

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему «Розроблення конструкції складаного сітчастого ящика-піддона»

Виконав: студент IV курсу групи Маш-42сп

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

Михайло ВОВК
(Ім'я та прізвище)

Керівник:

Ігор СТУКАЛЕЦЬ
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

д.т.н., професор Віталій ВЛАСОВЕЦЬ
“ _____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту
Вовку Михайлу Орестовичу

1. Тема роботи: **«Розроблення конструкції складаного сітчастого ящика-піддона»**

Керівник роботи: Стукалець Ігор Геннадійович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27.11.2023 року № 641/к-с.

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 14.06.2024 року

3. Вихідні дані: вантажність ящика-піддона – 250 кг, наявність відкидного борта, можливість штабелювання та складання; довідкова література, СКД, ДСТУ, ISO.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Аналіз типів і конструкцій складської і транспортної тари.

2. Конструкторська частина.

3. Технологічна частина.

4. Охорона праці і довкілля.

5. Економічна частина.

Висновки і пропозиції.

Бібліографічний список.

5. Перелік графічної частини

1. Аналіз складської і транспортної тари – 1-ий аркуш.

2. Складаний сітчастий ящик-піддон (візуалізація) – 2-ий аркуш.

3. Ящик-піддон (складальний кресленник) – 3-ій аркуш.

4. Робочі кресленники елементів конструкції ящика-піддона – 4-ий аркуш.

5. Результати міцнісного аналізу конструкції ящика-піддона – 5-ий аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Ігор СТУКАЛЕЦЬ, к. т. н., доц. кафедри машинобудування			
4	Іван ГОРОДЕЦЬКИЙ, к. т. н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 28.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про вико- нання
1.	Виконання розділу: «Аналіз типів і конструкцій складської і транспортної тари»	28.11.23-29.12.23	
2.	Виконання розділу: «Конструкторська частина.»	15.01.24-29.03.24	
3.	Виконання розділу: «Технологічна частина»	1.04.24-19.04.24	
4.	Виконання розділу: «Охорона праці і довкілля»	22.04.24-10.05.24	
5	Виконання розділу: Економічна частина	13.05.24-31.05.24	
6.	Завершення оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічної частини. Завершення роботи в цілому	3.06.24-14.06.24	

Студент _____ Михайло ВОВК
(підпис)

Керівник роботи _____ Ігор СТУКАЛЕЦЬ
(підпис)

Розроблення конструкції складаного сітчастого ящика-піддона.

Вовк М. О. Кваліфікаційна робота. – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024 р.

Кваліфікаційна робота: 61 с. текст. част., 38 рис., 3 табл., 22 джерела, 5 арк. формату А1.

У кваліфікаційній запропоновано конструкцію сітчастого ящика-піддона вантажопідйомністю до 250 кг. Запропонований у роботі сітчастий ящик-піддон можна використовувати для складування і транспортування дрібних і середніх за габаритами вантажів, а також для палетного зберігання вантажів чи продукції. Конструкція сітчастого ящика-піддона дає змогу використовувати його у супермаркетах, магазинах, на складах, в умовах виробничих цехів та діляниць, підприємств побутового обслуговування, складальних чи сортувальних ліній, логістичних центрах.

Проведено статичний аналіз міцності конструкції сітчастого ящика-піддона, на підставі якого встановлено числові значення напружень, які виникають в матеріалі конструкції, переміщень елементів конструкції, а також мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності.

Описано технологію виготовлення деталі з листового матеріалу (деталь «Замок фіксатора»), визначено значення енергосилових параметрів штампування.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ ТИПІВ І КОНСТРУКЦІЙ СКЛАДСЬКОЇ І ТРАНСПОРТНОЇ ТАРИ.....	8
1.1. Європалети, фінпалети, американські палети. Розміри, маркування, вантажопідйомність	8
1.2. Стелажі.....	13
1.3. Сітчасті ємкості.....	29
2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	32
2.1. Загальний опис конструкторської розробки.....	32
2.2. Розроблення конструкції сітчастого ящика-піддона в CAD-середовищі SolidWorks	34
2.2.1. Використання модуля Weldments.....	34
2.1.2. Використання модуля Sheet Metal	35
2.2. Статичне дослідження міцності сітчастого ящика-піддона в середовищі SolidWorks Simulation	36
2.3. Аналіз результатів статичного дослідження ящика-піддона в SolidWorks Simulation	39
3. ТЕХНОЛОГІЧНЯ ЧАСТИНА	43
3.1. Вибір матеріалу деталі	43
3.2. Схема технологічного процесу	44
3.3. Розрахунок енергосилових параметрів штампування.....	47
4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ДОВКІЛЛЯ	50
4.1. Загальні вимоги охорони праці.....	50

	6
4.2. Вимоги охорони праці перед початком роботи.....	52
4.3. Вимоги охорони праці під час роботи	53
4.4. Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях.....	54
4.5. Вимоги охорони праці після закінчення робіт.....	55
4.6. Охорона довкілля під час штампування деталей.....	55
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	57
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	58
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	60

ВСТУП

Ефективна робота підприємств не можлива без правильної організації складу – приміщення з чіткою організацією простору, обладнаного необхідною технікою і конструкціями відповідно до вимог виробництва.

Складське обладнання служить для досягнення максимальної економії часу при транспортуванні вантажу на склад і назад зі складу на вантажну техніку, воно дозволяє багаторазово знизити трудовитрати при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт і транспортних операцій.

Лице складу – це стелажне обладнання. Те, наскільки воно оптимізоване, пристосоване до особливостей приміщення і підходить для розміщення товарів, що мають індивідуальні особливості та характеристики, безсумнівно, впливає на ефективність роботи всього складу.

Стелажі для складу проектуються з метою забезпечення раціонального використання кожного метра наявних складських площ та вибір обладнання для складських приміщень дуже важливий для організації сучасних систем логістики та зберігання.

Вибір оптимального за комплектацією та витривалістю стелажного обладнання в першу чергу повинен визначатися характеристиками товарів та вантажів, які в майбутньому на них розташовуватимуться, а по-друге, умовами експлуатації.

Ефективність функціонування будь-якого складу значною мірою залежить від якості та функціональності складського, транспортного обладнання і тари.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення конструкції складаного сітчастого ящика-піддона вантажністю до 250 кг для використання в умовах складських приміщень, закладах торгівлі виробничих цехів та діляниць.

1. АНАЛІЗ ТИПІВ І КОНСТРУКЦІЙ СКЛАДСЬКОЇ І ТРАНСПОРТНОЇ ТАРИ

1.1. Європалети, фінпалети, американські палети. Розміри, маркування, вантажопідйомність

Вибір способу виконання вантажно-розвантажувальних робіт залежить від виду вантажу, що перевозиться, і його упаковки – транспортної тари.

Під тарою розуміється основний елемент (або різновид) упаковки, що є виробом для розміщення продукції.

Типи та розміри транспортної тари в основному регламентовані стандартами. Види транспортної тари (рис. 1.1):

- дерев'яні настили
- євробокси;
- металеві клітки;
- металеві діжки;
- тара для зберігання;
- металеві огорожі;
- піддони;
- пластикові ємності;
- піддони для стелажів.



Рисунок 1.1 – Види тари



Рисунок 1.2 – Піддони з м'якої деревини

Найпростіші та найдешевші піддони зроблені з м'якої деревини і часто є незворотною тарою, що підлягає утилізації разом з іншими пакувальними матеріалами. Ці піддони мають просту конструкцію, яка дозволяє піднімати їх лише з двох протилежних положень.

Ненавантажений піддон важить 15-21 кг. Більшість піддонів може легко нести вантаж понад 1000 кг.

Паллет, або піддон – це допоміжний засіб для вантажно-розвантажувальних робіт однакової форми і габаритів, що різко спростив і стандартизував процес навантаження. У Європі переважно прийняті європіддони (з клеймом EUR) з розмірами 1200×800 мм. та фінпіддони (з клеймом FIN) з розмірами 1200×1000 мм.

Європалети

Організація EPAL (European Pallet Association) об'єднує провідних виробників та контролює якість палет, що регламентується документами ISO3676, ISO ТК/22, ISPM 15, UIC norms 435-2/435-4. Для контролю піддонів на них наносять певні тавра (фітосанітарна обробка).

Сертифікований європалет (EUR-паллет) має розмір 800×1200×145мм. Обов'язково наявність фірмового тавра EUR в овалі, випаленого на правих ніжках палета. На решті ніжок також нанесено маркування, що вказує виробника (PKP, FS, DB тощо) та цифрова інформація (серія, рік випуску). Верхня частина європалету складається з п'яти дощок, що чергуються по

порядку: широка (145мм), вузька (100мм), широка, вузька, широка. Відстань між дошками складає 40 мм. Нижня частина складається з трьох дощок (вузька, широка, вузька) із знятими фасками. Обов'язковою є наявність фасок на кутах європалету (рис. 1.3).

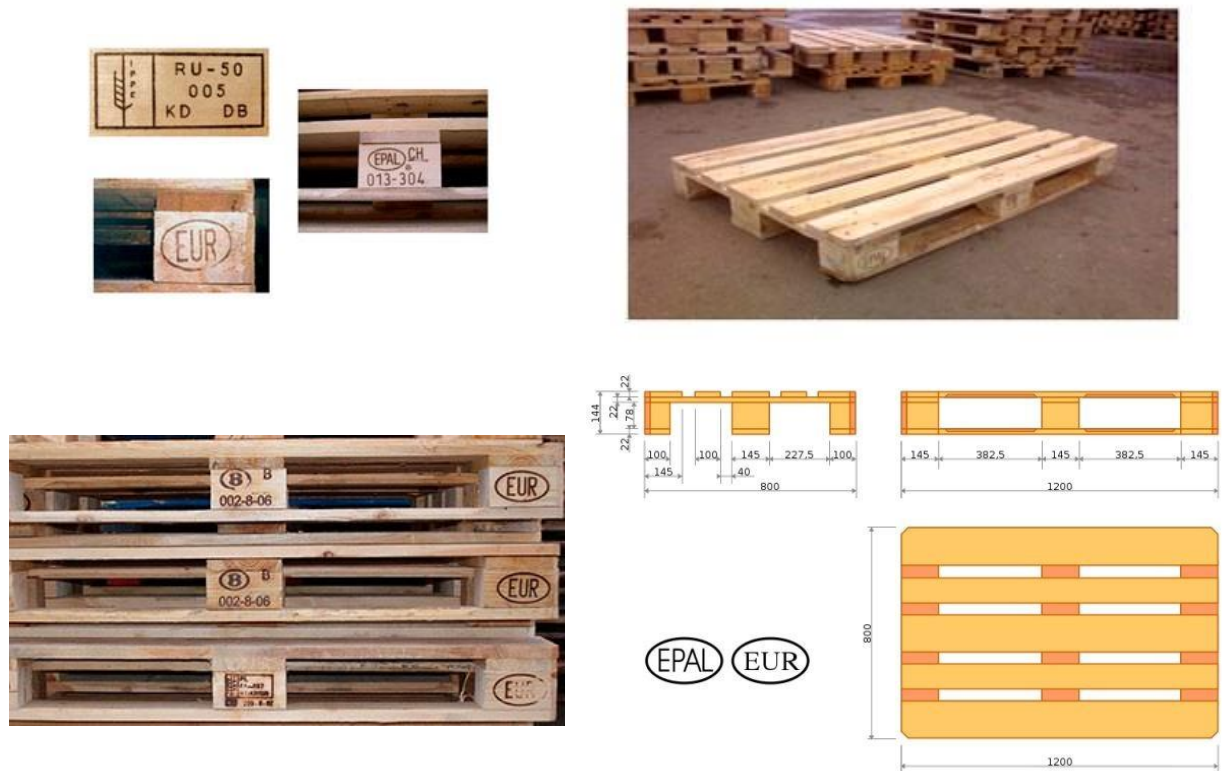


Рисунок 1.3 – Європалети

Фінпалети

Сертифікований фінпалет (FIN-паллет, фінський паллет) має розмір 1000×1200×145мм. Обов'язково наявність фірмового тавра FIN у прямокутнику, випаленого на правих ніжках палета (рис. 1.4). На центральних ніжках також нанесено цифрову інформацію, що вказує код виробника та дату випуску. Верхня частина фіналу складається з семи дощок, що чергуються по порядку: широка (120мм), дві вузькі (100мм), широка, дві вузькі, широка. Нижня частина складається з трьох дощок (вузька, широка, вузька) із знятими фасками. Обов'язковою є наявність фасок на кутах фінпалета.



Рисунок 1.4 – Фінпалети

Американські палети

Палет американського стандарту – 1200×1200мм. Американські піддони виготовлені відповідно до основоположних принципів Міжнародного комітету захисту рослин. Це означає, що піддони виробляються відповідно до міжнародного коду і можуть використовуватися для перевезення вантажів через міжнародні кордони.

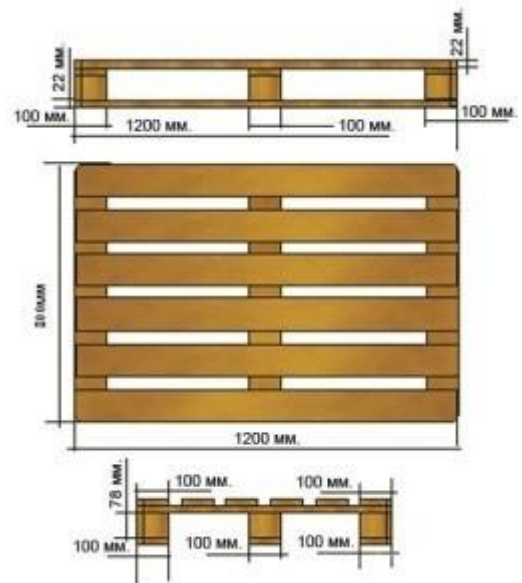


Рисунок 1.5 – Американські палети

Палети для міжнародних вантажних перевезень

- Вантажний неодноразовий палет-розмір 800×1200×145мм, товщина дошки 20-22мм. Фірмове тавро відсутнє, конструкція ідентична конструкції європалета.

- Вантажний неодноразовий палет-розмір 1000×1200×145мм, товщина дошки 20-22мм. Фірмове тавро відсутнє, конструкція ідентична конструкції фінпалета.
- Євробокс (EUR-бокс) – металева клітка з металевою основою у вигляді європалету, розмір 800×1200×800мм. Має табличку з видавленим тавром EUR в овалі.



Рисунок 1.6 – Палети для міжнародних вантажних перевезень

Класифікація палет за станом

- Вищий ґатунок:
 - практично нові, білі, міцні палети;
 - без сколів та тріщин;
 - були використані трохи більше трьох разів.
- Перший ґатунок:
 - білі, міцні палети;
 - без сколів та тріщин;
 - не були піддані ремонту.
- Другий ґатунок:
 - допускаються невеликі забруднення і потемніння деревини від часу;
 - допускаються невеликі тріщини та сколи (але не більше 3см завширшки і 30см завдовжки);
 - частина їх може бути після ремонту.

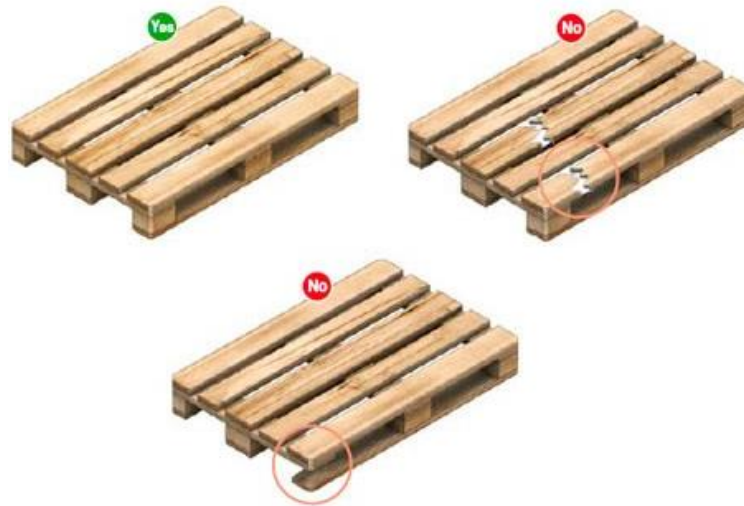


Рисунок 1.7 – Стан палет

1.2. Стелажі

Фронтальний палетний стелаж – найпоширеніший тип стелажних систем, що пропонує високу адаптивність для вантажів на піддонах з широким спектром навантажень. Однією з ключових переваг є забезпечення прямого доступу до будь-якого піддону у будь-який час, що робить систему придатною для широкого асортименту вантажів. Вам ніколи не знадобиться переміщати або зрушувати піддони для доступу до товару. З розташуванням одного піддону одне місце легко можна позначити місце розташування товару і тримати склад під повним контролем.

Широкий ряд доступних профілів та аксесуарів забезпечує оптимальний вибір елементів, що враховують необхідні завантаження та висоти. Висота стелажної конструкції та ширина проїздів визначаються характеристиками підйомно-транспортної техніки, піддонів, що підлягають зберіганню, та розмірами приміщення.

Основні переваги:

- мінімальні початкові інвестиції;
- повний доступ до всіх піддонів у будь-який час;
- забезпечення оптимізації товарних потоків.

Адаптація до будь-якого приміщення та до будь-якої ваги та розміру вантажів, призначених для зберігання.

Універсальна та мультифункціональна система. Може бути доповнена іншими аксесуарами (полиці, тримачі для контейнерів, дерев'яні та оцинковані настили, настил зі звареної сітки).

Відмінні особливості:

- можливість використання у різних проектах та варіаціях;
- відносно низька вартість монтажу при високій швидкості складання та встановлення стелажів;
- кожен палет з вантажем/товаром доступний для обробки у будь-який момент часу;
- монтаж фронтальних палетних стелажів провадиться з урахуванням необхідної ширини проїзду для складської техніки;
- широка лінійка елементів, при складанні дозволяє стелажній системі надати різні технічні параметри та показники вантажопідйомності;
- збірна конструкція, заснована на зачепах, передбачає швидке збільшення/зменшення кількості рівнів зберігання та скорочення або нарощування секцій;
- відсутність складнощів при демонтажі та обслуговуванні конструкцій.

Комплектуючі фронтальних стелажів зображено на рис. 1.8.

Рама складається з двох стійок, які з'єднані діагональними та горизонтальними зв'язками, підп'ятниками та іншими аксесуарами. Стійки можуть бути різних моделей та різної товщини, що дозволяє адаптувати їх до широкого ряду вимог системи. Глибина рами залежить від розміру палети.

Балка – це несучий елемент стелажної конструкції з прямокутних замкнутих профілів різних розмірів перерізу та довжини в залежності від навантаження, кількості та розмірів палет (рис. 1.9). Покриття – порошкова фарба або оцинковування.

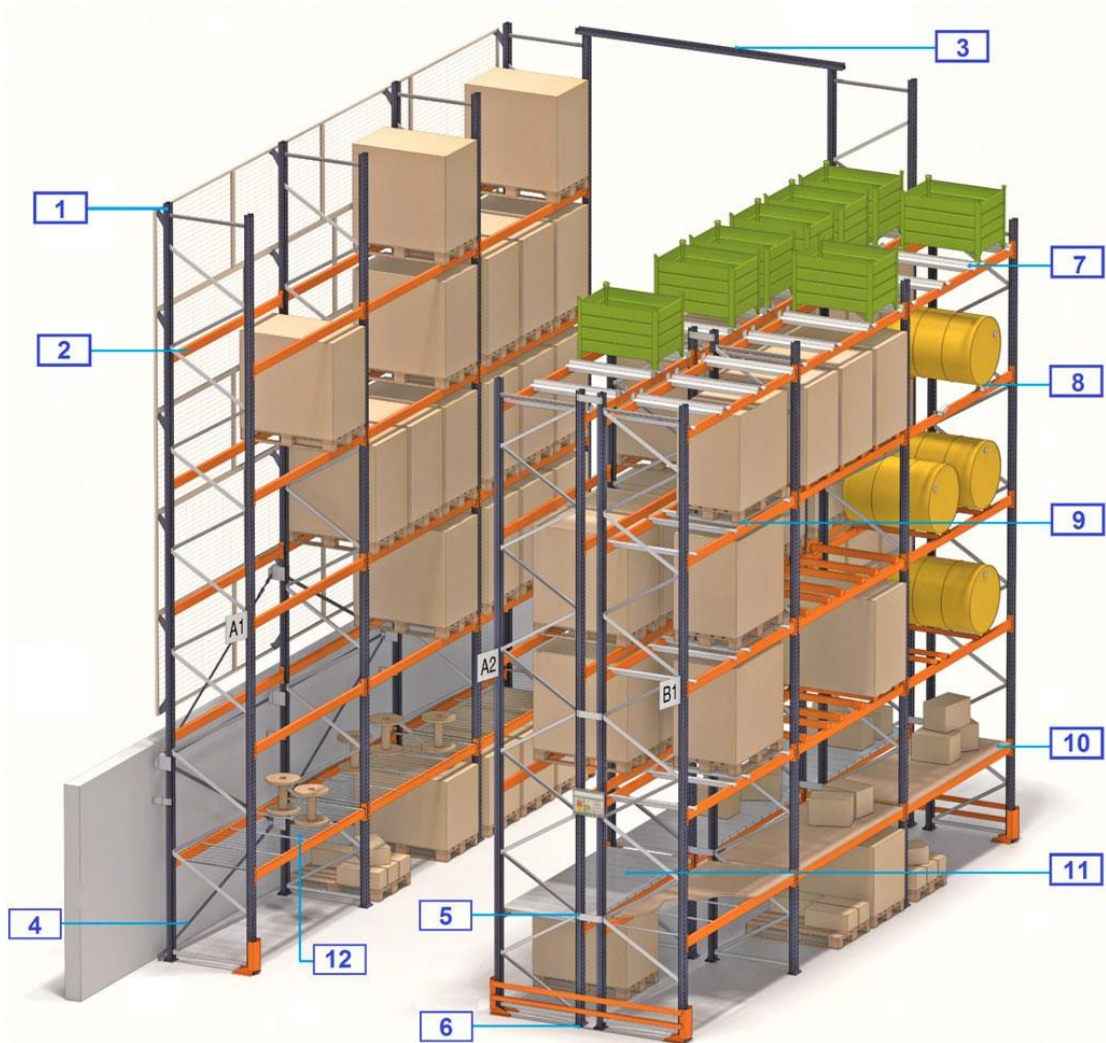


Рисунок 1.8 – Комплектуючі фронтальних стелажів

основні елементи:

1 – рама; 2 – балка; 3 – порталний зв'язок; 4 – хрестовина жорсткості; 5 – з'єднувач стелажних рядів; 6 – вирівнююча пластина; 7 – утримувач для контейнерів; 8 – супорт для бочки; 9 – додаткова поперечна балка для зберігання вантажів без піддонів; 10 – дерев'яний настил; 11 – оцинкований настил; 12 – настил із зварної сітки.

Рознімне з'єднання балки з рамою здійснюється за допомогою спеціальних кронштейнів та захищається від несанкціонованого знімання фіксаторами. У місцях зберігання дрібносортних товарів можуть застосовуватися спеціальні полегшені полицьки.

Збільшення жорсткості конструкцій досягається шляхом встановлення хрестовини жорсткості (стяжок).

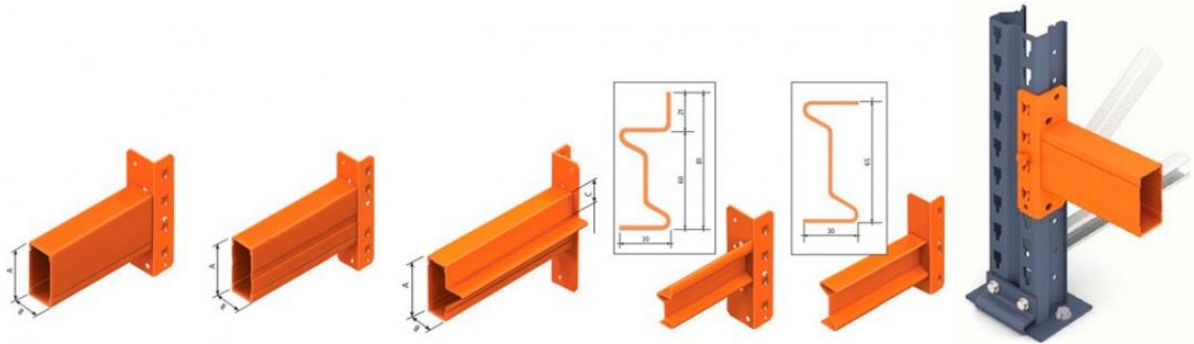


Рисунок 1.9 – Елементи балок стелажів.

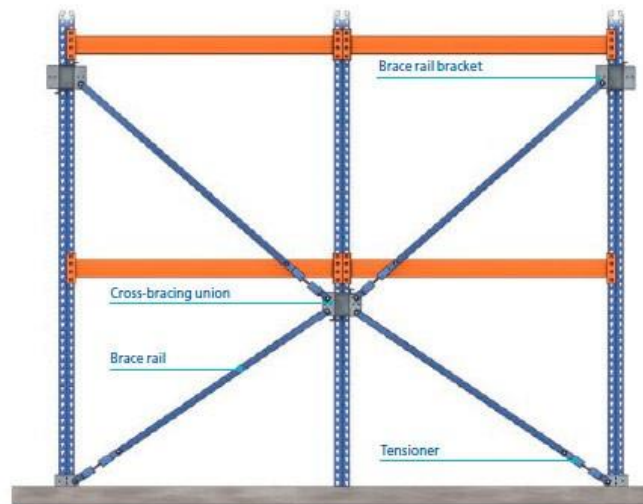


Рисунок 1.10 – Забезпечення жорсткості стелажів

Фронтальний тип стелажів зазвичай представлений, одинарними рядами стелажів по периметру приміщення, і спарених стелажів у глибині складу. Ширина проїзду між стелажима залежатиме від габариту палет, габариту вантажів, що зберігаються, а також використовуваної техніки та висоти підйому.

Найбільш поширене розміщення стелажів: одинарний стелаж біля стін, спарені стелажі в середині приміщення.

Для складування більшої кількості піддонів, – залежно від їхньої ваги та габаритів – можуть встановлюватись стелажі подвійної глибини, що дозволяє скоротити кількість проїздів, необхідних для складування.

Прямий доступ можливий лише для перших піддонів, тому рекомендується зберігати другі піддони того ж типу (ваги та габаритів), щоб

мінімізувати рухи та час роботи навантажувачів вилок або іншої підйомної техніки.

Для обслуговування ці палетні стелажі подвійної глибини вимагають спеціального підйомного обладнання, а також оснащення техніки подовжувачами або телескопічними вилами.

Набивні палетні стелажі. Це система, розроблена з урахуванням оптимізації місця зберігання однорідних продуктів (рис. 1.11). Основна ідея полягає в тому, щоб використовувати доступний простір максимально ефективно – з меншою кількістю проходів та більшою кількістю піддонів на квадратний метр.



Рисунок 1.11 – Набивні палетні стелажі.

Дана система зберігання є секцією стелажу, що формують внутрішні проходи з рейками для установки палет (конструкція стелажу одночасно є і робочим коридором для навантажувача). При в'їзді в стелаж навантажувач піднімає палету над рейками, на які цю палету буде встановлено. Напрямні рейки забезпечують простоту маневрування для навантажувача та знижують ризик пошкодження стелажів. Якщо стелажі глухі, то оборот товару відбувається відповідно до принципу FILO (першим надійшов, останнім

відвантажено). Якщо є виїзд із протилежної від завантаження сторони, то оборот товару може проходити за принципом FIFO (першим надійшов, першим відвантажений).

Основні переваги:

- низькі початкові інвестиції;
- оптимальне використання простору для зберігання;
- можливі обидва принципи обороту товару (FIFO та FILO);
- максимальна рентабельність доступних площ (збільшення до 85%);
- усунення проходів між стелажими;
- ретельний контроль надходження та відвантаження товару;
- дозволяє мати кількість найменувань, що дорівнює кількості каналів завантаження.

Основні елементи комплектування стелажів зображено на рис. 1.12.

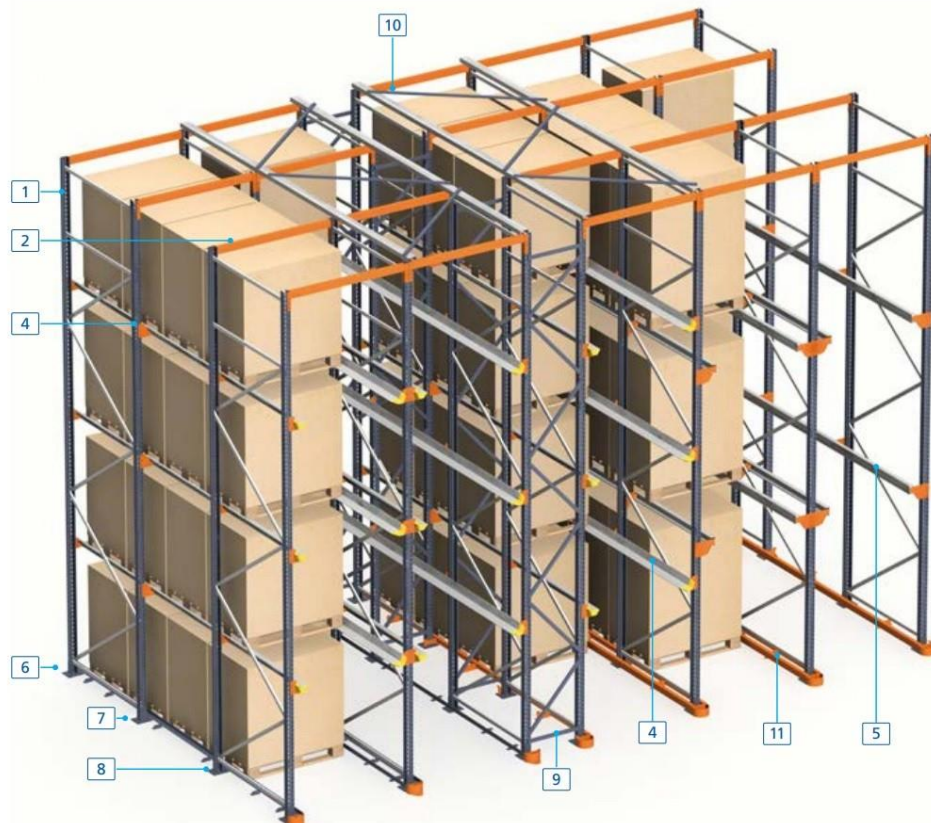


Рисунок 1.12 – Комплектуючі набивних стелажів:

- 1 – рама; 2 – балка; 3 – кронштейн; 4 – ложемент (тип GP); 5 – ложемент (тип С); 6 – під'ятник; 7 – вирівнююча пластина; 8 – анкерний болт; 9 – комплект розпірок; 10 – верхня поперечна розпірка; 11 – напрямна.

Полицеві гравітаційні стелажі. Оптимальний оборот товару завдяки переміщенню вантажів під дією сили тяжіння.

Гравітаційні стелажі (рис. 1.13) для піддонів являють собою компактні структури, які включають секції напрямних роликів, розміщених на похилих напрямних для можливості переміщення палет по них.

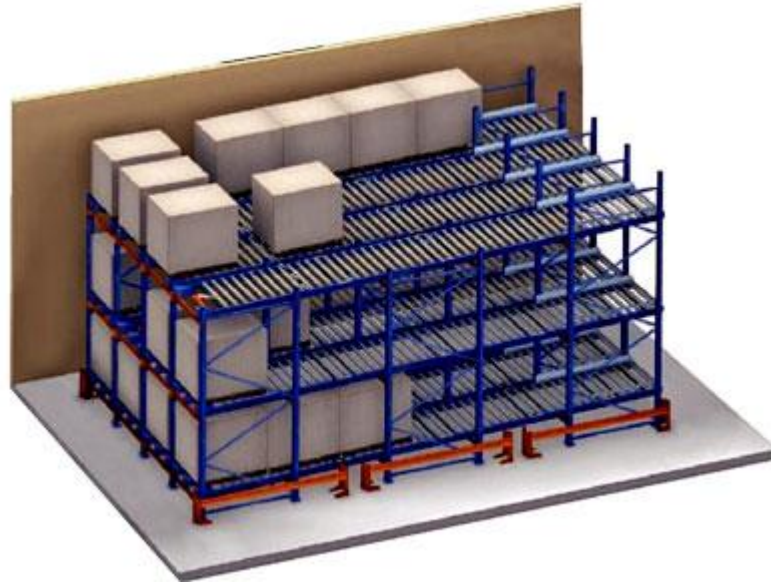


Рисунок 1.13 – Полицеві гравітаційні стелажі.

Палети поміщаються в найвищій частині крайньої секції роликів і рухаються під дією сили тяжіння з контрольованою швидкістю у напрямку іншого кінця, де вони залишаються, доки вони не будуть видалені.

Гравітаційні стелажі для зберігання палет ідеально підходять для наступних областей, де обробляються вантажі на піддонах:

- склади товарів, що швидко псуються;
- проміжні склади між двома робочими зонами;
- зони відвантаження де необхідно, щоб піддони переміщалися швидко;
- консолідаційні склади (підготовка замовлень, збірні вантажі та ін.).

Склади гравітаційного зберігання дозволяють ідеально передбачити ротацію продуктів, що зберігаються, з FIFO (First-In, First-Out) системою зберігання, коли перший завантажений піддон стає першим на відвантаження.

Коли перший піддон видаляється, решта піддонів рухається вперед на одну позицію.

Ця перевага робить систему ідеальною для зберігання продуктів, що швидко псуються.

Головні переваги системи:

- Ідеальна ротація продукту із використанням системи FIFO.
- Максимальна місткість у вигляді компактної системи зберігання.
- Економія часу, коли палети витягуються. Всі піддони переміщуються, тим самим зменшуючи час маневрування техніки.
- Високоєфективна операційна система. Вантажні проїзди відокремлені від розвантажувальних проїздів. Навантажувачі розміщують та витягують піддони без перешкод.
- Чудовий контроль складських запасів. Тільки товар однієї номенклатури зберігається у кожному проході навантаження.
- Легкий доступ, оскільки всі наявні однакові товарні номенклатури зберігаються у одному проході.
- Безпечна, надійна система. Різні елементи, що складають цю систему, були розроблені, щоб забезпечити просте, надійне, безпечне оброблення вантажів.
- Швидке повернення інвестицій, економія простору, скорочення часу маневрування, система практично не потребує обслуговування. Найчастіше інвестиції повертаються у період від 2 до 3 років.
- Може бути адаптована відповідно до вимог та навантажень замовників.
- Швидкий монтаж

Численні переваги та універсальність даної системи роблять її придатною для використання в будь-якій галузі чи секторі виробництва, таких як виробництво харчових продуктів, автомобільна, фармацевтична та хімічна та ін.

Гравітаційні стелажі зазвичай встановлюються поруч із звичайними палетними стелажимами і призначені для використання продуктів зі швидкою оборотністю або більш коротким терміном придатності.

Структуру гравітаційних стелажів показано на рис. 1.14.

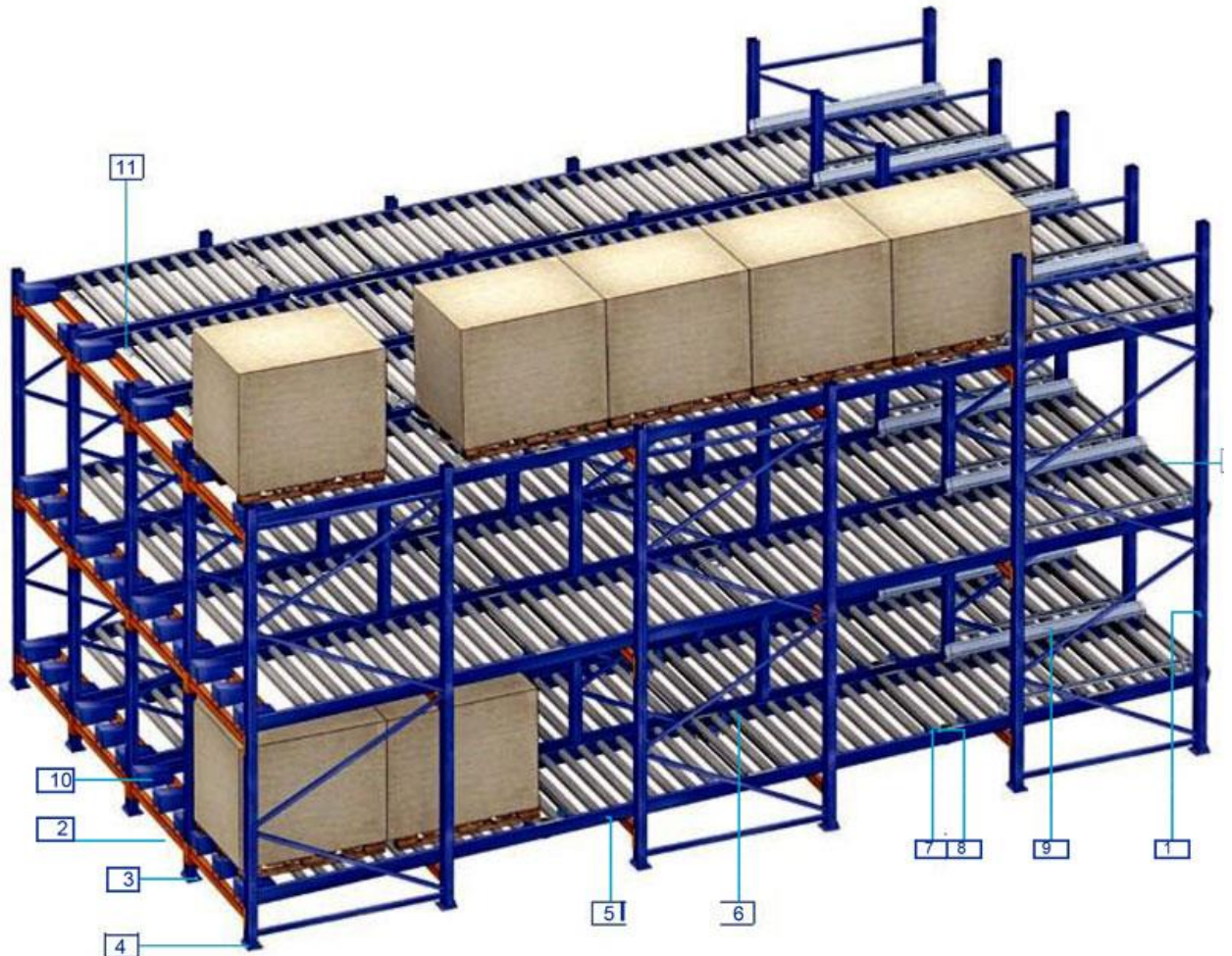


Рисунок 1.14 – Базові компоненти гравітаційних стелажів:

- 1 – рами; 2 – балки; 3 – вирівнюючі пластини; 4 – анкерні болти; 5 – рейки;
 6 – ролики; 7 – гальмівний барабан; 8 – гальмівні ролики;
 9 – смуги централізатори; 10 – гальмівні рампи;
 11 – фіксатор палет; 12 – захист роликів.

Консольні стелажі. Дана система складського зберігання має очевидні переваги при зберіганні довгомірних вантажів або товарів різної довжини, таких як труби, металопродукт, пиломатеріали, листи фанери, ДСП або метал, профілі тощо.

Консольні стелажі (рис. 1.15) складаються з колон, що є потужними вертикальними стійками, встановленими на основі. Останні призначені для кріплення конструкції до підлоги приміщення та організації складування вантажу на рівні підлоги. На стійках стелажу кріпляться горизонтальні консолі, де розміщується вантаж.



Рисунок 1.15 – Консольні стелажі.

Стелажі доступні в одно- та двосторонніх версіях з кількома варіантами завантаження. Залежно від навантаження на консоль, довжини консолі та висоти стійки можна вибрати легковажний або великоваговий варіант стелажів. Вантажі можна переміщати вручну, якщо вони легкі, або за допомогою вилкових навантажувачів або інших відповідних підйомних систем, коли йдеться про важкі вантажі.

Основні переваги:

- ідеально підходить для складування балок, профілів, труб тощо;
- можливість сортування вантажу залежно від показників обсягу, ваги, довжини;
- можливі односторонні та двосторонні варіанти стелажів.

Відмінні особливості:

- Різні конфігурації в залежності від різних висот та типів вантажів.
- Універсальність – конструкція стелажів має високі характеристики, що забезпечує безпечне зберігання вантажів великої маси. Вантажопідйомність на одну консоль становить понад 4000 кг (залежно від моделі консолі).
- Простота складання та адаптація до майбутніх потреб.
- Висока щільність – можливість встановлення консольних стелажів на мобільні підстави для компактного простору без втрати прямого доступу до вантажу.
- Якість – основні компоненти виготовлені з гарячекатаних профілів, які мають високу міцність щодо навантажень і деформацій при ударах.
- Безпека - включає вертикальні розпірки, упори, захисні пристосування для стійок, підсилювачі і т. д., які гарантують його стійкість і довговічність.
- Мінімальні терміни проведення складально-розбірних робіт, завдяки своїй конструкції, проводяться швидко, і не вимагають застосування складної техніки та інструменту.
- Оптимальний візуальний контроль за вантажем, що зберігається.

Комплектуючі консольних стелажів показано на рис. 1.16.

Особливості та конструктивні рішення. Склад складається з комбінації односторонніх консольних стелажів, які зазвичай встановлюються біля стін з доступом тільки з одного боку, і двосторонніх консольних стелажів, яких можна отримати доступ з обох сторін.

При розподілі та розрахунку цих стелажів необхідно враховувати розмір, вагу та жорсткість вантажів, використовуване вантажно-розвантажувальне обладнання (зазвичай вилючні навантажувачі) та допуски.

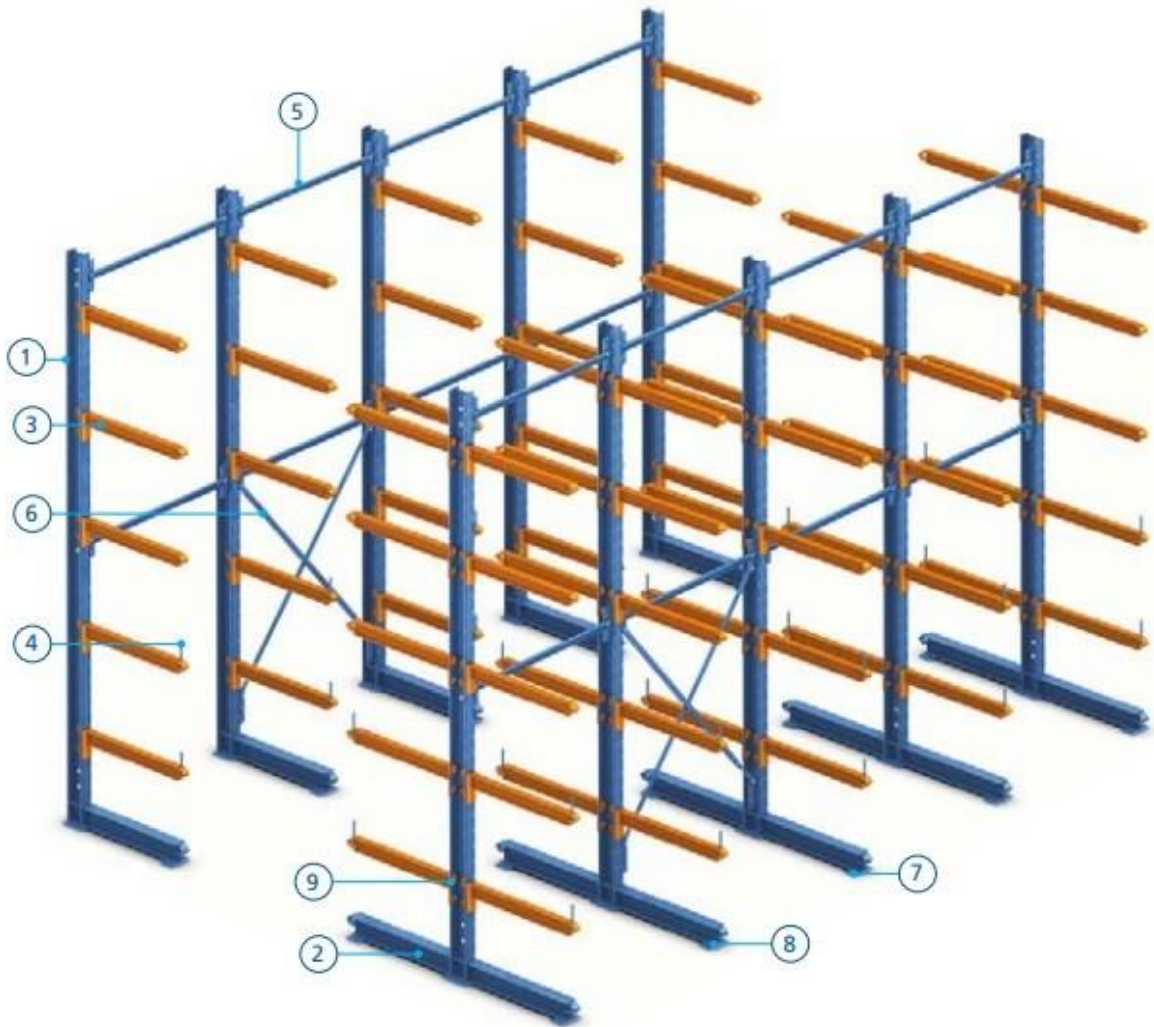


Рисунок 1.16 – Основні елементи консольних стелажів:

- 1 – стійка; 2 – основа; 3 – консоль; 4 – упор; 5 – поперечні зв'язки;
 6 – хрестовина жорсткості; 7 – регульовальна пластина;
 8 – анкерне кріплення; 9 – запобіжник.

Кожен вантаж повинен підтримуватись як мінімум двома консолями. Вантаж може виступати з боків обох консолей максимум на 50% горизонтальної відстані між сусідніми консолями. Це забезпечує стабільну опору та рівномірний розподіл навантаження.

Стелажі на рухомій колісній базі. Мобільні стелаж. Пересувні стелажі (рис. 1.17) використовують мобільні бази, встановлені на рейках на підлозі. Мобільна стелажна система палетного типу надає можливість максимального використання об'єму приміщення та забезпечує безперешкодний доступ до піддонів, розміщених у ній. Кількість палетомісць

збільшується на 80%-120% залежно від типу навантажувача, розміру піддону та кількості відкритих проходів. Стелажні системи на мобільних базах знаходять широке застосування різних типів складів, наприклад, холодильних камер, складів із середнім або низьким рівнем обігу вантажів.



Рисунок 1.17 – Пересувні стелажі.

Основні переваги:

- збільшення об'ємів на 80% – 120%;
- оптимальна система для холодильних та морозильних камер;
- система безпеки, що гарантує безпечну та ефективну експлуатацію.

За допомогою мобільних баз пересувні стелажні системи стають компактнішими і значно збільшують корисну площу приміщення, при цьому не обмежуючи доступ до кожної з палет.

Стелажі встановлені над керованими мобільними базами, що рухаються у бічному напрямку, тим самим усуваючи необхідність у проходах, що відкриваються лише при зверненні до них (рис. 1.18).

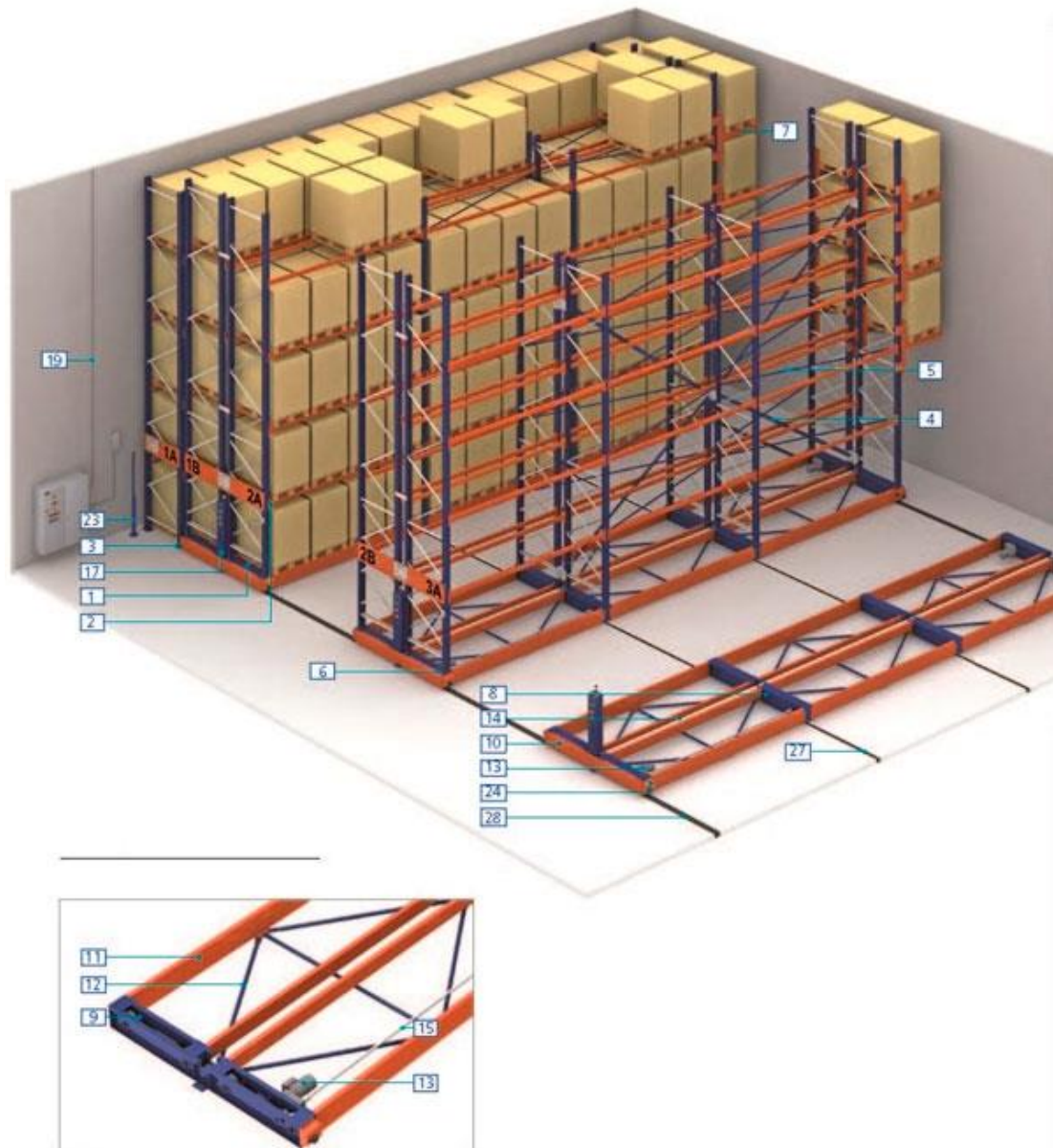


Рисунок 1.18 – Мобільні стелажі:

- 1 – шасі; 2 – несуча балка з фіксатором; 3 – анкерні болти та металовироби;
 4 – вертикальні зв'язки; 5 – горизонтальні зв'язки; 6 – кріплення до бази;
 7 – торцеві консолі; 8 – несуча рухлива опора; 9 – несучий привід;
 10 – торцевий захист балки; 11 – поздовжня балка несучої опори;
 12 – зв'язок несучої опори; 13 – електромотор; 14 – кабель;
 15 – привідний вал; 16 – щитова; 17 – пульт дистанційного живлення;
 18 – панель примусової зупинки; 19 – силові кабелі;
 20 – антена пульта керування; 21 – пульт дистанційного керування;
 22 – контрольна панель управління; 23 – зовнішній захисний датчик;
 24 – оптичний поздовжній захисний датчик; 25 – кнопка скидання;
 26 – аварійна зупинка; 27 – опорна рейка; 28 – борцева напрямна рейка.

Оператор віддає команду автоматично відкрити пристрій або за допомогою пульта дистанційного керування або вручну за допомогою перемикача.

Мобільні бази оснащені двигунами та електронікою, включаючи систему безпеки, для гарантування безперешкодної та ефективної роботи.

Найбільш значні переваги:

- Прямий доступ до будь-якого піддону. Оскільки ці стелажі встановлюються над мобільними базами, при відкритті відповідного проходу забезпечується прямий доступ до потрібного вантажу.
- Збільшує кількість вантажу, що зберігається в приміщенні. Ця система зберігання чудово використовує доступний простір приміщення завдяки двом основним показникам:

- збільшення ємності;
- зменшення площі зберігання.

щільність мобільних стелажів щільність при фронтальних стелажах

Види пересувних стелажів на мобільних базах:

- Фронтальні стелажі на мобільних базах:
 - склади загального зберігання;
 - склади з низьким або середнім рівнем оборотності товару;
 - морозильні камери;
 - склади тимчасового зберігання.
- Консольні стелажі на мобільних базах: даний тип стелажів призначений для зберігання листів, котушок та вантажів із великими або нестандартними розмірами.

Пересувні стелажі на мобільних базах ідеально підходять для холодильних або морозильних камер малої або середньої висоти:

- Будучи компактною, система досить швидко окупається.
- Кожен піддон знаходиться у прямому доступі звичайного навантажувача (корисно, коли піддони з вантажем у великому асортименті).

- Економія енергії зростає з погляду генерації холодного повітря. Повітря поширюється на більшу кількість піддонів, що зберігаються, тим самим знижуючи витрати на охолодження одного піддону.
- Найкраща циркуляція повітря в момент простою забезпечується при використанні опції паркування. Мобільні бази роз'їжджаються на рівні відстані, створюючи проходи між рядами, що забезпечують циркуляцію повітря.
- У режимі опції паркування рухомих стелажів на мобільних базах забезпечується доступ до кожного з нижніх піддонів з вантажем без участі складської техніки, якщо проходи досить широкі.

Полицеві металеві стелажі. Полицеві стелажі (рис. 1.19) є збірно-розбірною конструкцією, яка має підвищену міцність і вантажопідйомність і складається з бічних рам, вантажних балок, настилу на вантажні балки, металевих полиць і додаткових аксесуарів. Балки фіксуються на рамах за допомогою спеціальних зачепів.

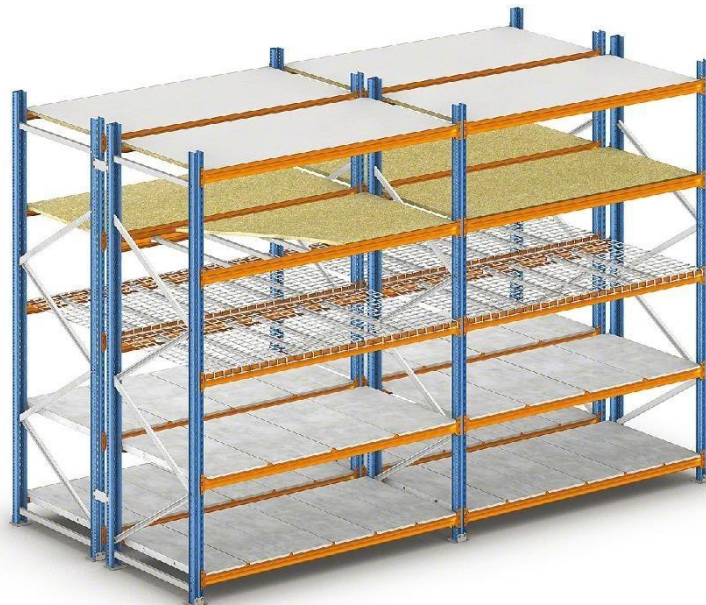


Рисунок 1.19 – Полицеві стелажі.

Можуть бути встановлені на мобільних базах, можуть бути укомплектовані системою вибору замовлень.

Мезонінні конструкції. Мезоніни (рис. 1.20) є багаторівневими конструкціями, змонтованими з настилу для підлоги, міцних і потужних несучих стійок основних і допоміжних балок, огорож і сходів.

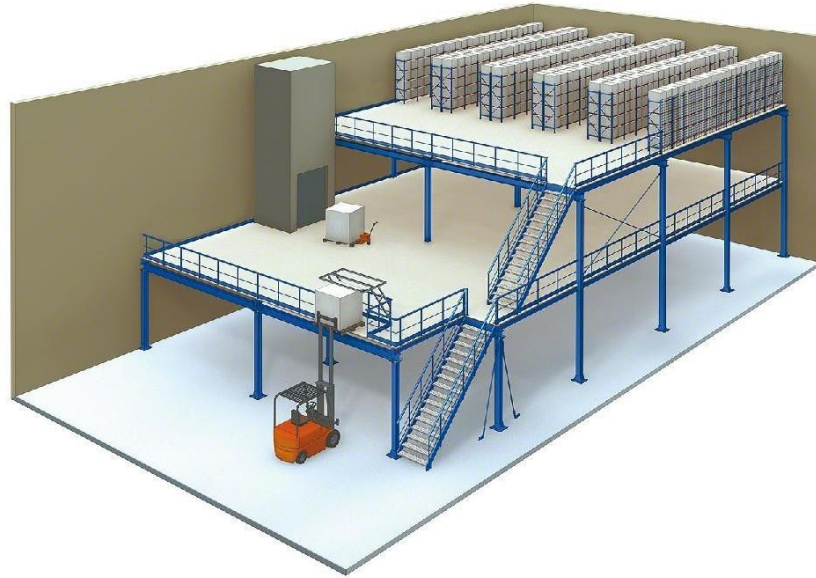


Рисунок 1.20 – Мезонінні конструкції.

Мезоніни активно використовуються для створення:

- масштабних великих комплексів;
- багаторівневих складів;
- зон комплектації товару та вантажопереробки;
- багатоповерхових складів.

1.3. Сітчасті ємкості

Один і найпопулярніших різновидів металевої тари – сітчасті контейнери. Ці міцні та доступні ємкості можуть мати різну конфігурацію, яка залежить від специфіки їхнього використання.

Сітчаста тара призначена для виробництва, торгівлі та складів. Контейнери можуть бути стандартними та уніфікованими (за особистими проектами замовників). Типовий контейнер повинен відповідати вимогам стандарту.

Переваги сітчастих ємкостей:

- можливість багатоярусного складування;
- візуальна доступність вмісту;
- здатність витримувати великі навантаження;
- зберігання товарів різних габаритів та маси, розсипної та штучної продукції;
- економія корисних площ: порожні контейнери можна вставляти один в інший для зберігання.

Якісна промислова тара сітчастого типу (рис. 1.21) виготовляється з листової сталі. Вона має різну форму та розміри. Кожен виріб може мати додаткові можливості відповідно до побажань та креслень замовника.



Рисунок 1.21 – Сітчаста ємкість.

Види сітчастих контейнерів.

Різноманітність видів та форм сітчастої тари дозволяє їм виконувати широкий спектр задач.

Найбільш популярні модифікації сітчастих контейнерів:

- варіанти з кришкою та без кришки;
- ємкості з глухими стінками або стінками, що відкриваються;
- тара з стінками, що відкидаються;
- контейнери з косими чи прямими опорами.

Металева сітчаста тара – це універсальне та доступне рішення для зберігання вантажів та товарів. Контейнери виготовляються із сталевого прута невеликого діаметру. Для довговічності ємкості використовуються порошкові лакофарбові полімерні матеріали.

Сітчасті контейнери можуть бути пересувними. Для мобільності та маневреності вони оснащуються колісною платформою. Це дає ще більше додаткових можливостей експлуатації ємкостей.

Цей вид тари може бути стандартних та нестандартних розмірів. Стандартні моделі відповідають розмірам стелажів.

За застосуванням сітчасті контейнери поділяються на:

- штабельовані – для переміщення вантажів за допомогою вантажопідійомної техніки;
- пересувні – на колесах та з гальмами;
- складані – зворотна тара з можливістю скласти і розкласти, не порушуючи зчленування.

Найдешевші сітчасті контейнери фарбовані, але вони недовговічні через схильність до утворення іржі. Більш вигідний варіант – хромована, оцинкована або покрита полімером тара для складу [15].

Вона відрізняється цілою низкою переваг:

- стійкістю до механічних пошкоджень та довговічністю;
- універсальністю;
- різноманітністю розмірів та модифікацій;
- мобільністю;
- простотою експлуатації.

2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Загальний опис конструкторської розробки

Відповідно до завдання кваліфікаційної роботи було розроблено конструкцію складаного сітчастого ящика-піддона. Розробка відноситься до сфери складського обладнання і тари.

Сітчастий ящик-піддон (рис. 2.1) повністю виконано зі сталі. Завдяки цьому він має відносно велику несучу здатність та можливість штабелювання.



Рисунок 2.1 – Сітчастий ящик-піддон.

Запропонований у роботі сітчастий ящик-піддон можна використовувати для складування і транспортування дрібних і середніх за габаритами вантажів, а також для палетного зберігання вантажів чи продукції.

Для зручності експлуатації продукції або товару ящик-піддон оснащено відкидним бортом. Відкидний борт сприяє оперативному, зручному й безперешкодному доступу до нього.

Запропонований сітчастий ящик-піддон можна штабелювати висотою в три яруси. Це дозволяє заощадити значну частину складської площі. При штабелюванні навантаження на яруси залишається незмінним.

Конструкція сітчастого ящика-піддона дає змогу використовувати його у супермаркетах, магазинах, на складах, в умовах виробничих цехів та ділянок, підприємств побутового обслуговування, складальних чи сортувальних ліній, логістичних центрах.

Основними перевагами запропонованої розробки є:

- багаторазове та багатоцільове застосування в якості оборотної тари.
- зменшення тривалості завантаження/розвантаження завдяки відкидному борту;
- можливість штабелювання;
- надійність конструкції, що запобігає пошкодженню продукції чи упаковки;
- можливість скласти ящик, що дозволяє зекономити виробничі чи складські площі у разі невикористання ящика-піддона.

З метою підвищення функціональності розробки конструкцію ящика-піддона розроблено з урахуванням геометричних характеристик стелажів, а також вилкових навантажувачів, що дозволяє використовувати його на стелажах стандартних розмірів та складським транспортним обладнанням за різних умов експлуатації.

2.2. Розроблення конструкції сітчастого ящика-піддона в CAD-середовищі SolidWorks

2.2.1. Використання модуля Weldments

Під час проєктування сітчастого ящика-піддона для елементів конструкції, які виготовляються з прокату, використано модуль Weldments, який застосовують для проєктування зварних конструкцій. Так, під час проєктування основи ящика-піддона рамку основи виконано з кутника 45×45×6 за ГОСТ 8509-93. Ескіз профілю кутника зображено на рис. 2.2.

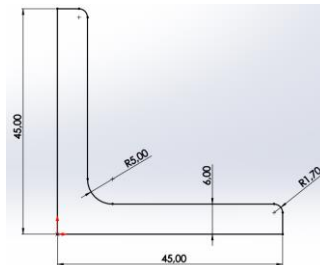


Рисунок 2.2 – Ескіз профілю кутника основи ящика-піддона.

В середовищі модуля Weldments виконано зварну конструкцію таким чином. В якості ескізу для конструкції застосовано попередньо створений ескіз у вигляді прямокутника з розмірами 1200×800 мм. В якості профіля обрано стандартний профіль кутника рівнополицевого 45×45×6 (рис. 2.3).

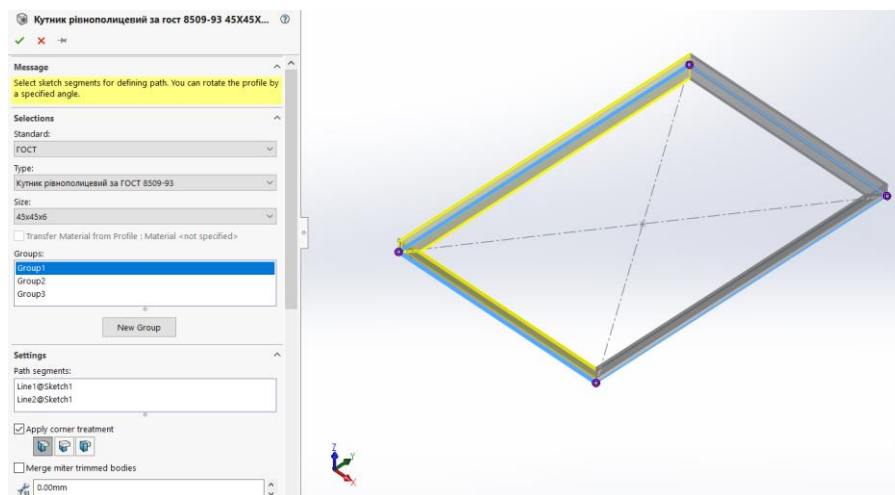


Рисунок 2.3 – Створення зварної конструкції в середовищі модуля Weldments.

Аналогічно створено усі інші елементи конструкції, які передбачається виготовляти як елементи зварних конструкцій з профільного прокату [18].

2.1.2. Використання модуля Sheet Metal

Окремі елементи конструкції сітчастого ящика-піддона, які є виробами з листового металу та передбачають операції гнуття (рис. 2.4), виконано з використанням модуля Sheet Metal.



Рисунок 2.4 – Деталь, змодельована засобами модуля Sheet Metal.

Так, для деталі «Кронштейн», зображеної на рис. 2.4 спочатку створено ескіз, який являє собою два взаємоперпендикулярні відрізки довжиною 90 мм та за допомогою інструмента Base-Flange побудовано деталь з листового металу товщиною 3 мм та радіусом гнуття 3 мм (рис. 2.5).

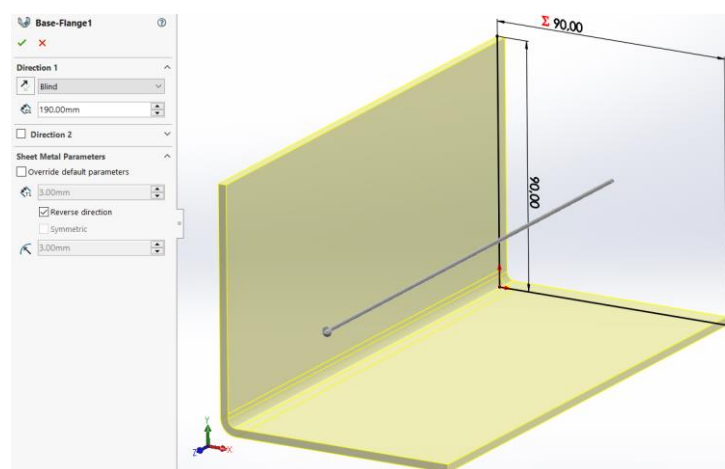


Рисунок 2.5 – Використання інструмента Base-Flange в середовищі модуля Sheet Metal.

Усі елементи, пов'язані з операціями вирізання та скруглення, виконано в середовищі CAD-модуля твердотілого моделювання. Після виконання усіх операцій з використанням інструментів твердотілого моделювання, модель кронштейна з листового металу має вигляд, зображений на рис. 2.6.

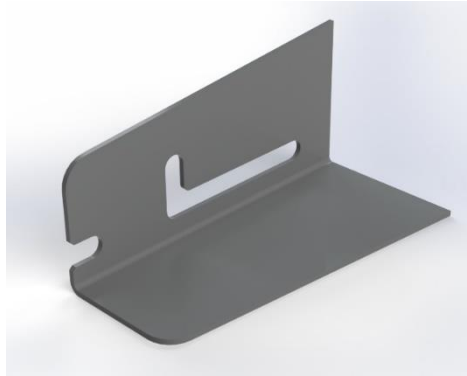


Рисунок 2.6 – Результат моделювання кронштейна з листового металу.

Аналогічно створено й усі інші деталі, моделі яких змодельовано засобами модуля Sheet Metal як, наприклад, деталь, зображену на рис. 2.7.

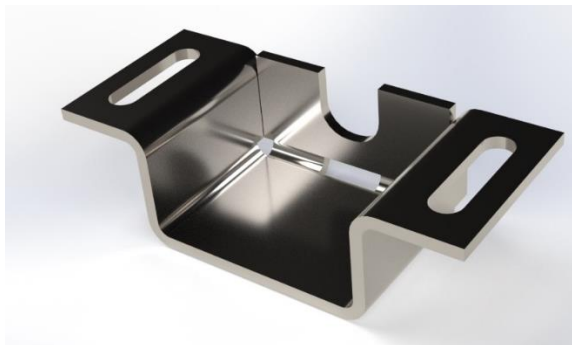


Рисунок 2.7 – Модель деталі, створеної в середовищі модуля Sheet Metal.

2.2. Статичне дослідження міцності сітчастого ящика-піддона в середовищі SolidWorks Simulation

Оскільки найбільш навантаженим елементом конструкції сітчастого ящика-піддона є його основа, то міцнісний аналіз проведемо саме для неї.

Основа являє собою зварну рамку з кутника 45×45×6, матеріал – сталь 30, границя текучості матеріалу сталі $\sigma_T=320$ МПа. На кутах до нижньої грані рамки приварено 4 ніжки, які слугують опорними поверхнями ящика-піддона (рис. 2.8).

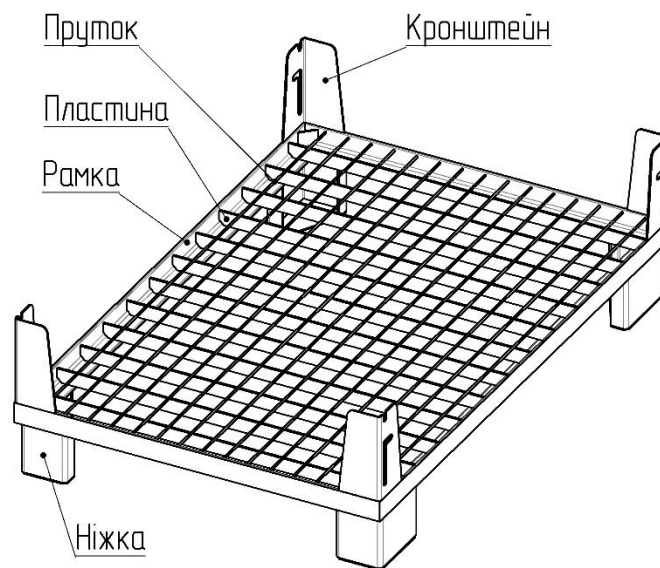
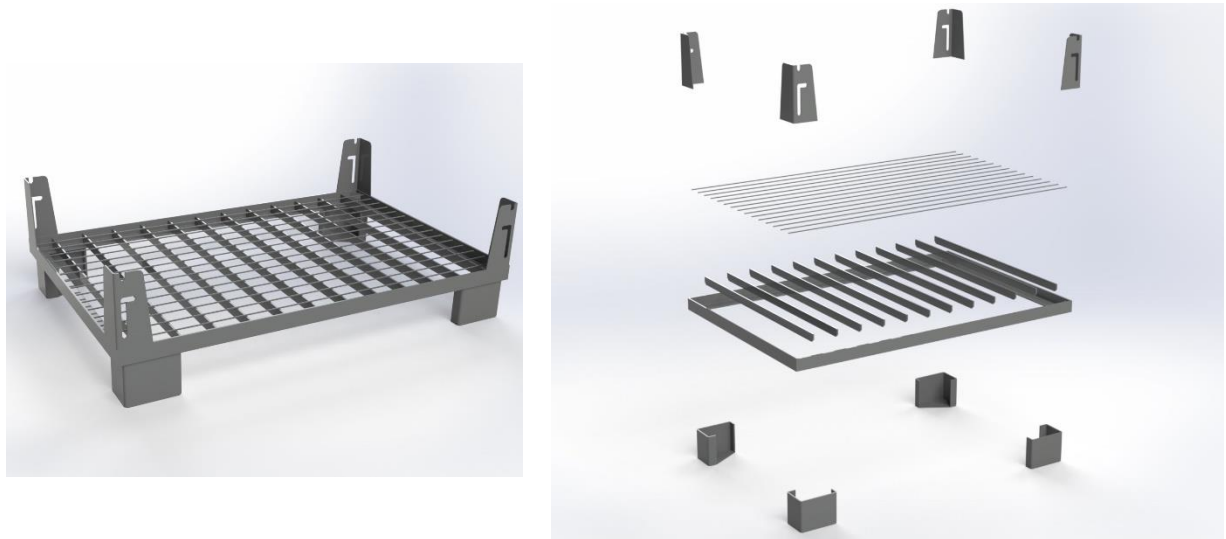


Рисунок 2.8 – Основа ящика-піддона.

Для міцності та жорсткості конструкції в рамці кутника приварено масив пластин зі смуги 30×5, розташованих «на ребро» у кількості 12 шт. До верхніх граней смуг з певним кроком приварено прутки довжиною 1190 мм діаметром 4 мм. По кутах у верхній частині рамки приварено чотири кронштейни кріплення бортів ящика-піддона.

Міцнісний статичний аналіз конструкції основи ящика-піддона здійснено в середовищі SolidWorks Simulation. Загальна процедура аналізу передбачає такі кроки: задання обмежень моделі, задання навантажень, побудова сіткової моделі, проведення статичного дослідження, аналіз результатів [18].

Для спрощення розрахункової моделі збірки та пришвидшення процесу моделювання прутки в моделі погашено як такі, що не суттєво впливають на міцність конструкції.

Усі елементи конструкції основи ящика-піддона в міцнісному аналізі визначено як елементи твердих тіл. На першому етапі здійснено закріплення ніжок основи. Одну з ніжок закріплено за допомогою параметра «Фіксована геометрія», три інших – «Ролик-повзун» (рис. 2.9).

Зовнішнє навантаження 500 Н прикладено до верхніх граней пластин і задано тиском $p=0,1058$ МПа, розподіленим по поверхні цих граней з урахуванням сумарної площі прикладення навантаження (рис. 2.9).

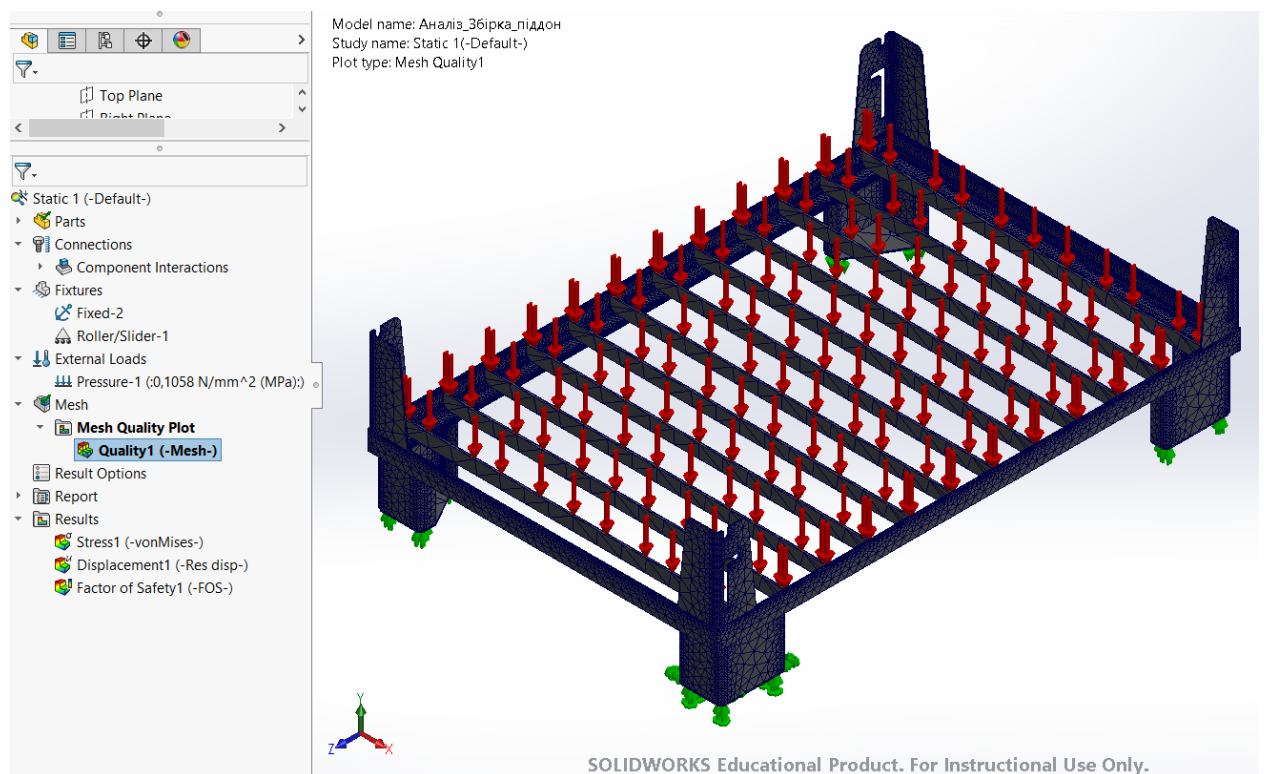


Рисунок 2.9 – Задання обмежень і зовнішнього навантаження на основу ящика-піддона.

Сіткову модель ящика-піддона створено на основі кривизни і вони містить 107062 елементи. Максимальний розмір елемента сітки – 56,2367 мм, мінімальний розмір елемента – 2,81184 мм. Сіткову модель ящика-піддона зображено на рис. 2.10.

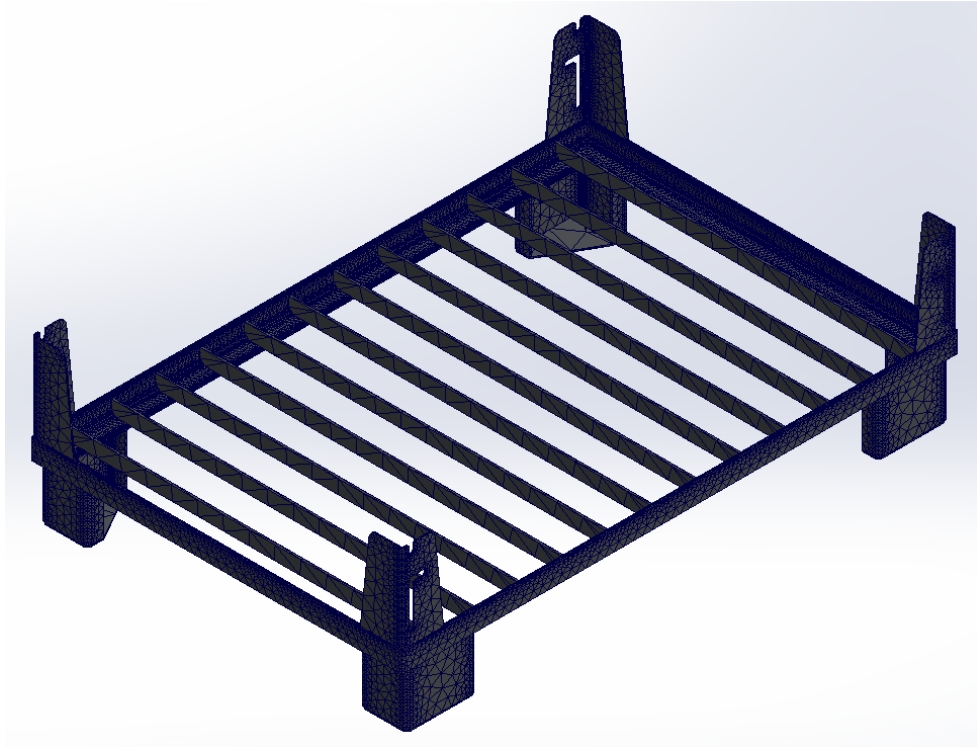


Рисунок 2.10 – Сіткова модель ящика-піддона.

2.3. Аналіз результатів статичного дослідження ящика-піддона в SolidWorks Simulation

За результатами міцнісного статичного дослідження ящика-піддона визначено максимальні значення напруження, що виникає в конструкції основи; значення переміщення, а також мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності.

Так, під час міцнісного дослідження конструкції основи ящика-піддона визначено максимальне значення напруження за критерієм фон Мізеса, яке дорівнює 67 МПа, що становить 21% від допустимого значення ($[\sigma_T]=320$ МПа). Епюру напружень зображено на рис. 2.11.

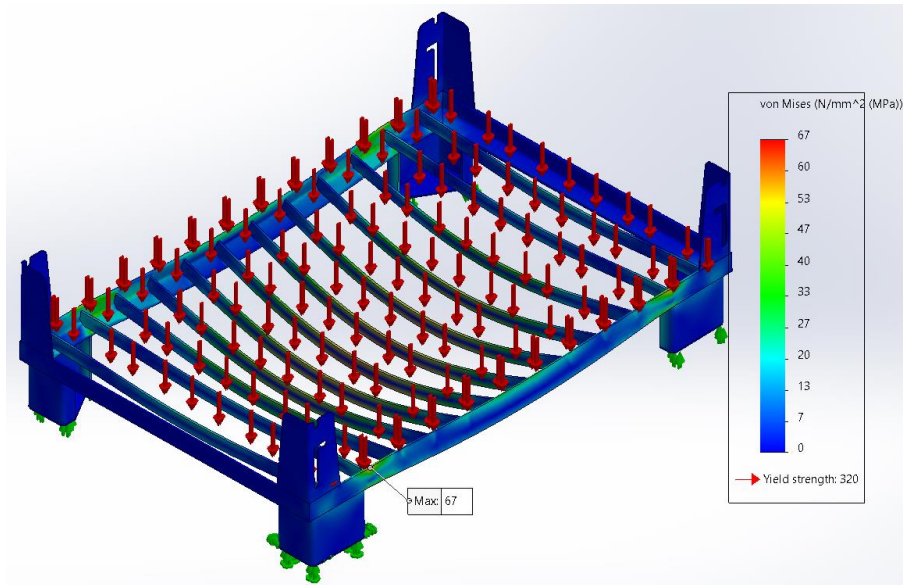


Рисунок 2.11 – Епюра напружень моделі ящика-піддона.

Визначено максимальне переміщення елементів основи ящика-піддона. Максимальне значення становить 1,5 мм (рис. 2.12).

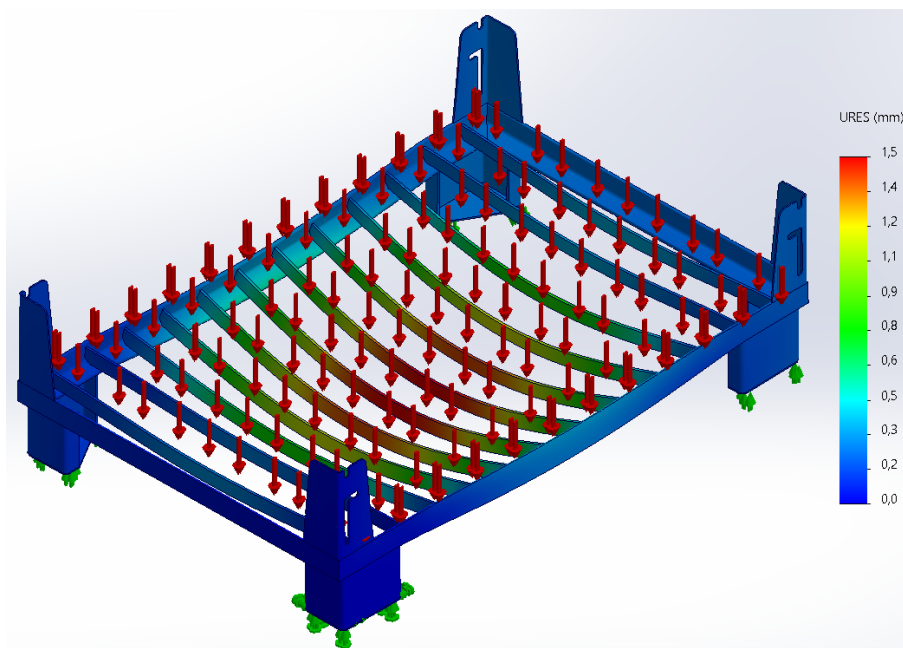


Рисунок 2.12 – Епюра переміщень елементів моделі ящика-піддона.

За результатами дослідження визначено мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності конструкції основи ящика-піддона. Коефіцієнт

запасу міцності $K_{FOS}=4,8$, що відповідає вимогам безпеки для проєктування виробів у сфері підйомно-транспортного та складського обладнання. Відповідну епюру зображено на рис. 2.13.

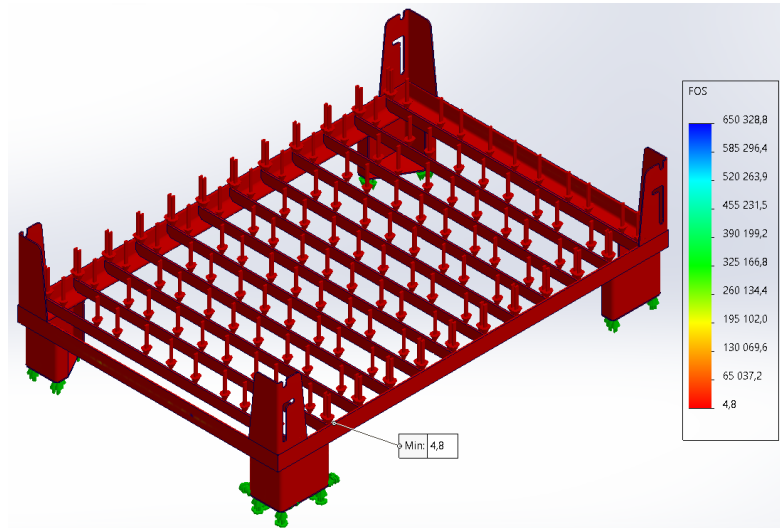


Рисунок 2.13 – Епюра значень коефіцієнта запасу міцності моделі ящика-піддона.

Для визначення областей основи ящика-піддона, які найефективніше сприймають навантаження, застосовано інструмент Design Insight (рис. 1.14) [18].

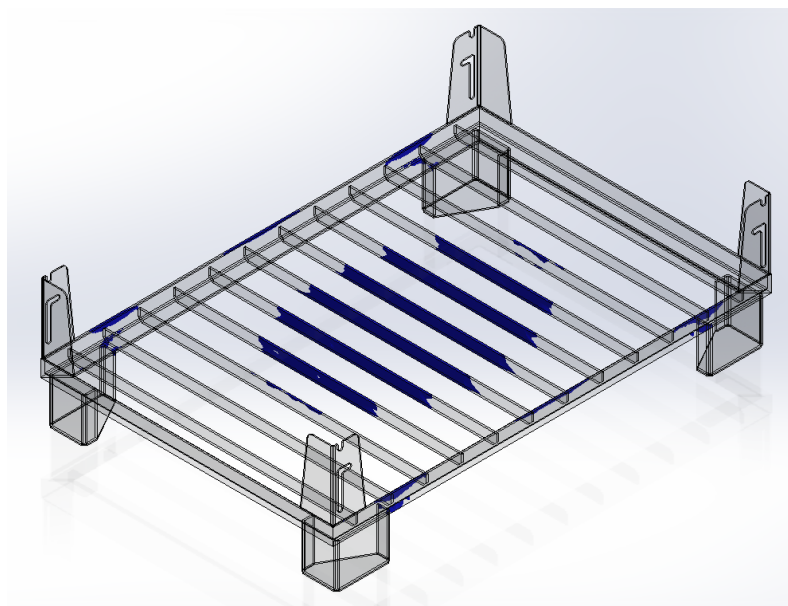


Рисунок 2.14 – Використання інструменту Design Insight.

Результати дослідження на міцність основи ящика-піддона подано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Результати міцнісного аналізу основи ящика-піддона

Параметр	Значення
Напруження, МПа	67
Переміщення, мм	1,5
Коефіцієнт запасу міцності	4,8

Таким чином, на підставі проведеного статичного дослідження на міцність в середовищі SolidWorks Simulation можна зробити висновок, що запас міцності конструкції, що становить 4,8, відповідає вимогам, які ставляться до обладнання підйомно-транспортної та складської сфери. Запропонована конструкція сітчастого ящика-піддона забезпечить безпечні умови праці та надійність експлуатації розробки у виробничих умовах.

3. ТЕХНОЛОГІЧНЯ ЧАСТИНА

У технологічній частині роботи розглянемо технологію виготовлення деталі «Замок фіксатора», який виготовлено з листового металу (рис. 3.1).

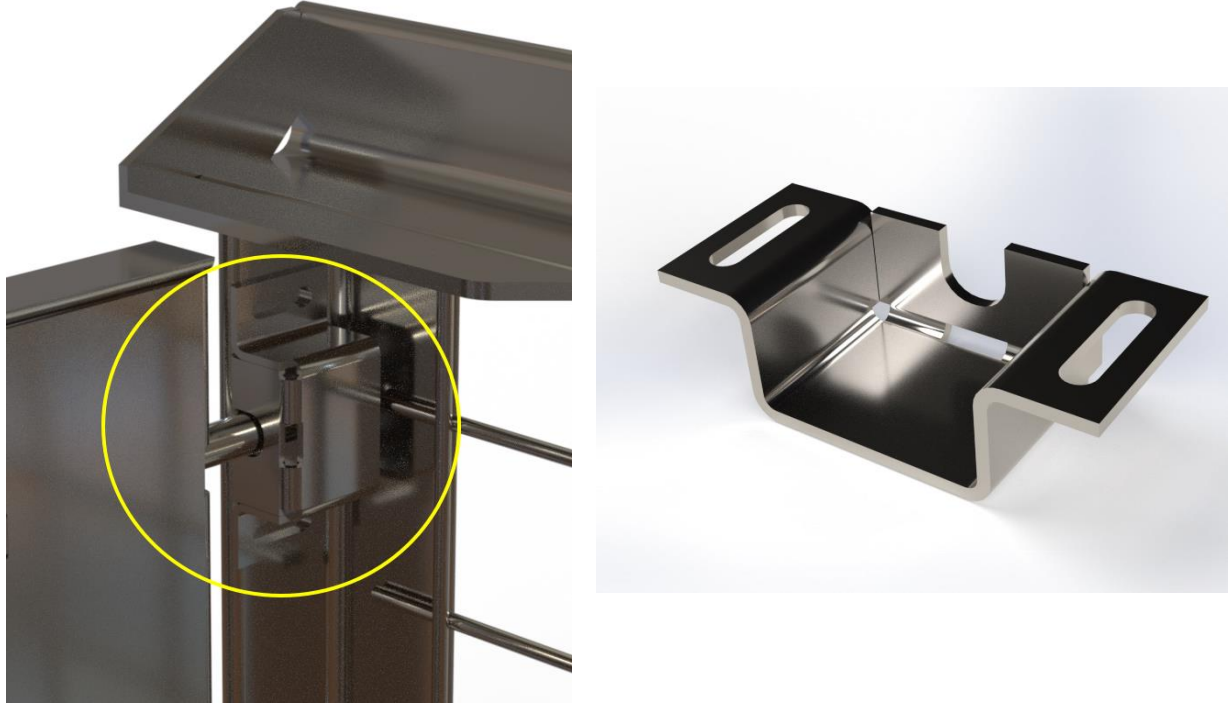


Рисунок 3.1 – Деталь «Замок фіксатора».

3.1. Вибір матеріалу деталі

«Замок фіксатора» виготовлено з конструкційної вуглецевої якісної сталі 08Ю. З такої сталі виготовляють деталі з листового прокату методом штампування. Вона відповідає вимогам стандарту ДСТУ 7808. Хімічний склад сталі 08Ю подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Хімічний склад сталі 08Ю згідно з ДСТУ 7808, %

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>
≤0,10	≤0,03	0,25-0,45	≤0,030	≤0,025	≤0,10	≤0,15	≤0,20	0,02 - 0,08

Листовий прокат зі сталі 08Ю має такі механічні властивості:

Категорія – 4.

Тимчасовий опір – не більше 360 Н/мм².

Границя текучості – 265, Н/мм².

Відносне подовження – $\delta_5=36\%$.

Твердість НВ – не більше 118.

3.2. Схема технологічного процесу

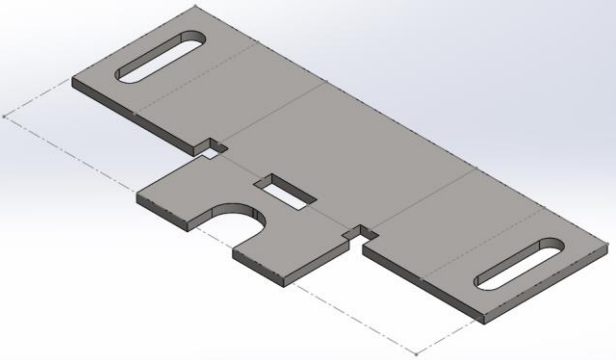
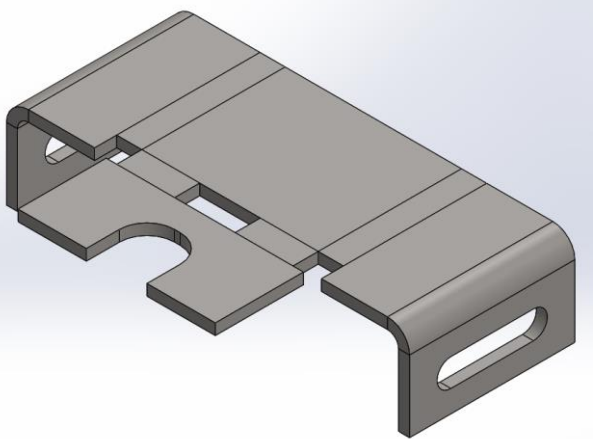
Деталь штамнують зі смуги товщиною 2 мм; зі сталі 08Ю.

Для штампування підібрано прес БВК-250, що працює спільно із системою автоматизації, на якому виконуються всі операції.

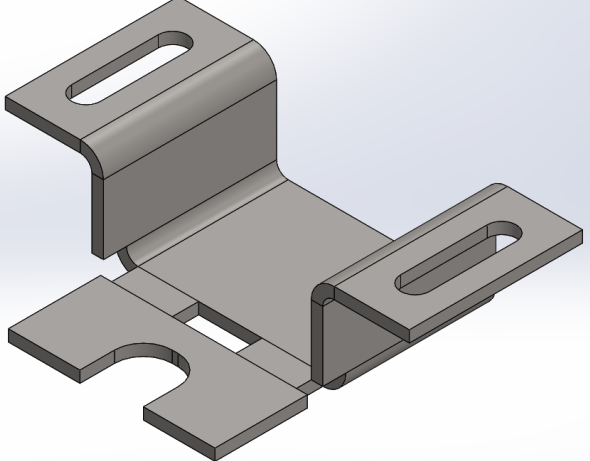
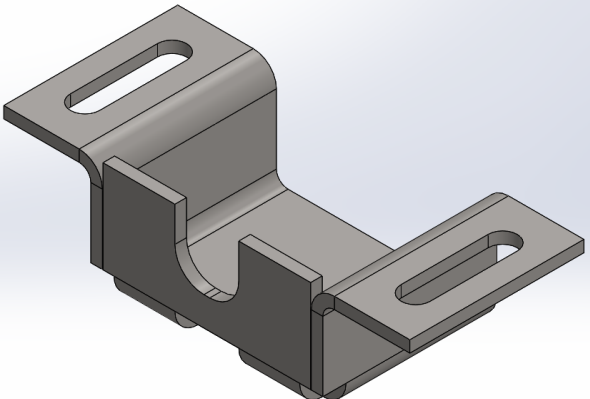
Схему технологічного процесу подано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Схема технологічного процесу

№ операції	Зміст операції	Результат операції
1	2	3
Операція 10:	Вирубання пазів. На цій операції здійснюється підрізування смуги, забираються нерівності та задири. Встановлюється пристрій контролю.	
Операція 20:	Гнуття заготовки	

Продовження табл. 3.2.

Операція 30:	Гнуття заготовки	
Операція 40:	Гнуття заготовки	
Операція 50	Вирубвання перемички та відділення заготовки від смуги	

З використанням інструментів аналізу САПР SolidWorks було визначено розміри заготовки (рис. 3.2). Розгортку моделі виконано в додатку «Sheet Metal». Вимірявши розгорнуту модель вздовж отримали її довжину рівну 100,29 мм.

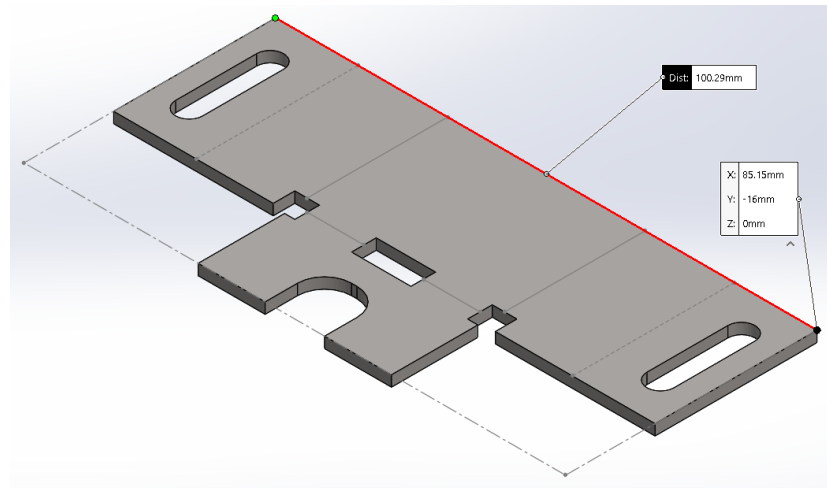


Рисунок 3.2 – Визначення довжини заготовки.

Від правильного розміру перемички залежить економічність розкрою. Перемички мають бути достатньо міцними та жорсткими, для подачі матеріалу. Відштовхуючись від значення товщини матеріалу ($S=2$ мм), обираємо перемички 3.3 мм із двох сторін – для виправлення можливих дефектів. Тоді, ширина стрічки становитиме:

$$L=100,29+2\cdot 3,3=106,89 \text{ мм.}$$

Вимірявши розгорнуту модель у поперечному напрямку (рис. 3.3) отримали її ширину, яка рівна 46,57 мм.

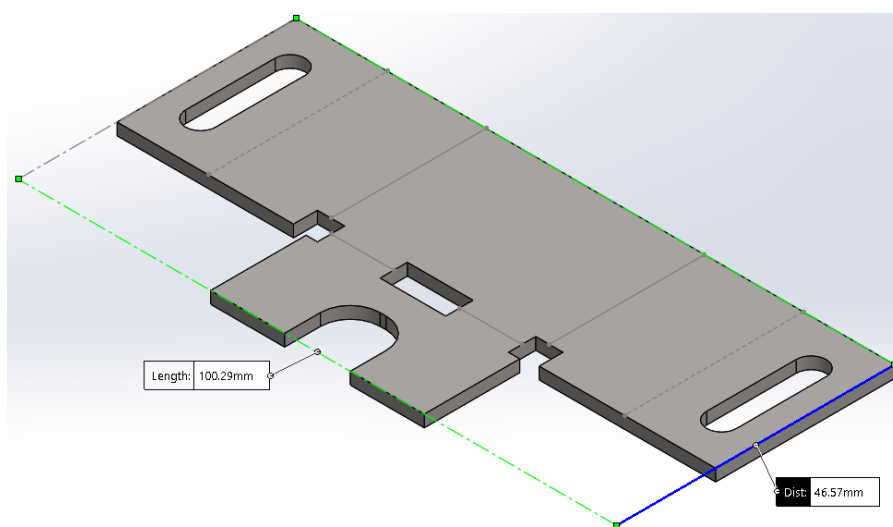


Рисунок 3.3 – Визначення ширини заготовки

Тоді ширина рівна:

$$L=46,57+2 \times 3,3=53,17 \text{ мм.}$$

3.3. Розрахунок енергосилових параметрів штампування

Проектний технологічний процес включає такі операції:

1. Вирубівання пазів;
2. Гнуття заготовки;
3. Гнуття заготовки;
4. Гнуття заготовки;
5. Вирубівання перемички.

Визначимо зусилля для пробивання паза:

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{зр} \cdot k \quad (3.1)$$

де $k = 1,2$ – коефіцієнт запасу;

S – товщина матеріалу;

L – це довжина контуру, що вирубівується;

$\sigma_{зр}$ – опір зрізу $\sigma_{зр}=25 \text{ кгс/мм}^2$.

Зусилля для пробивання паза шириною 11 мм маємо:

$$P_1 = 23 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 1,38 \text{ кН.}$$

Зусилля для пробивання двох пазів шириною 5 мм маємо:

$$P_2 = 2 \cdot 45,7 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 5,48 \text{ кН.}$$

Зусилля для пробивання паза $11 \times 4,57$ маємо:

$$P_3 = 31,14 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 1,87 \text{ кН.}$$

Зусилля для пробивання двох пазів $4,57 \times 4,57$ маємо:

$$P_4 = 2 \cdot 18,28 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 2,19 \text{ кН.}$$

Знаходимо зусилля підрізання смуги за формулою 3.1:

$$P_5 = 106,89 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 6,43 \text{ кН.}$$

$$P_6 = 53,17 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 3,19 \text{ кН.}$$

Визначимо сумарне зусилля:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 \quad (3.2)$$

$$P_{\Sigma} = 1,38+5,48+1,87+2,19+6,43+3,19=20,54 \text{ кН.}$$

Визначимо зусилля зняття стрічки з пуансона

$$P_{\text{зн}} = k_{\text{зн}} \cdot P, \quad (3.3)$$

де P – повне зусилля вирубки;

$$k_{\text{зн}} = 0,12.$$

$$P_{\text{зн}} = 0,12 \cdot 20,54 = 2,47 \text{ кН.}$$

Визначимо зусилля проштовхування:

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} \cdot P \cdot n, \quad (3.4)$$

$k_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, співвідношення між P і $P_{\text{пр}}$, $k_{\text{пр}} = 0,06$.

$$P_{\text{пр}} = 0,06 \cdot 20,54 \cdot 5 = 6,16 \text{ кН}$$

$$P_{\text{заг}} = P_{\Sigma} + P_{\text{зн}} + P_{\text{пр}} = 20,54 + 2,47 + 6,16 = 29,17 \text{ кН}$$

Робота різання під час пробивання:

$$A = x \cdot P \cdot S / 1000, \quad (3.5)$$

x – коефіцієнт, співвідношення P та $P_{\text{зр}}$

$$x = P_{\text{зр}}/P.$$

$$A = 0,65 \cdot 29170 \cdot 2 / 1000 = 37,92 \text{ Дж}$$

Визначимо зусилля для гнуття:

$$P_{\text{1гн}} = 2,5 \cdot k \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{\text{в}} \quad (3.6)$$

$$P_{\text{1гн}} = 2 \cdot 2,5 \cdot 0,16 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 300 = 14,4 \text{ кН}$$

$$P_{\text{2гн}} = 2 \cdot 2,5 \cdot 0,16 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 300 = 14,4 \text{ кН}$$

$$P_{\text{3гн}} = 2,5 \cdot 0,16 \cdot 35,8 \cdot 2 \cdot 300 = 8,6 \text{ кН}$$

Визначимо роботу для гнуття:

$$A = x \cdot P \cdot h / 1000, \quad (3.7)$$

де h – довжина ребра гнуття.

$$A_{\text{1гн}} = (0,65 \cdot 14400 \cdot 30) / 1000 = 0,28 \text{ кДж.}$$

$$A_{\text{2гн}} = (0,65 \cdot 14400 \cdot 30) / 1000 = 0,28 \text{ кДж.}$$

$$A_{\text{3гн}} = (0,65 \cdot 8600 \cdot 35,8) / 1000 = 0,2 \text{ кДж.}$$

Визначимо зусилля для вирубування перемичок:

$$P_{\text{пер}} = 128 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 25 = 76 \text{ кН}$$

Визначимо зусилля для зняття:

$$P_{\text{зн}} = 0,08 \cdot 76 = 6,08 \text{ кН.}$$

Визначимо зусилля для прошовхування:

$$P_{\text{пр}} = 0,07 \cdot 76 \cdot 1 = 5,32 \text{ кН}$$

$$P_{\text{заг}} = 76 + 6,08 + 5,32 = 87,4 \text{ кН}$$

Сумарне зусилля технологічного процесу:

$$P_{\Sigma} = 29,17 + 14,4 + 14,4 + 8,6 + 87,4 = 153,97 \text{ кН.}$$

Сумарна робота технологічного процесу:

$$A_{\Sigma} = 0,038 + 0,28 + 0,28 + 0,2 = 0,8 \text{ кДж.}$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ДОВКІЛЛЯ

Враховуючи те, що в технологічній частині роботи описано технологію виготовлення деталі «Замок фіксатора», яка передбачає застосування преса, то в цьому розділі основну увагу звернемо на заходи безпеки під час роботи з пресами.

4.1. Загальні вимоги охорони праці

До роботи на пресах допускаються особи віком від 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці, навчені безпечним методам роботи та перевірили знання в атестаційній комісії.

Працівники зобов'язані щокварталу проходити повторний інструктаж з охорони праці за професією та видами виконуваної роботи, чергову перевірку знань – щорічно.

Працівники забезпечуються спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту, відповідно до чинних норм (костюм бавовняний, окуляри захисні, черевики шкіряні з металевим носком, рукавиці комбіновані).

У процесі виконання робіт на пресах на працівника можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- ураження електричним струмом;
- знижена освітленість на робочому місці;
- шум та вібрація;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- підвищена температура повітря робочої зони;
- пожежонебезпечність;
- обертові елементи обладнання;
- задирки, стружка, що розлітається, гострі кромки матеріалу;
- падіння інструменту, пристроїв, механізмів преса, деталей, що виготовляються.

Робітники повинні дотримуватися норм підйому та переміщення вантажу вручну. Разова норма маси вантажу, що піднімається і переміщується, вручну до двох разів на годину при чергуванні з іншою роботою складає:

- для чоловіків – до 30 кг;
- для жінок – до 10 кг;

Механізми обладнання, що становлять небезпеку для працівників, повинні бути огорожені знімними відкидними або розсувними огорожами (кожухами) з пристроями, що блокують, що забезпечують зупинку обладнання при зніманні або відкриванні огорожі і неможливість пуску при відкритій огорожі.

Обертальні частини обладнання, розташовані на висоті нижче 2,5 м від рівня підлоги або робочих майданчиків, повинні бути обладнані суцільними або сітчастими огорожами.

Усі пускові пристрої повинні мати написи, що вказують на їх призначення.

На маховиках мають бути стрілки – вказівники напрямку обертання.

Механізми дворучного керування повинні бути огорожені або розташовані так, щоб унеможлиблювалося їх випадкове натискання, важелі керування повинні мати фіксатори, а ножні педалі керування – огорожені з трьох сторін.

Електроустаткування, що має відкриті струмопровідні частини, повинно бути розміщене всередині шаф з дверима, що замикаються, або закриті захисними заземленими кожухами при розміщенні в доступних для людей місцях.

Дворучне керування обладнання повинно забезпечувати включення ходу тільки при одночасному натисканні механізмів керування (пускові кнопки, важелі тощо) з неузгодженістю не більше 0,5 с.

Струмopрoвідні частини обладнання, що є джерелом небезпеки, повинні бути надійно ізолювані або захищені або перебувати в недоступних для людей місцях.

Преси повинні бути обладнані з'єднувальними пристроями, що замикаються, для відключення електродвигуна під час простою або перерви в роботі.

Інструмент повинен перебувати в спеціальних інструментальних шафах, столиках, розташованих поруч із обладнанням або всередині його, якщо це є зручним, безпечним і передбачається конструкцією.

Працівники зобов'язані дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку та заходів пожежної безпеки. Забороняється на території підприємства розпиття спиртних напоїв та перебування у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння. Курити дозволяється лише у суворо відведених місцях.

При нещасному випадку негайно надати першу допомогу потерпілому і за необхідності організувати доставку їх у лікувальну установу, зберегти обстановку якою була на момент події на початок розслідування нещасного випадку, якщо це загрожує життю та здоров'ю оточуючих працівників і створює аварійної ситуації.

Порушення вимог цієї інструкції та інших інструкцій з охорони праці тягне за собою застосування заходів дисциплінарного впливу. При порушеннях, які тягнуть за собою нещасні випадки з людьми чи інші тяжкі наслідки, порушники можуть бути притягнуті до адміністративної, матеріальної чи кримінальної відповідальності відповідно до законодавства України.

4.2. Вимоги охорони праці перед початком роботи

Отримати від керівника робіт завдання та інструктаж про безпечні методи виконання дорученої роботи.

Одягти спецодяг, спецвзуття та ЗІЗ, застебнути, волосся прибрати під головний убір.

Оглянути робоче місце, проходи, переконатись у відсутності сторонніх предметів.

Перевірити наявність та справність обладнання, механізмів керування, інструменту, пристроїв, захисних пристроїв, захисних огорож, заземлення, блокувальних пристроїв.

Перевірити достатність освітлення на робочому місці, при цьому світло не повинне зліпити.

Про всі виявлені недоліки негайно повідомити майстра і до усунення порушень до роботи не починати.

4.3. Вимоги охорони праці під час роботи

За виконання робіт на пресах працівник зобов'язаний здійснювати регулярний контроль надійності кріплення штампів.

При встановленні оснастки обладнання працівник зобов'язаний вимкнути прес і вжити запобіжних заходів проти мимовільного опускання повзуна.

У процесі роботи робітник повинен стежити за станом елементів кріплення оснастки (шпонок, опорних поверхонь підштампових плит).

Штамповки, що застрягли у верхній або нижній вставці, видаляти тільки за допомогою зубила, не зміцненого термообробкою, і молотка. При цьому руки повинні бути поза небезпечною зоною.

Перед установкою, оснащення робітник повинен оглянути її відсутність дефектів (тріщин, сколів).

Забороняється заклинювати кнопку дворучного керування та виконувати роботи на пресі з однією кнопкою (важелем).

Забороняється виконувати будь-які роботи при знятому з преса захисному огороженні, а також працювати на несправному обладнанні.

При штампуванні деталей на пресі користуватися пінцетом та захисними окулярами.

Забороняється виконувати роботи на пресі без спецодягу та ЗІЗ.

Забороняється працювати в режимі одночасної роботи педалі та кнопками дворучного увімкнення.

Встановлення та знімання оснастки та пристроїв, прибирання, змащення, чищення обладнання, зміна інструменту, регулювання упорів, притисків, запобіжних та захисних пристроїв та інші роботи повинні проводитися тільки при відключеному електродвигуні установки та після повного зупинення обертових та рухомих частин обладнання.

Оглянути силову електропроводку, проводи захисного заземлення, переконається в їхній справності. Відрегулювати місцеве освітлення так, щоб робоча зона була добре освітлена, і світло не зліпило очі. Лампи місцевого освітлення повинні живитися напругою до 42 В.

Усі операції з металом проводити лише у справних рукавицях.

Забороняється вводити руки в простір між пуансоном і матрицею, а також проводити штампування матеріалу більшою завтовшки, ніж дозволено паспортом обладнання.

4.4. Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях

Негайно припинити роботу у разі ситуацій, які можуть призвести до аварії або нещасних випадків, відключити використовуване обладнання.

При виникненні пожежі, спалаху необхідно негайно повідомити пожежну охорону за телефоном 101, повідомити керівництво та розпочати гасіння вогнища пожежі наявними засобами пожежогасіння.

У разі нещасного випадку працівник повинен надати першу медичну допомогу потерпілому, викликати швидку медичну допомогу за телефоном 103, повідомити адміністрацію про нещасний випадок, наскільки можна зберегти обстановку до розслідування причин того, що сталося, якщо це не призведе до аварії або травмування інших людей.

4.5. Вимоги охорони праці після закінчення робіт

Вимкнути обладнання.

Упорядкувати робоче місце.

Інструменти та спецодяг упорядкувати і прибрати в місця зберігання.

Повідомити майстра про виконання роботи, а також про виявлені зауваження, помічені у процесі роботи з обладнанням.

Вимити руки з милом.

4.6. Охорона довкілля під час штампування деталей

Заходи з охорони навколишнього середовища у штампувальному виробництві визначаються його специфікою: цехи цього виробництва відносяться до об'єктів, які активно впливають на навколишнє середовище. Робота обладнання та виконання технологічних процесів кування та штампування супроводжуються виділенням великої кількості теплоти, газів, шумом та вібраціями. Теплоту виділяють печі, гарячі заготовки, поковки, нагріта при охолодженні обладнання вода; молоти при деформуванні металу створюють великий шум та викликають вібрацію ґрунту.

Робота полум'яних печей неминуче пов'язана з викидом в атмосферу продуктів згоряння. Разом з відпрацьованими газами та водою в атмосферу та стічні води потрапляють шкідливі відходи, до яких належать чадний газ CO, вуглекислий газ CO₂, пил, сажа, мінеральні масла та ін.

Відповідно до існуючих вимог щодо охорони природи сучасні заводи оснащуються засобами очищення від шкідливих домішок у стічних водах та газах, що відходять. Відпрацьована вода після обробки в цехових первинних відстійниках каналізації прямує на очисні споруди заводу. Очищення здійснюють різними способами – механічним, хімічним, фізико-хімічним та біологічним. Очищення механічним способом проводиться з допомогою решіток, фільтрів, відстійників, центрифуг та інших. Відстійники служать осадження механічних частинок, що у стічній воді. Для видалення з води забруднень у вигляді нафтопродуктів встановлюють нафтовик з

фільтраційними камерами. Хімічний спосіб застосовують для обробки води із стоків травильних відділень; він полягає в нейтралізації лугів та кислот, що використовуються при очищенні поковок. Фізико-хімічний спосіб очищення заснований на таких процесах, як випарювання, кристалізація, адсорбція та ін. Біологічний спосіб очищення полягає у фільтрації, обробці в біологічних ставках та біологічних фільтрах.

Вибір способу очищення та потужність очисних споруд залежать від технологічних процесів, виду та кількості відходів, концентрації в них домішок. Очищення стічних вод слід поєднувати із системою водопостачання по замкнутому циклу. Очищення відпрацьованих газів повинно запобігати забрудненню повітряного басейну. Для зменшення вмісту шкідливих домішок у газах, що відходять, і пилу у молотів і пресів використовують установки місцевої вентиляції, герметизацію печей і т.д. Для збору пилу застосовують пилоосаджувальні камери, фільтри різних конструкцій та пиловідділювачі (відцентрові, інерційні, електростатичні та ін.). Під час розробки засобів захисту довкілля від шкідливих відходів виробництва одночасно вирішуються питання утилізації та використання уловленого пилу, нафтопродуктів, газів, а також використання теплоти газів, що відходять, та гарячої води для опалення побутових, адміністративних будівель тощо. Так як земля, її надра, води, ліси і тваринний світ як елементи природного середовища є всенародним надбанням, у боротьбі за їх охорону має брати участь кожен інженер.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Складемо кошторис витрат матеріалу на виготовлення сітчастого ящика-піддона. Перелік та вартість основних і комплектуючих матеріалів наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Вартість основних матеріалів та комплектуючих виробів ящика-піддона

Назва	Ціна, грн	Кількість, м (м ² , шт, кг)	Всього, грн
Кутник 45×45×6	110,5	5 м	552,5
Кутник 40×40×4	88	4,8 м	422,4
Кутник 30×20×4	60	5,8 м	348
Лист холоднокатаний 08Ю	190	0,5 м ²	95
Смуга 30×5	34,8	9,5 м	330,6
Пруток Ø4 мм	4,3	118 м	507,4
Петлі	125	4 шт	500
Матеріали деталей, Ст 3	38,3	1,23 кг	47,109
Всього:			2803

Повна вартість матеріалів C_{Π} , необхідних для виготовлення дезінфектора, становить:

$$C_{\Pi} = 2803 \text{ грн.}$$

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційній виконано аналіз складського обладнання і транспортної тари. Проаналізовано конструкції палетів різних типів, а також різного типу стелажів для зберігання продукції. Виконано огляд та аналіз конструкцій сітчастих ємкостей і сітчастої тари. Встановлено переваги та недоліки кожного з перелічених видів складського обладнання і тари.

Запропоновано конструкцію сітчастого ящика-піддона вантажопідйомністю до 250 кг. Запропонований у роботі сітчастий ящик-піддон можна використовувати для складування і транспортування дрібних і середніх за габаритами вантажів, а також для палетного зберігання вантажів чи продукції. Для зручності експлуатації продукції або товару ящик-піддон оснащено відкидним бортом. Відкидний борт сприяє оперативному, зручному й безперешкодному доступу до нього. Запропонований сітчастий ящик-піддон можна штабелювати висотою в три яруси. Це дозволяє заощадити значну частину складської площі. При штабелюванні навантаження на яруси залишається незмінним. Конструкція сітчастого ящика-піддона дає змогу використовувати його у супермаркетах, магазинах, на складах, в умовах виробничих цехів та дільниць, підприємств побутового обслуговування, складальних чи сортувальних ліній, логістичних центрах.

Проведено статичний аналіз міцності конструкції сітчастого ящика-піддона, на підставі якого встановлено числові значення напружень, які виникають в матеріалі конструкції, переміщень елементів конструкції, а також мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності. Так, за навантаження 250 кг максимальне значення напруження становить 67 МПа, переміщення – 1,5 мм, коефіцієнт запасу міцності – 4,8. Таким чином, запропонована конструкція сітчастого ящика-піддона забезпечить безпечні умови праці та надійність експлуатації розробки у виробничих умовах.

В технологічній частині описано технологію виготовлення деталі з листового матеріалу (деталь «Замок фіксатора»), визначено значення

енергосилових параметрів штампування, які становлять для вирубування – сила $P_{\Sigma}=153,97$ кН, сумарна робота технологічного процесу $A_{\Sigma}=0,8$ кДж.

В економічній частині виконано розрахунок вартості матеріалів для виготовлення дезінфектора, який включає вартість комплектуючих виробів для виготовлення дезінфектора та вартість основних матеріалів і сумарно складає 2803 грн.

В роботі розглянуто питання охорони праці та довкілля, розроблено вимоги з охорони праці в процесі виготовлення сітчастого ящика-піддона – перед початком роботи, під час роботи та після завершення робіт. Розроблено рекомендації стосовно заходів безпеки в аварійних ситуаціях.

На підставі одержаних у кваліфікаційній роботі результатів можна зробити висновок про актуальність запропонованої конструкції сітчастого ящика-піддона для використання його в складських приміщеннях, торговельних закладах, виробничих ділянках та цехах для зберігання виробів чи продукції мало- та середньогабаритних розмірів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. – К.: Либідь, 1995. 368 с.
2. Бутко Д. А., Луценков В. Л., Лехман С. Д. Практикум з охорони праці. – К.: Урожай, 1995. 144 с.
3. Ванін В. В., Блюк А. В., Гнітецька Г. О. Оформлення конструкторської документації : Навч. посібн. 4-те вид., випр. і доп. – К.: Каравела, 2012. 200с.
4. Гряник Г. М., Лехман С. Д. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. 272 с.
5. Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. Цивільна оборона. – Львів. : Афіша, 2001. 236 с.
6. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
7. ДСТУ ISO 128-1:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1. Передмова та покажчик понять стандартів ISO серії 128.
8. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, IDT).
9. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006. Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, IDT).
10. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. – Львів. : Афіша, 2000. 350 с.
11. Зворикін К. О., Гаєвський В. О. Виробництво зварних конструкцій: Практикум (Частина 1) : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізація «Технології та інжиніринг у зварюванні». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 114 с
12. Лехман С. Д., Врубльов В. І., Рябцев Б. І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – Київ. : Урожай, 1993. 270 с.
13. Літовченко П. І. Технологія конструкційних матеріалів : навч. посіб. / П. І. Літовченко, Л. П. Іванова. – Х. : НА НГУ, 2016. – 306 с. : іл.

14. Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Курсове проектування. – Львів : Новий світ-2000, 2006. 252 с.
15. Основи конструювання упаковок: конспект лекцій, р.2, з «Навчальної дисципліни з основ конструювання упаковок»; для студ. інженерно-хімічного факультету денної форми навчання [Електронний ресурс]: конспект лекцій /– К. : «КПІ ім. І. Сікорського», 2017. – 54с.
16. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин – Львів: Афіша, 2003. 560 с.
17. Пахолюк А. П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / А. П. Пахолюк, О. А. Пахолюк. – Львів : Світ, 2005. – 172 с.
18. Стукалець І. Г. Основи інженерного аналізу технічних об'єктів. Курс лекцій для студентів інженерних спеціальностей. Львів : ЛНУП, 2022. 109 с.
19. Стукалець І. Г., Швець О. П. Методичні рекомендації до оформлення графічної частини кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» для студентів факультету механіки та енергетики за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». Львів : ЛНАУ, 2021. 62 с.
20. Стукалець І. Г., Березовецький С. А., Баранович С. М. «Оформлення робочих креслеників складальних одиниць». Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи з дисципліни інженерна та комп'ютерна графіка. Львів : ЛНАУ – 2017 р. 29 с.
21. Устюгов І. І. Деталі машин. – К.: Вища школа, 1984. 400 с.
22. Швець О. П., Стукалець І. Г. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». Львів : ЛНУП, 2023. 56 с.