

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «Удосконалення спеціального обладнання для транспортування
ємностей харчової промисловості»

Виконав: студент IV курсу групи Ат-41

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Дмитро ГОЛОВЧУК

(ім'я та прізвище)

Керівник: Ігор ДУФАНЕЦЬ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

•
УДК 629.113.066.

Головчук Д. Ю. Удосконалення спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості. Дубляни, ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2025. 54 с.

Рисунок 11, табл. 1, бібл. посилань 27.

Мета роботи - полягає в підвищенні ефективності та безпечності транспортування ємностей у харчовій промисловості шляхом удосконалення спеціалізованого обладнання з урахуванням гігієнічних вимог, експлуатаційної надійності та технологічної доцільності.

Завдання дослідження - полягає в аналізі існуючих конструкцій обладнання для транспортування ємностей, виявленні їхніх недоліків, обґрунтуванні доцільності вдосконалення, розробці раціонального варіанту конструкції з урахуванням умов експлуатації, проведенні розрахунків навантаження, виборі матеріалів і формуванні техніко-економічного обґрунтування доцільності впровадження.

Об'єкт дослідження – процеси механізованого переміщення ємностей, які застосовуються на підприємствах харчової промисловості.

Предмет дослідження – конструктивні особливості спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей та шляхи його вдосконалення з метою підвищення продуктивності й забезпечення санітарно-гігієнічних умов.

Методи дослідження - включають аналіз технічної літератури та нормативної документації, моделювання конструкції за допомогою САПР, розрахунки на міцність і стійкість основних елементів, порівняльну оцінку варіантів обладнання та економічну ефективність.

Практичне значення роботи - полягає у можливості впровадження запропонованого вдосконаленого обладнання на підприємствах харчової

промисловості, що сприятиме зменшенню витрат на транспортування, підвищенню безпеки персоналу та забезпеченню відповідності санітарним нормам.

Ключові слова: ТРАНСПОРТУВАННЯ ЄМНОСТЕЙ, ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ОБЛАДНАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	9
1.1. Аналіз існуючих ємностей харчової промисловості	9
1.2. Аналіз проблеми транспортування ємностей харчової промисловості ...	14
1.3. Огляд існуючого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості.	15
2. РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.	23
2.1. Обґрунтування доцільності удосконалення спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості.	23
2.2. Удосконалення спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості	24
2.3 Розрахунок елементів обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості.	30
3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.	33
3.1 Технологія виготовлення та складання основних елементів конструкції.	33
3.2 Організація монтажу, експлуатації та санітарного обслуговування обладнання.....	35
4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	38
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при транспортуванні ємностей	38
4.2. Заходи з техніки безпеки під час монтажу, експлуатації та обслуговування обладнання.....	40

4.3. Вимоги до санітарно-гігієнічних умов праці та пожежної безпеки на підприємстві.	42
5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.	45
5.1. Визначення витрат на виготовлення та впровадження універсального обладнання для транспортування ємностей.....	45
5.2. Оцінка економічної ефективності застосування удосконаленого обладнання на підприємстві.	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52

ВСТУП

У харчовій промисловості широке застосування знаходять різноманітні ємності, які використовуються для зберігання, дозування, транспортування сировини та готової продукції. Одним із ключових етапів логістичного циклу є перевезення ємностей автомобільним транспортом між виробничими дільницями, складськими приміщеннями або торговими об'єктами. Від надійності, безпечності та зручності такого перевезення значною мірою залежить ефективність виробничого процесу, збереження цілісності тари та дотримання санітарно-гігієнічних вимог.

На практиці транспортування ємностей автомобільним транспортом часто супроводжується труднощами, пов'язаними з недостатньою стійкістю тари під час руху, ускладненим завантаженням та розвантаженням, а також можливими пошкодженнями внаслідок ударів або зміщень. Більшість стандартних засобів кріплення або перевезення не враховують конструктивні особливості харчових ємностей, що створює ризики втрат продукції, порушення герметичності або забруднення тари. Це вимагає застосування або розробки спеціалізованого обладнання, здатного ефективно вирішити ці проблеми.

Удосконалення такого обладнання має передбачати забезпечення надійної фіксації ємностей у транспортному засобі, мінімізацію ручної праці при виконанні навантажувально-розвантажувальних операцій, оптимальне використання об'єму кузова, а також дотримання вимог гігієни та безпеки перевезення продукції. Особливе значення має розробка універсального або адаптивного технічного рішення, яке дозволить працювати з ємностями різного типу, розміру та матеріалу.

1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1. Аналіз існуючих ємностей харчової промисловості .

Ємності відіграють важливу роль у харчовій промисловості, оскільки вони забезпечують зберігання, транспортування, перемішування та обробку рідких, сипких і пастоподібних продуктів. Асортимент ємнісного обладнання досить широкий і включає як стандартні резервуари, так і спеціалізовані конструкції, призначені для конкретних технологічних процесів. Основними критеріями для класифікації ємностей є їхнє призначення, форма, об'єм, матеріал виготовлення, конструктивні особливості та наявність допоміжного обладнання.

У сучасній харчовій промисловості ємності поділяють за функціональним призначенням на ємності для зберігання, транспортування, змішування, бродіння, пастеризації, охолодження тощо. До ємностей для зберігання належать резервуари для тривалого чи тимчасового утримання сировини або готової продукції. Такі ємності застосовуються на молокозаводах, пивоварнях, консервних та масложирових підприємствах. Залежно від властивостей продукту вони можуть бути герметичними або відкритими, вертикальними або горизонтальними, встановленими стаціонарно чи пересувними. Наприклад, для зберігання молока використовують охолоджувані вертикальні резервуари з мішалками, що дозволяють підтримувати рівномірну температуру та запобігати утворенню відстою. Транспортувальні ємності призначені для переміщення продуктів усередині підприємства або для їх доставки на інші об'єкти. До цієї групи належать молочні фляги, цистерни для рідких продуктів, пересувні резервуари для соків, сиропів чи масел [1]. Особливістю таких ємностей є їхня підвищена герметичність та міцність, а також можливість швидкого очищення після використання.

Окрему категорію становлять ємності для технологічних процесів. Це пастеризатори, ферментатори, змішувачі, витримувальні резервуари тощо.

Наприклад, у пивоварній промисловості широко використовуються бродильні апарати — циліндро-конічні резервуари з регульованою температурою стінок. У них відбувається бродіння пивного сусла під контролем заданих параметрів. Подібні ємності також застосовують у виноробстві та виробництві кефіру чи йогурту.



Рисунок 1.1. Харчова цистерна з тягачем.

Харчова цистерна (напівпричіп для харчових рідин) – це один з різновидів автоцистерн із спеціальною ємністю, які призначені для перевезення різних харчових продуктів (рідин та субстанцій), таких як: вода, молоко, олія, патока, шоколад, закваска, квас, пиво, спит, вино / виноматеріал та багато інших речовин. Всі види харчових вантажів вимагають особливих умов перевезення із дотримання температурного режиму із дотриманням норм АТР. Харчові цистерни можуть експлуатуватися в різних температурах умов навколишнього середовища.

Корпус цистерн найчастіше виготовляють із наступних матеріалів: нержавіючих сталей, вуглецевої сталі, низьколегованої сталі. Ізоляційним матеріалом може бути поліуретан, скловолокно чи комбінована ізоляція із фольговим ізолятором. Зовнішнє покриття - є захистом від навколишнього

середовища, може бути із пластику, алюмінію чи полірованих листів нержавіючої сталі. Для менш агресивних середовищ застосовуються ємності з алюмінію, вуглецевої сталі з антикорозійним покриттям, пластику чи композитних матеріалів. У виноробстві, наприклад, традиційно використовують дерев'яні бочки, оскільки вони надають напою специфічного аромату. Однак такі ємності потребують особливого догляду та мають обмежений термін експлуатації. Внутрішня поверхня корпусу заполіровується та піддається очищенню хімічними речовинами (травлення, пасивація) парою або водою. Внутрішній об'єм, як правило, ділять на декілька секцій із окремими виходами або в центральний колектор.



Рисунок 1.2. Внутрішній вигляд харчова цистерна.

За конструктивними ознаками ємності харчової промисловості поділяють на відкриті та закриті, вертикальні та горизонтальні, стаціонарні та пересувні. Найбільш поширеними є вертикальні циліндричні резервуари з конічним або еліптичним днищем. Така форма забезпечує рівномірний розподіл тиску на стінки та спрощує очищення внутрішньої поверхні. У деяких випадках використовуються прямокутні або овальні ємності, які дозволяють ефективніше використовувати площу виробничих приміщень.



Рисунок 1.3. ЦКТ 600 літрів.

Додаткове обладнання, яке встановлюється на ємностях, включає мішалки, термодатчики, манометри, оглядові люки, дренажні пристрої, крани для відбору проб та запобіжні клапани. Наявність такого оснащення дозволяє контролювати та регулювати технологічні параметри в реальному часі.

Наприклад, ємності для ферментації оснащуються охолоджувальними кожухами та автоматикою, яка підтримує задану температуру для нормального перебігу процесу бродіння.

Окремо варто зазначити сучасні тенденції у розробленні та експлуатації ємнісного обладнання. Зокрема, спостерігається зростання попиту на автоматизовані резервуари, інтегровані в загальну систему управління підприємства. Такі ємності обладнуються датчиками рівня, температури, тиску, системами СІР-миття та дистанційного контролю. Використання автоматизації дозволяє мінімізувати участь персоналу, знизити ризики помилок та забезпечити стабільну якість продукції.

Ще одним важливим напрямом розвитку є впровадження ємностей із полегшених та екологічно безпечних матеріалів. Наприклад, для транспортування напоїв та харчових рідин дедалі частіше застосовуються ємності з харчового поліетилену або поліпропілену, які мають низьку вагу, стійкість до впливу кислот та лугів і повністю підлягають вторинній переробці.

Також значна увага приділяється розробленню універсальних ємностей, які можна використовувати для різних продуктів без суттєвої модифікації обладнання. Це дозволяє підприємствам швидко адаптуватися до змін асортименту та оптимізувати витрати на обладнання. Наприклад, деякі моделі резервуарів для молочної промисловості можуть бути використані і для зберігання соків, соусів чи харчових концентратів після промивання та дезінфекції.

Таким чином, сучасні ємності харчової промисловості є різноманітними за конструкцією, матеріалами та функціональним призначенням. Їхній вибір залежить від технологічних особливостей виробництва, властивостей продукту та вимог до гігієни й безпеки. Постійне вдосконалення конструкцій та впровадження нових матеріалів дозволяють підвищувати ефективність виробничих процесів, зменшувати витрати енергії та ресурсів, а також забезпечувати стабільну якість харчової продукції.

1.2. Аналіз проблеми транспортування ємностей харчової промисловості

Аналіз проблеми транспортування ємностей у харчовій промисловості включає в себе низку специфічних аспектів, зумовлених особливостями самих ємностей, такими як їх міцність, стійкість до корозії та суворі гігієнічні вимоги. Однією з основних проблем є ризик механічних пошкоджень. Попри достатню міцність нержавіючої сталі, ємності можуть зазнавати вм'ятин і подряпин під час транспортування. Це особливо критично, оскільки пошкоджені ємності можуть стати джерелом забруднення харчових продуктів, що зберігаються в них, або призвести до порушення санітарних норм [2]. Причиною пошкоджень нерідко стає неправильне пакування, яке не забезпечує достатнього захисту від контакту з іншими предметами чи самими ємностями під час перевезення. В умовах транспорту з підвищеним рівнем вібрацій і навантажень, недостатньо міцне пакування може стати причиною значних пошкоджень.

Ще однією важливою проблемою є можливість корозії та вплив зовнішнього середовища на стан ємностей і якість харчових продуктів. Хоча нержавіюча сталь відома своєю стійкістю до корозії, за певних умов — зокрема при підвищеній вологості, тривалому контакті з агресивними середовищами або залишками продуктів — може виникати процес окислення. Це негативно позначається не лише на стані самих ємностей, а й на безпеці харчової продукції. Якщо ці умови порушуються, продукти якими у подальшому будуть наповнені дані ємності, можуть псуватися або втрачати свою якість, що призводить до економічних збитків і ризику для споживачів.

Варто також враховувати економічні та логістичні труднощі, пов'язані з великими габаритами і вагою нержавіючих ємностей. Їх транспортування потребує значних витрат, особливо коли потрібен спеціалізований транспорт, наприклад вантажівки великої вантажопідйомності чи рефрижератори. Складнощі виникають і при плануванні вантажопотоків, оскільки великі ємності можуть нераціонально використовувати вантажний простір. Це

вимагає ретельного планування маршрутів і обсягів перевезень для забезпечення економічної доцільності.

Окрему увагу слід приділити гігієнічним вимогам і безпеці продуктів. Нержавіючі ємності, які контактують із харчовими продуктами, повинні регулярно очищуватися та дезінфікуватися. Недостатнє очищення або неправильне обслуговування можуть стати причиною забруднення продукції та втрати її якості [3]. До того ж, під час транспортування існує ризик контакту ємностей із негігієнічними поверхнями, що потребує використання спеціальних захисних матеріалів і дотримання стандартів санітарії.

Не менш важливим є питання високих витрат на транспортування. Перевезення великих і важких нержавіючих ємностей є дорогим через значні витрати на паливо, обслуговування спеціалізованих транспортних засобів і організацію логістики. Це стимулює компанії шукати альтернативні методи перевезення або оптимізувати наявні логістичні схеми. Зокрема, одним із ефективних рішень є використання контейнерів більшої місткості, що дозволяє перевозити більше товару за один раз і таким чином знижувати загальні витрати на транспортування.

У підсумку, транспортування нержавіючих ємностей у харчовій промисловості пов'язане з низкою проблем: від механічних пошкоджень і корозії до гігієнічних ризиків і високих економічних витрат. Для їх подолання необхідно вдосконалювати обладнання для перевезення, методи пакування, використовувати спеціалізовані транспортні засоби, суворо дотримуватися санітарних норм, та оптимізувати логістику перевезень.

1.3. Огляд існуючого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості.

Транспортування ємностей у харчовій промисловості охоплює широкий спектр рішень, які використовуються як усередині підприємств, так і при зовнішніх перевезеннях автомобільним транспортом. Обладнання, призначене

для цих цілей, повинне забезпечувати збереження цілісності тари, відповідати вимогам санітарії, бути стійким до механічних навантажень та агресивних середовищ, а також мати ергономічну конструкцію для зручності експлуатації.

Найпоширенішими засобами для внутрішнього переміщення ємностей є ручні та електричні візки, роликові і стрічкові транспортери, підйомно-поворотні механізми, а також крани-балки й електротельфери для переміщення важких бункерів, бочок чи резервуарів. Таке обладнання широко застосовується у цехах фасування, змішування, пастеризації, а також у складських приміщеннях. Його основні переваги полягають у високій маневреності, простоті обслуговування та універсальності. Однак, при перевезенні ємностей за межі підприємства, зокрема автомобільним транспортом, виникає необхідність у зовсім іншому підході.

Для зовнішнього транспортування ємностей використовуються спеціалізовані палети, контейнери, фіксувальні каркаси, а також обмежувальні планки й реміні з храповими механізмами. Особливої популярності набули металеві або пластикові транспортні каркаси, які дозволяють розміщувати ємності у вертикальному або горизонтальному положенні, забезпечуючи жорстке кріплення до платформи транспортного засобу. Вони часто мають гумові або полімерні прокладки для запобігання контакту між стінками тари, що виключає механічні пошкодження.

Залежно від типу ємностей (металеві бочки, пластикові баки, кубові контейнери тощо) застосовуються різні моделі тримачів або адаптерів, які дозволяють закріпити тару з урахуванням її геометрії, центру ваги та типу закриття. Такі пристрої розробляються з урахуванням вібрацій і прискорень, які виникають під час руху автомобіля [5].

Попри наявність достатньої кількості варіантів обладнання, типові конструкції мають низку недоліків, серед яких: обмежена адаптивність до ємностей різних форм і розмірів, складність у використанні на нерівних платформах, висока маса кріпильних систем і невідповідність вимогам щодо санітарної обробки. Крім того, деякі рішення не забезпечують належної

фіксації при різких гальмуваннях чи маневруванні автомобіля, що створює ризики псування продукції або самої тари.

Обладнання яке застосовують для перевезення ємностей для харчової промисловості можна коротко розділити на наступним чином.

Ложементи (або укладання та підтримувальні системи) для транспортування ємностей харчової промисловості відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки, збереження якості та мінімізації механічних пошкоджень під час перевезення. Вони дозволяють правильно організувати розміщення ємностей на транспортних засобах та складах, зберігаючи стабільність і герметичність упаковки. Ось основні типи ложементів, що використовуються для транспортування ємностей у харчовій промисловості:

- **Дерев'яні ложементи**

Конструкція дерев'яних ложементів, як правило, складається з опорних планок, брусків або щитів, які формують посадкове місце для ємності, а також додаткових обмежувачів чи прокладок для її стабілізації. Деякі ложементи можуть мати регульовані елементи або амортизуючі вставки, які зменшують ризик механічних пошкоджень. Виготовляються вони здебільшого з дощок, брусків або фанери, оброблених спеціальними засобами для забезпечення санітарної безпеки.

Основною перевагою дерев'яних ложементів є їхня доступність і низька вартість. Матеріал легко обробляється, дозволяє швидко виготовити конструкцію будь-якої форми під конкретні розміри ємностей, а в разі пошкодження ложемент можна оперативно відремонтувати або виготовити новий. Деревина, завдяки своїм природним амортизуючим властивостям, добре поглинає удари та вібрації, що особливо важливо при перевезенні скляної тари, металевих бідонів або інших тендітних ємностей.

Водночас дерев'яні ложементи мають і низку обмежень. Основна проблема полягає в їхній чутливості до вологи, оскільки без належного захисту деревина може деформуватися, гнити або втратити міцність. Саме тому дерев'яні конструкції потребують обов'язкової обробки антисептичними та

протигрибковими засобами. Термін їхньої служби є обмеженим у порівнянні з металевими або пластиковими аналогами, а також потребує періодичного оновлення чи заміни.

Дерев'яні ложементи застосовуються для транспортування різноманітних харчових ємностей — скляних банок і пляшок, металевих ємностей для молочної продукції, контейнерів для кондитерських виробів, бакалії та інших продуктів. Часто вони виготовляються у вигляді піддонів з ложементними гніздами або касет, що дозволяють перевозити декілька ємностей одночасно. Також використовуються індивідуальні ложементи для особливо цінної або тендітної тари.



Рисунок 1.4. Приклад застосування дерев'яних ложементів.

Попри появу сучасних пластикових і металевих конструкцій, дерев'яні ложементи залишаються актуальними завдяки своїй простоті, екологічності та доступності. Вони особливо зручні для невеликих підприємств і фермерських господарств, де важливим фактором є економічна доцільність. Забезпечуючи належну обробку та регулярний контроль стану дерев'яних конструкцій, їх

можна ефективно використовувати в харчовій промисловості для безпечного транспортування ємностей різного призначення.

- **Металеві ложементи**

Металеві ложементи вирізняються своєю міцністю, стійкістю до механічних навантажень та довгим терміном служби. Найчастіше їх виготовляють із нержавіючої сталі, оцинкованої сталі або алюмінієвих сплавів. Використання нержавіючої сталі є особливо актуальним для харчової промисловості, оскільки цей матеріал відповідає санітарно-гігієнічним вимогам, стійкий до впливу вологи, агресивних середовищ і не вступає в хімічну реакцію з харчовими продуктами.

Конструкція металевих ложементів може бути як суцільною, так і розбірною. У першому випадку ложемент виготовляється під конкретний тип ємності та забезпечує максимально щільну фіксацію. У другому — допускається можливість регулювання або зміни положення опорних елементів, що дозволяє використовувати ложемент для ємностей різного розміру та форми. Крім того, сучасні металеві ложементи часто обладнані амортизуючими прокладками або вставками з гуми, поліуретану чи силікону, що знижують рівень вібрацій та захищають ємності від ударів.

Перевагою металевих ложементів є їхня висока міцність, стійкість до багаторазового використання та можливість експлуатації в умовах значних механічних навантажень. Вони добре витримують перепади температури, вплив мийних і дезінфікуючих засобів, що особливо важливо для дотримання санітарно-гігієнічних норм харчового виробництва [6]. Завдяки цьому металеві ложементи можуть використовуватись як для внутрішньоцехового транспортування, так і для міжцехових чи міжскладських перевезень.

Разом із тим, металеві ложементи мають і певні обмеження. До їх недоліків належать значна вага конструкції порівняно з пластиковими або дерев'яними аналогами, а також вища собівартість виготовлення. Попри це, довговічність і надійність таких виробів повністю компенсують ці особливості, особливо в умовах інтенсивної експлуатації на великих підприємствах.

Металеві ложементи в харчовій промисловості застосовуються для транспортування різноманітних типів ємностей — від бідонів для молочної продукції, резервуарів для рідких компонентів до великих контейнерів для сипучих продуктів. Вони забезпечують безпечне перевезення скляної, пластикової чи металевої тари без ризику перекидання або ушкодження. Часто такі ложементи виконуються у вигляді окремих рам, касет або платформ зі спеціальними гніздами та фіксаторами.

На сучасних харчових підприємствах металеві ложементи є незамінним елементом логістики, оскільки вони гарантують стабільність транспортування, захист продукції та відповідають усім вимогам безпеки. Враховуючи їх універсальність, довговічність і надійність, використання металевих ложементів є доцільним для більшості видів харчових виробництв.



Рисунок 1.5. Приклад застосування металевих ложементів.

- **Індивідуальні ложементи**

Пластикові та картонні вставки: Для забезпечення стабільного розміщення окремих ємностей можуть використовуватись пластикові або картонні вставки. Вони допомагають уникнути контакту ємностей між собою, запобігаючи їх пошкодженню під час транспортування. Також можливі варіанти виготовлення ложементів з пінопласту для амортизації та захисту продукту від механічних пошкоджень, особливо для чутливих товарів. Вони знижують вібрації та удари під час транспортування.

- **Захисні упаковки та покриття**

Для укріплення пакування під час транспортування використовують термозбіжні плівки. Вони забезпечують герметичність і додатковий захист від механічних пошкоджень, вологи і бруду.



Рисунок 1.6. Пакування з застосування термозбіжної плівки.

Таким чином, аналіз існуючого обладнання свідчить про наявність значного потенціалу для вдосконалення засобів перевезення ємностей харчової промисловості автомобільним транспортом. Основними напрямками модернізації є підвищення гнучкості конструкції, зменшення маси обладнання, поліпшення фіксаційних характеристик, спрощення процесу завантаження/розвантаження, а також відповідність санітарним нормам, прийнятим у галузі.

2. РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.

2.1. Обґрунтування доцільності удосконалення спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості.

У сучасній харчовій промисловості ємності великого об'єму відіграють ключову роль у технологічних процесах зберігання, переміщення та обробки рідких і сипких продуктів. Часто такі ємності необхідно транспортувати між підприємствами, цехами або на віддалені складські та торгові об'єкти. Основним засобом доставки при цьому виступає автомобільний транспорт, що забезпечує гнучкість, доступність і швидкість перевезень. Однак транспортування самих ємностей великого об'єму – незалежно від того, чи вони порожні, чи заповнені – супроводжується низкою технологічних труднощів, які потребують спеціального технічного підходу до їх розміщення та фіксації в кузові транспортного засобу.

На практиці підприємства часто використовують стандартні платформи, піддони або обмежувачі, які не враховують масогабаритні характеристики великогабаритних ємностей. Це призводить до порушення їх стійкості під час руху, виникнення деформацій у нижніх частинах оболонки, розривів зварних швів, а в окремих випадках – до перекидання тари на поворотах або при різкому гальмуванні. Особливо чутливими до таких впливів є пластикові або композитні ємності, що використовуються для зберігання води, молока, рослинних олій або інших харчових рідин [7].

Окрему проблему становить ефективне використання внутрішнього простору кузова автомобіля. Через відсутність адаптивного фіксувального обладнання великі ємності займають значну площу, однак не можуть бути щільно скомпоновані, що знижує коефіцієнт завантаження та призводить до економічно не вигідного використання транспорту. Крім того, процеси завантаження та розвантаження таких ємностей вимагають значних витрат часу, ручної праці або спеціалізованої підйомної техніки, що знижує продуктивність логістичних операцій.

Недосконалість існуючих технічних засобів для перевезення ємностей великого об'єму створює потребу у розробці та впровадженні вдосконаленого спеціалізованого обладнання. Таке обладнання повинно забезпечувати надійне позиціонування ємностей у кузові транспортного засобу, захист від бічних і осьових зміщень, амортизацію при вібраціях і маневрах, універсальність з метою закріплення максимально допустимих типорозмірів ємностей, а також швидке завантаження і фіксацію без використання великогабаритних зовнішніх елементів.

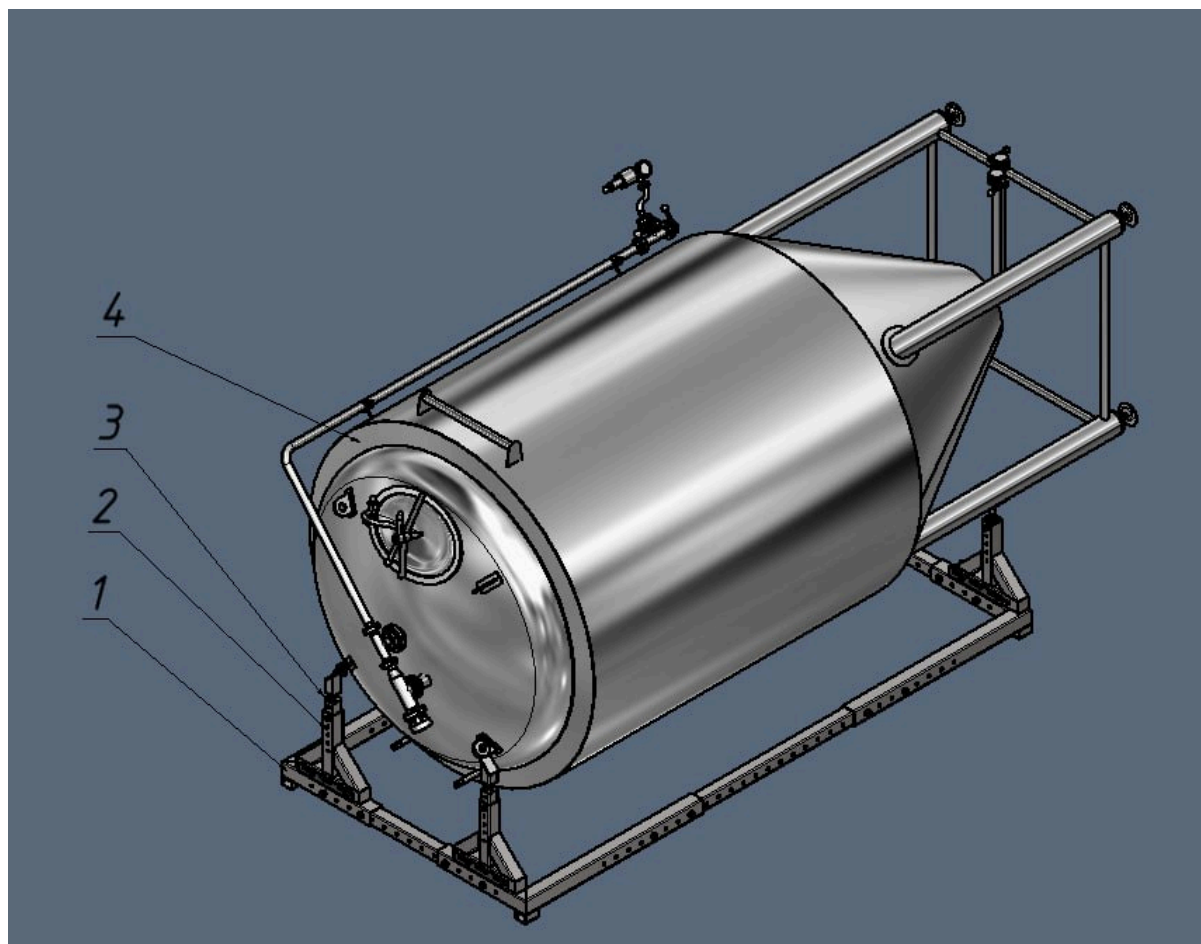
Техніко-економічне обґрунтування вдосконалення обладнання також враховує можливість зменшення простоїв транспорту, скорочення витрат пального за рахунок оптимізації маси і аеродинаміки вантажу, а також підвищення безпеки перевезення як з точки зору збереження ємностей, так і з позицій охорони праці. Особливої уваги потребують вимоги до санітарного обслуговування конструкції – нові технічні рішення мають дозволяти швидке миття та дезінфекцію без демонтажу або ризику забруднення поверхонь.

Таким чином, удосконалення спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей великих об'ємів на автомобільному транспорті є доцільним і необхідним з огляду на потреби сучасної харчової логістики. Впровадження технічно обґрунтованих і ергономічних рішень дозволить підвищити надійність перевезень, скоротити витрати, забезпечити відповідність нормативним вимогам, а також зменшити виробничі втрати, пов'язані з пошкодженням тари під час транспортування.

2.2. Удосконалення спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості .

При роботі по удосконаленні конструкції спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей великого об'єму, які використовуються в технологічних процесах харчової промисловості. Особливу увагу зосереджено

на забезпеченні надійної фіксації та безпечного транспортування самих ємностей, які можуть бути порожніми або частково заповненими, на автомобільному транспорті. Запропонована конструкція орієнтована на універсальність застосування, адаптивність до різних типів ємностей та відповідність сучасним гігієнічним, технічним і логістичним вимогам.



1-

Основна рама , 2- Опора для регулювання по вертикалі, 3- Шпилька для точного виставлення висоти, 4- Ємність(ССТ).

Рисунок 2.1. – Проект спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості.

Основу обладнання становить регульована несуча рама, виготовлена із сталевих профільних труб прямокутного перерізу. Конструкція рами виконана у вигляді відкритої платформи з підсиленими поперечними елементами, що забезпечують достатній рівень жорсткості на вигин і кручення. Матеріал каркаса — конструкційна сталь з антикорозійним покриттям, що забезпечує

довговічність і стійкість до дії вологи, миючих та дезінфікуючих засобів. З метою зменшення маси та підвищення зручності транспортування всі елементи мають раціональні перерізи та мінімальну кількість зварних з'єднань.

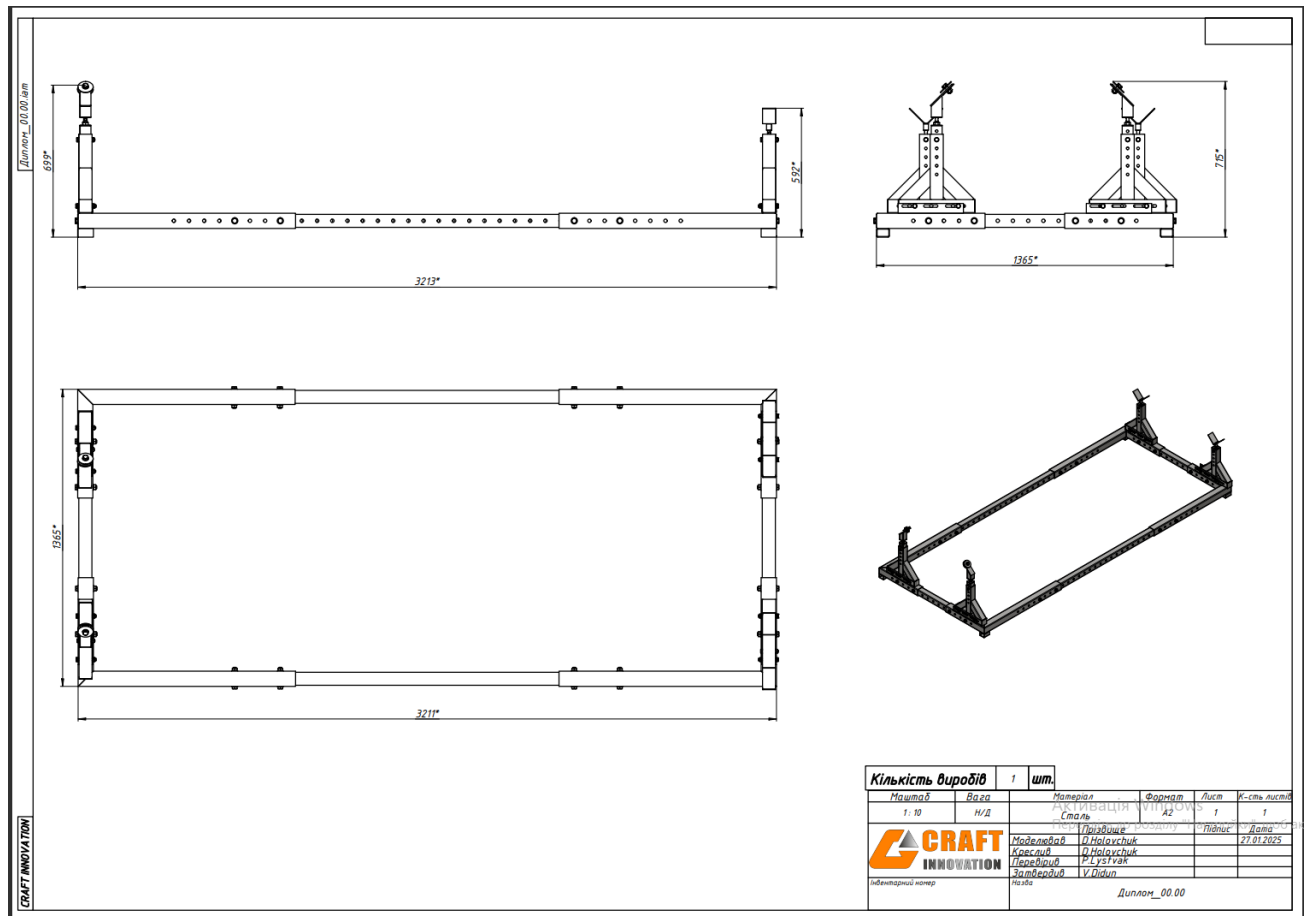


Рисунок 2.2. – Ложемент транспортування ємностей харчової промисловості складальне креслення.

Удосконаленням базової конструкції є її універсальність, яка реалізована через можливість регулювання геометричних параметрів відповідно до габаритів конкретної ємності. Довжина та ширина рами можуть змінюватися завдяки наявності телескопічних направляючих у бічних та торцевих частинах. Кріплення здійснюється за допомогою наскрізних отворів з фіксацією болтами або штифтами. Такий підхід дозволяє пристрою адаптуватися до ємностей різного об'єму — від середніх резервуарів до великогабаритних ферментаторів, танків або буферних баків. Фіксація ємності на транспортному засобі здійснюється за два основних елементи її конструкції — вушка, приварені на

верхній кришці ємності, та опорні ніжки, на які спирається корпус ємності. У передній і задній частинах платформи встановлено регульовані вертикальні стояки, висота яких може змінюватися в залежності від розташування вушок та ніжок на конкретному типі ємності. У місцях контакту використовуються полімерні накладки, які запобігають деформаціям або подряпинам поверхні ємності.

Для додаткової стабілізації корпусу застосовуються стяжні ремені з храповими замками, які охоплюють опорні ніжки ємності та притягують їх до ложементів на стояках. Ремені виготовлені з поліефірної стрічки з високою стійкістю до розтягування та впливу вологи. Система розташування ременів дозволяє забезпечити надійне прилягання до конструкції ємності навіть при її частковому заповненні. Таким чином, забезпечується фіксація в двох площинах — горизонтальній (за вушка) та вертикальній (за ніжки), що дозволяє протистояти всім основним типам динамічних навантажень: прискоренням, інерції при гальмуванні, вібраціям, перекосам при поворотах, а також боковому зсуву на похилих поверхнях.

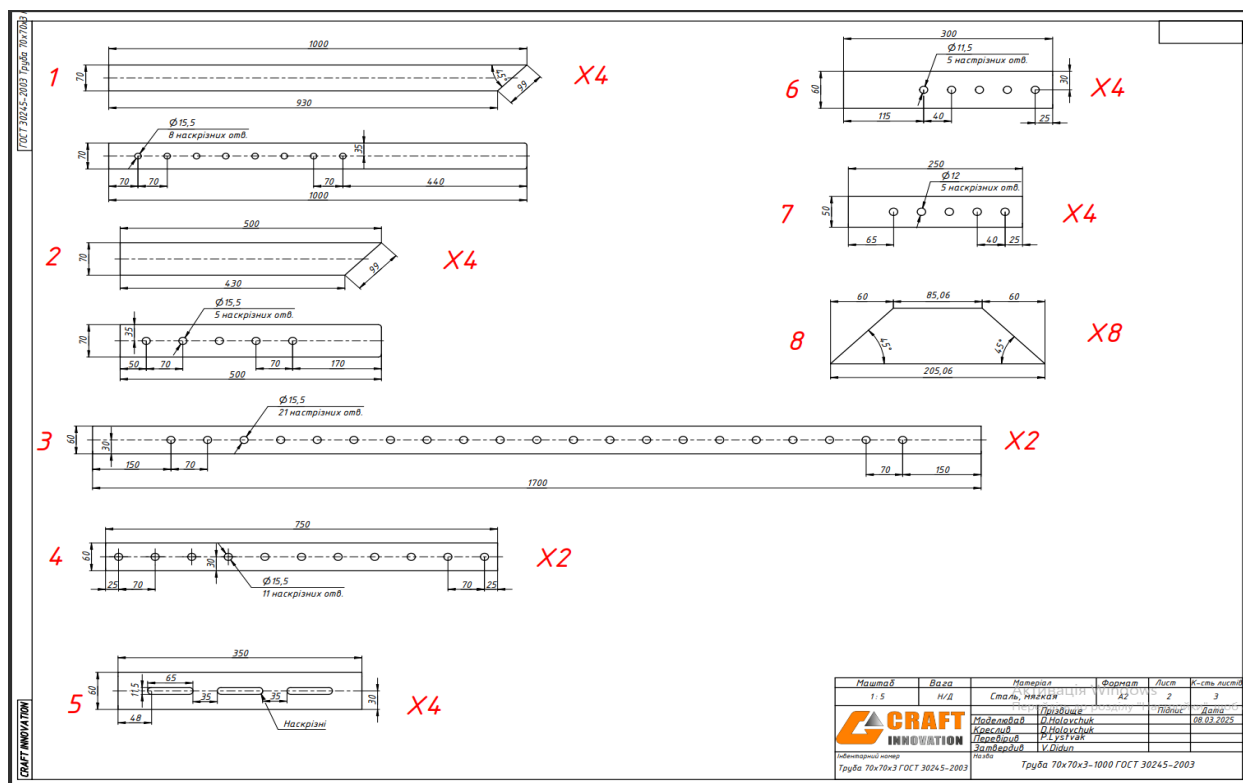


Рисунок 2.3. – Креслення деталей основы.

Особливу увагу в конструкції приділено гігієнічності та обслуговуваності. Всі поверхні конструкції є гладкими, доступними для очищення, не містять гострих кромek або прихованих порожнин, у яких могли б накопичуватись забруднення. Матеріали, які контактують з ємністю, є сертифікованими для використання в харчовій промисловості, а сама конструкція розрахована на роботу в умовах, що відповідають стандартам харчової промисловості.

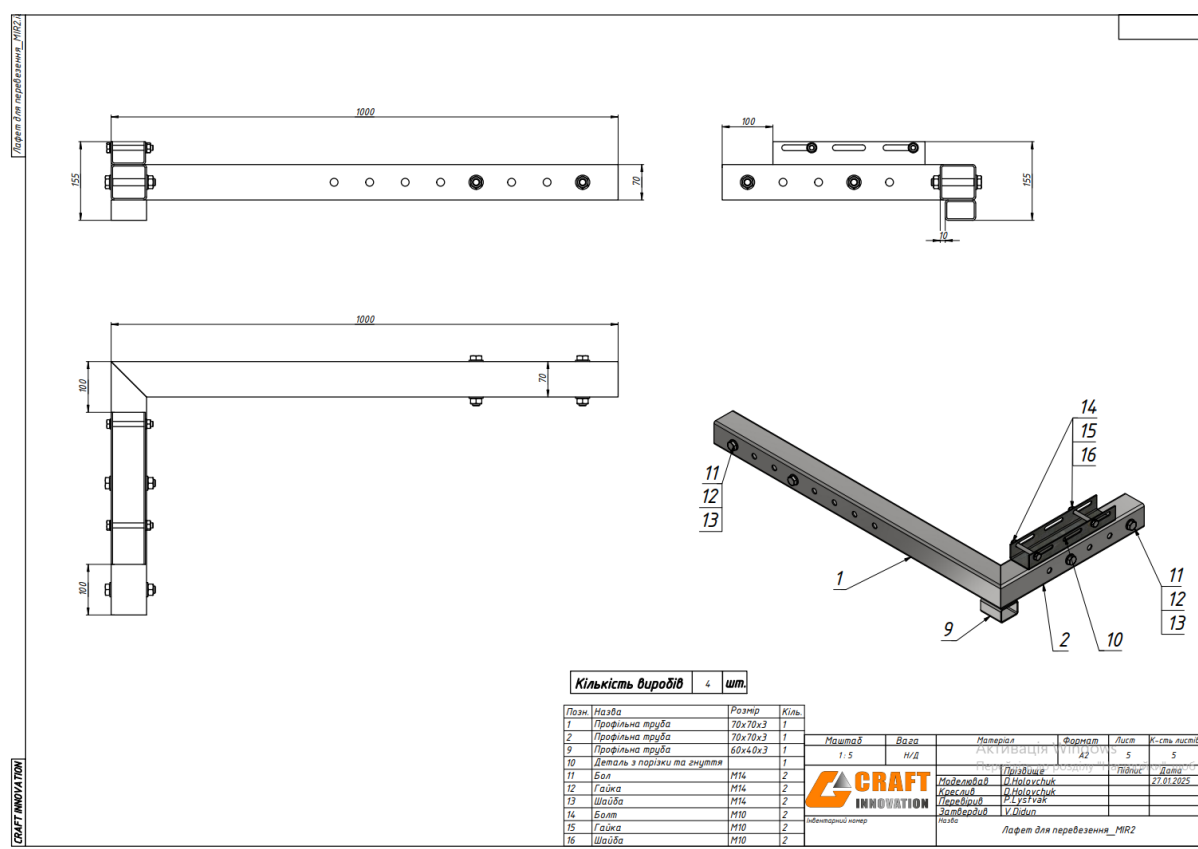


Рисунок 2.4. – Креслення складальної одиниці виробу.

Конструкція дозволяє легко інтегруватися в логістичну схему підприємства, як у внутрішньому, так і в зовнішньому транспортуванні. Пристрій може бути встановлений на стандартну платформу вантажного автомобіля або причепа та забезпечити швидке завантаження ємності з використанням крана, траверси або вилового навантажувача. Завдяки адаптивності до різних ємностей конструкція є багаторазовою, що дозволяє значно скоротити витрати на додаткове обладнання під кожен тип тари.

Таким чином, запропонована універсальна конструкція спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості поєднує функціональну гнучкість, технічну надійність, зручність експлуатації та відповідність санітарним вимогам. Її впровадження дає змогу підвищити ефективність логістичних процесів, зменшити виробничі втрати, пов'язані з пошкодженням тари, та забезпечити безпечне транспортування ємностей великого об'єму на автомобільному транспорті в умовах дії динамічних і експлуатаційних навантажень [8].

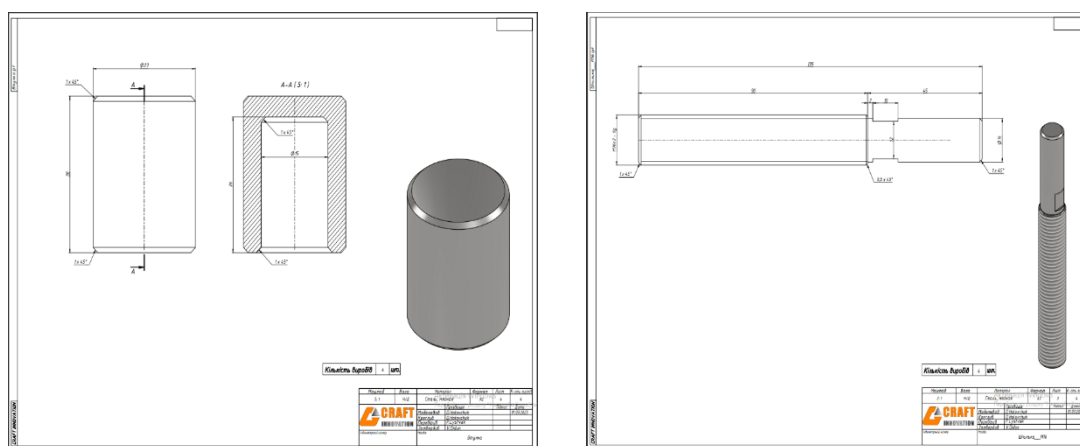


Рисунок 2.5. – Креслення токарних деталей.

Виконано розробку проектної документації (Рисунок 2.2-Рисунок. 2.5.) для виготовлення необхідного ложементу для транспортування ємностей харчової промисловості яка наведена на

При виборі розмірів ложементу для транспортування ємностей харчової промисловості враховували найбільш поширені варіанти ємностей, з метою захопити як можна більшу гаму без втрати міцності та практичності застосування.

Як показав аналіз при транспортування різних за габаритами ємностей харчової промисловості часто доводиться використовувати індивідуальні ложементи, що являється дорожчим та займає багато часу тому наш варіант регульованого ложементу буде достатньо ефективний.

2.3 Розрахунок елементів обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості.

У процесі транспортування великогабаритних ємностей харчової продукції на автомобільному транспорті особливе навантаження припадає на вузли фіксації, що утримують спеціальне обладнання для транспортування разом з ємністю, у стабільному положенні під час руху, зокрема при гальмуванні, старті або впливі вібрацій [10]. Одним із таких відповідальних вузлів є гвинтове з'єднання, яке забезпечує кріплення через шпильку до елементів кузова автомобіля. Тому для гарантії надійної й безпечної експлуатації пристрою необхідно виконати перевірочний розрахунок шпильки на міцність за кількома критеріями.

У конструкції передбачено використання стандартної шпильки з метричною різьбою M16 × 2, що є типовим варіантом для силових зєднань у машинобудуванні. Матеріалом шпильки обрана сталь 45 у термічно обробленому стані (гарт + відпуск), яка має межу текучості $\sigma_T=355$ МПа та тимчасовий опір розриву $\sigma_B=600$ МПа. Розрахункове робоче навантаження приймається на рівні 18 000 Н з урахуванням ваги ємності та конструкції обладнання для транспортування, прискорень при гальмуванні та запасу на динаміку.

Перший етап розрахунку — визначення осевого нормального напруження в шпильці. Згідно зі стандартами метричного різьблення (ДСТУ ISO 724), для різьби M16 діаметр по внутрішньому контуру становить $d_1=14,7$ мм, відповідно площа поперечного перерізу — $A=169,8$ мм².

Розрахункове напруження:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1800}{169.8} = 106 \text{ МПа} \quad (2.1)$$

Допустиме напруження з урахуванням коефіцієнта запасу $n=2n$:

$$\sigma_{\text{доп}} = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{355}{2} = 177,5 \text{ МПа} \quad (2.2)$$

Отримане значення напруження значно менше за допустиме, що свідчить про достатній запас міцності шпильки на розтяг.

Наступна перевірка — на зріз різбових витків. Для цього оцінюється площа контакту між різьбою шпильки і різьбою у гайці або у стінці фіксуючої деталі. Виходячи з середнього діаметра різьби $d_2=15,35$ мм і кроку $P=2$ мм, площа зрізу одного витка:

$$A_{\text{зр}} = \pi \cdot d_2 \cdot P = 3.1416 \cdot 15.35 \cdot 2.0 \approx 96.5 \text{ мм}^2 \quad (2.3)$$

При наявності 6 повноцінних витків сумарна площа:

$$A_{\text{заг}} = 6 \cdot 96.5 = 579.0 \text{ мм}^2 \quad (2.4)$$

Напруження зрізу:

$$\tau = \frac{F}{A_{\text{заг}}} = \frac{18000}{579} = 31,1 \text{ МПа} \quad (2.5)$$

Допустиме напруження на зріз:

$$\tau_{\text{доп}} = \frac{\sigma_T}{n \sqrt{3}} = \frac{355}{2 \cdot 1.732} = 102,5 \text{ МПа} \quad (2.6)$$

Оскільки фактичне значення значно менше допустимого, вірогідність зрізу різьби виключена.

Додатково виконано оцінку на скручування. У випадку затягування вручну, орієнтовний монтажний момент для різьби М16 становить:

$$M = F \cdot 0.15 \cdot d = 18000 \cdot 0.15 \cdot 0.016 = 43.2 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2.7)$$

Момент опору перерізу:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^3}{16} = \frac{3.1416 \cdot 14.701^3}{16} = 2482,3 \text{ мм}^3 \quad (2.8)$$

Напруження кручення:

$$\tau_{\text{круч}} = \frac{M \cdot 10^3}{W_p} = \frac{43.2 \cdot 100}{2482.3} = 17,4 \text{ МПа} \quad (2.9)$$

Це значення є набагато меншим за межу зрізу, тому виключається можливість руйнування від крутного моменту.

Окремо слід оцінити необхідну довжину загвинчування, при якій забезпечується передача зусилля без руйнування витків. Згідно з практикою, для сталі по сталі вона має становити не менше 1.0–1.5 діаметра різьби:

$$L_{\text{min}} = 1.25 \cdot d = 1.25 \cdot 16 = 20 \text{ мм} \quad (2.10)$$

Прийнята в конструкції довжина $L_3 = 20 \text{ мм}$ є достатньою та гарантує надійність з'єднання в умовах тривалої експлуатації.

Проведений комплексний розрахунок показав, що шпилька з різьбою М16, виготовлена зі сталі 45, повністю задовольняє вимоги міцності при дії осевого зусилля до 18 кН. Усі розрахункові напруження — на розтяг, зріз, скручування, — знаходяться в межах допустимих значень із коефіцієнтом запасу не менше 2, що підтверджує надійність і доцільність обраного конструктивного рішення. Це забезпечує безпечне та стабільне утримання конструкції з ємністю великого об'єму на причепі транспортного засобу навіть у складних експлуатаційних умовах.

3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

3.1 Технологія виготовлення та складання основних елементів конструкції.

Розроблене обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості є просторовою універсальною конструкцією, що має модульний принцип побудови. Це дозволяє адаптувати її до ємностей різної геометрії й об'єму без необхідності переобладнання або зміни основних вузлів. Для досягнення необхідної універсальності та міцності в процесі експлуатації конструкція включає ряд критично важливих елементів, кожен із яких має свою технологію виготовлення, контролю і складання.

Основним силовим елементом конструкції є несуча рама, яка виконує функцію платформи для встановлення ємності та сприймає зовнішні навантаження під час транспортування. Рама виготовляється з сталевого профілю прямокутного перерізу (зазвичай 60×60×3 мм або 70×70×3 мм) із конструкційної низьколегованої сталі, що поєднує хороші механічні властивості з технологічністю обробки. Заготівки нарізаються на відрізних або дискових верстатах з мінімальним припуском, після чого торці калібруються та зачищаються від задирок [11]. Монтаж отворів під з'єднання виконується свердлінням за шаблонами або координатним способом на вертикально-свердлильних верстатах. Для забезпечення взаємозамінності деталей та точності стикування всі оброблювані елементи проходять попереднє збирання на шаблонній плиті.

З'єднання поздовжніх і поперечних балок рами здійснюється зварюванням напівавтоматами в середовищі захисного газу (зазвичай вуглекислоти або аргону), що забезпечує якісні шви з високою міцністю і мінімальним ризиком утворення дефектів. У місцях великого навантаження або динамічного впливу (зокрема вузли кріплення стояків, точки фіксації ременів) передбачено

використання підсилювальних накладок. Після зварювання виконується повна зачистка швів, контроль геометрії та випробування на цілісність конструкції.

Наступним етапом є виготовлення регульованих телескопічних елементів, які забезпечують змінність довжини та ширини рами. Зовнішні труби мають стандартний переріз, тоді як внутрішні (рухомі) елементи мають зазор у межах 1–4 мм і оснащуються полімерними направляючими втулками, що забезпечують легке ковзання і знижують зношування металу. У телескопічних вузлах свердляться ряди отворів з фіксуючим кроком, у які встановлюються штифти або болти з гайками, що забезпечують надійне позиціонування після налаштування розміру.

Вертикальні стояки, на яких закріплюються елементи фіксації за вушка ємності, виготовляються з квадратних труб перерізом 70–70 мм. У верхній частині кожного стояка передбачено вузол кріплення ємності. Контактні поверхні покриваються змінними гумовими або поліуретановими прокладками, що виключає пошкодження або подряпини на поверхні ємності, особливо якщо вона виготовлена з нержавіючої сталі або харчового полімеру.

Фіксація ніжок ємності реалізується через вузли для встановлення стяжних ременів. Для цього до нижньої частини рами приварюються проушини або напрямні скоби з штаби завтовшки 5–6 мм. Стяжні ремені з храповими механізмами виготовляються зі спеціального поліестеру, стійкого до розтягування та впливу агресивних середовищ. Місця проходження ременів також оснащені захисними накладками для уникнення тертя об гострі краї або зварні шви.

Складання конструкції здійснюється на складальній ділянці за шаблонною схемою. Спочатку виконується стикування несучої рами, далі встановлюються телескопічні елементи та регульовальні вузли. Після цього монтуються вертикальні стояки та фіксатори. На завершальному етапі кріпляться додаткові елементи — проушини, фіксатори, фланці, ущільнення. Зібраний виріб проходить контроль технічних параметрів: перевіряється симетричність,

стійкість, точність регулювання та легкість встановлення і зняття ємності. Захист конструкції передбачає фосфатування, ґрунтування та фарбування полімерною або порошковою фарбою, яка є стійкою до вологи, ультрафіолету, побутової хімії та дезінфекційних засобів [12]. При необхідності, внутрішні елементи конструкції можуть оцинковуватись або виготовлятись з нержавіючої сталі.

Завдяки дотриманню повного технологічного циклу — від розкрою заготовок до складання, контролю й захисної обробки — виготовлена конструкція відповідає вимогам міцності, експлуатаційної надійності, адаптивності та санітарної безпеки, що робить її ефективним рішенням для організації безпечного транспортування ємностей харчової промисловості на автомобільному транспорті.

3.2 Організація монтажу, експлуатації та санітарного обслуговування обладнання.

Успішне впровадження спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості на автомобільному транспорті неможливе без належно організованої процедури його монтажу, експлуатації та регулярного санітарного обслуговування. Ці процеси мають забезпечити не лише механічну надійність конструкції, а й відповідність вимогам гігієни, зручності у роботі, швидкої адаптації під різні типи ємностей, а також безпечність для персоналу та транспортних засобів, що беруть участь у перевезеннях.

Монтаж конструкції починається з підготовки платформи вантажного автомобіля або причепа. Платформа має бути рівною, очищеною від забруднень і технічно справною, що виключає деформації або перекося рами під час навантаження. Обладнання встановлюється на платформу з урахуванням вагового центру і габаритів ємності, що транспортується. Монтаж рами до основи здійснюється через наявні анкерні отвори або приварені до платформи закладні елементи. Універсальна конструкція передбачає можливість регулювання довжини і ширини рами завдяки телескопічним вузлам, які

виставляються згідно з розмірами конкретної ємності та фіксуються за допомогою штифтів або різьбових з'єднань.

Після базового позиціювання конструкції проводиться монтаж вертикальних регульованих стояків, які призначені для фіксації за приварені до ємності вушка. Стояки встановлюються у вертикальні труби із можливістю зміни висоти відповідно до положення вушок на корпусі ємності. Всі регулювання виконуються вручну або з використанням монтажного інструменту, після чого вузли фіксуються. У верхній частині стояків розташовані площадки для фіксації, до яких з допомогою гвинтів фіксуються вушка і надійно притискають корпус. Для полегшення роботи фіксатори можуть бути оснащені важільними притисками з ексцентриковим механізмом або гвинтовими затискачами.

Додаткову стабільність забезпечують стяжні ремені, які охоплюють ніжки ємності або нижню її частину. Ремені виготовлені з армованої поліестерової стрічки високої міцності та стійкості до стирання. Кріплення ременів здійснюється через проушини, що приварені до нижніх балок рами або проходять крізь напрямні скоби. Затягування ременів здійснюється вручну за допомогою храпових механізмів до моменту повного усунення люфтів між ємністю та опорною конструкцією.

Після встановлення і фіксації ємності виконується технічний контроль усіх вузлів. Оператор перевіряє:

- правильність центрування ємності на платформі;
- щільність притискання фіксаторів до вушок;
- натяг стяжних ременів;
- стабільність конструкції у поздовжньому та поперечному напрямках;
- відсутність деформацій, тріщин або пошкоджень у зоні зварних швів.

Експлуатація обладнання потребує дотримання визначеної послідовності дій та періодичних профілактичних перевірок. До початку кожного рейсу необхідно здійснити повторний візуальний огляд фіксуючих вузлів, перевірити справність механізмів регулювання та цілісність усіх кріплень. Під час перевезення слід уникати різких гальмувань або перевищення швидкості,

особливо на ділянках з нерівним покриттям чи ухилами, оскільки навіть при надійній фіксації залишаються внутрішні навантаження в точках контакту. Обладнання розроблено з урахуванням можливості багаторазового використання без демонтажу окремих елементів [14]. У разі необхідності конструкція може бути повністю демонтована з транспортного засобу, а її елементи зберігаються у складеному вигляді, що спрощує логістику при сезонному або нерегулярному застосуванні.

Санітарне обслуговування конструкції є ключовим аспектом експлуатації обладнання у харчовій промисловості. Всі поверхні пристрою повинні бути доступними для очищення, не містити порожнин, важкодоступних зон або щілин, де може накопичуватися бруд чи залишки продуктів. Після кожного перевезення ємностей рекомендовано проводити санітарну обробку обладнання з використанням лужних миючих засобів, дозволених до застосування у харчовій промисловості, та наступною дезінфекцією. Для обробки можуть застосовуватись апарати високого тиску, парогенератори, або проточні системи миття.

Окрему увагу слід приділити змінним елементам – полімерним прокладкам, ущільнювачам, гумовим накладкам на фіксаторах, які мають прямий контакт із корпусом ємності. Їх потрібно регулярно оглядати, очищувати, а в разі механічного зносу або втрати еластичності – своєчасно замінювати. Частота планової заміни встановлюється відповідно до графіка технічного обслуговування, що формується на підприємстві, виходячи з інтенсивності використання обладнання. Таким чином, ефективна організація монтажу, експлуатації та санітарного обслуговування є обов'язковою умовою тривалої, безпечної та економічно вигідної експлуатації спеціалізованого обладнання [16]. Дотримання регламенту технічних операцій дозволяє забезпечити цілісність ємностей під час перевезення, запобігти аварійним ситуаціям, а також підтримувати високий санітарно-гігієнічний рівень усіх транспортних процесів, пов'язаних із логістикою харчових продуктів.

4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ.

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при транспортуванні ємностей

Процес транспортування ємностей великого об'єму в харчовій промисловості, особливо за участі автомобільного транспорту, супроводжується дією низки потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Ці фактори можуть негативно впливати на стан здоров'я працівників, спричиняти травмування, аварійні ситуації або порушення технологічного процесу. Тому їх своєчасне виявлення, класифікація та аналіз є важливою умовою забезпечення безпеки праці на підприємстві.

Одним із основних факторів ризику є механічна небезпека, пов'язана з масогабаритними характеристиками ємностей та обладнання. При ручному чи механізованому завантаженні, а також під час монтажу або демонтажу фіксуючих елементів працівник може потрапити в зону дії рухомих або нестійких мас. Зокрема, існує ризик защемлення кінцівок між металевими частинами конструкції, падіння ємності внаслідок ненадійного кріплення, або неконтрольованого зміщення під час роботи із стяжними ременями [19].

Також істотну небезпеку становлять підйомно-транспортні засоби, які використовуються для переміщення обладнання або самих ємностей (наприклад, вилкові навантажувачі, крани, гідравлічні візки). При порушенні правил безпеки можуть виникати ситуації, пов'язані з перевищенням вантажопідйомності, падінням вантажу або зіткненням із працівниками в зоні навантаження.

До фізичних шкідливих факторів належить надмірне фізичне навантаження на працівника, особливо у випадках, коли частина операцій виконується вручну. Піднімання чи переміщення важких конструктивних елементів, зусилля при натягуванні ременів, робота в незручних положеннях (з нахилом чи під транспортним засобом) спричиняє підвищене навантаження на опорно-руховий

апарат, що з часом може призвести до професійних захворювань або хронічних травм.

У робочій зоні можуть діяти також шумові та вібраційні фактори, особливо під час використання силового інструменту для монтажу або зварювальних робіт. Перевищення допустимих рівнів шуму впливає на загальну втомлюваність персоналу, порушення концентрації уваги та збільшує ризик помилкових дій в умовах інтенсивного виробничого навантаження. Електробезпека є ще одним важливим аспектом. У зоні встановлення обладнання можуть експлуатуватися електроінструменти, освітлювальні прилади або електроприводи вантажопідйомної техніки. При порушенні правил підключення або ізоляції можливе ураження електричним струмом, особливо в умовах підвищеної вологості або за наявності металевих конструкцій.

У процесі експлуатації обладнання особливу увагу слід звернути на ризики падіння персоналу з платформи транспортного засобу, що є ймовірним під час навантаження або обслуговування високих ємностей. Роботи на висоті (наприклад, при фіксації верхніх фіксаторів або накладанні ременів) потребують застосування індивідуальних засобів захисту та обладнання огорожувальних елементів.

До санітарно-гігієнічних факторів належить дія пилу, залишків миючих або дезінфікуючих засобів, які використовуються при санітарній обробці конструкції. У разі неефективної вентиляції або порушення порядку застосування речовин можливе подразнення слизових оболонок, алергічні реакції або шкірні ураження. Також у зоні ризику опиняються працівники, які проводять роботи з демонтажу обладнання після транспортування: залишки харчових продуктів, що просочилися з ємності, можуть стати джерелом мікробіологічного забруднення та сприяти розвитку патогенної мікрофлори, якщо обладнання не очищується вчасно [20].

Таким чином, транспортування ємностей великого об'єму супроводжується комплексом шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які охоплюють механічні, фізичні, електричні, гігієнічні та організаційні ризики. Їх своєчасне виявлення, аналіз та усунення за допомогою технічних, організаційних і профілактичних заходів є необхідною умовою забезпечення безпеки праці під час експлуатації спеціалізованого обладнання. У наступних підрозділах розглядаються конкретні заходи, які дозволяють зменшити або усунути вплив зазначених факторів у реальних умовах роботи.

4.2. Заходи з техніки безпеки під час монтажу, експлуатації та обслуговування обладнання.

Забезпечення безпечних умов праці під час монтажу, експлуатації та технічного обслуговування спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості є одним з головних напрямків організації охорони праці на підприємстві. Зважаючи на характер і складність операцій, що виконуються працівниками під час роботи з важкими металевими конструкціями, необхідно передбачити систему заходів техніки безпеки, які мінімізують виробничі ризики та запобігають нещасним випадкам.

Під час монтажу обладнання до початку будь-яких робіт необхідно провести інструктаж із техніки безпеки для всього задіяного персоналу. Працівники мають бути забезпечені індивідуальними засобами захисту: захисним взуттям із жорстким носком, рукавицями, спецодягом, каскою, а в разі роботи на висоті — страхувальними поясами або пристроями прив'язі. Монтажні роботи виконуються виключно на рівній, очищеній поверхні. Платформа вантажного автомобіля, на якій розміщується обладнання, повинна бути стабільно зафіксована, без нахилів, ковзких або слизьких ділянок.

Перед початком монтажу необхідно перевірити справність зварних швів, цілісність отворів для кріплення та відповідність геометричних параметрів

конструкції кресленням. Монтаж рами та вертикальних стояків здійснюється з використанням ручного або пневматичного інструменту, з дотриманням усіх вимог до обертального моменту затягування болтів. Забороняється проводити регулювання елементів конструкції при піднятій або навантаженій ємності — усі операції з налаштування розмірів пристрою мають виконуватись до етапу встановлення тари.

Під час експлуатації обладнання особливу увагу необхідно приділити правильності встановлення та фіксації ємності. Усі елементи фіксації за вушка мають бути щільно притиснуті, без зазорів або люфтів [21]. Стяжні ремені повинні мати достатній натяг, але не викликати деформацій ніжок ємності чи її корпусу. Заборонено перебувати під ємністю або в межах потенційної зони її зміщення під час навантаження або затягування кріплень.

Оператор зобов'язаний перед кожним рейсом перевірити:

- справність фіксаторів і точність їх розміщення;
- стан ременів та механізмів їх затягування;
- цілісність зварних з'єднань конструкції;
- відсутність сторонніх предметів на платформі.

У разі виявлення ознак зносу, тріщин, ослаблення кріплень або нестійкості ємності — транспортування забороняється до усунення виявлених дефектів. Не допускається експлуатація пристрою в умовах вітрового навантаження понад допустимі значення або за відсутності бічного обмеження (наприклад, при відкритих бортах платформи).

Під час технічного та санітарного обслуговування також діють обмеження, покликані забезпечити безпеку персоналу. Перед миттям конструкції працівники повинні від'єднати електричне обладнання, яке могло бути встановлене поблизу, та використовувати лише дозволені мийні засоби. У разі застосування апаратів високого тиску забороняється направляти струмінь води на відкриті вузли кріплення або шарнірні з'єднання, не захищені герметизацією.

Особливої уваги потребують операції заміни гумових або поліуретанових прокладок на фіксаторах — вони повинні виконуватись лише за відсутності навантаження на конструкцію. При обслуговуванні елементів фіксації працівник повинен користуватись ручним інструментом з обмеженим крутним моментом, щоб уникнути зірваних різьб або пошкоджень.

Для забезпечення комплексної безпеки передбачено регулярне проведення:

- огляду технічного стану пристрою (не рідше одного разу на місяць);
- випробувань на міцність вузлів кріплення (раз на пів року);
- оновлення інструкцій з експлуатації та безпеки згідно з фактичними умовами праці. Крім того, підприємство зобов'язане вести журнал обліку технічного стану обладнання, де фіксуються всі перевірки, ремонти, заміни елементів та зауваження персоналу [22]. Усі роботи мають виконуватись особами, які пройшли спеціальне навчання та мають відповідну кваліфікацію.

Таким чином, комплекс заходів з техніки безпеки, що впроваджується під час монтажу, експлуатації та обслуговування обладнання, є невід'ємною складовою забезпечення безпечних умов праці. Він дозволяє мінімізувати ризики травматизму, пошкодження обладнання, а також підвищує ефективність логістичних операцій без порушення нормативів з охорони праці та харчової безпеки.

4.3. Вимоги до санітарно-гігієнічних умов праці та пожежної безпеки на підприємстві.

Організація безпечної праці під час експлуатації обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості передбачає дотримання не лише технічних норм і вимог охорони праці, а й чітке виконання санітарно-гігієнічних правил, а також заходів пожежної безпеки. Ці аспекти є особливо важливими в умовах харчових підприємств, де технологічні процеси

поєднуються з високими вимогами до чистоти, мікробіологічної безпеки та контролю впливу зовнішніх чинників на продукцію та працівників.

Санітарно-гігієнічні умови праці повинні забезпечувати фізіологічно безпечне, комфортне й гігієнічно прийнятне середовище для персоналу, задіяного в процесах монтажу, обслуговування та експлуатації обладнання. Робочі зони повинні бути добре освітленими (освітленість не менше 300 лк), мати природну або механічну вентиляцію, що забезпечує обмін повітря відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013. Температурний режим у приміщеннях, де зберігається обладнання або виконуються навантажувально-розвантажувальні роботи, має відповідати межах 16–24 °C при відносній вологості повітря не вище 75 %.

Всі поверхні, з якими можуть контактувати харчові ємності, а також частини обладнання, що піддаються санітарній обробці, повинні бути виготовлені з матеріалів, дозволених до використання в харчовій промисловості, і мати гладку, легко очищувану поверхню без пор. Заборонено використання лакофарбових покриттів, що здатні відшаровуватись або вступати в реакцію з миючими засобами. Санітарне прибирання конструкції повинно здійснюватись після кожного циклу перевезення із застосуванням лужних або нейтральних миючих засобів, дозволених для обробки харчового обладнання.

У зонах, де проводиться обслуговування або тимчасове зберігання обладнання, повинні бути передбачені окремі місця для миття рук, контейнери для збору відходів, інвентар для прибирання (мітли, щітки, швабри), а також комплекти одноразових засобів індивідуального захисту. Працівники зобов'язані проходити регулярні медичні огляди, а також санітарний інструктаж щодо порядку виконання робіт і використання дезінфікуючих засобів [23]. Пожежна безпека на підприємстві, де експлуатується обладнання для транспортування ємностей, регламентується вимогами Кодексу цивільного захисту України, Правилами пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2004) та внутрішніми інструкціями підприємства. Усі технологічні процеси мають бути організовані таким чином, щоб звести до мінімуму ризики виникнення пожежі через

нагрівання металевих елементів, коротке замикання, використання електроінструментів або накопичення пилу, який може бути вибухонебезпечним у певних умовах.

Платформи для монтажу обладнання повинні бути вогнестійкими або мати антипожежну обробку. Усі електричні з'єднання, що використовуються під час обслуговування (наприклад, для миття апаратів високого тиску або освітлення), мають бути захищені від вологи (ступінь захисту IP44 і вище), а переносні електроприлади – обов'язково заземлені. В місцях виконання робіт необхідно встановити переносні вогнегасники (не менше одного порошкового вогнегасника на 20 м² площі), пожежний щит або шафу з інвентарем (лопата, бочка з водою або пісок, відро, багор). Особливої уваги потребує зберігання мийних, дезінфекційних і мастильних матеріалів, які можуть бути займистими або хімічно активними. Вони повинні зберігатися в спеціальних шафах, що закриваються, із відповідним маркуванням, окремо від зони монтажу або транспортування. Усі ємності, в яких зберігаються горючі речовини, мають бути герметично закупорені, а зони навколо них – обладнані витяжною вентиляцією.

Підприємство зобов'язане розробити та впровадити план евакуації персоналу у разі виникнення пожежі, організувати навчання та практичні тренування щонайменше один раз на рік. Працівники, які обслуговують обладнання, повинні бути ознайомлені з порядком дій у разі виникнення пожежі, правилами виклику пожежної служби, використанням первинних засобів пожежогасіння та евакуаційними маршрутами. Таким чином, виконання комплексу вимог до санітарно-гігієнічних умов праці та пожежної безпеки дозволяє забезпечити стабільну, безпечну й ефективну роботу з обладнанням для транспортування ємностей харчової промисловості. Дотримання цих норм є не лише обов'язковим у межах чинного законодавства, а й критично важливим для підтримання репутації харчового підприємства, яке гарантує якість, безпечність і надійність усіх етапів своєї логістичної діяльності.

5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.

5.1. Визначення витрат на виготовлення та впровадження універсального обладнання для транспортування ємностей.

Проектування та виготовлення спеціалізованого обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості передбачає не лише технічне, а й економічне обґрунтування доцільності впровадження такого пристрою в логістичну схему підприємства [25]. Для цього необхідно визначити сукупні витрати, пов'язані з його розробкою, виготовленням, встановленням і введенням в експлуатацію.

Основні статті витрат поділяються на:

- **матеріальні витрати**, пов'язані з закупівлею металопрокату, кріпильних елементів, прокладок, ременів та інших комплектуючих;
- **оплату праці** виробничого персоналу (зварювальників, слюсарів-збирачів, механіків, інженерів);
- **енергетичні витрати** на роботу обладнання (зварювання, механічна обробка);
- **амортизаційні відрахування** за використання обладнання та інструменту;
- **організаційні витрати**, пов'язані з транспортуванням, монтажем та впровадженням обладнання в експлуатаційні процеси підприємства.

Для орієнтовної оцінки витрат розглянемо приклад виготовлення одного комплекту універсального обладнання для фіксації ємності об'ємом до 2 м³.

Матеріальні витрати включають:

- Сталевий профіль прямокутного перерізу (близько 30 м):

$$30 \text{ м} * 6,5 \text{ кг/м} * 60 \text{ грн/кг} = 11\,700 \text{ грн} \quad (5.1)$$

- Шпильки, болти, гайки, шайби (М16):

$$20 \text{ шт} * 35 \text{ грн/шт} = 700 \text{ грн} \quad (5.2)$$

- Стяжні ремені з храповим механізмом (2 шт):

$$2 \cdot 500 = 1\,000 \text{ грн} \quad (5.3)$$

– Полімерні прокладки, захисні втулки, гумові накладки: 800 грн

Загалом матеріали: **14 200 грн**

Витрати на оплату праці (з урахуванням середньої заробітної плати виробничого персоналу):

– Зварювальні, слюсарні, складальні роботи:

$$30 \text{ год} \cdot 150 \text{ грн/год} = 4\,500 \text{ грн} \quad (5.4)$$

Енергетичні витрати (електроенергія на зварювання, різання, свердління) орієнтовно:

$$50 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot 5 \text{ грн/кВт} = 250 \text{ грн} \quad (5.5)$$

Амортизаційні витрати на верстати, інструмент, зварювальні установки:

– Пропорційно тривалості використання – орієнтовно: **300 грн**

Організаційні витрати (логістика, монтаж, підйомні операції, інструктаж персоналу):

– Установлення обладнання, доставка та адаптація: **1 500 грн**

Слід зазначити, що розрахунок є орієнтовним і базується на поточних ринкових цінах, рівні зарплат, а також типовій конфігурації конструкції. За умови серійного виробництва або у випадку багаторазового використання конструкції на різних типах ємностей, частка витрат на виготовлення може бути зменшена за рахунок уніфікації вузлів, багаторазового використання комплектуючих та автоматизації окремих виробничих процесів.

Таблиця. 1 Сумарні витрати на виготовлення та впровадження одного комплексу обладнання

Стаття витрат	Сума, грн
Матеріали	14 200
Оплата праці	4 500
Електроенергія	250
Амортизація	300
Монтаж і впровадження	1 500
Разом	20 750

Таким чином, отримана вартість виготовлення і впровадження одного комплексу обладнання дозволяє перейти до наступного етапу – оцінки економічної ефективності, порівняння витрат із вигодами від зниження витрат ручної праці, витрат продукції, а також підвищення безпеки та швидкості логістичних операцій на підприємстві.

5.2. Оцінка економічної ефективності застосування удосконаленого обладнання на підприємстві.

Економічна ефективність упровадження удосконаленого універсального обладнання для транспортування ємностей харчової промисловості визначається шляхом порівняння витрат на виготовлення та впровадження конструкції із потенційною економією, що досягається за рахунок скорочення простоїв, зменшення трудомісткості робіт, зниження ризику пошкодження продукції та підвищення загальної безпеки й оперативності технологічного процесу перевезення [26].

Удосконалення конструкції дозволило отримати ряд техніко-економічних переваг:

- зменшення тривалості вантажно-розвантажувальних операцій;
- зниження кількості працівників, задіяних у ручному закріпленні ємностей;
- підвищення надійності фіксації за рахунок адаптації конструкції під різні типорозміри;

– зниження кількості пошкоджень тари і розливів продукції під час транспортування [27].

Для оцінки економічного ефекту проведемо умовні розрахунки за показниками річної експлуатації обладнання на підприємстві, яке здійснює щоденне транспортування харчових ємностей:

Розрахунок економії на оплаті праці:

До впровадження обладнання для фіксації однієї ємності потрібно було **2 працівники по 15 хв** (0,25 год), після впровадження — **1 працівник на 10 хв** (0,167 год). При транспортуванні **4 ємностей на день** протягом **250 робочих днів** маємо:

– До впровадження: $2 \cdot 0,25 \cdot 4 \cdot 250 = 500$ людино-годин

– Після впровадження: $1 \cdot 0,167 \cdot 4 \cdot 250 \approx 167$ людино-годин

Економія: $500 - 167 = 333$ людино-годин

При середній погодинній оплаті праці 150 грн: $333 \cdot 150 = 49\,950$ грн/рік

Зменшення втрат від пошкодження продукції:

До впровадження через нестабільну фіксацію втрати (деформація ємностей тощо) сягали приблизно 0,5 % від загального обсягу перевезень. При середньорічному обсязі продукції — 200 тис. грн, втрата становила:

– До впровадження: $0,005 \cdot 200\,000 = 1\,000$ грн/рік

– Після впровадження — зниження втрат у 3 рази:
 $0,0015 \cdot 200\,000 = 300$ грн/рік

Економія: $1\,000 - 300 = 700$ грн/рік

Загальна річна економія:

$$49\,950 \text{ (оплата праці)} + 700 \text{ (продукція)} = 50\,650 \text{ грн/рік}$$

Термін окупності:

Оскільки витрати на виготовлення одного комплекту становлять приблизно **20 750 грн**, термін окупності:

$$T = 20\,750 / 50\,650 \approx 0,41 \text{ року} \approx 5 \text{ місяців}$$

Розрахунок показує, що впровадження універсального обладнання для транспортування ємностей є економічно доцільним. Уже в перші пів року експлуатації повністю покриваються витрати на його виготовлення, а подальше використання дає прямий фінансовий ефект. Крім того, зростає технологічна дисципліна, зменшуються втрати часу, знижуються ризики аварійних ситуацій, що підвищує загальну ефективність логістичних і виробничих процесів підприємства.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було проведено дослідження, спрямоване на підвищення ефективності та безпечності процесу транспортування ємностей харчової промисловості за допомогою автомобільного транспорту. У ході дослідження встановлено, що існуючі конструкції для транспортування ємностей харчової промисловості часто не забезпечують необхідного рівня адаптивності та надійності під час перевезення різнотипних ємностей, що ускладнює логістичні операції, підвищує ризик пошкодження продукції, збільшує трудомісткість та знижує загальну ефективність процесу.

Розроблено конструкцію універсального спеціалізованого обладнання, що дозволяє здійснювати фіксацію ємностей. Особливістю конструкції є можливість регулювання основних геометричних параметрів – довжини та ширини рами, а також висоти стояків, що забезпечує її сумісність із широким діапазоном типорозмірів ємностей. Проведено розрахунки найбільш навантажених елементів обладнання, зокрема гвинтового з'єднання зі шпилькою М16, за критеріями розтягу, зрізу, та скручування, що підтвердило відповідність конструкції вимогам міцності та надійності.

Описано технологічний процес виготовлення обладнання, включаючи обробку сталевих профілів, зварювальні роботи та збірку конструкції. Наведено рекомендації щодо організації монтажу та експлуатації в умовах підприємства, а також санітарного догляду з урахуванням вимог харчової безпеки. Розглянуто основні ризики, пов'язані з експлуатацією обладнання, та окреслено комплекс заходів із техніки безпеки, санітарно-гігієнічних вимог і пожежної охорони.

Визначено орієнтовні витрати на виготовлення та впровадження одного комплексу обладнання, що становлять близько 20 750 грн. Проведена оцінка економічної ефективності засвідчила, що за рахунок скорочення трудових витрат

і зменшення втрат продукції термін окупності складає приблизно пів року, після чого підприємство отримує стабільну економію. Ураховуючи адаптивність конструкції, невеликі виробничі витрати, простоту використання та значний практичний ефект, розроблене обладнання рекомендовано до впровадження в логістичні процеси підприємств харчової галузі з метою підвищення безпеки, ефективності та рентабельності перевезень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гавриш О.М., Коваленко В.С. Технології та обладнання для транспортування рідких харчових продуктів. — Харків: ХНТУСГ, 2021.—156 с.
2. Кравченко О. П. Метрологія, стандартизація та сертифікація на автомобільному транспорті: підручник / О. П. Кравченко, В. В. Верба. — Житомир: ЖДТУ, 2020. — 400 с.
3. Кондратенко О. О., Білобров В. І. Транспортна логістика: теорія і практика: навчальний посібник. — Київ: Центр учбової літератури, 2021. — 280 с.
4. Вербицький В. І., Клименко В. І. Проектування машин та обладнання харчових виробництв. — Київ: НТУУ «КПІ», 2019. — 356 с.
5. Правила гігієни для підприємств харчової промисловості. Наказ МОЗ України № 20 від 01.02.2016.
6. ДСТУ EN 1672-2:2017. Обладнання для харчової промисловості. Основні вимоги до гігієни. Частина 2. Гігієнічні вимоги.
7. ISO 22000:2018. Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain.
8. Євстратов А. О., Тищенко В. М. Конструювання машин та обладнання: курс лекцій. — Львів: ЛНТУ, 2020. — 190 с.
9. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Держспоживстандарт України, 2011. — 28 с.
10. Семенов А.Г., Литвиненко П.С. Металоконструкції: проектування та технологія виготовлення. — Київ: Вища школа, 2020. — 240 с.
11. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика: навч. посібник / М. Н. Бідняк, В. В. Біліченко. — Вінниця: ВНТУ, 2021. — 280 с.
12. ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»
13. Мітяєв В. О. Металорізальні верстати та інструмент: навчальний посібник. — Харків: ХНАДУ, 2021. — 312 с.

14. Внукова Н. В. Екологічна безпека автотранспортних підприємств: навч. посібник / Н. В. Внукова, О. І. Позднякова. – Харків: ХНАДУ, 2019 – 200 с.
15. Державні санітарні норми і правила «Гігієнічні вимоги до умов праці працівників» ДСН 3.3.6.042-99. — Київ: МОЗ України, 1999.
16. ДСТУ ISO 1496-1:2009 Контейнери серії 1 для вантажів. Технічні вимоги та випробування. Частина 1. Контейнери загального призначення для харчових і нехарчових вантажів.
17. Мельник В.Ю. Конструкції вантажних платформ і ложементів для резервуарного обладнання: методичні рекомендації. — Одеса: ОНАХТ, 2020. — 96 с.
18. Гаврилюк М.О., Павленко О.В. Проектування та розрахунок металоконструкцій у харчовій промисловості. — Харків: ХНАУ, 2020. — 178 с.
19. Закон України “Про охорону праці” / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р.
20. ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»
21. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.
22. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".
23. ДСН 3.3.6.039-99 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу".
24. ДСТУ EN ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування». — Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020.
25. Кириленко О. А. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень: навч. посібник. – Львів: ЛНТУ, 2019. – 212 с.

26. Савицька Г. В. Аналіз господарської діяльності підприємства: підручник. – Київ: Нове знання, 2020. – 400 с.
27. Грінько Т. І. Економіка підприємства: навч. посібник. – Київ: Центр учбової літератури, 2021. – 376 с.