2.3.1.1 | Короткий опис автомобілів-самонавантажувачів.....                                                               | 52 |
| 2.3.1.2 | Вибір типу вантажопідйомного пристрою.....                                                                      | 55 |
| 2.3.2   | Обґрунтування базової моделі автомобіля.....                                                                    | 63 |
| 2.3.2.1 | Вибір типу автомобіля.....                                                                                      | 63 |
| 2.3.2.2 | Обґрунтування компоновальної схеми<br>розміщення вантажного пристрою.....                                       | 64 |
| 2.4     | Організація перевезень технологічних вантажів<br>автомобілями.....                                              | 66 |
| 2.4.1   | Нормування операцій і робіт.....                                                                                | 66 |
| 2.4.1.1 | Розрахунок тривалості руху.....                                                                                 | 66 |
| 2.4.1.2 | Нормування простою автомобілів під<br>вантажними операціями.....                                                | 68 |
| 2.4.2   | Розробка добового плану-графіку роботи автомобілів...                                                           | 74 |
| 3       | Економічна частина.....                                                                                         | 76 |
| 3.1     | Розрахунок капітальних вкладень.....                                                                            | 76 |
| 3.2     | Розрахунок річних експлуатаційних витрат.....                                                                   | 77 |
| 3.3     | Річний економічний ефект і термін окупності.....                                                                | 86 |
| 4       | Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.....                                                           | 89 |
| 4.1     | Аналіз потенційних небезпек.....                                                                                | 89 |
| 4.2     | Заходи щодо забезпечення безпеки.....                                                                           | 90 |
| 4.3     | Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії й гігієни                                                         |    |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| роботи.....                                                                                                  | 91  |
| 4.4 Заходи щодо пожежної безпеки.....                                                                        | 98  |
| 4.5 Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях.....                                                             | 99  |
| Висновки.....                                                                                                | 103 |
| Перелік джерел посилання.....                                                                                | 104 |
| Додаток А Статистика виконання вантажних операцій автомобілями-самоскидами з 10 по 20 вересня 2020 року..... | 106 |
| Додаток Б Статистика виконання вантажних операцій бортовими автомобілями з 1 по 20 вересня 2020 року.....    | 107 |

## ВСТУП

На сучасному етапі розвитку економіки України першорядне завдання надається розвитку промислового комплексу і зокрема виробництвам, що забезпечують металургійну і інші види промисловості. Має місце необхідність в першочерговому порядку забезпечити корінну реконструкцію і розвиток даних виробництв.

У економічних умовах, що склалися на Україні, необхідний постійний науково-технічний прогрес виробництва як головний важіль його інтенсифікації для нарощування темпів зростання. Розвиток забезпечуючих виробництв може стати таким важелем.

На сучасному етапі економічного і соціального розвитку України перед промисловістю стоять наступні завдання:

- підвищення виробничого потенціалу;
- постійне вдосконалення структури і номенклатури продукції, що випускається;
- забезпечення першочергового випуску конкурентоздатної та продукції, що має попит;
- розвиток виробництва на рівні кращих світових аналогів і стандартів.

Для забезпечення виконання цих завдань на підприємствах допоміжної промисловості повинні бути правильно організовані підрозділи виробничого процесу, у тому числі і транспортна ланка. Дана магістерська робота розглядає питання організації внутрішньозаводських автомобільних перевезень в умовах ПрАТ «Український графіт».

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Коротка характеристика виробництва

#### 1.1.1 Коротка історія ПрАТ «Український графіт»

21 вересня 1933 р. – день випуску першої промислової партії вуглецевої продукції, обпалених анодів для алюмінієвих електролізерів, вважають днем народження Дніпровського електродного заводу. Спочатку підприємство входило до складу алюмінієвого комбінату, який є частиною Запорізького промислового комплексу [1].

У 1940 р. завод був виділений в самостійну промислову структуру, в цей період побудований цех графітації, який видав перші 1000 т заготовок для електродів. Але з початком військових дій в м. Запоріжжі в 1941 році завод був демонтований і евакуйований на Урал. Збитки, що зазнали, були колосальні, терміни відновлення жорсткі, і вже в травні 1945 року було новоорганізоване виробництво анодних і електродних мас. У 1948 році завод повністю був відновлений і почав працювати за повним технологічним циклом [1].

У подальші роки завод стрімко розвивався і розростався, були спроектовані і побудовані нові цехи, вводилося і освоювалося сучасне устаткування, розроблялися і упродовжувалися нові технологічні процеси.

У 1994 р. Дніпровський електродний завод був перетворений у Відкрите Акціонерне Товариство «Український графіт». За останні роки, завдяки самовідданій праці колективу, підприємство змогло збільшити об'єми випуску і рентабельність продукції, провести технічне переозброєння, поліпшити економічні показники діяльності, значно розширити асортимент і забезпечити конкурентоспроможність виробів, що випускаються [1].

Підприємство завжди одним з перших здійснювало розробку і упроваджувало у виробництво новітні технології, сучасні агрегати і технологічні лінії. Багато зроблено за останні 10 років. У 1997 році здійснене введення в промислову експлуатацію нового цеху вугільних заготовок, що не мав аналогів в країнах Східної Європи і Росії. Застосування електричних кальцинаторів для глибокої термічної обробки сировини дозволило створити єдине на території колишнього СНД виробництво електрокальцинованих антрацитів, що значно поліпшило експлуатаційні властивості вироблюваної вуглецевої продукції – катодних блоків для футерування алюмінієвих електролізерів і блоків для футерування лещад і сурми доменних печей. Освоєно виробництво матеріалів на основі електрокальцинованого антрациту з використанням до 70 % графіту. У 2000-2001 роках упроваджена технологія і освоєно в промислових масштабах виробництво графітованих блоків для виготовлення анодів магнієвих електролізерів, що відрізняються зниженим питомим електричним опором і підвищеною експлуатаційною стійкістю. У 2001 р. побудований цех і освоєно виробництво анодів для магнієвої промисловості з просоченнями неорганічними компаундами на основі фосфорних з'єднань, що не має аналогів на електродних заводах країн колишнього СНД. У 2003-2004 роках освоєно виробництво маси холодноабивної вуглецевої теплопровідної для доменних печей і маси холодноабивної череневої для алюмінієвих електролізерів. Проведена велика робота по вдосконаленню технології і модернізації виробництва продукції, що серійно випускається. В даний час підприємство має в своєму розпорядженні перспективні розробки як у області вдосконалення продукції, що серійно випускається, так і у області створення нових видів продукції [1].

Сьогодні продукція ПрАТ «Укрграфіт» широко використовуються на металургійних підприємствах України, країнах ближнього і далекого зарубіжжя. Катодні блоки ПрАТ «Укрграфіт» визнані кращими на всіх підприємствах алюмінієвої промисловості колишнього СНД і складають

серйозну конкуренцію на світовому ринку лідерам у виробництві цього виду продукції. Графітовані електроди виробництва ПрАТ «Укрграфіт» широко відомі і конкурентоздатні на світовому ринку. ПрАТ «Український графіт» є єдиним постачальником на території колишнього СНД графітованих блоків і анодів з просоченням неорганічними компаундами для магнієвої промисловості і вийшов з цією продукцією на світовий ринок [1].

Володіючи вигідним географічним положенням, підприємство має можливість відвантаження експортної продукції залізничним, автомобільним, річковим і морським транспортом. На підприємстві використовуються сучасні і ефективні види упаковок, що забезпечують товарний вид продукції і її збереження при транспортуванні всіма видами транспорту [1].

Підприємство є дійсним членом Української Асоціації Виробників Чавуну, Української Асоціації Сталеплавильників, Асоціації ливарників України, Торговельно-промислової Палати України і Української Асоціації Якості, Міждержавної Асоціації Титан, що дозволяє вирішувати конкретні питання і гнучко реагувати на умови роботи, що змінюються, на ринку [1].

Сьогодні виробнича марка ПрАТ «Укрграфіт» і продукція підприємства визнана споживачами, українськими і міжнародними організаціями. По асортименту і якості продукції ПрАТ «Укрграфіт», що випускається, утримує провідні позиції серед виробників аналогічної вуглеграфітової продукції в країнах колишнього СНД, успішно конкурує на світовому ринку [1].

### 1.1.2 Основні види і призначення продукції ПрАТ «Укрграфіт»

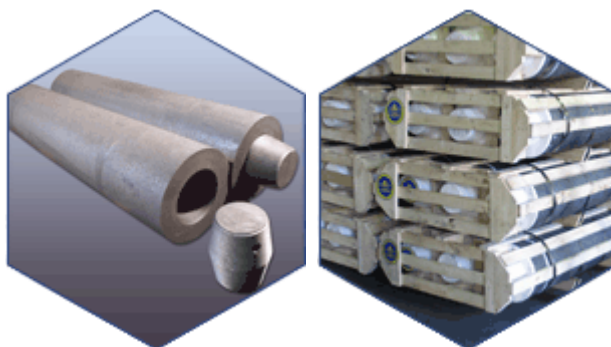


Рисунок 1.1 – Електроди графітовані

*Електроди графітовані* – призначені для дугових сталеплавильних, рафінувальних, феросплавних, рудотермічних печей і інших електротермічних пристроїв [1].



Рисунок 1.2 – Блоки вуглецеві

*Блоки вуглецеві* – призначені для футерування лещади, сурми і нижньої частини шахти доменної печі для електротермічних і хімічних процесів [1].

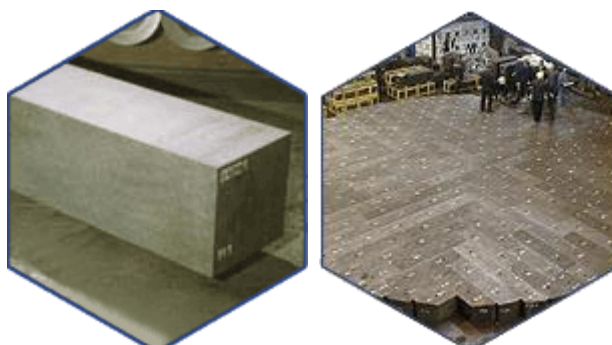


Рисунок 1.3 – Блоки графітовані

*Блоки графітовані* – призначені для кладки лещаді доменних печей і футерування інших типів промислових печей [1].

*Маса вуглецева тверда (МВТ)* – призначена для заповнення товстих швів між блоками вуглецевого футерування металургійних і інших типів промислових печей [1].

*Маса вуглецева пастоподібна (МВП)* – призначена для заповнення тонких швів між блоками (як цемент) вуглецевого футерування металургійних і інших типів промислових печей [1].

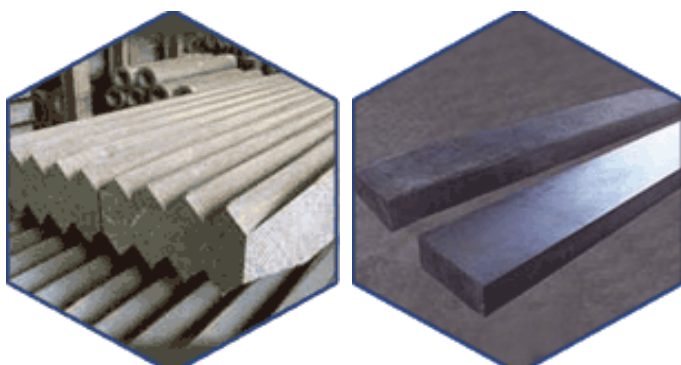


Рисунок 1.4 – Аноди і бруси графітовані

*Аноди і бруси графітовані для магнієвої промисловості* – призначені для виготовлення анодів магнієвих електролізерів [1].

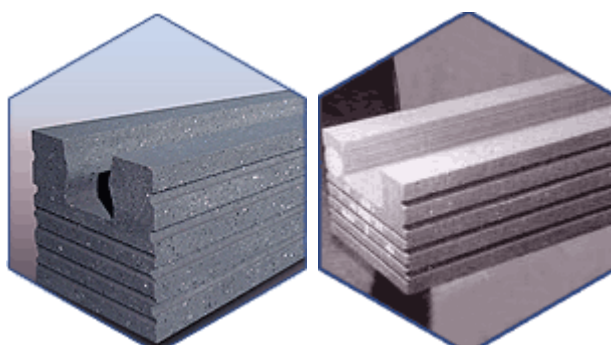


Рисунок 1.5 – Блоки череневі

*Блоки череневі* – призначені для футерування подини алюмінієвих електролізерів [1].

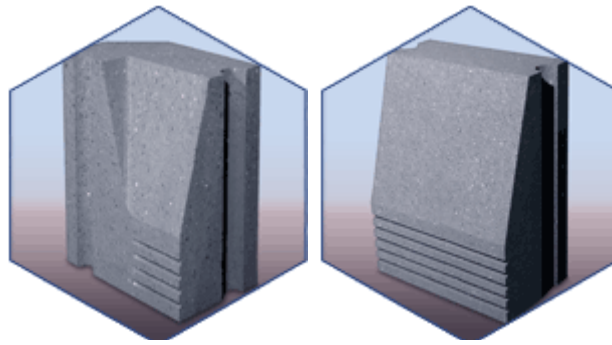


Рисунок 1.6 – Блоки бічні

*Блоки бічні* – призначені для бічного футерування алюмінієвих електролізерів [1].

*Маса анодна* - призначена для використання в безперервних анодах алюмінієвих електролізерів, які обпалюються самі [1].

*Маса електродна* - призначена для використання в безперервних електродах електротермічних печей чорної, кольорової металургії і хімічної промисловості, що самообпалюються [1].



Рисунок 1.7 – Конструкційні вироби

*Конструкційні вироби з вуглецевого матеріалу різних марок.* Пропонується широкий асортимент продукції з різними модифікаціями, як матеріалів, так і модифікаціями виробів по геометричному виконанню [1].

Проводяться постійні роботи над удосконаленням технології і виробництва, ставиться мета забезпечити прогресу в технологіях споживачів за рахунок застосування продукції виробництва ПрАТ «Укрграфіт».

### 1.1.3 Области застосування продукції на основі вуглецю

Унікальний комплекс фізичних, хімічних, термічних і механічних властивостей продукції з вуглецевих матеріалів обумовлює її застосування в різних галузях і виробництвах (див. рис. 1.8) [1].

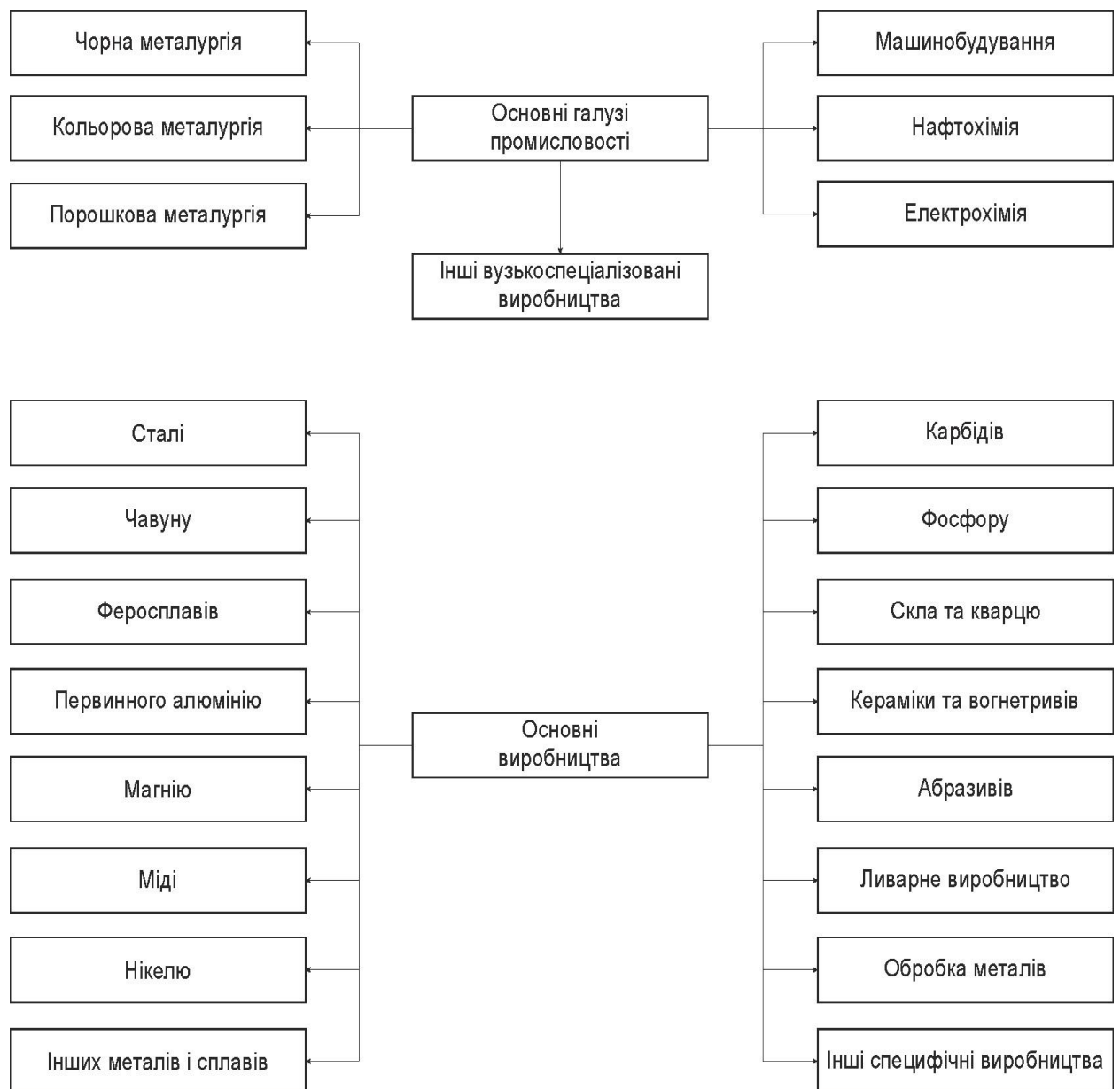


Рисунок 1.8 – Галузі і виробництва застосування продукції ПрАТ

«Укрграфіт»

#### 1.1.4 Короткий опис технології виробництва

Сировиною для виробництва вугільної, вуглецевої і графітової продукції служить кокс нафтовий і пековий різних сортів і кам'яновугільний пек, використовуваний в рідкому вигляді.

Кокс прибуває на підприємство в залізничних вагонах, вивантажується і зберігається в закритих складах. Кокс, що поступає, розрізняється за своїм подальшим застосуванням:

- нафтові кокси використовуються для виробництва графітованих електродів, анодів, доменних блоків;
- пековий кокс використовується для приготування анодної маси;
- антрацит, термоантрацит і кам'яновугільний пек використовуються для виробництва футерувальних блоків для алюмінієвих електролізерів, доменних і рудотермічних печей різного типу, а також товарних мас для електродів, що самообпалюються.

Вживаний у виробництві кам'яновугільний пек зберігається в місткостях, що обігріваються.

Тверда сировина зі складу за допомогою крану, грейферу, подається на попереднє дроблення. Після дроблення сировина поступає в прокалочні печі. Антрацити прожарюються в електрокальцинаторах при температурі більше 1500 С. Не прожарена сировина обробляється при температурі 1300 С.

Після охолодження сировина поступає на помел, на дроблення і помел. Подрібнений матеріал розсівається на ділові фракції за розміром зерна і подається в сортові бункери для дозування. Дозування здійснюється за допомогою візків, дозувань, і пекових бачків. Шихта і пек завантажуються в машини, де змішуються і усереднюються. Готова маса прямує на пресування «зелених» заготовок різних діаметрів і для пресування анодної маси. Далі «зелені» заготовки поступають на переділ випалення, анодна маса як готовий товарний продукт прямує споживачу.

Пресування «зелених» заготовок здійснюється на гідравлічних горизонтальних пресах, анодна маса – на прошивних пресах.

Випалення заготовок відбувається в багатокамерних газових печах кільцевого типу. Заготовки завантажуються в касетні камери вертикально по схемах залежно від товщини і засипаються дрібним вуглецевим матеріалом. Завантажена камера накривається. Випалення ведеться відповідно до певного режиму. Обпалені заготовки охолоджуються і вивантажуються на майданчики, де очищаються від підсипки і розбраковуються.

Для анодів і футерувальних блоків цим переділом виробничий цикл закінчується, і вироби прямують на склад готової продукції.

Обпалені заготовки для графітованих електродів передаються в цех графітації. Графітування виробів проводиться в електричних печах. При температурі, вище 2000 °С вуглець перетворюється на графіт, вироби покращують свої властивості – електропровідність, теплопровідність, збільшується хімічна стійкість, знижується твердість, що сприяє якісній механічній обробці.

Вироби завантажуються в піч графітації горизонтально, пересипаються коксом-горіхом і вкриваються теплоізоляційною шихтою (пісок, ошурки, коксик).

Заготовки в печі разом з підсипкою утворюють kern, по якому пропускають електричний струм. Нагрівають kern до температури, необхідної для графітації заготовок. Вибір технологічного режиму залежить від виду продукції.

Після охолодження печі графітовані заготовки вивантажуються, очищаються і розбраковуються. Придатні заготовки передаються на механічну обробку. Деякі види продукції, що не вимагають обробки, відправляються відразу на склад готової продукції.

Механічна обробка графітованих заготовок полягає в додаванні товарного вигляду виробам на спеціальних металообробних верстатах. Після обробки вироби подаються на склад, звідки і проводиться їх реалізація.

Всі види браку і бій продукції, що утворюється при пресуванні, випаленні, графітації і механічній обробці повертаються у виробництво.

## 1.2 Коротка характеристика генерального плану підприємства

Промисловий майданчик ПрАТ «Укрграфіт» входить до складу промислового вузла, розташованого в північно-східному напрямі основного житлового масиву міста Запоріжжя, в його східній частині, на лівому березі річки Дніпро.

Найближча зона житлової забудови знаходиться з південного заходу. Початок проспекту Металургів – на відстані 1 км.

## 1.3 Характеристика вантажів, умови їх перевезення і зберігання

Всі вантажі, що перевозяться усередині заводу, можна розділити на дві основні групи: технологічні і нетехнологічні.

До технологічних вантажів відносяться:

- сировинні: кокс нафтовий, кам'яновугільний пек, пековий кокс;
- готова продукція: маса анодна, маса вуглецева, маса електродна, блоки череневі і бічні, блоки графітовані, блоки вуглецеві, електроди графітовані.

До нетехнологічних вантажів відносяться всі вантажі, переміщувані по заводу, і що не відносяться до основного виробництва (ремонтні, постачальницькі, комплектація, допоміжні і ін.).

Сировинні вантажі поступають на підприємство залізничним транспортом на відкритий склад антрацитів і в сталеплавильне виробництво.

Усередині заводу перевезення сипких вантажів і деяких напівфабрикатів здійснюється автомобілями.

Перевезення штучних вантажів (напівфабрикати блоків, електроди) здійснюються по заводу тракторами з причепами.

Перевезення нетехнологічних вантажів усередині заводу здійснюється електрокарами.

На рисунку 1.9 приведена схема вантажопотоків технологічних вантажів.

Нетехнологічні вантажі доставляються у всі цехи і підрозділи підприємства з складського комплексу (цех № 19).

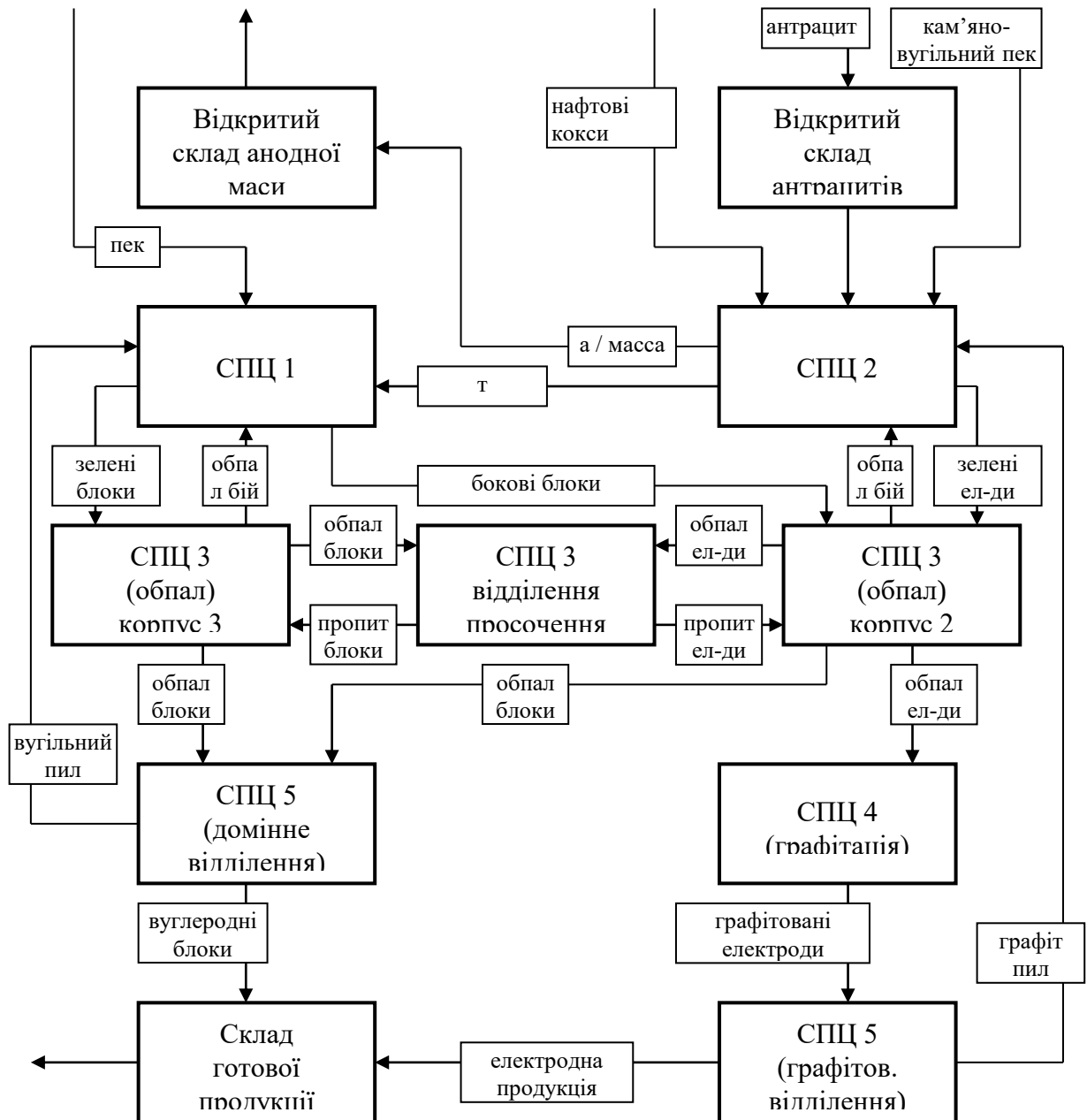


Рисунок 1.9 – Схема вантажопотоків технологічних вантажів

У таблиці 1.3 наведені середньодобові об'єми перевезень технологічних вантажів.

Таблиця 1.3 – Об'єми технологічних перевезень, т/доб

| Відправник       | Одержувач       |               |                  |       |       |                |                  |                |       |             |                  |     |
|------------------|-----------------|---------------|------------------|-------|-------|----------------|------------------|----------------|-------|-------------|------------------|-----|
|                  | Зовнішня мережа | Склад а/массы | Склад антрацитів | СПЦ 1 | СПЦ 2 | СПЦ 3 корпус 3 | СПЦ 3 просочення | СПЦ 3 корпус 2 | СПЦ 4 | СПЦ 5 домна | СПЦ 5 графітація | СГП |
| Зовнішня мережа  | X               |               | 180              |       | 240   |                |                  |                |       |             |                  |     |
| Склад а/маси     | 30              | X             |                  |       |       |                |                  |                |       |             |                  |     |
| Склад антрацитів |                 |               | X                |       | 170   |                |                  |                |       |             |                  |     |
| СПЦ 1            |                 |               |                  | X     |       | 40             |                  | 40             |       |             |                  |     |
| СПЦ 2            |                 | 30            |                  | 100   | X     |                |                  | 10             |       |             |                  |     |
| СПЦ 3 корпус 3   |                 |               |                  | 10    |       | X              | 20               |                |       | 20          |                  |     |
| СПЦ 3 просочення |                 |               |                  |       |       | 20             | X                | 20             |       |             |                  |     |
| СПЦ 3 корпус 2   |                 |               |                  |       | 10    |                | 20               | X              | 20    | 20          |                  |     |
| СПЦ 4            |                 |               |                  |       |       |                |                  |                | X     |             | 20               |     |
| СПЦ 5 домна      |                 |               |                  | 10    |       |                |                  |                |       | X           |                  | 20  |
| СПЦ5 графітація  |                 |               |                  |       | 10    |                |                  |                |       |             | X                | 20  |
| СГП              | 40              |               |                  |       |       |                |                  |                |       |             |                  | X   |

У таблиці 1.4 приведені найкоротші відстані між основними цехами і службами по транспортній мережі заводу.

Таблиця 1.4 – Відстані між об'єктами заводу, м

| Цех              | СПЦ 1 | СПЦ 2 | СПЦ 3 корпус 3 | СПЦ 3 просочення | СПЦ 3 корпус 2 | СПЦ 4 | СПЦ 5 домна | СПЦ 5 графітація | СГП | Цех 6 | Цех 8 | Цех 19 (склади) |
|------------------|-------|-------|----------------|------------------|----------------|-------|-------------|------------------|-----|-------|-------|-----------------|
| СПЦ 1            | X     | 50    | 400            | 150              | 120            | 80    | 50          | 50               | 20  | 400   | 500   | 650             |
| СПЦ 2            | 50    | X     | 250            | 150              | 20             | 150   | 70          | 120              | 100 | 200   | 600   | 750             |
| СПЦ 3 корпус 3   | 400   | 250   | X              | 550              | 450            | 550   | 120         | 500              | 470 | 20    | 400   | 900             |
| СПЦ 3 просочення | 150   | 150   | 550            | X                | 50             | 50    | 300         | 50               | 70  | 420   | 500   | 600             |
| СПЦ 3 корпус 2   | 120   | 20    | 450            | 50               | X              | 100   | 150         | 100              | 100 | 280   | 450   | 750             |
| СПЦ 4            | 80    | 150   | 550            | 50               | 100            | X     | 150         | 50               | 50  | 450   | 450   | 550             |
| СПЦ 5 домна      | 50    | 70    | 120            | 300              | 150            | 150   | X           | 120              | 100 | 80    | 400   | 600             |
| СПЦ5 графітація  | 50    | 120   | 500            | 50               | 100            | 50    | 120         | X                | 20  | 400   | 400   | 550             |
| СГП              | 20    | 100   | 470            | 70               | 100            | 50    | 100         | 20               | X   | 380   | 450   | 500             |
| Цех 6            | 400   | 200   | 20             | 420              | 280            | 450   | 80          | 400              | 380 | X     | 500   | 850             |
| Цех 8            | 500   | 600   | 400            | 500              | 450            | 450   | 400         | 400              | 450 | 500   | X     | 350             |
| Цех 19 (склади)  | 650   | 750   | 900            | 600              | 750            | 550   | 600         | 550              | 500 | 850   | 350   | X               |

#### 1.4 Характеристика транспортної підсистеми

##### 1.4.1 Техніко-експлуатаційна характеристика рухомого складу

###### 1.4.1.1 Коротка характеристика залізничного внутрішньозаводського транспорту

Всі надходження вантажів у вагонах загального парку для ПрАТ «Укрграфіт» здійснюється зі станції «Запоріжжя - Ліве».

Під'їзний шлях підприємства складається з двох частин: основної і допоміжної, розташованих відповідно на двох промислових майданчиках.

Шляховий розвиток ПрАТ «Укрграфіт» складає окрема вантажно-розвантажувальна залізнична колія, що примикає стрілками №№ 14, 36, 36а, 83, 83а, 89, 91, 93, 95 загальною протяжністю 6 км. Шляховий розвиток цієї частини під'їзного шляху має довжину 3,5 км, які є власністю ПрАТ «Укрграфіт». Шлях № 6 протяжністю 0,79 км спеціалізований як ходовий шлях.

Допоміжна частина під'їзного шляху примикає стрілкою № 1 до шляху ОРСа комбінату «Запоріжсталь». Довжина залізничних колій допоміжної частини складає 2,5 км.

Засобів снігозахисту, путніх машин і механізмів для ремонту і змісту шляхів завод не має.

Для забезпечення цехів підприємства залізничними перевезеннями цех № 14 ПрАТ «Укрграфіт» має залізничний рухомий склад, приведений в таблиці 1.5.

Заводські вагони призначені для перевезення вантажів усередині заводу і з інших підприємств в промисловому районі.

Таблиця 1.5 – Залізничний рухомий склад ПрАТ «Укрграфіт»

| № | Тип рухомого складу     | Кількість одиниць |
|---|-------------------------|-------------------|
| 1 | Тепловоз ТГМ 4          | 4                 |
| 2 | З/д кран КДЭ-253        | 1                 |
| 3 | З/д кран КЖ-561         | 1                 |
| 4 | Думпкар 6 ВС-60         | 4                 |
| 5 | Думпкар 6 ВС-66         | 9                 |
| 6 | Цистерна під рідкий пек | 33                |
| 7 | Цистерна під смолу      | 2                 |

Кінець таблиці 1.5

| №  | Тип рухомого складу | Кількість одиниць |
|----|---------------------|-------------------|
| 8  | Піввагон            | 8                 |
| 9  | Платформа           | 10                |
| 10 | Хопер під кокс      | 10                |

Локомотиво-вагонне депо заводу має два стійла, в яких здійснюється поточний і деповський ремонт тепловозів, вагонів і ж/д кранів.

У залізничну колію укладені рейки Р-43, Р-50 на дерев'яних і залізобетонних шпалах і щебеневому баласті.

Характеристика залізничних колій заводу приведена в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Спеціалізація шляхів основного майданчика ПрАТ «Укрграфіт»

| №  | Призначення шляху | Стрілки |     | Довжина, м |         |
|----|-------------------|---------|-----|------------|---------|
|    |                   | від     | до  | повна      | корисна |
| 6  | Ходовий           | 36      | 99  | 790        | -       |
| 37 | Вивантажувальний  | 159     | У   | 140        | 109     |
| 44 | Ходовий           | 38      | 57  | 330        | -       |
| 45 | Вивантажувальний  | 62      | У   | 393        | 364     |
| 46 | Вивантажувальний  | 51      | 167 | 363        | 193     |
| 47 | З'їзд             | 59      | 67  | 44         | -       |
| 48 | Ходовий           | 57      | 69  | 111        | -       |
| 49 | Вантажний         | 167     | У   | 73         | 15      |
| 50 | Вантажний         | 169     | У   | 48         | 19      |
| 51 | Вивантажувальний  | 169     | У   | 76         | 19      |
| 52 | Вивантажувальний  | 73      | У   | 97         | 42      |
| 54 | Технологічний     | У       | У   | 411        | -       |
| 56 | Ходовий           | 57      | 79  | 169        | -       |

Кінець таблиці 1.6

| №  | Призначення шляху             | Стрілки |    | Довжина, м |         |
|----|-------------------------------|---------|----|------------|---------|
|    |                               | від     | до | повна      | корисна |
| 58 | Вантажний                     | 63      | У  | 116        | 85      |
| 59 | Вивантажувальний              | 77      | У  | 44         | 12      |
| 60 | Вантажний                     | 79      | У  | 94         | 67      |
| 63 | Для відстою вагонів           | 53      | У  | 145        | 121     |
| 88 | Вантажний                     | б/н     | У  | 105        | -       |
| 89 | Лабораторія вхідного контролю | 83      | У  | 235        | 131     |
| 91 | Вантажно-вивантажувальний     | 91      | У  | 196        | 177     |
| 92 | Виставковий                   | 93      | У  | 80         | 51      |
| 93 | Вантажно-вивантажувальний     | 95      | У  | 145        | 116     |
| 95 | Виставковий                   | 97      | У  | 106        | 75      |

Стрілочне господарство складається з 35 стрілочних переводів марки 1/9 і 1/7. На основному майданчику укладено 23 стрілочних переводів: 1/9 – 22 і 1/7 – 1 комплект. На допоміжному майданчику 12 комплектів марки 1/9 – 11 і марки 1/7 – 1 комплект. Два локомотиви підприємства зайняті на розформовуванні і формуванні передач, подачі і прибиранні вагонів на фронти вантаження-вивантаження, 1 локомотив зайнятий на обслуговуванні технологічних перевезень і 1 локомотив знаходиться в ремонті.

#### 1.4.1.2 Коротка характеристика автомобільного внутрішньозаводського транспорту

Для здійснення внутрізаводських перевезень підприємство має в своєму розпорядженні парк автомобілів різних марок і модифікацій, а також парк тракторів та електрокарів ЕК-2.

Характеристика автомобільного рухомого складу ПрАТ «Укрграфіт» приведена в таблиці 1.7. Характеристика тракторного рухомого складу ПрАТ «Укрграфіт» приведена в таблиці 1.8. Коротка технічна характеристика електрокарів наведена у таблиці 1.9.

Таблиця 1.7 – Характеристика автомобільного парку \*

| №  | Марка     | Вантажо-<br>місткість,т | Тип кузова | Внутрішні розміри кузова, мм |        |        |
|----|-----------|-------------------------|------------|------------------------------|--------|--------|
|    |           |                         |            | довжина                      | ширина | висота |
| 1  | МАЗ-5337  | 10                      | автокран   | 7010                         | 2500   | 2920   |
| 2  | МАЗ-5551  | 8,5                     | самоскид   | 6000                         | 2500   | 2970   |
| 3  | МАЗ-5337  | 8,7                     | бортовий   | 7010                         | 2500   | 2920   |
| 4  | ЗИЛ-131   | 6                       | фургон     | 6040                         | 2450   | 2230   |
| 5  | ЗИЛ-4333  | 6                       | прибирал.  | 7555                         | 2500   | 2656   |
| 6  | ЗИЛ-4508  | 6                       | самоскид   | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 7  | ЗИЛ-4508  | 6                       | самоскид   | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 8  | ГАЗ-3302  | 1,7                     | фургон     | 5470                         | 2100   | 2120   |
| 9  | ГАЗ-4301  | 5                       | бортовий   | 6420                         | 2380   | 2420   |
| 10 | МАЗ-509   | 8                       | самоскид   | 5785                         | 2500   | 2720   |
| 11 | ЗИЛ-4314  | 6                       | бортовий   | 7555                         | 2500   | 2656   |
| 12 | ZUKA A06M | 1,5                     | фургон     |                              |        |        |
| 13 | УАЗ-3303  | 0,8                     | бортовий   | 4460                         | 2044   | 2070   |
| 14 | МАЗ-5433  | 8,5                     | тягач      | 5980                         | 2500   | 3550   |
| 15 | КРАЗ-6444 | 13,5                    | тягач      | 7620                         | 2472   | 2720   |
| 16 | ГАЗ-53А   | 4                       | автопод-к  | 6395                         | 2380   | 2220   |
| 17 | ЗИЛ-4505  | 6                       | самоскид   | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 18 | МАЗ-5549  | 8,5                     | самоскид   | 6000                         | 2500   | 2970   |
| 19 | ЗИЛ-4315  | 6                       | бортовий   | 5555                         | 2500   | 2656   |
| 20 | УАЗ-3741  | 0,8                     | фургон     | 4460                         | 2044   | 2070   |

Продовження таблиці 1.7

| №  | Марка      | Вантажо-<br>місткість, т | Тип кузова          | Внутрішні розміри кузова, мм |        |        |
|----|------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|--------|--------|
|    |            |                          |                     | довжина                      | ширина | висота |
| 21 | КРАЗ-2566  | 13,5                     | самоскид            | 8290                         | 2472   | 2726   |
| 22 | ЗИЛ-130    | 6                        | бортовий            | 4685                         | 2500   | 2720   |
| 23 | МАЗ-5540   | 8,5                      | самоскид            | 6000                         | 2500   | 2970   |
| 24 | ЗИЛ-130    | 6                        | цистерна<br>пожежна | 4685                         | 2500   | 2720   |
| 25 | ЗИЛ-4502   | 6                        | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 26 | МАЗ-5549   | 8,5                      | самоскид            | 6000                         | 2500   | 2970   |
| 27 | КАМАЗ-5511 | 10                       | самоскид            | 7140                         | 2500   | 2700   |
| 28 | КАМАЗ-5511 | 10                       | самоскид            | 7140                         | 2500   | 2700   |
| 29 | КАМАЗ-5410 | 10                       | тягач               | 6180                         | 2500   | 2830   |
| 30 | КАМАЗ-5320 | 8                        | бортовий            | 7435                         | 2500   | 3350   |
| 31 | ЗИЛ-4333   | 6                        | бортовий            | 5555                         | 2500   | 2656   |
| 32 | ЗИЛ-4508   | 6                        | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 33 | ЗИЛ-4508   | 6                        | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 34 | ЗИЛ-4508   | 6                        | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 35 | ЗИЛ-4508   | 6                        | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 36 | ЗИЛ-4508   | 6                        | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 37 | ГАЗ-53     | 4                        | бортовий            | 6395                         | 2380   | 2220   |
| 38 | ГАЗ-5201   | 6                        | реф.                | 6395                         | 2380   | 2220   |
| 39 | МАЗ-5549   | 8,5                      | самоскид            | 6000                         | 2500   | 2970   |
| 40 | ЗИЛ-4505   | 6                        | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 41 | КРАЗ-6510  | 12                       | технологіч.         | 5800                         | 2550   | 1600   |
| 42 | КРАЗ-6510  | 12                       | технологіч.         | 5800                         | 2550   | 1600   |
| 43 | КРАЗ-250   | 12                       | автокран            | 9640                         | 2650   | 2670   |

Кінець таблиці 1.7

| №  | Марка      | Вантажо-<br>місткість,т | Тип кузова          | Внутрішні розміри кузова, мм |        |        |
|----|------------|-------------------------|---------------------|------------------------------|--------|--------|
|    |            |                         |                     | довжина                      | ширина | висота |
| 44 | ЗИЛ-4314   | 6                       | цистерна<br>пожежна | 5555                         | 2500   | 2656   |
| 45 | ГАЗ-52     | 4                       | паливозаправ<br>щик | 6395                         | 2380   | 2220   |
| 46 | ЗИЛ-4502   | 6                       | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 47 | ЗИЛ-130    | 6                       | поливна             | 4685                         | 2500   | 2720   |
| 48 | ЗИЛ-4317   | 6                       | автопод-к           | 5555                         | 2500   | 2656   |
| 49 | ЗИЛ-4508   | 6                       | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 50 | ЗИЛ-4502   | 6                       | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 51 | ЗИЛ-4314   | 6                       | бортовий            | 5555                         | 2500   | 2656   |
| 52 | МАЗ-5337   |                         | бортовий            |                              |        |        |
| 53 | ЗИЛ-4502   | 6                       | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 54 | ЗИЛ-4502   | 6                       | самоскид            | 6350                         | 2500   | 2350   |
| 55 | ЗИЛ-4314   | 6                       | бортовий            | 5555                         | 2500   | 2656   |
| 56 | МАЗ-5334   | 8,7                     | паливоцист.         | 7010                         | 2500   | 2920   |
| 57 | КАЗ-608    | 10,5                    | тягач               | 5165                         | 2360   | 2500   |
| 58 | ГАЗ-2705   | 1,7                     | фургон              | 5470                         | 2100   | 2120   |
| 59 | ГАЗ-2705   | 1,7                     | фургон              | 5470                         | 2100   | 2120   |
| 60 | ГАЗ-3302   | 5                       | ізоترم              | 6395                         | 2380   | 2220   |
| 61 | ГАЗ-2752   | 2                       | фургон              | 5470                         | 2300   | 2120   |
| 62 | ЧМЗАП-5524 | 25                      | напівпричіп         |                              |        |        |
| 63 | СЗАП-9340  |                         | напівпричіп         |                              |        |        |
| 64 | ОДАЗ-9357  | 14,2                    | напівпричіп         | 9630                         | 2500   | 2070   |
| 65 | МАЗ-9380   | 32,4                    | напівпричіп         | 12325                        | 2500   | 1530   |

\* - в таблиці не вказаний легковий рухомий склад і автобуси

Таблиця 1.8 – Характеристика тракторного парку

| №  | Марка    | Швидкість, км/ч | Тяговий клас, кН |
|----|----------|-----------------|------------------|
| 1  | T-40M    | 30              | 9                |
| 2  | ХТЗ-2511 | 40              | 6                |
| 3  | T-40     | 30              | 9                |
| 4  | T-156    | 15              | 30               |
| 5  | T-16МГ   | 20              | 6                |
| 6  | T-150    | 16              | 30               |
| 7  | T-40     | 30              | 9                |
| 8  | T-150    | 16              | 30               |
| 9  | T-150К   | 30              | 30               |
| 10 | T-150К   | 30              | 30               |
| 11 | T-150К   | 30              | 30               |
| 12 | T-150К   | 30              | 30               |
| 13 | T-150К   | 30              | 30               |
| 14 | T-150К   | 30              | 30               |
| 15 | T-150К   | 30              | 30               |
| 16 | T-156    | 15              | 30               |
| 17 | T-16МГ   | 20              | 6                |
| 18 | ХТЗ-2511 | 40              | 6                |

Таблиця 1.9 – Коротка технічна характеристика ЕК-2

| № | Показник                       | Значення |
|---|--------------------------------|----------|
| 1 | Вантажопід'ємність, т          | 2        |
| 2 | Швидкість пересування, км/год: |          |
|   | з вантажем                     | 16       |
|   | без вантажу                    | 20       |

Кінець таблиці 1.9

| №  | Показник                                | Значення   |
|----|-----------------------------------------|------------|
| 3  | Маса, кг                                | 1750       |
| 4  | Розмір вантажної платформи, мм          |            |
|    | довжина                                 | 2400       |
|    | ширина                                  | 1200       |
| 5  | Найменший зовнішній радіус повороту, мм | 3400       |
| 6  | Тип електродвигуна                      | ЗДТ-73     |
| 7  | Потужність, кВт                         | 5.5        |
| 8  | Тип акумуляторної батареї               | 36ТЖНК-500 |
| 9  | Напруга, В                              | 40         |
| 10 | Габаритні розміри, мм                   |            |
|    | довжина                                 | 3530       |
|    | ширина                                  | 1200       |
|    | висота                                  | 1400       |
| 11 | Висота платформи від рівня підлоги, мм  | 740        |
| 12 | Дорожній просвіт, мм                    | 100        |

#### 1.4.2 Аналіз вантажних фронтів і складського господарства

Для досягнення безперервності виробничого процесу на підприємстві здійснюється тимчасове зберігання вантажів.

Зберігання навалювальних вантажів здійснюється наступними способами:

- на майданчику;
- у засіках;
- у силосах.

На майданчику зберігаються однорідні вантажі, що поступають великими партіями, і не схильні до впливу навколишнього середовища.

Усередині цехів, де використовуються для виробничого процесу різносортні вантажі, а площі для зберігання обмежені, споруджуються засіки. Вони є секційним майданчиком. У кожній секції можна зберігати вантажі різного вигляду. Вантажі, що знаходяться в засіках, переробляються мостовим краном.

Силоси використовуються, якщо дозволяє планування цеху, і коли необхідно прискорити навантажувально-розвантажувальні роботи. Завантаження силосів здійснюється за допомогою різних живильників або транспортерів. Перевага силосів полягає в тому, що вантаж ізольований від зовнішнього середовища; вивантаження здійснюється природним чином; силос не займає великої наземної площі.

Способи складування тарно-штучних вантажів різноманітні і залежать від геометричних характеристик вантажів.

Вантажі круглого перетину (електроди і електродні напівфабрикати) складуються в штабель в три яруси. Для збільшення висоти штабелю використовуються стійкові піддони і стелажі.

Вантажі з плоскою основою (вугільні напівфабрикати, доменні і череневі блоки) складуються в штабель в шість ярусів, на піддони блоковим укладанням (бічні блоки). Піддони з блоками допускається складувати в три яруси. Вантаж на піддоні закріплюється перев'язкою сталевими стрічками з натяжними замками.

Основні цехи, що працюють з насипними технологічними вантажами, обладнані спеціальними пристроями: естакадами і приймальними бункерами. Вантаж самопливом потрапляє в бункер, звідки за допомогою системи конвеєрів і елеваторів подається в силоси-накопичувачі. Така система дозволяє прискорити оборот вагонів зовнішньої мережі усередині підприємства, механізувати перевантажувальні і транспортно-складські операції з основними і найбільш масовими видами вантажів.

Деякі вантажопотоки усередині заводу (технологічні добавки, коксова дрібниця та ін.) здійснюються за допомогою автомобільного рухомого складу. Вантажні роботи в даному випадку проводяться мостовими внутрішньоцеховими кранами з грейферними захватами. Для прискорення завантаження автомобілів в цехах є спеціальні вантажні бункери місткістю 2 т. Вони заповнюються до прибуття автомобіля-самоскида під завантаження, економлячи, таким чином, час простою під вантажними операціями.

На відкритих майданчиках (склад антрациту) використовуються козлові крани, а також крани на залізничному або автомобільному ході.

#### 1.4.3 Аналіз технології, організації та управління перевезеннями

Технологічні перевезення усередині підприємства здійснюються автомобілями і тракторами з причепами. Об'єми перевезень практично постійні, тому відома кількість техніки, необхідної для забезпечення перевезень, розроблені постійні маршрути руху. Кожну добу транспортний цех передає в основні цехи встановлену кількість рухомого складу певного типу, який повністю задовольняє потреби цехів в технологічних перевезеннях.

Для задоволення потреби в перевезеннях основні цехи подають заявку на перевезення наступного дня. Заявка подається до 15.00 диспетчерові заводу. На основі заявок, що поступили, головний диспетчер заводу складає зведення перевезень наступного дня. Усі заявлені перевезення зводяться в одну відомість. Порядок виконання перевезень регламентується за часом і проводиться наказом по заводу.

Трактори і причепа знаходяться на балансі основних цехів. Для них також розраховані маршрути руху, визначені об'єми робіт. Практичні спостереження показали, що парк тракторів задіяний в технологічних перевезеннях більш ніж на 90 % від загального часу їх роботи.

Збої в роботі пов'язані з ув'язкою графіків роботи автомобільного транспорту з основним виробництвом. Усі вантажні операції здійснюються технологічними кранами, зайнятими в основному виробництві. Тому ці роботи виконуються у вільний час – технологічні «вікна».

Перевезення тракторами здійснюються змінними спеціалізованими причепами. Причіп встановлюється в цех під вантажні операції і обслуговується в слухний для цього час. Після закінчення робіт причіп забирається. Неефективних простоїв рухомого складу в даному випадку практично немає.

З автомобілями справа йде дещо гірше. Прибувши в цех, автомобіль частенько чекає вантажних операцій із-за зайнятості технологічних кранів, які їх виконують. Крани можуть бути зайняті в основному виробництві, а також в деяких цехах можуть бути зайняті на відвантаженні готової продукції у власний автомобільний транспорт замовника, якому в даному випадку надається пріоритет в обслуговуванні. Такі простої займають значну частину робочого часу.

У таблиці 1.10 вказані добові об'єми перевезень технологічних вантажів автомобілями.

Таблиця 1.10 – Добові об'єми перевезень технологічних вантажів автомобілями

| №  | Вид вантажу                        | Кількість, т/добу |
|----|------------------------------------|-------------------|
| 1  | «Зелені» і обпалені заготівлі      | 80                |
| 2  | «Зелені» і обпалені заготівлі      | 80                |
| 3  | Обпалені напівфабрикати            | 40                |
| 4  | Технологічні добавки               | 100               |
| 5  | Теплоізоляція                      | 320               |
| 6  | Оборотна шихта                     | 360               |
| 7  | Кокс - горіх                       | 52                |
| 8  | Гранульований кокс                 | 56                |
| 9  | Гранульований кокс                 | 20                |
| 10 | Розсів вуглецево-кремнієвої суміші | 124               |

Перевезення нетехнологічних вантажів усередині підприємства здійснюється за допомогою електрокар, які, як і трактори, закріплені за основними цехами. Розподіл електрокар по цехах наведено в таблиці 1.11.

Планування перевезень нетехнологічних вантажів здійснюється централізовано. Якщо необхідно доставити який-небудь вантаж зі складів в цех, цех подає заявку за добу. На підставі заявок водіям видаються накладні на отримання вантажів на складі, і вони слідуєть в цех № 19. Там водії по накладній отримують необхідний вантаж.

Таблиця 1.11 - Розподіл електрокар по технологічних ділянках

| №     | Технологічна ділянка (цех) | Кількість тари |
|-------|----------------------------|----------------|
| 1     | СПЦ 1                      | 2              |
| 2     | СПЦ 2                      | 3              |
| 3     | СПЦ 3 корпус 3             | 2              |
| 4     | СПЦ 3 просочення           | 1              |
| 5     | СПЦ 3 корпус 2             | 2              |
| 6     | СПЦ 4                      | 1              |
| 7     | СПЦ 5 домна                | 1              |
| 8     | СПЦ 5 графітація           | 2              |
| 9     | Цех 6                      | 1              |
| 10    | Цех 8                      | 1              |
| 11    | СГП                        | 1              |
| Разом |                            | 17             |

Потрібно відмітити, що електрокари використовуються не лише для здійснення перевезень нетехнологічних вантажів, але і для виробництва ремонтних, енергетичних і інших допоміжних робіт, які виконуються працівниками цеху.

#### 1.4.4 Статистичний аналіз простоїв автомобільного транспорту

В ході стажування була зібрана статистика простоїв автомобільного транспорту під вантажними операціями, у тому числі і час на очікування виконання вантажних робіт. Статистика приведена в додатках А і Б для автомобілів-самоскидів і бортових автомобілів відповідно.

Таблиця 1.12 – Варіаційний ряд часу простою автомобілів-самоскидів

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1   | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1   | 1   | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
| 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1   | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,5 |

Визначимо середній очікуваний час простою автомобілів-самоскидів. Для цього будемо статистичний ряд простоїв (додаток А) і обробляємо його за наступною методикою [2].

Будемо варіаційний ряд, тобто усі дані статистичного ряду розміщуємо в порядку зростання випадкової величини (див. табл. 1.12).

Дані варіаційного ряду розбиваємо на групи (розряди). Кількість груп  $K$  визначається за формулою [2]:

$$K = 1 + 3,2 \lg N, \quad (1.1)$$

де  $N$  – кількість значень у виборці (в даному випадку  $N = 200$ ).

$$K = 1 + 3,2 \cdot \lg 200 = 8.$$

Визначаємо інтервал угруповання [2]:

$$I = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{K}, \quad (1.2)$$

де  $N_{\max}$ ,  $N_{\min}$  – відповідно максимальне та мінімальне значення випадкової величини, взяті з варіаційного ряду.

$$I = \frac{1,5 - 0,5}{8} = 0,125.$$

Подальша обробка наведена в таблиці 1.13.

Аналогічно визначаємо середній очікуваний час простою бортових автомобілів на підставі даних додатку Б.

Таблиця 1.13 - Обробка статистичного ряду

| Інтервал значень, $N_k$ | Середина інтервалу, $\bar{N}_k$ | Кількість спостережень в інтервалі, $n_k$ | Вірогідність $P_k = n_k / N$ | Розрахункові дані   |                       |                           |                               |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                         |                                 |                                           |                              | $P_k \bar{N}_k$     | $\bar{N}_k - \bar{M}$ | $(\bar{N}_k - \bar{M})^2$ | $(\bar{N}_k - \bar{M})^2 P_k$ |
| 0,5-0,625               | 0,5625                          | 41                                        | 0,205                        | 0,1153125           | -0,3860225            | 0,149013371               | 0,017183104                   |
| 0,626-0,75              | 0,688                           | 22                                        | 0,11                         | 0,07568             | -0,2605225            | 0,067871973               | 0,005136551                   |
| 0,751-0,875             | 0,813                           | 15                                        | 0,075                        | 0,060975            | -0,1355225            | 0,018366348               | 0,001119888                   |
| 0,876-1                 | 0,938                           | 40                                        | 0,2                          | 0,1876              | -0,0105225            | 0,000110723               | 2,07716E-05                   |
| 1,001-1,125             | 1,063                           | 25                                        | 0,125                        | 0,132875            | 0,1144775             | 0,013105098               | 0,00174134                    |
| 1,126-1,25              | 1,188                           | 18                                        | 0,09                         | 0,10692             | 0,2394775             | 0,057349473               | 0,006131806                   |
| 1,251-1,375             | 1,313                           | 18                                        | 0,09                         | 0,11817             | 0,3644775             | 0,132843848               | 0,015698158                   |
| 1,376-1,5               | 1,438                           | 21                                        | 0,105                        | 0,15099             | 0,4894775             | 0,239588223               | 0,036175426                   |
|                         |                                 | $\sum 200$                                | $\sum 1,0$                   | $\bar{M} = 0,94852$ |                       |                           | $D = 0,083207$                |

Будуємо варіаційний ряд, тобто усі дані статистичного ряду розміщуємо в порядку зростання випадкової величини і зводимо в таблицю 1.14.

Дані варіаційного ряду розбиваємо на групи (розряди).

$$K = 1 + 3,2 \cdot \lg 200 = 8.$$

Інтервал угруповання.

$$I = \frac{2,5 - 1,5}{8} = 0,125.$$

Подальша обробка приведена в таблиці 1.15

Таблиця 1.14 – Варіаційний ряд простоїв бортових автомобілів

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,2 | 2,3 | 2,4 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,5 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,5 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,5 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,5 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,5 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,5 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,5 |
| 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 |
| 1,5 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 |
| 1,5 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 |
| 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 |
| 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 |
| 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 |
| 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2   | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 |

Таблиця 1.15 - Обробка статистичного ряду

| Інтервал значень, $N_k$ | Середина інтервалу, $\overline{N}_k$ | Кількість спостережень в інтервалі, $n_k$ | Вірогідність $P_k = n_k / N$ | Розрахункові дані        |                                 |                                     |                                         |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
|                         |                                      |                                           |                              | $P_k \overline{N}_k$     | $\overline{N}_k - \overline{M}$ | $(\overline{N}_k - \overline{M})^2$ | $(\overline{N}_k - \overline{M})^2 P_k$ |
| 1,5-1,625               | 1,5625                               | 34                                        | 0,17                         | 0,265625                 | -0,409165                       | 0,167415997                         | 0,044469874                             |
| 1,626-1,75              | 1,688                                | 30                                        | 0,15                         | 0,2532                   | -0,283665                       | 0,080465832                         | 0,020373949                             |
| 1,751-1,875             | 1,813                                | 19                                        | 0,095                        | 0,172235                 | -0,158665                       | 0,025174582                         | 0,004335944                             |
| 1,876-2                 | 1,938                                | 22                                        | 0,11                         | 0,21318                  | -0,033665                       | 0,001133332                         | 0,000241604                             |
| 2,001-2,125             | 2,063                                | 32                                        | 0,16                         | 0,33008                  | 0,091335                        | 0,008342082                         | 0,002753555                             |
| 2,126-2,25              | 2,188                                | 16                                        | 0,08                         | 0,17504                  | 0,216335                        | 0,046800832                         | 0,008192018                             |
| 2,251-2,375             | 2,313                                | 17                                        | 0,085                        | 0,196605                 | 0,341335                        | 0,116509582                         | 0,022906366                             |
| 2,376-2,5               | 2,438                                | 30                                        | 0,15                         | 0,3657                   | 0,466335                        | 0,217468332                         | 0,079528169                             |
|                         |                                      | $\sum 200$                                | $\sum 1,0$                   | $\overline{M} = 1,97166$ |                                 |                                     | $D = 0,182801$                          |

Значення математичних очікувань з таблиць 1.13 і 1.15 є фактично очікуваним середнім часом простою автомобілів під вантажними операціями, тобто для самоскидів - 0,95 год., для бортових автомобілів - 1,97 год.

### 1.5 Постановка завдань на магістерську роботу

Основною метою магістерської роботи є удосконалення роботи транспортної ланки для забезпечення технологічних внутрішньозаводських перевезень.

Можна сформулювати основні завдання магістерської роботи :

- змінити транспортно-технологічну схему перевезення технологічних вантажів автомобілями;

- виконати розрахунок і установку в цехах роздавальних бункерів, що дозволить значно скоротити час вантажних робіт із самоскидами і звільнити від цих робіт технологічні крани;
- розглянути застосування автомобілів-самонавантажувачів на перевезеннях штучних технологічних вантажів, що дозволить виконувати вантажні операції незалежно від основного виробництва, а значить без значних простоїв;
- скласти добові плани-графіки роботи автомобілів на перевезеннях технологічних вантажів в нових умовах.

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Транспортно-технологічні схеми транспортування внутрішньозаводських технологічних вантажів автомобілями

У магістерській роботі для удосконалення організації перевізного процесу автомобільним транспортом ПрАТ «Укрграфіт» пропонується розглянути можливість установки роздавальних бункерів в деяких цехах підприємства для роботи з автомобілями-самоскидами, а також розглянути можливість використання спеціального рухомого складу - автомобілів-самонавантажувачів.

Встановлення роздавальних бункерів дозволить значно скоротити простої рухомого складу в очікуванні навантаження, оскільки їх наповнення може виконуватися технологічними кранами в будь-який слушний час до прибуття автомобілів.

Використання автомобілів-самонавантажувачів дозволить значно скоротити час, що витрачається на вантажні операції. Особливо це стосується основних виробничих цехів. У цих цехах автомобілі обслуговуються технологічними кранами, які задіяні також в основному виробничому процесі. Доволі часто крани бувають зайняті, коли автомобіль прибуває в цех, слідством чого є непродуктивні тривалі простої рухомого складу. Автомобілі-самонавантажувачі дадуть можливість повністю розв'язати цю проблему.

У відсутності простоїв, в умовах використання роздавальних бункерів для сипких вантажів і автомобілів-самонавантажувачів, скоротиться час обороту автомобілів. Відповідно за зміну автомобіль зможе виконати більшу кількість транспортної роботи.

## 2.2 Застосування роздавальних бункерів

### 2.2.1 Загальна класифікація і принцип роботи бункерів

Бункерами називають саморозвантажні місткості, які протягом тривалого часу можна заповнювати сипким вантажем, а при необхідності в короткий проміжок часу завантажити рухомий склад або інші транспортні засоби, використовуючи силу тяжіння вантажу. Бункери застосовуються: для накопичення вантажу (акумуючі); для забезпечення рівномірного безперервного руху вантажів в технологічному процесі і при поєднанні роботи машин періодичної дії з машинами безперервної дії (зрівняльні); для тимчасового зберігання сипких вантажів у виробничому процесі до початку переробки або потім (технологічні) [3].

За формою в плані бункера розділяються на прямокутні, багатокутні і круглі (циліндричні), а за матеріалом виготовлення - на сталеві, залізобетонні або дерев'яні. Усередині бункера стіни і дно часто футерують сталевими листами [3].

По розмірах, висоті і ширині, бункери можна розділити на: неглибокі (чи просто бункери), у яких площа обвалення в найглибшій точці маси перетинає вільну поверхню матеріалу, і глибокі (силоси), у яких площа обвалення перетинає стінки бункера, тобто висота значно перевищує ширину. Силоси, у яких діаметри мають великі розміри (18-24 м) називають резервуарами [3].

Розміри і форма бункерів визначають їх економічну ефективність і експлуатаційні якості.

Форму і розміри бункера, величину кута нахилу стінок днища, розміри і розташування розвантажувального отвору вибирають відповідно до роду вантажу, підмета переробці, для забезпечення правильного витікання матеріалу з бункера при його спорожненні [3].

Витікання матеріалу з бункерів зазвичай характеризується тим, що усередині маси сипкого вантажу, яка залишається нерухомою, рухається вертикальний стовп матеріалів, розташований над випускним отвором. Верхній шар матеріалу в бункері утворює воронку і, скачуючись під кутом природного укосу до горизонту, живить рухомий стовп (див. рисунок 2.1).

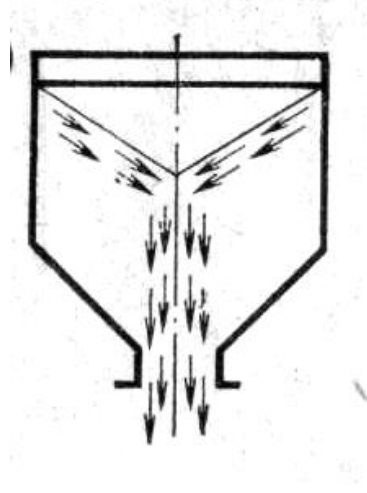


Рисунок 2.1 – Витікання вантажу з бункера [3]

Від цього основного принципу іноді спостерігаються відхилення, що характеризуються тим, що безпосередньо після відкриття випускного отвору приходить в рух майже уся маса сипкого матеріалу і протягом більш менш тривалого проміжку часу опускається рівномірно (див. рисунок 2.2). Таке витікання називається гідравлічним [3].

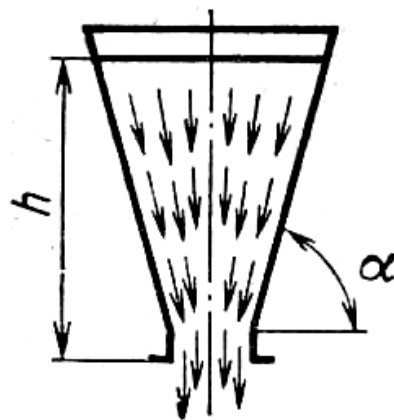


Рисунок 2.2 – Гідравлічне витікання вантажу з бункера [3]

Залежно від умов заповнення і спорожнення бункерів визначається стабільність, безперервність і надійність їх роботи.

При витіканні сипких вантажів з бункерів має місце утворення склепіння, яке порушує нормальне розвантаження. Запобігання утворенню склепіння можливе: за рахунок правильного вибору конструкції бункера, вибору кутів нахилу, що утворюють випускні воронки, застосування спонукачів сипких вантажів, які забезпечують підтримку його в сипкому стані; використання відповідних стабілізаторів, затворів і живильників [3].

Стабілізатори рекомендується встановлювати у вихідного отвору бункера, оскільки найкращим є постійний тиск на дно бункера, а стабілізатори сприймають тиск вище розміщених шарів і створюють постійний тиск в нижній частині бункера [3].

Як спонукачі до витікання вантажу з бункерів використовують: механічні розпушувачі, розміщені усередині бункера, у вигляді валу з лопатками, що розпушують матеріал при обертанні, сіток та ін., що коливаються; вібратори, встановлені на стінках або опущені всередину бункера; аераційні розпушувачі. Спонукачі служать не лише для поліпшення витікання сипкого вантажу, але і для запобігання утворенню склепіння, а також для стабілізації щільності потоку вантажу і його рівномірності. Вібраційні і аераційні спонукачі до витікання вантажу набули найбільшого поширення [3].

Для перекриття вихідного отвору і регулювання подачі вантажу з бункера застосовують різного роду затвори (рис. 2.3) і в інших випадках – живильники, які зазвичай представляють собою транспортуючі пристрої, розташовані під отвором бункеру.

Клапанний (рис. 2.3, а) і лотковий (рис. 2.3, б) підпірні затвори є найбільш простими; їх застосовують переважно в невеликих бункерах з малим випускним отвором.

Шиберні затвори у вигляді плоскої засувки (рис 2.3, *в і г*), що встановлюються в днищі або бічній стінці бункера, характеризуються найбільшою компактністю, але із-за значного опору в пазах при відкриванні і закриванні використовуються тільки при невеликій величині отворів і невеликому тиску на затвор.

Секторні затвори (рис. 2.3, *д і е*) мають циліндричну поверхню і при закриванні або відкриванні обертаються навкруги горизонтальної вісі, при цьому відсутнє тертя в пазах, а отже, опір при відкриванні і закриванні виходить значно меншим, ніж на шиберному.

При односекторному затворі при відкриванні його потік вантажу має одnobічний напрям, а при двохсекторному, так званому щелепному затворі – центральний.

Затвори-живильники застосовують у вигляді коротких стрічкових, пластинчатих, скребкових, ланцюгових і інших конвеєрів або у вигляді гвинтових тарілчастих, барабанних або лопатевих пристроїв, що обертаються. На рис. 2.3, *ж* показаний вібрлотковий затвор, у якого вібратор спонукає витікання вантажу.

Для управління і регулювання завантажувальних і розвантажувальних пристроїв і контролю рівня заповнення бункерів і силосів застосовують мембранні і діафрагмові, електромеханічні і електричні, фотоелектричні і радіаційні датчики [3].

У запропонованих бункерах проблему утворення склепіння пропонується розв'язати за рахунок геометричної форми бункерів, а саме певних кутів нахилу стінок бункерів (див. пункт 2.2.2). Як затвори для бункерів пропонуються затвори секторного типу. Контроль за заповненням бункера не потрібний, оскільки в даному випадку бункер заповнюється технологічним краном, і його заповнення візуально контролюється машиністом крану.

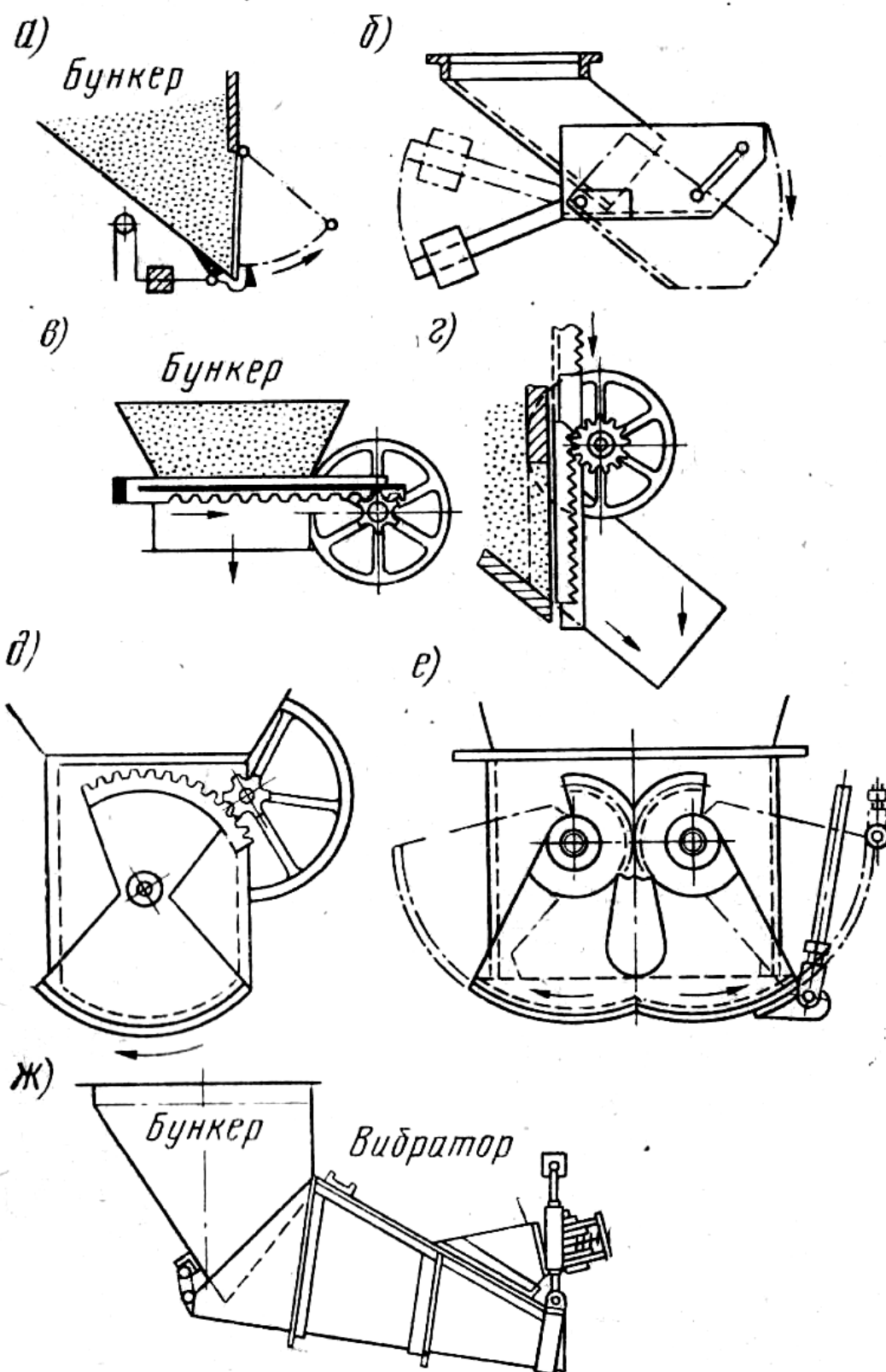


Рисунок 2.3 – Затвори для бункерів [3]

### 2.2.2 Розрахунок параметрів роздавальних бункерів

Розмір роздавального бункера приймаємо таким, щоб вантажу в нім вистачало для вантаження двох автомобілів ЗИЛ. Згідно з цією умовою, об'єм роздавальних бункерів розраховується по формулі [3]:

$$V_{\text{б}} = \frac{2 \cdot q_a}{\varphi \cdot \gamma}, \quad (2.1)$$

де  $q_a$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення бункеру ( $\varphi = 0,9$ );

$\gamma$  – об'ємна насипна маса вантажу, т/м<sup>3</sup>.

Геометричні розміри бункера залежать від розмірів його випускного отвору. Щоб визначити ці розміри, необхідно розрахувати пропускну спроможність випускного отвору [3]:

$$П = \frac{60 \cdot q_a}{t_a \cdot k_{\text{в}}}, \quad (2.2)$$

де  $П$  – пропускну спроможність випускного отвору, т/год;

$t_a$  – час завантаження одного автомобіля, хв;

$k_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання бункера за часом (згідно [3]  $k_{\text{в}} = 0,85-0,95$ ).

Згідно з рекомендаціями [4] час завантаження одного автомобіля вантажопідйомністю 6 т має бути в межах 12 - 18 хвилин. Тому приймаємо  $t_a = 15$  хвилин.

Необхідна площа випускного отвору визначається по формулі, м<sup>2</sup> [3]:

$$A_o = \frac{\Pi}{3600 \cdot \gamma \cdot v}, \quad (2.3)$$

де  $v$  - швидкість витікання сипкого вантажу із бункера, м/с.

$$v = \lambda \cdot \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}, \quad (2.4)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт витікання вантажу (згідно [3]  $\lambda = 0,2-0,65$ , причому більш високе значення приймається для сухих добре сипких матеріалів і менше значення – для вологих, кускових, погано сипких);

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$R$  – гідравлічний радіус отвору, м.

Орієнтовно гідравлічний радіус отвору можна розрахувати по формулі, мм [3]:

$$R \geq k \cdot f \cdot (d + 80), \quad (2.5)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує гранулометричну однорідність вантажу (згідно [3]  $k = 0,6-0,8$ , причому більш високе значення приймається для однорідних матеріалів);

$f$  – коефіцієнт внутрішнього тертя вантажу;

$d$  – розмір типового куска вантажу, мм.

Вибираємо форму випускного отвору у вигляді квадрату. Тоді сторона квадрата розраховується по формулі, мм [3]:

$$c = \sqrt{A_o} + d. \quad (2.6)$$

Повинна виконуватися наступна умова [3]:

$$R_{\phi} \geq R, \quad (2.7)$$

де  $R_{\phi}$  – фактичний гідравлічний радіус випускного отвору бункера, м.

$$R_{\phi} = \frac{A_o}{P}, \quad (2.8)$$

де  $P$  – периметр випускного отвору, м.

Для зручного завантаження бункерів технологічними кранами грейферів пропонується прийняти верхній отвір квадратної форми із стороною квадрата 3 м.

Висота бункера розраховується по формулі, м [3]:

$$H = \frac{3 \cdot V_{\phi}}{L \cdot B + c^2 + \sqrt{L \cdot B \cdot c^2}}, \quad (2.9)$$

де  $L$  – довжина бункера зверху, м;

$B$  – ширина бункера зверху, м.

Для забезпечення безперешкодного витікання вантажу з бункера, повинна виконуватися наступна умова [3]:  $\beta \geq 55^\circ$  (див. рисунок 2.4).

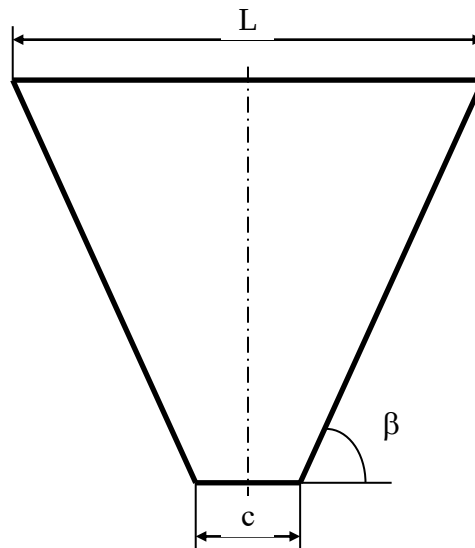


Рисунок 2.4 – Схема бункера

У таблиці 2.1 приведені значення характеристик технологічних вантажів, що перевозяться автомобілями усередині ПрАТ «Укрграфіт».

Таблиця 2.1 – Характеристики вантажів [5]

| № | Вид вантажу                        | $\gamma$ , т/м <sup>3</sup> | $\lambda$ | f    | d, мм | $\beta$ , ° |
|---|------------------------------------|-----------------------------|-----------|------|-------|-------------|
| 1 | Технологічні добавки               | 1,4                         | 0,6       | 1,03 | 1,5   | 40          |
| 2 | Теплоізоляція                      | 0,8                         | 0,55      | 1,18 | 10    | 34          |
| 3 | Оборотна шихта                     | 1,8                         | 0,4       | 1,09 | 5     | 37          |
| 4 | Кокс-горіх                         | 0,45                        | 0,4       | 1,47 | 25    | 35          |
| 5 | Гранульований кокс                 | 0,5                         | 0,45      | 1,12 | 7     | 35          |
| 6 | Розсів вуглецево-кремнієвої суміші | 1,4                         | 0,55      | 1,09 | 5     | 38          |

Відповідно до формул (2.1 - 2.9) і даних таблиці 2.1 виконаємо відповідні розрахунки. Результати розрахунків приведені в таблицях 2.2-2.3.

Таблиця 2.2 – Технічні параметри бункерів

| № | Вид вантажу                        | $V_6, \text{м}^3$ | П, т/Г | $A_0, \text{м}^2$ | $v, \text{м/с}$ | R, мм |
|---|------------------------------------|-------------------|--------|-------------------|-----------------|-------|
| 1 | Технологічні добавки               | 9,52              | 26,6   | 0,006             | 0,88            | 68    |
| 2 | Теплоізоляція                      | 16,67             |        | 0,011             | 0,87            | 80    |
| 3 | Оборотна шихта                     | 7,41              |        | 0,007             | 0,59            | 70    |
| 4 | Кокс-горіх                         | 29,6              |        | 0,022             | 0,76            | 116   |
| 5 | Гранульований кокс                 | 26,67             |        | 0,021             | 0,70            | 78    |
| 6 | Розсів вуглецево-кремнієвої суміші | 9,52              |        | 0,007             | 0,81            | 70    |

Таблиця 2.3 – Геометричні параметри бункерів

| № | Вид вантажу                        | $A_0, \text{м}^2$ | с, мм | L, м | B, м | H, м |
|---|------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|
| 1 | Технологічні добавки               | 0,006             | 4     | 3    | 3    | 3,2  |
| 2 | Теплоізоляція                      | 0,011             | 14    |      |      | 5,5  |
| 3 | Оборотна шихта                     | 0,007             | 8     |      |      | 2,5  |
| 4 | Кокс-горіх                         | 0,022             | 30    |      |      | 9,8  |
| 5 | Гранульований кокс                 | 0,021             | 12    |      |      | 8,8  |
| 6 | Розсів вуглецево-кремнієвої суміші | 0,007             | 8     |      |      | 3,2  |

Згідно з розрахунками висоти бункерів вийшли значними. Бункери таких розмірів неможливо встановити в цехах. Тому пропонується збільшити розміри випускних отворів для усіх бункерів до 80 мм (відповідно до рекомендацій [3]) і геометричні параметри верхньої частини бункерів. Перераховані дані приведені в таблиці 2.4.

Умова (2.8) виконується для усіх бункерів, тому що були збільшені розміри випускних отворів.

Таблиця 2.4 – Геометричні параметри бункерів

| № | Вид вантажу                        | с, мм | L, м | B, м | H, м |
|---|------------------------------------|-------|------|------|------|
| 1 | Технологічні добавки               | 80    | 3    | 3    | 3,1  |
| 2 | Теплоізоляція                      |       | 4    | 4    | 3,1  |
| 3 | Оборотна шихта                     |       | 2,7  | 2,7  | 3    |
| 4 | Кокс-горіх                         |       | 4,5  | 4,5  | 4,3  |
| 5 | Гранульований кокс                 |       | 4,5  | 4,5  | 3,9  |
| 6 | Розсів вуглецево-кремнієвої суміші |       | 3    | 3    | 3,1  |

В таблиці 2.5 наведені значення  $\beta$  (див. рис. 2.4) для всіх бункерів.

Таблиця 2.5 – Значення  $\beta$  для бункерів (див. рисунок 2.4)

| № | Вид вантажу                        | $\beta, ^\circ$ |
|---|------------------------------------|-----------------|
| 1 | Технологічні добавки               | 65              |
| 2 | Теплоізоляція                      | 58              |
| 3 | Оборотна шихта                     | 66              |
| 4 | Кокс-горіх                         | 63              |
| 5 | Гранульований кокс                 | 61              |
| 6 | Розсів вуглецево-кремнієвої суміші | 65              |

## 2.3 Вибір і обґрунтування рухомого складу

### 2.3.1 Використання автомобілів-самонавантажувачів

#### 2.3.1.1 Короткий опис автомобілів-самонавантажувачів

Автомобіль-самонавантажувач – це автотранспортний засіб, обладнаний вантажопідйомним пристроєм, що дозволяє виробляти вантажні роботи без задіювання зовнішніх засобів механізації [6].

Автомобілі-самонавантажувачі широко застосовуються як в країнах пострадянського простору, так і за кордоном. Номенклатура їх дуже велика. Автомобілі класифікуються за ієрархічним принципом ділення їх на чотири рівні. Верхній рівень враховує наступні ознаки [6]:

- тип вантажів, що перевозяться;
- характеристики автотранспортного засобу;
- характеристики вантажопідйомного пристрою.

За типом вантажів, що перевозяться, автотранспортні засоби з вантажопідйомними пристроями на другому рівні діляться на засоби, призначені для доставки контейнерів і пакетів, довгомірних пакетованих і непакетованих вантажів, з'ємних кузовів, великогабаритних ваговитих вантажів, різного технологічного устаткування і інших штучних вантажів [6].

За характеристикою автотранспортні засоби з вантажопідйомними пристроями на тому ж рівні класифікуються за типом і складом засобу, за його вантажопідйомністю і прохідністю [6].

За характеристикою вантажопідйомні пристрої на другому рівні розрізняються за типом, конструктивно-технологічними особливостями, місцю їх монтажу і джерелу енергії [6].

На третьому рівні автотранспортні засоби з вантажопідйомними пристроями залежно від основного призначення підрозділяються на засоби, що перевозять мало-, середньо- і крупнотонажні вантажі [6].

За типом автотранспортного (базового) засобу залежно від конструктивних особливостей, головним чином кузову, вони поділяються на засоби загального призначення і спеціалізовані [6].

За складом можуть бути у вигляді поодинокого автомобіля, автопоїзда у складі сідельного тягача і напівпричепи або тягача з причепом (причепами) [6].

Вантажопідйомність базових автотранспортних засобів : мала до 2,5 т включно, середня від 2,5 до 6,0 т включно, велика понад 6,0 т до межі, встановленої дорожніми обмеженнями по масі, особливо велика – вище вказаної межі [6].

По прохідності автотранспортні засоби класифікуються на дорожні (звичайна прохідність), підвищеною і високою прохідності, а також на позадорожні засоби [6].

За характеристикою вантажопідйомного пристрою на другому рівні вони класифікуються за типом пристрою, джерелом енергій, за конструкцією і типом базового шасі [6].

За типом вантажопідйомного пристрою на третьому рівні автотранспортні засоби з вантажопідйомними пристроями діляться на кранові, безкранові і комбіновані (змішані) [6].

Конструктивно-технологічні особливості засобів включають кількість пристроїв, що встановлюються на базовому шасі, вантажопідйомність, тип приводу, кількість сторін розвантаження (завантаження), наявність змінних вантажозахватних пристосувань, тип системи управління [6].

Також на третьому рівні приведені базові шасі для монтажу пристроїв : автомобілі, сідельні тягачі, напівпричепи і причепи [6].

Джерелом енергії пристроїв є двигун базового шасі, автономний двигун внутрішнього згорання, електричний двигун або комбіноване джерело енергії [6].

На четвертому рівні кранові пристрої класифіковані на конструкції з шарнірно-зчленованою стрілою, з прямою телескопічною стрілою, з двома поворотними або неповоротними в плані стрілами, з порталною стрілою [6].

До пристроїв безкранового типу відносяться механізми з горизонтальним і похилим подовжнім відносно осі транспортного засобу переміщенням вантажу (знімні кузови), з горизонтальним поперечним переміщенням вантажу, а також з пристроями для вертикального переміщення вантажу, у тому числі типу «вантажопід'ємний борт». Пристрої комбінованого типу можуть складатися з двох яких-небудь вказаних вище пристроїв. На автотранспортному засобі може бути змонтовано також декілька однотипних пристроїв, що працюють синхронно або послідовно [6].

Вантажопідйомність пристроїв : мала до 1,25 т, середня до 5 т і велика понад 5 т. Привід може бути ручним, механічний, гідравлічний, пневматичний, електричний і комбінованим (гідромеханічний, пневмогідравлічний) і т. д [6].

Кількість сторін завантаження і розвантаження відносно автотранспортного засобу одна, дві або три. Вантажозахватні пристосування можуть монтуватися на базовому шасі постійно або бути змінними. За типом системи управління пристроєм можуть бути з ручним і дистанційним керуванням (бортові маніпулятори) і з програмним управлінням (промислові роботи на автотранспортних засобах). Місце встановлення вантажопідйомного пристрою (четвертий рівень) на базовому шасі за кабіною автомобіля, в передній, середній і задній частині платформи автомобіля, а також напівпричепа по усій довжині вантажної платформи причіпної ланки. Пристрій може бути встановлений по подовжній вісі шасі і із зміщенням відносно неї [6].

Приведена класифікація, природно, не може претендувати на повне охоплення усіх засобів, оскільки є невелика кількість конструкцій, що не потрапили в цю класифікацію.

Наприклад, кранові пристрої можуть встановлюватися рухомо на базовому шасі з можливістю переміщення уздовж платформи. Знімні кузови можуть мати дуже різноманітну конструкцію.

#### 2.3.1.2 Вибір типу вантажопідйомного пристрою

Як видно з вище приведеної класифікації вантажопідйомні пристрої можуть бути крановими, безкрановими і комбінованими.

##### Вантажопідйомні кранові пристрої

Автотранспортні засоби з крановими пристроями забезпечують самонавантаження (саморозвантаження) вантажів на базове шасі з рівня землі, рампи складу, платформи транспорту, що стоїть рядом, навантаження і розвантаження транспортних засобів, не обладнаних пристроями для самонавантаження [7].

Привід кранових пристроїв – гідравлічний з відбором потужності від двигуна базового автомобіля через коробку відбору потужності. Конструкція гідроприводу передбачає пристрої, що запобігають мимовільному опусканню і падінню вантажу в аварійних випадках при обриві трубопроводів, зупинці двигуна або поломці трансмісії [7].

Відповідно до приведеної класифікації кранові пристрої можна розділити на наступні типи [7]:

- з шарнірно зчленованою стрілою (бортові маніпулятори);
- з прямою телескопічною стрілою;
- з порталною стрілою;
- з двома стрілами.

### Бортові маніпулятори

Транспортні засоби, оснащені крановими пристроями з шарнірно-зчленованою стрілою, призначені в основному для роботи з контейнерами і іншими пакетованими і тарно-штучними вантажами масою брутто до 5 т [7].

Ці пристрої монтують на шасі між кабіною і кузовом або в задній частині кузова бортових вантажних автомобілів, на шасі сідельних тягачів між кабіною і сідельно-зчепним пристроєм, на шасі напівпричепів в передній, середній або задній частині кузова [7].

Конструкція кранових пристроїв з шарнірно-зчленованою стрілою забезпечує роботу з вантажем, розташованим в будь-якому місці платформи без зміни положення інших вантажів [7].

У таблиці 2.6 приведені технічні характеристики деяких бортових маніпуляторів.

Таблиця 2.6 – Основні параметри бортових маніпуляторів [7]

| № | Показники                 | Моделі маніпуляторів |        |        |        |         |         |
|---|---------------------------|----------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
|   |                           | МКС-16               | МКС-25 | МКС-40 | МКС-63 | МКС-100 | МКС-160 |
| 1 | Автомобіль                | УАЗ                  | ГАЗ    | ГАЗ    | ЗИЛ    | КамАЗ   | КрАЗ    |
| 2 | Вантажний момент, кН·м    | 16                   | 25     | 40     | 63     | 100     | 160     |
| 3 | Вантажопідйомність, т     | 1,25                 | 1,25   | 1,6    | 2,5    | 5       | 6,3     |
| 4 | Виліт стріли, м           | 2,5                  | 4      | 4      | 5      | 6,3     | 6,3     |
| 5 | Висота під'єму вантажу, м | 3                    | 4,5    | 4,5    | 5,5    | 6,8     | 6,8     |
| 6 | Швидкість під'єму, м/с    | 0,8                  | 0,8    | 0,8    | 0,8    | 0,8     | 0,63    |
| 7 | Кут повороту стріли, °    | 410                  | 410    | 410    | 410    | 410     | 410     |
| 8 | Швидкість обертання, °/с  | 20                   | 20     | 18     | 18     | 15      | 15      |
| 9 | Маса пристрію, кг         | 290                  | 425    | 650    | 1000   | 1570    | 2500    |

### Кранові пристрої з прямою телескопічною стрілою

Автотранспортні засоби з крановим пристроєм з прямою телескопічною стрілою призначені для роботи з контейнерами і іншими пакетованими і тарно-штучними вантажами масою бруто до 5 т. Конструкція цих пристроїв забезпечує установку і зняття вантажів з будь-якого місця платформи без зміни положення інших вантажів [7].

Пристрої з прямою телескопічною стрілою монтуються на шасі спеціалізованих напівпричепів в передній або середній їх частині. Телескопічні стріли висуваються одним гідроциліндром з канатним поліспастом, а вантаж піднімається лебідкою. Виносні опори виконують функції опорного пристрою для напівпричепа [7].

Управління крановим пристроєм здійснюється з пульта, розташованого в задній частині шасі. У транспортному положенні стріла спирається на спеціальну стійку. Пристрій крану пристосований для роботи із захопленнями для контейнерів [7].

У таблиці 2.7 приведені технічні характеристики деяких кранових пристроїв з прямою телескопічною стрілою.

Таблиця 2.7 – Основні параметри кранових пристроїв з прямою телескопічною стрілою [7]

| № | Показники                 | Моделі пристроїв |               |
|---|---------------------------|------------------|---------------|
|   |                           | БКА-150          | БКА-250       |
| 1 | Автомобіль                | Н/п для ЗИЛ      | Н/п для КамАЗ |
| 2 | Вантажний момент, кН·м    | 150              | 250           |
| 3 | Вантажопідйомність, т     | 5                | 7,5           |
| 4 | Виліт стріли, м           | 5                | 5             |
| 5 | Висота під'єму вантажу, м | 5,5              | 5,5           |
| 6 | Швидкість під'єму, м/с    | 0,4              | 0,4           |
| 7 | Кут повороту стріли, °    | 360              | 360           |
| 8 | Швидкість обертання, °/с  | 16               | 16            |
| 9 | Маса пристрою, кг         | 3100             | 3800          |

### Кранові пристрої з порталною стрілою

Кранові пристрої з порталною стрілою служать для робіт з контейнерами і іншими пакетованими і тарно-штучними вантажами масою брутто до 5 т включно і мають два різновиди: з розташуванням в задній частині автомобіля і з бічним розташуванням на напівпричепі [7].

Кранові пристрої з порталною стрілою мають постійну вантажопідйомність незалежно від вильоту стріли. Конструкція порталних пристроїв з бічним розташуванням забезпечує роботу з вантажами незалежно від розташування їх на вантажній платформі автотранспортного засобу без зміни положення інших вантажів [7].

Пристрої оснащені механізмами, що забезпечують переміщення вантажної каретки уздовж балки, що зв'язує стійки стріли. Стріла може мати пряму або зігнуту форму. Портальні пристрої допускають роботу із змінними кузовами [7].

У таблиці 2.8 приведені технічні характеристики деяких пристроїв кранів з порталною стрілою.

Таблиця 2.8 – Основні параметри кранових пристроїв з порталною стрілою [7]

| № | Показники                 | Моделі пристроїв |        |        |            |         |              |
|---|---------------------------|------------------|--------|--------|------------|---------|--------------|
|   |                           | ПКА-10           | ПКА-25 | ПКА-63 |            | ПКА-100 |              |
| 1 | Автомобіль                | УАЗ              | ГАЗ    | ЗИЛ    | Н/п<br>ЗИЛ | КамАЗ   | Н/п<br>КамАЗ |
| 2 | Місце розташування        | Заднє            |        |        | Бокове     | Заднє   | Бокове       |
| 3 | Вантажний момент, кН·м    | 10               | 25     | 63     | 63         | 100     | 100          |
| 4 | Вантажопідйомність, т     | 0,63             | 1,25   | 3      | 3          | 5       | 5            |
| 5 | Виліт стріли, м           | 1,6              | 2      | 2      | 2          | 2       | 2            |
| 6 | Висота під'єму вантажу, м | 3,5              | 4,2    | 4,3    | 4,3        | 4,3     | 4,3          |

Кінець таблиці 2.8

| № | Показники                | Моделі пристроїв |        |        |      |         |      |
|---|--------------------------|------------------|--------|--------|------|---------|------|
|   |                          | ПКА-10           | ПКА-25 | ПКА-63 |      | ПКА-100 |      |
| 7 | Швидкість під'єму, м/с   | 0,25             | 0,25   | 0,25   | 0,25 | 0,25    | 0,25 |
| 8 | Швидкість обертання, °/с | 12,5             | 12,5   | 125,   | 12,5 | 12,5    | 6,3  |
| 9 | Маса пристрою, кг        | 200              | 500    | 1100   | 1400 | 2000    | 2500 |

### Кранові пристрої з двома стрілами

Автотранспортні засоби з крановими пристроями з двома стрілами служать для доставки великотоннажних універсальних і спеціалізованих контейнерів і інших великогабаритних вантажів масою бруто до 30 т включно [7].

Кранові пристрої з двома стрілами виготовляються в двох варіантах [7]:

- що забезпечують завантаження (розвантаження) контейнерів із землі на транспортний засіб тільки з правого або лівого боку;
- що забезпечують завантаження (розвантаження) контейнерів із землі або з платформи іншого транспортного засобу, на платформу транспортного засобу, на якому вони змонтовані, штабелювання контейнерів в два яруси; робота з контейнерами виконується з двох сторін транспортного засобу.

### Безкранові вантажопідйомні пристрої

Автотранспортні засоби з безкрановими пристроями забезпечують самонавантаження (саморозвантаження) вантажів на базове шасі з рівня землі, рампи складу або іншого транспортного засобу [7].

Привід безкранових вантажопідйомних пристроїв виконується механічним, гідравлічним, пневматичним або змішаним з відбором потужності від двигуна базового автомобіля або (при монтажі на

напівпричепі) від автономної силової станції з двигуном внутрішнього згорання. Засоби з безкрановими вантажними пристроями оснащені виносними опорами з гідравлічним або механічним приводом [7].

Безкранові вантажопідйомні пристрої можна розділити на наступні типи [7]:

- для подовжнього переміщення вантажу назад;
- для поперечного переміщення вантажу;
- для вивішування вантажу на опорних стійках;
- «вантажопідйомний борт».

Вантажні пристрої для подовжнього переміщення вантажу назад.

Автотранспортні засоби з безкрановими пристроями з подовжнім переміщенням вантажу назад призначені для роботи із змінними кузовами, інвентарними спорудженнями контейнерного типу, великотоннажними контейнерами, а також знімним технологічним устаткуванням масою до 20 т. Ці пристрої монтуються на шасі вантажних автомобілів і на шасі спеціалізованих напівпричепів [7].

Конструкція пристроїв забезпечує як похиле, так і горизонтальне переміщення вантажу з установкою його на днище або опорні стійки. Кут нахилу рами пристрою для подовжнього переміщення вантажу не перевищує 45° [7].

Безкранові пристрої з подовжнім переміщенням вантажу назад забезпечують можливість симетричного розташування вантажу відносно подовжньої осі транспортного засобу, надійне кріплення знімного устаткування в транспортному положенні і роботу із змінними кузовами-контейнерами [7].

### Пристрої для поперечного переміщення вантажу.

Автотранспортні засоби з пристроями для поперечного переміщення вантажу призначені для роботи із спеціалізованими великотоннажними контейнерами масою брутто 30 т. Їх монтують на шасі низькорамних причепів або напівпричепів [7].

Конструкція цих пристроїв забезпечує двостороннє завантаження і розвантаження контейнерів в результаті горизонтального плоськопаралельного переміщення їх з установкою на днище або опорні стійки [7].

Навантажувально-розвантажувальні пристрої цього типу дозволяють встановлювати контейнери на необладнані майданчики з інтервалом між ними не більше 0,5 м, а також головне, без ривків і перекосів переміщення контейнерів і надійне їх кріплення в транспортному положенні [7].

### Пристрої для вивішування вантажу на опорних стійках.

Рухомий склад з пристроями для вивішування вантажу на опорних стійках призначений для роботи з універсальними і спеціалізованими контейнерами масою брутто до 20 т. Ці пристрої монтуються на шасі вантажних автомобілів або спеціалізованих напівпричепів [7].

Конструкція цих пристроїв забезпечує вивішування контейнерів на стійках над рамою шасі в межах, що забезпечують вільний в'їзд і виїзд базового шасі [7].

Конструкція шасі транспортного засобу і навантажувально-розвантажувального пристрою забезпечує надійне кріплення знімного устаткування в транспортному положенні, а також роботу із змінними кузовами [7].

### Пристрої типу «вантажопідйомний борт»

Навантажувально-розвантажувальні пристрої типу «вантажопідйомний борт» монтуються на базових вантажних автомобілях в задній частині замість заднього борту або збоку замість бічного борту. Вони призначені для роботи із спеціально пристосованими для переміщення на колесах контейнерами масою бруто до 1,5 т [7].

Привід пристроїв гідравлічний від насоса, встановленого на коробці відбору потужності базового шасі. Контейнери переміщують на борт і знімають з нього вручну [7].

### Комбіновані вантажопідйомні пристрої

Автотранспортні засоби з навантажувально-розвантажувальними пристроями можуть бути комбінованого кранового і безкранового типів і виконуються в таких поєднаннях [7]:

- пристрій з шарнірно-зчленованою стрілою і пристрій для подовжнього переміщення вантажу назад;
- пристрій з шарнірно-зчленованою стрілою і пристрій типу «вантажопідйомний борт»;
- пристрій з двома шарнірно-зчленованими стрілами і пристрій для поперечного переміщення вантажу.

Проаналізувавши вище приведену інформацію, пропонується для виробництва вантажних операцій з тарно-штучними технологічними вантажами використовувати вантажопідйомний пристрій з шарнірно-зчленованою стрілою. Вибір цього типу пристрою обумовлений наступними чинниками:

- пристрій простий і надійний в експлуатації;
- пристрій призначений для роботи з пакетованими і не пакетованими вантажами відповідної маси;

- пристрій має відносно невелику власну масу;
- пристрій може бути встановлений практично на усі базові шасі автомобілів;
- пристрій має меншу вартість порівняно з іншими вантажопідійомними пристроями.

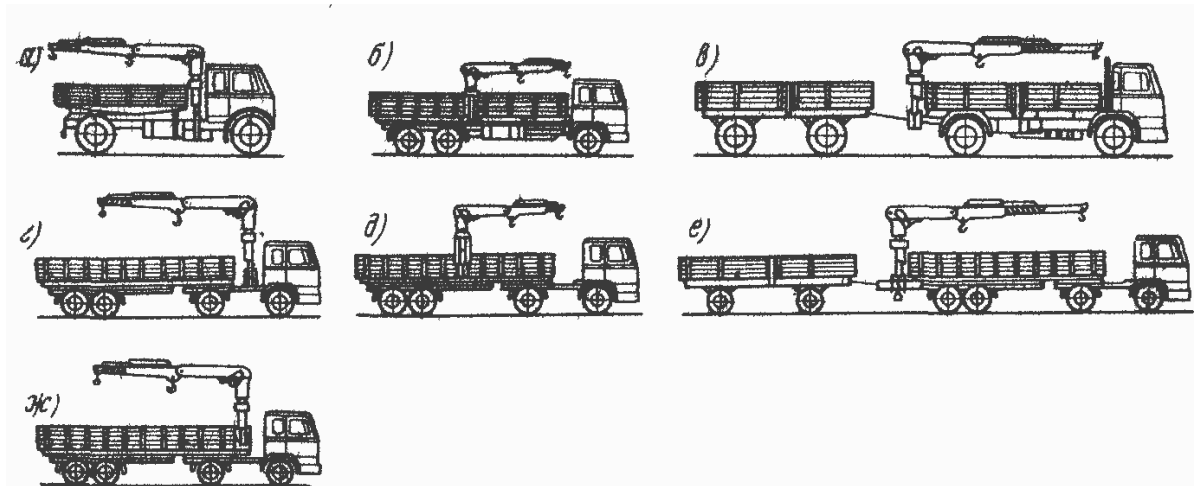
### 2.3.2 Обґрунтування базової моделі автомобіля

#### 2.3.2.1 Вибір типу автомобіля

Вибір типу базового автомобіля для роботи з вантажопідійомним пристроєм робився з урахуванням наступних чинників:

- виду, характеристики і технології доставки вантажів;
- наявної структури парку автотранспортних засобів в автоцеху ПрАТ «Укрграфіт»;
- верхньої межі допустимої повної маси автотранспортного засобу;
- основних параметрів транспортних засобів (допустимої маси вантажу, що перевозиться, навантаження на осі, потужності двигуна, колісної формули та ін.).

Відповідно до обліку рекомендацій по вибору типу автотранспортних засобів для використання вантажопідійомних пристроїв, приведених в таблиці 14 [7], пропонується для транспортування і виробництва навантажувально-розвантажувальних робіт з тарно-штучними технологічними вантажами використовувати ті ж автомобілі КраЗ-256, зі встановленими на них бортовими маніпуляторами типу МКС-160.



а – на шасі вантажного автомобіля між кабіною і вантажною платформою; б – на шасі вантажного автомобіля в середній частині вантажної платформи; в – на шасі вантажного автомобіля в задній частині вантажної платформи; г – на сидельному тягачі між кабіною і сидельно-зчепним пристроєм; д – на шасі напівпричепа в середній частині вантажної платформи; е – на напівпричепі в задній частині вантажної платформи; ж – на напівпричепі в передній частині вантажної платформи

Рисунок 2.5 – Основні конструктивні компоувальні схеми розміщення кранових пристроїв на автотранспортних засобах [7]

### 2.3.2.2 Обґрунтування компоувальної схеми розміщення вантажного пристрою

На рисунку 2.5 представлені можливі компоувальні схеми розміщення вантажопідйомного кранового пристрою крану з шарнірно-зчленованою стрілою на шасі автомобіля.

Вибір тієї або іншої компоувальної схеми залежить головним чином від виду вантажу, що перевозиться, його властивостей і технології перевізного процесу.

Відповідно до рекомендацій таблиць 15 і 16 [7] приймаємо компоновальну схему *a* (рисунк 2.5).

Схема *a* передбачає розташування кранового пристрою на шасі вантажного автомобіля між кабіною і вантажною платформою.

Переваги цієї компоновальної схеми [7]:

- мінімальне віддалення пристрою крану від гідронасоса, що встановлюється на базовому автомобілі, наявність коротких трубопроводів і пов'язані з цим незначні втрати потужності в системі гідроприводу;
- раціональне розташування виносних опор, яке не впливає на погіршення прохідності автомобіля;
- можливість складання стріли в транспортному положенні між кабіною і кузовом;
- можливість застосування пристрою крану із стандартною стрілою.

Недоліки цієї компоновальної схеми [7]:

- непристосованість більшості базових автомобілів для монтажу пристроїв кранів і необхідність у зв'язку з цим проведення конструктивних доопрацювань: зменшення довжини кузова; переміщення кузова назад; зміна місця розташування запасного колеса;
- ускладнена робота базового автомобіля з причепом у зв'язку з установкою запасного колеса в задній частині рами замість пристосування для буксирування.

Останнім недоліком можна знехтувати, оскільки ці автомобілі передбачається використовувати без причепів.

Запропонований маніпулятор МКС-160 має виліт стріли 6,3 м. Враховуючи «мертву зону» в радіусі 0,3 м біля основи маніпулятора, маємо

робочу обслуговувану довжину рівну 6 м. Внутрішня довжина кузова технологічного КрАЗа-6510 згідно з таблицею 1.7 (див. аналітичну частину магістерської роботи) складає 5,8 м, що говорить про можливість повного використання кузова по довжині. Тобто наявного вільоту стріли цілком достатньо для виробництва навантажувально-розвантажувальних робіт.

## 2.4 Організація перевезень технологічних вантажів автомобілями

### 2.4.1 Нормування операцій і робіт

#### 2.4.1.1 Розрахунок тривалості руху

Для того, щоб розрахувати тривалість руху автомобіля, необхідно знати відстані перевезень і швидкість руху автомобілів.

Середня швидкість руху автомобілів на території ПрАТ «Укрграфіт» складає 10 км/год.

У таблиці 2.9 приведені відстані між основними об'єктами, задіяними при перевезенні технологічних вантажів автомобілями.

Таблиця 2.9 – Відстані між об'єктами, м

| Цех            | СПЦ 1 | СПЦ 3 корпус 3 | СПЦ 3 корпус 1 | СПЦ 3 корпус 2 | СПЦ 4 | Шамотне відділення | АРК | Майданчик сипких | АТЦ |
|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|-------|--------------------|-----|------------------|-----|
| СПЦ 1          | X     |                |                |                |       |                    |     |                  |     |
| СПЦ 3 корпус 3 | 400   | X              |                |                |       |                    |     |                  |     |
| СПЦ 3 корпус 1 | 150   | 550            | X              |                |       |                    |     |                  |     |

Кінець таблиці 2.9

| Цех            | СПЦ 1 | СПЦ 3 корпус 3 | СПЦ 3 корпус 1 | СПЦ 3 корпус 2 | СПЦ 4 | Шамотне відділення | АРК | Майданчик сипких | АТЦ |
|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|-------|--------------------|-----|------------------|-----|
| СПЦ 3 корпус 2 | 120   | 450            | 50             | X              |       |                    |     |                  |     |
| СПЦ 4          | 280   | 550            | 50             | 100            | X     |                    |     |                  |     |
| ШВ             | 50    | 500            | 200            | 170            | 50    | X                  |     |                  |     |
| АРК            | 180   | 600            | 50             | 50             | 300   | 230                | X   |                  |     |
| Майданчик      | 90    | 550            | 250            | 220            | 50    | 50                 | 280 | X                |     |
| АТЦ            | 250   | 250            | 330            | 350            | 550   | 480                | 400 | 530              | X   |

Тривалість руху автомобілів розраховується по формулі, год:

$$t_p = L / V, \quad (2.10)$$

де  $L$  – відстань між об'єктами, км;

$V$  – середня швидкість руху автомобіля, км/год (згідно даним диспетчера АТЦ на території підприємства  $V = 10$  км/год).

Результати розрахунків часу руху між даними об'єктами зведені в таблиці 2.10

Таблиця 2.10 – Час руху між об'єктами, хв.

| Цех            | СПЦ 1 | СПЦ 3 корпус 3 | СПЦ 3 корпус 1 | СПЦ 3 корпус 2 | СПЦ 4 | Шамотне відділення | АРК | Майданчик сипких | АТЦ |
|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|-------|--------------------|-----|------------------|-----|
| СПЦ 1          | Х     |                |                |                |       |                    |     |                  |     |
| СПЦ 3 корпус 3 | 3     | Х              |                |                |       |                    |     |                  |     |
| СПЦ 3 корпус 1 | 1     | 4              | Х              |                |       |                    |     |                  |     |
| СПЦ 3 корпус 2 | 1     | 3              | 1              | Х              |       |                    |     |                  |     |
| СПЦ 4          | 2     | 4              | 1              | 1              | Х     |                    |     |                  |     |
| ШВ             | 1     | 3              | 2              | 2              | 1     | Х                  |     |                  |     |
| АРК            | 2     | 4              | 1              | 1              | 2     | 2                  | Х   |                  |     |
| Майданчик      | 1     | 4              | 2              | 2              | 1     | 1                  | 2   | Х                |     |
| АТЦ            | 2     | 2              | 2              | 3              | 4     | 3                  | 3   | 4                | Х   |

Як бачимо, часи руху дуже малі, оскільки відстані перевезень незначні. Тому, для розрахунків можна прийняти за час руху між будь-якими пунктами 5 хвилин. Це дасть деякий запас часу і збільшить надійність графіку руху.

#### 2.4.1.2 Нормування простою автомобілів під вантажними операціями

У загальному випадку час простою автомобіля під вантажними операціями розраховується по формулі, хв [4]:

$$t_{\text{го}} = t_{\text{нз}} + t_{\text{е}}, \quad (2.11)$$

де  $t_{nz}$  – час, що витрачається на виконання підготовчо-завершальних операцій (постановка автомобіля на вантажний фронт, передача документів, перевірка вантажу), хв;

$t_g$  – час навантаження-вивантаження автомобіля, хв.

Згідно із спостереженнями, в умовах перевезень технологічних вантажів середнє значення  $t_{nz} = 15$  хв.

Для автомобілів-самоскидів ЗИЛ вантажопідйомністю 6 т час завантаження буде залежати від типу вантажу, що перевозиться. Але оскільки при розрахунках бункерів для зміни їх геометричних розмірів вихідні отвори були навмисно збільшені, то завантаження автомобіля буде залежати не стільки від часу витікання вантажу, скільки від часу на відкриття затворів. Тому, для спрощення розрахунків  $t_g = 5$  хвилин.

Для технологічних перевезень штучних вантажів час завантаження буде залежати від кількості штук вантажу і циклу роботи бортового маніпулятора.

Питання про точне визначення кількості вантажних місць вирішити не представляється можливим. По-перше, усі штучні вантажі, які перевозяться по даних напрямках, мають різні геометричні розміри і масу. По-друге, об'єми тих або інших вантажів не постійні в часі і змінюються. Тому довгострокове планування в даному випадку неможливе.

Пропонується скористатися усередненими даними, а саме даними про середню масу одного вантажного місця і даними про середнє заповнення автомобіля. Останнє теж важко визначити точно в наслідок абсолютно різних геометричних розмірів вантажних місць, їх різного поєднання, а значить відсутності постійних схем укладання вантажу в автомобіль.

За даними диспетчера автоцеху середня маса одного вантажного місця складає 430 кг, а коефіцієнт використання місткості (вантажопідйомності) автомобіля на даних перевезеннях складає 0,74. У подальших розрахунках пропонується оперувати цими даними.

Час циклу роботи бортового маніпулятора розраховується по формулі, с:

$$t_u = t_{зах} + t_{cn} + \frac{2,5h_n}{V_n} + \frac{l_{кр}}{V_{кр}}, \quad (2.12)$$

де  $t_{зах}, t_{cn}$  – час захвату та сповільнення вантажу відповідно (1 хв);

$h_n, V_n$  – висота (м) і швидкість підйому (м/с) вантажу;

$l_{кр}, V_{кр}$  – кут повороту (град) і швидкість обертання (град/с) вантажу.

Тривалість циклу роботи маніпулятора МКС-160:

$$t_u = 60 + 60 + \frac{2,5 \cdot 6,3}{0,63} + \frac{90}{15} = 151 \text{ с} \approx 3 \text{ хв.}$$

З урахуванням коефіцієнту використання вантажопідйомності автомобіль завантажує  $12 \cdot 0,74 = 8,88 \text{ т} = 8880 \text{ кг}$ . Знаючи середнє значення маси вантажного місця, кількість таких місць складе  $8880 / 430 = 20$  місць.

Таким чином, загальний час простою автомобілів під вантажними операціями складе, хв:

з тарно-штучними вантажами:

$$t_{eo} = 15 + 3 \cdot 20 = 75 \text{ хв};$$

з сипкими вантажами:

$$t_{eo} = 15 + 5 = 20 \text{ хв.}$$

### 2.4.2 Розробка добового плану-графіку роботи автомобілів

На підставі таблиці 1.10 можна визначити необхідну кількість їздок в добу в кожний з основних пунктів по формулі [4]:

$$\text{для тарно-штучних вантажів} \quad e_{\text{ти}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{q_a \cdot k_{\text{в}}}, \quad (2.13)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – кількість вантажів, які необхідно перевезти за добу, т;

$q_a$  – місткість автомобіля, т;

$k_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля;

$$\text{для сипких вантажів} \quad e_{\text{сип}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{q_a \cdot \gamma}, \quad (2.14)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – кількість вантажів, які необхідно перевезти за добу, т;

$q_a$  – місткість автомобіля, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – об'ємна маса вантажу, т/м<sup>3</sup>.

Результати розрахунків необхідної кількості їздок приведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Середньодобова необхідна кількість їздок

| № | Вид вантажу                   | Маршрут                    | Кількість їздок |
|---|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 1 | «Зелені» і обпалені заготовки | Цех 1 – Цех 3 (к. 3)       | 9               |
| 2 | «Зелені» і обпалені заготовки | Цех 3 (к.1) - Цех 3 (к. 3) | 9               |
| 3 | Обпалені напівфабрикати       | Цех 3 (к.1) - Цех 3 (к. 2) | 5               |
| 4 | Технологічні добавки          | Цех 3 (к.1) - Цех 3 (к. 2) | 12              |
| 5 | Теплоізоляція                 | ШВ - Цех 4 (к. 2)          | 67              |

Кінець таблиці 2.11

| №  | Вид вантажу                        | Маршрут                    | Кількість їздок |
|----|------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 6  | Оборотна шихта                     | Цех 4 (к.2) - ШВ           | 34              |
| 7  | Кокс – горіх                       | АРК - Цех 4 (к. 2)         | 20              |
| 8  | Гранульований кокс                 | Цех 4 (к.2) - Цех 3 (к. 1) | 19              |
| 9  | Гранульований кокс                 | Майданчик - Цех 4 (к. 2)   | 7               |
| 10 | Розсів вуглецево-кремнієвої суміші | ШВ - Майданчик             | 15              |

Увесь вантаж буде перевозитися маятниковими маршрутами. При цьому автомобілі матимуть своє максимальне для цих перевезень завантаження по місткості.

Автотранспортний цех здійснює ці перевезення цілу добу у дві зміни по 12 годин кожна. У кожній зміні передбачена перерва тривалістю 1 година.

У таблиці 2.12 представлений набір роботи автомобілям на добу

Таблиця 2.12 – Набір роботи автомобілям

| № автомобіля                                                | Зміна | Маршрут                                  | Коефіцієнт використання пробігу | Кількість обертів | Час руху, хв. | Час НРР(з подготовчими операціями), хв. | Загальний час за оберт, хв. | Загальний час за зміну, год. |
|-------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|---------------|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Перевезення тарно-штучних вантажів спеціалізованими КрАЗами |       |                                          |                                 |                   |               |                                         |                             |                              |
| 1                                                           | 1     | Цех 1 – Цех 3 (к. 3) – Цех 1             | 0,5                             | 4                 | 10            | 150                                     | 160                         | 10,7                         |
|                                                             | 2     | Цех 1 – Цех 3 (к. 3) – Цех 1             | 0,5                             | 4                 | 10            | 150                                     | 160                         | 10,7                         |
| <b>Всього</b>                                               |       |                                          |                                 |                   | <b>80</b>     | <b>1200</b>                             | <b>1280</b>                 | <b>21,4</b>                  |
| 2                                                           | 1     | Цех 1 – Цех 3 (к. 3) – Цех 3 (к. 1)      | 0,5                             | 1                 | 10            | 150                                     | 160                         | 2,7                          |
|                                                             |       | Цех 3 (к.1) – Цех 3 (к. 3) – Цех 3 (к.1) | 0,5                             | 3                 | 10            | 150                                     | 160                         | 8                            |

|                                             |   |                                          |      |    |            |             |             |             |
|---------------------------------------------|---|------------------------------------------|------|----|------------|-------------|-------------|-------------|
|                                             | 2 | Цех 3 (к.1) – Цех 3 (к. 3) – Цех 3 (к.1) | 0,5  | 4  | 10         | 150         | 160         | 10,7        |
| <b>Всього</b>                               |   |                                          |      |    | <b>80</b>  | <b>1200</b> | <b>1280</b> | <b>21,4</b> |
| 3                                           | 1 | Цех 3 (к.1) – Цех 3 (к. 3) – Цех 3 (к.1) | 0,5  | 2  | 10         | 150         | 160         | 5,4         |
|                                             |   | Цех 3 (к.1) – Цех 3 (к. 2) – Цех 3 (к.1) | 0,5  | 1  | 10         | 150         | 160         | 2,7         |
|                                             | 2 | Цех 3 (к.1) – Цех 3 (к. 2) – Цех 3 (к.1) | 0,5  | 3  | 10         | 150         | 160         | 8           |
| <b>Всього</b>                               |   |                                          |      |    | <b>70</b>  | <b>1050</b> | <b>1120</b> | <b>18,8</b> |
| Перевезення сипких вантажів самоскидами ЗИЛ |   |                                          |      |    |            |             |             |             |
| 4                                           | 1 | Цех 3 (к.1) – Цех 3 (к. 2) – Цех 3 (к.1) | 0,5  | 12 | 10         | 25          | 35          | 7           |
|                                             |   | ШВ – Цех 4 (к. 2) – ШВ                   | 1    | 3  | 15         | 50          | 65          | 3,3         |
|                                             | 2 | ШВ – Цех 4 (к. 2) – ШВ                   | 1    | 10 | 15         | 50          | 65          | 11          |
| <b>Всього</b>                               |   |                                          |      |    | <b>315</b> | <b>950</b>  | <b>1265</b> | <b>21,3</b> |
| 5                                           | 1 | ШВ – Цех 4 (к. 2) – ШВ                   | 1    | 10 | 15         | 50          | 65          | 11          |
|                                             | 2 | ШВ – Цех 4 (к. 2) – ШВ                   | 1    | 10 | 15         | 50          | 65          | 11          |
| <b>Всього</b>                               |   |                                          |      |    | <b>300</b> | <b>1000</b> | <b>1300</b> | <b>22</b>   |
| 6                                           | 1 | ШВ – Цех 4 (к. 2) – ШВ                   | 1    | 1  | 15         | 50          | 65          | 1,1         |
|                                             |   | ШВ – Цех 4 (к. 2) – Цех 3 (к.1) – ШВ     | 0,75 | 5  | 25         | 75          | 100         | 8,3         |
|                                             | 2 | ШВ – Цех 4 (к. 2) – Цех 3 (к.1) – ШВ     | 0,75 | 6  | 25         | 75          | 100         | 10          |
| <b>Всього</b>                               |   |                                          |      |    | <b>290</b> | <b>875</b>  | <b>1165</b> | <b>19,4</b> |
| 7                                           | 1 | ШВ - Цех 4 (к. 2) - Цех 3 (к.1) - ШВ     | 0,75 | 6  | 25         | 75          | 100         | 10          |
|                                             | 2 | ШВ - Цех 4 (к. 2) - Цех 3 (к.1) - ШВ     | 0,75 | 2  | 25         | 75          | 100         | 3,4         |
|                                             |   | ШВ - Цех 4 (к. 2) - ШВ                   | 0,5  | 6  | 15         | 50          | 65          | 6,6         |
| <b>Всього</b>                               |   |                                          |      |    | <b>290</b> | <b>900</b>  | <b>1190</b> | <b>20</b>   |
| 8                                           | 1 | ШВ - Цех 4 (к. 2) - ШВ                   | 0,5  | 8  | 15         | 50          | 65          | 8,8         |
|                                             |   | ШВ – Майданчик - Цех 4 (к. 2) - ШВ       | 0,75 | 1  | 25         | 75          | 100         | 1,7         |
|                                             | 2 | ШВ – Майданчик - Цех 4 (к. 2) - ШВ       | 0,75 | 6  | 25         | 75          | 100         | 10          |
| <b>Всього</b>                               |   |                                          |      |    | <b>295</b> | <b>925</b>  | <b>1220</b> | <b>20,5</b> |
| 9                                           | 1 | ШВ – Майданчик - ШВ                      | 0,5  | 7  | 10         | 25          | 35          | 4,1         |
|                                             |   | ШВ – Майданчик - АРК                     | 0,5  | 1  | 10         | 25          | 35          | 0,6         |
|                                             |   | АРК – Цех 4 (к. 2) - АРК                 | 0,5  | 10 | 10         | 25          | 35          | 5,9         |
|                                             | 2 | АРК – Цех 4 (к. 2) - АРК                 | 0,5  | 10 | 10         | 25          | 35          | 5,9         |
| <b>Всього</b>                               |   |                                          |      |    | <b>280</b> | <b>700</b>  | <b>980</b>  | <b>16,5</b> |

Графік роботи автомобілів забезпечує ритмічну роботу рухомого складу і вантажних пунктів.

Графік роботи автомобілів враховує експлуатаційну швидкість, кількість одиниць рухомого складу, технологічні норми часу на виконання вантажних операцій, перерви в роботі [2].

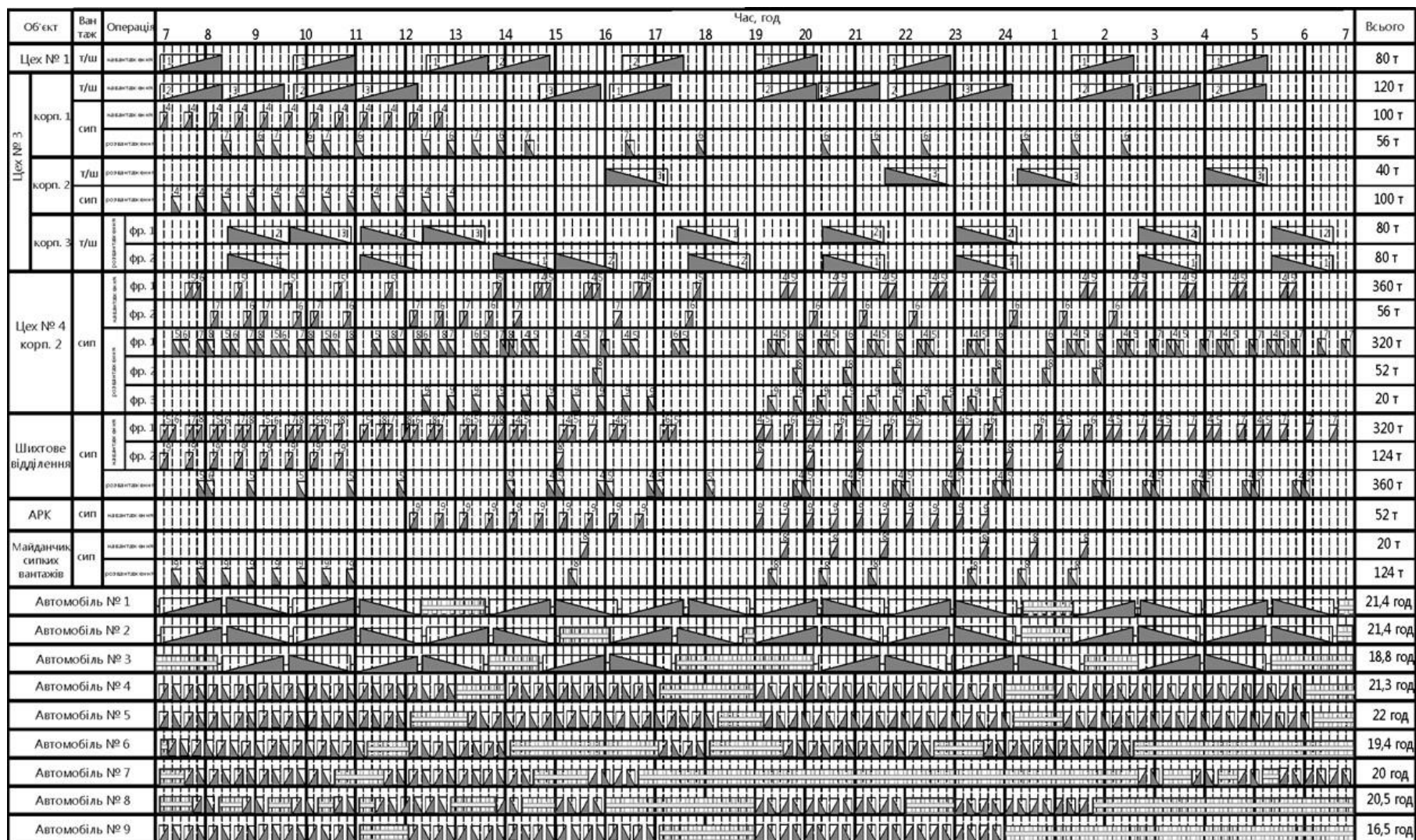
Початкові дані для розробки графіку руху автомобілів [2]:

- схема маршруту;
- відстань і час руху між вантажними пунктами і гаражем;
- довжина навантажених, порожніх і нульових пробігів;
- час роботи автомобілів на маршруті;
- час виконання вантажних операцій;
- технічна швидкість автомобілів;
- тривалість перерв;
- змінна структура роботи.

Графік будується в масштабі часу і відображує [2]:

- загальні витрати часу в кожному вантажному пункті;
- послідовність руху від пункту до пункту;
- роботу усіх автомобілів на маршрутах впродовж доби.

Добовий план-графік роботи автомобілів на перевезеннях технологічних вантажів представлений на рисунку 2.6.



Умовні позначення:  - навантажувальні операції  - розвантажувальні операції  - простої, у тому числі перерв

Рисунок 2.6 – Добовий план-графік роботи автомобілів

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати для пропонованого варіанту складаються з вартості трьох вантажопідйомних кранових пристроїв МКС-160 і придбання та установки семи роздавальних бункерів.

Кранові пристрої фірми «Краст» продаються за наступними цінами МКС-160 – 297100 грн. Установка одного комплекту устаткування виконується фахівцями фірми за 5800 грн. Доставка трьох комплектів кранових пристроїв до Запоріжжя залізницею коштуватиме приблизно 30000 грн. Переобладнання трьох автомобілів для установки пристроїв кранів за оцінками технічного відділу транспортного цеху складе близько 25000 грн. Відповідно, загальні витрати, пов'язані з крановими пристроями, складуть:

$$K_{кр} = (297100 + 5800) \cdot 3 + 30000 + 25000 = 963700 \text{ грн.}$$

При необхідності придбання або оновлення металоконструкцій ПрАТ «Укрграфіт» виконує замовлення на підприємство ЗАТ «Металлургмонтаж», яке виконує виготовлення і монтаж металоконструкцій будь-якої складності в запорізькому регіоні. Згідно з даними технічної служби головного інженера, вартість усіх пропонованих до установки бункерів, включаючи доставку і монтаж складе близько  $K_{б} = 3800000$  грн.

Таким чином, загальні капітальні вкладення:

$$K = 963700 + 3800000 = 4763700 \text{ грн.}$$

### 3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати, необхідні для здійснення перевезень. До них відносяться заробітна плата з відрахуваннями, вартість матеріалів, палива, електроенергії, амортизаційні відрахування і інші витрати.

Річні експлуатаційні витрати розраховуються по формулі:

$$C = Z + A + C_a + C_k, \quad (3.1)$$

де  $Z$  – заробітна плата основна і додаткова з відрахуваннями, грн.;

$A$  – амортизаційні відрахування, грн.;

$C_a$  – витрати на експлуатацію автомобілів, грн.;

$C_k$  – витрати на експлуатацію кранових пристроїв, грн.

Загальний фонд заробітної плати робітників і службовців складається з основної і додаткової заробітної плати.

Основна заробітна плата включає оплату за відрядними розцінками, тарифними ставками і окладами з доплатами і преміями з фонду заробітної плати [8].

На промисловому транспорті застосовується відрядна і почасова форми оплати праці робітників. При відрядній платні робота оплачується залежно від її кількості і якості за встановленими розцінками: коли можна встановити норми часу або норми вироблення, і забезпечити точний облік їх виконання. При почасовій – розмір заробітної плати визначається кількістю відпрацьованого часу і кваліфікацією працівника [8].

Заробітна плата при почасовій преміальній оплаті праці визначається по формулі [8]:

$$З_{осн} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot C_{zi} \cdot \Phi_{fi}, \quad (3.2)$$

де  $N_i$  – явочна кількість робітників, чол.;

$C_{zi}$  – годинна тарифна ставка робітника, грн.;

$\Phi_{fi}$  – річний фонд фактично відпрацьованого часу, год;

$i$  – робітник певної кваліфікації.

Явочна кількість робітників і службовців, зайнятих на виконанні робіт по перевезенню вантажів, приведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Чисельність робітників по варіантах

| № | Професія                  | Чисельність по варіантах, чол |                |
|---|---------------------------|-------------------------------|----------------|
|   |                           | існуючий                      | запропонований |
| 1 | Водій автомобіля КрАЗ-256 | 12                            | 6              |
| 2 | Водій автомобіля ЗИЛ-4512 | 22                            | 12             |

Витрати на заробітну плату по існуючому варіанту складуть, грн.:

$$З_{осн} = 12 \cdot 2002 \cdot 59,94 + 22 \cdot 2002 \cdot 58,21 = 4003800 \text{ грн.}$$

Витрати на заробітну плату по проектному варіанту складуть, грн.:

$$З_{осн} = 6 \cdot 2002 \cdot 59,94 + 12 \cdot 2002 \cdot 58,21 = 2118437 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата розраховується по формулі, грн.:

$$З_{дод} = \frac{З_{осн} \cdot П}{100} + З_n, \quad (3.3)$$

де  $P$  – розмір премій;

$Z_n$  – надбавки за шкідливість.

Розмір премії для цієї категорії професій складає згідно з даними автоцеху 20% від основної заробітної плати. Крім того, за шкідливість доплачується 1,77 грн/год на кожен бал шкідливості.

Водії автомобілів згідно з сіткою шкідливості мають 10 балів. Значить, доплати за шкідливість складають 17,7 грн/год.

Надбавки за шкідливість в існуючому варіанті складуть, грн.:

$$Z_n = 34 \cdot 2002 \cdot 17,7 = 1204804 \text{ грн.}$$

Надбавки за шкідливість в пропонованому варіанті складуть, грн.:

$$Z_o = 18 \cdot 2002 \cdot 17,7 = 637838 \text{ грн.}$$

Отже, додаткова заробітна плата:

По існуючому варіанту:

$$Z_{\text{доп}} = \frac{4003800 \cdot 20}{100} + 1204804 = 2005564 \text{ грн.}$$

По пропонованому варіанту:

$$Z_{\text{доп}} = \frac{2118437 \cdot 20}{100} + 637838 = 1061526 \text{ грн.}$$

Загальний відсоток відрахувань – 22 %.

Відрахування на соціальні заходи розраховуються по формулі, грн.:

$$O_{сз} = \frac{(3_{осн} + 3_{доп}) \cdot 22}{100} . \quad (3.4)$$

По існуючому варіанту:

$$O_{сз} = \frac{(4003800 + 2005564) \cdot 22}{100} = 1322061 \text{ грн.}$$

По пропонованому варіанту:

$$O_{сз} = \frac{(2118437 + 1061526) \cdot 22}{100} = 699592 \text{ грн.}$$

Фонд оплати праці з відрахуванням на соціальні заходи складе по існуючому варіанту:

$$З = 4003800 + 2005564 + 1322061 = 7331425 \text{ грн.}$$

По пропонованому варіанту:

$$З = 2118437 + 1061526 + 699592 = 3879555 \text{ грн.}$$

Амортизація – перенесення вартості основного капіталу на готову продукцію, вироблену з її допомогою [8].

Амортизаційні відрахування – грошові кошти, що включаються у витрати виробництва або звернення по затверджених нормах і призначені для відшкодування [8].

Амортизаційні відрахування розраховують виходячи з балансової вартості устаткування і норм відрахувань по кожному виду, грн. [8]:

$$A = \sum_{i=1}^m \frac{K_{oi} \cdot a_{gi}}{100}, \quad (3.5)$$

де  $K_{oi}$  – балансова вартість основних фондів  $i$ -ої групи, грн.;

$a_{gi}$  – норми амортизаційних відрахувань від вартості основних фондів  $i$ -ої групи;

$m$  – кількість груп основних фондів.

Дані розрахунків амортизаційних відрахувань приведені в таблицях 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.2 – Амортизаційні відрахування по існуючому варіанту

| Найменування основних фондів | Балансова вартість основних фондів, грн. | Норми амортизаційних відрахувань, % | Сума відрахувань, грн. |
|------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| ЗИЛ-4512<br>11 автомобилів   | 2992000                                  | 40                                  | 1196800                |
| КрАЗ-256<br>6 автомобилів    | 1872000                                  | 40                                  | 748800                 |
| ВСЬОГО                       |                                          |                                     | 1945600                |

Витрати на експлуатацію автомобілів розраховуються по формулі [8]:

$$C_a = C_n + C_{mm} + C_p + C_{ш}, \quad (3.6)$$

де  $C_n$  – витрати на паливо, грн.;

$C_{mm}$  – витрати на мастильні матеріали, грн.;

$C_p$  – витрати на поточний ремонт автомобілів, грн.;

$C_{ш}$  – витрати на шини, грн.

Таблиця 3.3 – Амортизаційні відрахування по пропонованому варіанту

| Найменування основних фондів | Балансова вартість основних фондів, грн. | Норми амортизаційних відрахувань, % | Сума відрахувань, грн. |
|------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| ЗИЛ-4512<br>6 автомобілів    | 1632000                                  | 40                                  | 652800                 |
| КрАЗ-256<br>3 автомобіля     | 936000                                   | 40                                  | 374400                 |
| МКС-160<br>3 пристрої        | 963700                                   | 24                                  | 231288                 |
| 7 бункерів                   | 3800000                                  | 8                                   | 304000                 |
| ВСЬОГО                       |                                          |                                     | 1562488                |

Річні витрати на паливо для автомобілів розраховуються по формулі, грн. [8]:

$$C_n = C \cdot L \cdot r / 100, \quad (3.7)$$

де  $C$  – ціна 1 л палива, грн.;

$L$  – загальний річний пробіг транспортних засобів, км;

$r$  – витрата палива, л / 100 км.

Витрати на мастильні матеріали складають 30 % від витрат на паливо.

Витрати на ремонт автомобілів розраховуються по формулі у зв'язку з важкими виробничими умовами на промисловому майданчику ПрАТ «Укрграфіт», грн.:

$$C_p = L \cdot C_p, \quad (3.9)$$

де  $L$  – сумарний річний пробіг автомобілів, км;

$C_p$  – вартість ремонту, що доводиться на 1 км пробігу цього типу автомобілів, грн.

Згідно з даними бухгалтерії транспортного цеху для автомобілів ЗИЛ-4512  $C_p = 2,342$ , КрАЗ - 256  $C_p = 2,356$  грн.

Витрати на відновлення шин визначаємо по формулі, грн./км :

$$III = \frac{C_{ки}}{L_{н.ки}}, \quad (3.10)$$

де  $C_{ки}$  – вартість одного комплекту шин, грн.;

$L_{н.ки}$  – нормативний пробіг рухомого складу до заміни шин.

$$C_{ш} = L \cdot III. \quad (3.11)$$

Оскільки пропонований варіант відрізняється від базового тільки істотною зміною часу очікування і виконання навантажувально-розвантажувальних робіт з автомобілями, то сумарний пробіг автомобілів обох типів можна вважати рівним в базовому і пропонованому варіантах. Відповідно до таблиці 2.12 (див. основну частину пояснювальної записки) річний пробіг автомобілів КрАЗ на даних перевезеннях складає 28105 км, а автомобілів ЗИЛ - 107675 км.

Отже, витрати на паливо для обох варіантів:

для автомобілів ЗИЛ :

$$C_n = 23,5 \cdot 107675 \cdot 26,5 / 100 = 670547 \text{ грн.}$$

для автомобіля КрАЗ:

$$C_n = 23,5 \cdot 28105 \cdot 35,8 / 100 = 236448 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на паливо:

$$C_n = 670547 + 236448 = 906995 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати для обох варіантів на мастильні матеріали:

$$C_{mm} = 906995 \cdot 0,3 = 272099 \text{ грн.}$$

Витрати для обох варіантів на ремонт:

для автомобілів ЗИЛ :

$$C_p = 2,342 \cdot 107675 = 252175 \text{ грн.}$$

Для автомобіля КрАЗ :

$$C_p = 2,356 \cdot 28105 = 66216 \text{ грн.}$$

$$C_p = 252175 + 66216 = 318391 \text{ грн.}$$

Вартість комплекту шин згідно з даними автотранспортного цеху ПрАТ «Укрграфіт» складає для автомобілів ЗИЛ 26300 грн., для автомобілів КрАЗ 39200 грн.

Для обох варіантів:

для автомобілів ЗИЛ :

$$III = \frac{26300}{90000} = 0,292 \text{ грн/км.}$$

$$C_{ш} = 107675 \cdot 0,292 = 31442 \text{ грн.}$$

для автомобіля КрАЗ:

$$III = \frac{39200}{90000} = 0,436 \text{ грн/км.}$$

$$C_{ш} = 28105 \cdot 0,436 = 12254 \text{ грн.}$$

$$C_{ш} = 31442 + 12254 = 43696 \text{ грн.}$$

Таким чином, витрати на експлуатацію автомобілів в обох варіантах складають:

$$C_a = 906995 + 272099 + 318391 + 43696 = 1541181 \text{ грн.}$$

Пропонований варіант передбачає експлуатаційні витрати на кранові пристрої, пов'язані з роботою їх двигунів внутрішнього згорання. Згідно інформації фірми-виробника крановим пристроям МКС-160 для однієї вантажної операції досить - 1,3 л.

Експлуатаційні витрати на кранові пристрої розраховуються по формулі, грн.:

$$C_k = Ц \cdot n \cdot r / 100, \quad (3.12)$$

де  $Ц$  – ціна 1 л палива, грн.;

$n$  – загальна річна кількість вантажних операцій, од;

$r$  – витрата палива, л / операцію.

У таблиці 2.12 приведені дані по кількості оборотів на кожному маршруті за добу. На кожному обороті має місце 2 вантажних операції. Таким чином, в добу здійснюється 44 операції пристроями кранів МКС-160. За рік це складе 16060 операцій.

$$C_k = 23,5 \cdot 16060 \cdot 1,3 = 490633 \text{ грн.}$$

Отримані результати по експлуатаційних витратах для обох варіантів зведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. – Річні експлуатаційні витрати

| № | Найменування статей витрат | Сума, грн. |              |
|---|----------------------------|------------|--------------|
|   |                            | існуючий   | пропонований |
| 1 | Заробітна плата            | 7331425    | 3879555      |
| 2 | Амортизаційні відрахування | 1945600    | 1562488      |
| 3 | Експлуатація автомобілів   | 1541181    |              |
| 4 | Пристрої кранів            | -          | 490633       |
|   | Загальні витрати           | 10818206   | 7473857      |

### 3.3 Річний економічний ефект і термін окупності

Річний економічний ефект розраховується по формулі, грн. [8]:

$$E_p = (C_{існ} - C_{пр}) - \frac{K}{T_n}, \quad (3.13)$$

де  $C_{існ}$  – існуючі експлуатаційні витрати, грн.;

$C_{np}$  – експлуатаційні витрати по пропонованому варіанту, грн.;

$T_n$  – нормативний термін окупності капітальних вкладень, грн.

$$E_p = (10818206 - 7473857) - 4763700/3 = 1756449 \text{ грн.}$$

Окупність капітальних вкладень – період, протягом якого авансовані капітальні вкладення окупаються створеним прибутком або економією на поточних витратах [8].

Термін окупності капітальних вкладень розраховується по формулі, рік. [8]:

$$T_{ок} = \frac{K}{C_{існ} - C_{np}}. \quad (3.14)$$

$$T_{ок} = 4763700 / (10818206 - 7473857) \approx 1,43 \text{ роки.}$$

Для визначення ефективності пропонованих рішень розраховуємо чистий дисконтований прибуток за формулою [8]:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{E_t - K_t - C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.15)$$

де  $E_t$  – економія від впровадження пропонованих рішень за рік  $t$ , грн.;

$K_t$  – капіталовкладення, грн. (тільки для першого року);

$C_t$  – загальні витрати за рік, грн.;

$i$  – ставка дисконту, % ( $i = 24\%$ );

$t$  – тривалість проекту, ( $t = 3$  роки).

Для розрахунку чистого дисконтованого прибутку складаємо таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Чистий дисконтований прибуток

| Рік | Економія від впровадження | Капітало-вкладення | Коефіцієнт дисконтування | Чистий дисконтований прибуток |
|-----|---------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 0   | 3344349                   | 4763700            | 1                        | -1419351                      |
| 1   | 3344349                   | -                  | 0,8065                   | 2697217                       |
| 2   | 3344349                   | -                  | 0,6504                   | 2175165                       |
| 3   | 3344349                   | -                  | 0,5245                   | 1754111                       |
|     |                           |                    |                          | 5207142                       |

Таким чином, капіталовкладення окупаються на другому році. У таблиці 3.6 наведені основні економічні показники базового й пропонованого варіантів.

Таблиця 3.6 – Економічні показники роботи

| №  | Показник                                     | Значення |              |
|----|----------------------------------------------|----------|--------------|
|    |                                              | базовий  | пропонований |
| 1  | Капітальні вкладення, грн.                   | -        | 4763700      |
| 2  | Фонд оплати праці, грн.                      | 7331425  | 3879555      |
| 3  | Амортизаційні відрахування, грн.             | 1945600  | 1562488      |
| 4  | Витрати на експлуатацію автомобілів, грн.    | 906995   |              |
| 5  | Витрати на кранові пристрої, грн.            | -        | 490633       |
| 6  | Загальні експлуатаційні витрати, грн.        | 10818206 | 7473857      |
| 7  | Економія річних експлуатаційних витрат, грн. | -        | 3344349      |
| 8  | Річний економічний ефект, грн.               | -        | 1756449      |
| 9  | Чистий дисконтований прибуток, грн.          |          | 5207142      |
| 10 | Термін окупності, років                      | -        | 1,43         |

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В підрозділі розглядається Удосконалення організації внутрішньозаводських автомобільних перевезень на ПрАТ «Укрграфіт» вплив небезпечних факторів на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню.

На ПрАТ «Укрграфіт» виробляється багата номенклатура виробів. Серед них електроди графітові, блоки подові, маса електродна, вуглецевмісні матеріали та інше.

### 4.1 Аналіз потенційних небезпек

При навантаженні та транспортуванні пилу графіту у спеціальній тарі – металевих баках можливо падіння баків та розсип пилу. Графітовий пил шкідливий для органів дихання, він містить двооксид кремнію, вуглеродовмістимий пил, пил металів та їх окислів. Силікоз визиває ризик захворювання чахоткою, бронхітом та емфіземою легенів.

При навантаженні блоків подових, які мають достатній розмір, на транспорт, можливе скручування тросів, що призведе до травмування робітників.

Вуглецевмісні матеріали мають гранульовану форму (05-1,5 мм), тому їх транспортують у поліпропіленових «біг-бегах», Маса одного «біг-бега» ставить одну тону. В випадку обриву тросів, можливе розсипання матеріалу зовні.

При навантаженні у тари – металеві баки, можливе їх перекидання. Це призведе до розсипу пилу. І як наслідки приводить до отруєння робітників;

При навантаженні електродної маси, вага яких до 1 тони, форма – циліндрична, може відбутися падіння, що призведе до травмування робітників.

При транспортній переробці графітового пилу можливо забруднення навколишнього середовища, що призводить до отруєння води та екологічному порушенню природного балансу.

Ураження робітників та дослідника електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми людини або пожежі.

Недостатнє освітлення на накопичувальних майданчиків може призвести до невірної навантаження-розвантаження виробів підприємства - приведе до травмування робітників.

В холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань. В теплу пору може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар.

При подачі автомобіля до навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування.

При обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та інші.

#### 4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Дільниця, де відбувається транспортна переробка графітового пилу повинна мати цементне покриття з нахилом для збігання промивної води в виробничу каналізацію та дощате огороження висотою не менш 2 м, щоб пил не розносився навколо відповідно [9].

Задній хід автомобіля у зоні робіт повинен виконуватися водієм тільки за сигналом одного з працівників, зайнятих на цих роботах та з обов'язковою подачею сигналу [10].

Для запобігання аварій на території підприємства необхідно перед виїздом транспортного засобу провести технічний огляд, водій повинен пройти медичний огляд та з ним повинні провести інструктаж з правил дорожнього руху та небезпек які можуть виникнути під час перевезень на підприємстві відповідно [11].

Для попередження ураження електричним струмом необхідно проводити перевірку знань на 4 чи 3 групи з електробезпеки, забезпечувати устрій захисного заземлення, проводити періодичні перевірки справності кабельних барабанів. Всі силові кабелі для уникнення випадкового пошкодження укладені в спеціальні жолоба.

Для навантаження блоків подових, щоб не скручувалися троси, необхідно застосовувати траверси;

Електродна маса повинна мати отвори, спеціально вироблені, для захвату блоків вантажно підіймальними механізмами, що не дасть змоги падіння цих блоків;

Для попередження падіння «біг-бегів», необхідно також застосовувати траверси. Слідкувати за номінальною вагою вантажу при підйманні краном [10].

#### 4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для попередження забруднення графітом навколишнього середовища необхідно щоб збір стокових вод з канав в виробничу каналізацію потрапляв, з попереднім уловлюванням графіту, у відстійники. Викидати графіт, різні його залишки, а також промивні та сточні води, які утримують графіт, в водойми заборонено.

Для запобігання отруєння робітників в закритих приміщеннях, важливим оснащенням цих приміщень є вентиляційні пристрої. За допомогою вентиляційної системи видаляється забруднення, що затримується у фільтрах вентиляції, та подається свіже повітря відповідно документу [12].

Обладнання накопичувальних майданчиків облаштовувалися освітленням 30 лк згідно [13]. Майданчик облаштовується робочим, черговим та охоронним освітленням. Робоче освітлення, яке використовувалося під час виконання вантажних операцій, розміщено на щоглах. Для освітлення причалу застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами типу ДРЛ-700 (зараз є тенденція застосування світлодіодних ламп).

Для забезпечення не попадання пилу в легені робітників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відноситься застосування респіраторів. Для захисту очей застосовувати захисні окуляри, для рук – захисні рукавиці відповідно [14].

Оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою розглянемо на прикладі оцінки факторів виробничого середовища для дослідника лабораторії обладнаної ПК.

Відповідно замірам в лабораторії де є ПК, заносимо ці дані в таблицю відповідності, що впливають на дослідника в процесі провадження іспитів.

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 вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [15], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 2а.

З додатків [15], відповідно до категорії робіт 2а, розряду зорових робіт А-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

| Фактор (показник)                                                                                                  | Виміряні показники<br>$P_{вим}$ | Час дії<br>$год.(хв.)$ | ГДК, ГДР, показники,<br>$P_{доп}$ | $X_{визн}$ , бали | Клас умов праці | $X_i$ , бали |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$                                                                         | 28,3                            | 8                      | 22,9-25,8                         | 4                 | 3.4             | 4            |
| Освітленість приміщення $E, лк$                                                                                    | 250                             | 8                      | 300                               | —                 | 3.1             | 1            |
| Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$                                                                         | Б-1                             | —                      | —                                 | —                 | —               | —            |
| Рівень шуму $L, дБА$                                                                                               | 102                             | 5                      | 60                                | —                 | 3.3             | 1,88         |
| Загальні енергозатрати організму, $Вт$                                                                             | 240                             | 8                      | 290                               | 0,83              |                 |              |
| Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук) | 55000                           | 8                      | 40000                             | 1,38              | 3.3             | 3            |
| Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)                                                                 | 83                              | 8                      | 75                                | 1,11              |                 |              |
| Тривалість робочого дня, $год.$                                                                                    | 8                               | 8                      | 8                                 | 0,15              |                 |              |
| Рівень шуму $L, дБА$                                                                                               | 102                             | 5                      | 60                                | —                 | 3.3             | 1,88         |

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти  $X_{визн}$  та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці 4.1:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [15]. Розрахунковий коефіцієнт  $X_{визн}$  при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 4.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4 \quad (4.1)$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 4.2.

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{240 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,83; \quad (4.2)$$

- загальні енергозатрати організму,  $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{310 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,94;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{60000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,31;$$

- тривалість зосередження уваги (% від часу зміни),  $K_{знач} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{82 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,96;$$

- тривалість робочого дня (зміни),  $K_{\text{знач}} = 0,15$

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

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» [15]:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта  $X_{\text{визн}} = 4$ , з таблиці 7.2 [15] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);
- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до  $P_{\text{вим}} = 380$  лк, за додатками Г та табл. Г.1 [15] – 2 клас;
- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму  $P_{\text{вим}} = 93$  дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [15] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);
- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників  $X_{\text{визн}}$  за формулою 7.3 [15]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,947 + 1,31 + 0,96 + 0,15 = 3,35$$

З таблиці 7.3 [15] за значенням суми розрахованих балів показників  $X_{\text{сум}} = 3,35$  – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню [15].

Тому що при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та 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 4.1 [15]:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому –  $X_{ст} = X_i = 4$ ;
- 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 –  $X_{ст} = X_i = 1$ ;
- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення  $X_i$  визначаємо за формулою 7.4 [15]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 6}{8} = 1,5$$

- 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 –  $X_{ст} = X_i = 3$ .

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції [15]:

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[15].

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 2а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 2а, а саме [15]:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 19,2-21,9°C;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах –  $E = 400$  лк;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 50 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 100%;
- тривалість робочого дня 8 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, на приклад [15]:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;
- для забезпечення нормованої освітленості приміщення відповідає нормативним умовам;
- 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 до 8 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.

#### 4.4 Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання вибуху не дозволяти розсіювання графітового пилу. Періодично приміщення змочувати водою. Пил є сильним возстановлювачем і реагує з окислювачем. В приміщенні де складається графітовий пил не повинно бути відкритої проводки, вона повинна проходити під бетоном. Вогнегасники повинні бути піно-водяним.

В випадку пожежі, бочки з графітовим пилом для охолодження необхідно поливати водою. Не можливо дозволяти застосування відкритого вогню.

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для

гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 36 кв.м треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 2 шт.

#### 4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Забезпечення стійкої роботи комунально-енергетичних систем промислового об'єкта.

Вимоги до будівництва комунально-енергетичних систем.

Вимоги до систем електропостачання. Електропостачання є основою всякого виробництва. Порушення нормальної подачі електроенергії на об'єкт або окремі його ділянки може привести до повного припинення роботи об'єкта [16].

Для забезпечення надійного електропостачання в умовах війни при його проектуванні й будівництві повинні бути враховані наступні основні вимоги, що впливають із завдань ЦО [16].

Електропостачання повинне здійснюватися від енергосистем, до складу яких входять електростанції, що працюють на різних видах палива. Великі електростанції слід розміщати друг від друга й від великих міст на значних відстанях [16].

Районні понижувальні станції, диспетчерські пункти енергосистем і лінії електропередач необхідно розміщати розосереджене, і вони повинні бути надійно захищені [16].

Постачання електроенергією великих міст і об'єктів, народного господарства слід передбачати від двох незалежних джерел. При електропостачанні об'єкта від одного джерела повинне бути не менш двох уведень із різних напрямків [16].

Трансформаторні підстанції необхідно надійно захищати, їхня стійкість повинна бути не нижче стійкості самого об'єкта [16].

Електроенергію до ділянок виробництва слід подавати по незалежних електрокабелях, прокладених у землі [16].

Крім того, необхідно створювати автономні резервні джерела електропостачання. Для цього можна використовувати пересувні електростанції на залізничних платформах і судах, малопотужні електростанції, не включені в енергосистеми, і т.п. [16].

При проектуванні систем електропостачання слід зберігати в якості резервних дрібні стаціонарні електростанції об'єкті [16].

У містах, розташованих на берегах морів і рік, необхідно створювати берегові пристрої для приймання електроенергії від суднових енергоустановок [16].

Система електропостачання повинна мати захист від впливу електромагнітного імпульсу ядерного вибуху [16].

Вимоги до систем водопостачання. Нормальна робота багатьох підприємств залежить від безперебійного постачання технічною й питною водою. Потреба промислових підприємств у воді висока. Так, витрата води на виробництво 1 т хімічних волокон близько 2000 мт [16].

Порушення постачання водою промислових об'єктів може привести до їхньої зупинки й викликати утруднення в рятувальних роботах у вогнищі ядерної поразки [16].

Для підвищення стійкості постачання об'єктів водою необхідно, щоб система водопостачання базувалася не менш чому на двох незалежних джерелах, один з яких доцільно влаштовувати підземним [16].

У містах і на об'єктах мережі водопостачання у всіх випадках повинні бути за кільцьовані. Водопровідне кільце об'єкта повинне харчуватися від двох різних міських магістралей. Крім того, у містах і безпосередньо на промислових підприємствах слід споруджувати герметизовані артезіанські шпари системи, що знову споруджуються, водопостачання слід харчувати, якщо це можливо, від підземних джерел. Постачання об'єктів водою з

відкритих водойм (рік, озер) повинне здійснюватися системою головних споруджень, розміщених на безпечнім видаленні [16].

Артезіанські шпари, резервуари чистої води й шахтні колодязі повинні бути пристосовані для роздачі води в пересувну тару. Резервуари чистої води слід обладнати герметичними люками й вентиляцією з очищенням повітря від пилу [16].

При наявності в місті декількох самостійних водопроводів необхідно передбачати з'єднання їх перемичками, з дотриманням санітарних правил. При будівництві нових водопроводів існуючі повинні зберігатися як резервні [16].

Стійкість мереж водопостачання збільшується при заглибленні в ґрунт усіх ліній водопроводу й розміщенні пожежних гідрантів, що й відключають пристроїв на території, яка не може бути завалена при руйнуванні будинків, а також при пристрої перемичок, що дозволяють відключати ушкоджені лінії й спорудження [16].

На підприємствах слід передбачати оборотне використання води для технічних цілей, що зменшує загальну потребу у воді й, отже, підвищує стійкість водопостачання [16].

Вимоги до систем газопостачання. На багатьох об'єктах народного господарства газ використовується як паливо, а на хімічних підприємствах – і як вихідна сировина [16].

При руйнуванні газових мереж газ може з'явитися причиною вибуху, пожежі. Для більш надійного постачання газ повинен подаватися в місто й на промислові об'єкти по двом незалежним газопроводам [16].

Газорозподільні станції необхідно розташовувати за межами міста з різних сторін. Газові мережі закріплюються й прокладаються під землею. На газовій мережі в певних місцях повинні бути встановлені автоматичні пристрої, що відключають, спрацьовують від надлишкового тиску ударної хвилі [16].

Крім того, на газопроводах слід установлювати запірну арматури з дистанційним керуванням і крани, що автоматично перекривають подачу газу при розриві труб, що дозволяє відключати газові мережі певних ділянок і районів міста [16].

#### Висновки до розділу Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

В розділі приведено аналіз потенційних небезпек ,які можуть підстерігати дослідника під час збору статистичних даних. Розроблені заходи по їх усуненню. Розроблені заходи по забезпеченню санітарії та гігієни праці в тому разі й при роботі на комп'ютері. Виявлена доплата до заробітної плати робітника в випадку дії шкідливих факторів. Розглянуті заходи по пожежній безпеці.

Освітлені заходи з цивільного захисту.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської роботи було запропоновано удосконалення організації перевезень вантажів автомобілями на базі ПрАТ «Укрграфіт». Суть удосконалення в скороченні часу виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, а саме скороченні простоїв рухомого складу в очікуванні виконання робіт. Було запропоновано використання роздавальних бункерів для сипких вантажів, а також використання спеціалізованого рухомого складу, а саме автомобілів-самонавантажувачів, для тарно-штучних вантажів. Застосування бункерів і спеціалізованих автомобілів дозволить скоротити час знаходження рухомого складу в основних цехах під навантажувально-розвантажувальними операціями і не залежати від роботи технологічних кранів.

У магістерській роботі виконані розрахунки роздавальних бункерів; зроблений вибір і обґрунтування вантажопідйомних пристроїв; виконані розрахунки часу руху і виконання навантажувально-розвантажувальних робіт; складений добовий план-графік перевезення технологічних вантажів автомобільним рухомим складом.

Економічні розрахунки підтвердили ефективність застосування бункерів і автомобілів-самонавантажувачів для перевезень технологічних вантажів в умовах ПрАТ «Укрграфіт». Кількість транспортних одиниць, що беруть участь в цьому перевізному процесі скоротилося з 17 до 9. Економія річних експлуатаційних витрат склала понад 3 млн. гривень.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Офіційний сайт ПрАТ «Укрграфіт» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrgrafit.zp.ua/>
2. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте / Г.Ф. Бабушкин – К.: ИСДО, 1993. –200с.
3. Гриневич Г.П. Комплексная механизация и автоматизация погрузо-разгрузочных работ / Г.П. Гриневич – М.: Транспорт, 1987. – 342 с.
4. Северин О.О. Вантажні роботи на автомобільному транспорті: організація і технологія: Підручник. / О.О. Северин – Харків: ХНАДУ, 2007. - 384с.
5. Вільковський Є.К. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад) – 2-ге вид., перероблене і доповнене (рекомендовано МОНУ) / Є.К. Вільковський, І.І, Кельман, О.О. Бакуліч. – Львів: «Інтелект-Захід», 2007. – 496 с.
6. Чеботаев А.А. Специальные автотранспортные средства / А.А. Чеботаев – М.: Транспорт, 1988. – 312 с.
7. Грифф М.И. Автотранспортные средства с грузоподъемными устройствами для перевозки грузов в контейнерах и пакетах / М.И. Грифф, Р.А. Затван, В.Ф. Трофименко - М.: Транспорт, 1989 – 159 с.
8. Щелкунов В. І. Основи економіки транспорту: Підручник / В.І. Щелкунов, Ю.Ф. Кулаєв, Л.Г. Зайончик, В.М. Загорулько - К.: Кондор, 2011. - 392 с.
9. Державні будівельні норми. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».
10. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт». – 67 с.
11. НПАОП 0.00-1.62-12. «Правила охорони праці на автомобільному транспорті». – 73 с.

12. Державні будівельні норми. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – 147 с.
13. Державні будівельні норми. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». – 157 с.
14. Державні стандарти України. ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація» - 10 с.
15. Лазуткін М. І. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання / М.І. Лазуткін, М.О. Журавель – Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018. 44 с.
16. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист: навчальний посібник для вузів / М.І. Стеблюк – К. : Знання, 2013. 487 с.

## ДОДАТОК А

Статистика виконання вантажних операцій автомобілями-самоскидами з 10  
по 20 вересня 2020 року, год

Таблиця А.1 – Час виконання вантажної операції, год

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0,9 | 0,9 | 1,3 | 1,3 | 0,6 | 0,6 | 1,3 | 0,5 | 0,7 | 0,6 |
| 0,5 | 1,5 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 0,5 | 0,6 | 1,2 | 1,4 | 0,6 |
| 1   | 1,4 | 1   | 1,2 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 1,2 | 1,1 | 1,5 |
| 0,6 | 1   | 1,2 | 1,3 | 0,5 | 1,1 | 0,7 | 1,5 | 1,1 | 1,1 |
| 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 0,7 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 0,8 | 1,5 |
| 0,8 | 0,7 | 0,8 | 1,3 | 0,8 | 0,6 | 0,9 | 0,5 | 1,3 | 1,4 |
| 1,2 | 0,9 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 1   |
| 1,1 | 1,2 | 0,5 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 1,2 |
| 1,4 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1   | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 0,5 | 1,4 |
| 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 1   | 1   | 1,5 | 0,6 | 1,3 |
| 1   | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 1,5 | 0,9 | 1   | 1   | 1,3 | 1   |
| 1   | 1,4 | 1   | 1,2 | 1,2 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,9 |
| 0,5 | 1,1 | 0,5 | 1,3 | 1   | 1,1 | 1,3 | 0,8 | 1,3 | 0,7 |
| 1,1 | 0,6 | 1,2 | 0,5 | 0,8 | 1,1 | 1,4 | 0,9 | 0,7 | 0,9 |
| 0,9 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,9 | 1,1 | 0,6 |
| 1,2 | 0,5 | 1,2 | 0,6 | 1   | 1,2 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,8 |
| 0,5 | 0,8 | 1   | 1,3 | 0,8 | 1,4 | 1,3 | 1   | 0,6 | 1,1 |
| 1,1 | 0,8 | 0,8 | 1,5 | 1,4 | 1,1 | 1   | 1,1 | 0,6 | 0,7 |
| 0,7 | 1   | 1,3 | 0,5 | 1,2 | 1,4 | 1   | 1,1 | 1,1 | 1,2 |
| 1,2 | 0,6 | 1,4 | 0,7 | 1,3 | 1   | 1,4 | 0,8 | 1,1 | 1   |

Середнє значення знаходження автомобіля-самоскида під вантажними операціями складає 0,95 год.

## ДОДАТОК Б

Статистика виконання вантажних операцій бортовими автомобілями з 1 по  
20 вересня 2020 року, год

Таблиця Б.1 – Час виконання вантажних операції, год

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1,5 | 2,1 | 2   | 2,5 | 1,9 | 2   | 2   | 1,6 | 1,5 | 1,7 |
| 1,6 | 1,6 | 1,7 | 2   | 1,7 | 1,9 | 1,6 | 2,5 | 2,2 | 2   |
| 1,9 | 1,9 | 2   | 2,4 | 2,3 | 1,7 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 1,8 |
| 2,3 | 1,7 | 2,1 | 2,5 | 2   | 1,7 | 2   | 1,6 | 1,7 | 1,7 |
| 1,9 | 1,7 | 2,5 | 1,8 | 2,4 | 2,3 | 1,6 | 2,5 | 2,3 | 1,5 |
| 1,9 | 2,4 | 1,9 | 2,5 | 1,6 | 1,7 | 2,4 | 1,8 | 1,6 | 2,1 |
| 2   | 2,3 | 1,7 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 1,5 | 2   | 1,6 | 1,6 |
| 1,7 | 1,6 | 2,3 | 2,3 | 1,9 | 1,6 | 2,2 | 2,2 | 1,9 | 2,1 |
| 1,8 | 2,1 | 2,1 | 2,4 | 2,5 | 1,9 | 1,8 | 2,3 | 1,9 | 1,5 |
| 2,2 | 1,6 | 2,2 | 1,9 | 2,5 | 1,9 | 2,2 | 1,7 | 1,7 | 1,5 |
| 2,1 | 1,8 | 1,7 | 2   | 2   | 1,7 | 2,3 | 1,7 | 2,2 | 1,5 |
| 1,5 | 2,2 | 2,4 | 1,8 | 2,1 | 2,2 | 1,8 | 2,2 | 2,3 | 2   |
| 1,8 | 2,4 | 2,3 | 2,5 | 2,1 | 2,4 | 2,2 | 1,8 | 1,5 | 2   |
| 1,7 | 2   | 2,4 | 1,6 | 2,1 | 1,7 | 2,1 | 2,4 | 1,9 | 1,7 |
| 1,5 | 1,7 | 1,8 | 2,2 | 1,5 | 1,7 | 1,5 | 2,4 | 1,8 | 1,7 |
| 2,5 | 1,8 | 1,7 | 2   | 2,5 | 2,1 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 2,4 |
| 2,4 | 1,8 | 2,4 | 1,7 | 1,6 | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,9 | 1,8 |
| 2,2 | 2,5 | 1,7 | 2,2 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 2,3 | 2,3 |
| 2,2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,2 | 1,8 | 1,5 | 2,1 | 1,9 | 1,8 |
| 1,6 | 1,9 | 1,7 | 2,4 | 1,7 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 2,3 | 2,1 |

Середнє значення знаходження бортового автомобіля під вантажними операціями складає 1,95 год.