

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**  
**ЗАОЧНОЇ ТА ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ**  
**КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему **«Розроблення конструкції безконтактного механічного дезінфектора»**

Виконав: студент II курсу групи Маш-33зсп

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)

Ілля ВІДЛИВАНІЙ  
(Ім'я та прізвище)

Керівник:

Ігор СТУКАЛЕЦЬ  
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**НАВАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА**  
**ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ**  
**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

**Відливаному Іллі Петровичу**

1. Тема роботи: **«Розроблення конструкції безконтактного механічного дезінфектора»**

Керівник роботи: Стукалець Ігор Геннадійович, к. т. н., в. о. доцента

Затверджена наказом по університету від 25.04.2023 року № 118/к-с.

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 3.10.2023 року

3. Вихідні дані: довідкова література, ДСТУ, ISO.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Аналіз стану питання на практиці.

2. Конструкторська частина.

3. Технологічна частина.

4. Охорона праці і довкілля.

5. Економічна частина.

Висновки і пропозиції.

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Аналіз конструкцій дезінфекторів – 1-ий аркуш.

2. Дезінфектор безконтактний механічний (вид загальний + візуалізація) – 2-ий аркуш.

3. Дезінфектор безконтактний механічний (складальний кресленник) – 3-ій аркуш.

4. Робочі кресленики елементів конструкції дезінфектора – 4-ий арк.

5. Результати міцнісного аналізу елементів конструкції дезінфектора – 5-ий арк.

6. Результати аналізу втрати стійкості елементів конструкції дезінфектора – 6-ий арк.

#### 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., в. о. доц. кафедри машинобудування			
4	Іван ГОРОДЕЦЬКИЙ, к. т. н., доцент кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 25.04.2023 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Виконання розділу: «Аналіз стану питання на практиці»</i>	26.04.23-12.05.23	
2.	<i>Виконання розділу: «Конструкторська частина»</i>	15.05.23-2.06.23	
3.	<i>Виконання розділу: «Технологічна частина»</i>	5.06.23-14.06.23	
4.	<i>Виконання розділу: «Охорона праці і довкілля»</i>	15.06.23-23.06.23	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	1.09.23-15.09.23	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Завершення роботи в цілому</i>	17.09.23-2.10.23	

Студент \_\_\_\_\_ Ілля ВІДЛИВАНИЙ  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Ігор СТУКАЛЕЦЬ  
(підпис)

УДК 628.58

Розроблення конструкції безконтактного механічного дезінфектора.

Відливаний Ілля Петрович – Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

Кваліфікаційна робота: 61 с. текст. част., 36 рис., 6 табл., 23 джерела, 6 арк. формату А1.

Проаналізовано конструкції дезінфекторів та дозаторів дезінфікуючих засобів, виконано аналіз принципу їхньої роботи; зокрема дезінфекторів безконтактної дії.

Запронововано конструкцію безконтактного механічного дезінфектора, який приводиться в дію натисканням на педаль, що дозволяє уникнути контакту рук з елементами конструкції дезінфектора та ємкості з дезінфікуючим засобом.

Виконано інженерний аналіз елементів конструкції дезінфектора у середовищі SOLIDWORKS SIMULATION, який полягав в аналізі міцності та на втрати стійкості елементів конструкції. Розраховано вартість комплектуючих виробів та матеріалів, необхідних для виготовлення дезінфектора запропонованої конструкції.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ НА ПРАКТИЦІ .....	8
1.1.Дезінфекція та її методи .....	8
1.2.Засоби дезінфекції.....	10
1.3.Вибір оптимального типу дезінфікуючого засобу .....	11
1.4.Помилки в практиці гігієни рук.....	14
1.5.Аналіз дозаторів для дезінфікуючих засобів.....	17
2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	25
2.1.Опис конструкції дезінфектора.....	25
2.2.Компонування елементів конструкції дезінфектора та аналіз руху в <i>SOLIDWORKS MOTION</i> .....	29
2.3.Моделювання елементів конструкції в середовищі <i>SOLIDWORKS</i> .....	33
2.4.Аналіз міцності елементів конструкції дезінфектора в середовищі <i>SOLIDWORKS SIMULATION</i> .....	37
2.5.Аналіз втрати стійкості конструкції дезінфектора в середовищі <i>SOLIDWORKS SIMULATION</i> .....	40
3. ТЕХНОЛОГІЧНЯ ЧАСТИНА.....	42
3.1.Вибір матеріалу деталі.....	42
3.2.Схема технологічного процесу .....	43
3.3.Розрахунок енергосилових параметрів штампування .....	46
4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ДОВКІЛЛЯ .....	49
4.1.Загальні вимоги охорони праці.....	49
4.2.Вимоги охорони праці перед початком роботи .....	51
4.3.Вимоги охорони праці під час роботи.....	52

	6
4.4.Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях .....	53
4.5.Вимоги охорони праці після закінчення робіт .....	54
4.6.Охорона довкілля під час штампування деталей.....	54
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	56
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ .....	58
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	60

## ВСТУП

Одним із можливих шляхів зараження людини вірусними інфекціями є контакт з поверхнею предметів, що містять життєздатний вірус. При недотриманні рекомендацій для запобігання розповсюдженню інфекцій зараження може статися через контакт забруднених рук зі слизовими оболонками носа, очей та рота. У свою чергу, забруднення поверхонь предметів головним чином відбувається в результаті виділення зараженою людиною вірусних частинок при диханні, чханні і кашлі.

Гігієна рук – це основа профілактики інфекцій, що передаються контактним шляхом. Захищатись від вірусів та бактерій допомагає миття рук або обробка дезінфікуючим засобом для рук.

Це пояснює необхідність встановлювати апарати для дезінфекції рук у громадських місцях.

Апарати для дезінфекції рук сьогодні активно застосовуються у місцях скупчення людей: навчальні заклади, медичні установи, торговельні центри, виробничі приміщення. Також прийнято розміщувати дезінфікуючі засоби в кафе, кінотеатрах, музеях. Такі апарати в готелях, фітнес-клубах, салонах краси не лише допомагають підтримувати гігієну, а й демонструють клієнтам турботу про їхнє здоров'я з боку керівника. Апарати для дезінфекції рук поступово стають необхідністю для комерційних та некомерційних організацій.

## 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ НА ПРАКТИЦІ

### 1.1. Дезінфекція та її методи

Давно не новина, що через пандемію коронавірусу різко зріс попит на антисептики та засоби гігієни. Проводити дезінфекцію рук для багатьох стає звичкою – що, безперечно, похвально! Варто відзначити, що якщо є вибір між милом і санітайзером, краще віддати перевагу першому. Експерти ВООЗ називають регулярне миття рук із милом профілактичним заходом номер один. У ситуаціях, коли використовувати мило немає можливості, стане в нагоді засіб для знезараження рук. Воно може бути в будь-якому форматі, важливо лише щоб відсоток спирту у складі був не нижче 60%. Тому для дезінфекції не підходить горілка або інший міцний алкоголь – проти коронавірусу він неефективний.

Антисептики – засоби природного, синтетичного або біотехнологічного походження, що мають мікробостатичну і мікробоцидну активність, та використовуються самостійно або разом в комплексі з іншими антисептичними заходами.

Антисептик для рук, санітайзер – це дезінфікуючий засіб, який застосовується у сфері медичного обслуговування з метою запобігання передачі патогенних мікроорганізмів, а також дотримання правил гігієни рук. Його можна використовувати в місцях, коли умивальник та мило не доступні, як доповнення чи альтернатива миттю рук із милом та водою або як етап обробки рук медичного персоналу. Випускається у формі розчину, гелю, піни. Спиртовмісні антисептики вважаються ефективнішим засобом для знищення мікроорганізмів, ніж мило, і менше сушать шкіру рук.

Сьогодні на тлі наслідків поширення коронавірусної інфекції застосування антисептиків вийшло далеко за межі сфери медичного обслуговування.

Дезінфекція – є комплексом спеціальних заходів, які спрямовані на знищення шкідливих мікроорганізмів та збудників інфекційних захворювань.



Сьогодні для проведення дезінфекційних робіт використовують різноманітне обладнання та засоби. Зокрема, це використання дезінфектантів бактерицидної, віруліцидної та фунгіцидної дії [23].

#### *Методи дезінфекції.*

- Фізичний метод, в основі якого лежить термообробка. Тобто, для знищення шкідливих мікроорганізмів та вірусів використовується дія ультрафіолетового опромінення, кип'ятіння тощо.
- Механічний метод полягає у вологому прибиранні або прибиранні пилососом, фільтрації води та повітря, митті рук та предметів. Але варто зауважити, що механічна дезінфекція виконує лише допоміжну функцію, тобто не знищує віруси та мікроби в цілому.
- Хімічний метод є найбільш ефективним у боротьбі з патогенними мікроорганізмами на будь-яких поверхнях та предметах, адже в їх основі лежить використання різноманітних хімічних речовин та їхніх сполук, які мають антимікробну активність широкого спектру, добре розчиняються у воді, є безпечними для людей та навколишнього середовища, а також мають не різкий запах.

В основі комбінованого методу є поєднання декількох методів дезінфекції, які застосовуються одночасно.

Насамперед необхідно видалити віруси зі шкірного покриву, тому обробці та очищенню рук, на яких є велика кількість складок, потрібно приділяти особливу увагу. Мало просто мити руки, необхідно використовувати мило та ефективні дезінфікуючі засоби та виконувати обробку рук протягом тривалого терміну, не менше 30-40 секунд. Якщо потрібна ідеальна стерильність шкірних покривів, зручно використовувати безконтактні диспенсери для дезінфекції рук. З ними не здійснюється контакт рук із іншими поверхнями, від яких можна повторно забруднити шкіру. Безконтактні диспенсери розпорошують достатню кількість засобу для обробки рук, вони зручні, практичні, функціональні.

Дезінфекція буває кількох видів, кожен із яких дозволяє очистити шкірний покрив від патогенних мікроорганізмів.

Звичайне миття за допомогою мила. Це стандартна процедура для кожної людини.

Дезінфекція рук гігієнічна, із застосуванням спеціальних щіток та антисептиків.

Хірургічна – обробка антисептиком не тільки кистей рук, а й передпліч. Цей метод є обов'язковим для хірургів перед проведенням операцій. Може застосовуватись і в деяких інших випадках, коли потрібна виняткова гігієнічність [23].

## **1.2. Засоби дезінфекції**

### *Гель для дезінфекції рук.*

Одним із найпопулярніших засобів є гелі для дезінфекції рук. Гель, розфасований по міні-флаконах, зручно носити із собою та обробляти їм шкіру та поверхні, з якими контактує людина. ВООЗ підкреслює, що проти COVID-19 ефективні лише засоби на основі спирту, причому його вміст не повинен бути меншим за 60-70%.

Крім спирту до складу гелю для знезараження рук зазвичай входять і зволожуючі компоненти, які допомагають заповнити запас вологи в шкірі – наприклад, гліцерин або гель алое. Також виробники додають різні аромати, щоб нейтралізувати різкий запах спирту. Приготувати гель для дезінфекції рук можна самостійно, правда, його ефективність, ймовірно, буде нижчою за ті, що продаються в аптеці.

### *Розчин для спиртової дезінфекції рук.*

За відсутності можливості помити руки з милом стане в нагоді «кишеньковий» антисептик. Якщо не можна купити санітайзер у магазині або аптеці, його можна приготувати в домашніх умовах і налити у маленький флакон для дорожньої косметички. Простий рецепт спиртового розчину для знезараження рук, який зручно використовувати у форматі спрею:

- етиловий спирт 96%;
- перекис водню 3%;
- гліцерин 98%;
- охолоджена кип'ячена вода.

Усі компоненти потрібно змішувати до отримання однорідної рідини. В ідеалі потрібно залишити антисептик «настоятися» протягом 72 годин. Таким чином, дезінфікуючі компоненти встигнуть убити бактерії, які могли потрапити у флакон під час приготування. Розчин можна використовувати для спиртової дезінфекції рук та поверхонь – наприклад, можна протерти екран смартфона.

#### *Хлоргексидин для дезінфекції рук.*

Через зростання попиту на спиртові антисептики часто порушується питання, чим можна їх замінити. Деякі пропонують використовувати хлоргексидин. Він доступний, є в кожній аптеці та вважається «золотим стандартом» універсальних антисептичних засобів. Але чи ефективний хлоргексидин у боротьбі з коронавірусом?

Хлоргексидин – це речовина, що має бактерицидну дію. Вбиває більшість грампозитивних та грамнегативних бактерій, а також деякі віруси, включаючи грип, гепатити, ентеровіруси. Хлоргексидин для дезінфекції рук часто використовується, як у побуті, так і під час проведення різних медичних маніпуляцій, хірургічних втручань. Добре підходить для обробки ран, запалень, осередків сепсису, застосовується для полоскання горла та ротової порожнини при стоматитах, гінгівітах, ларингітах.

Однак проти коронавірусу хлоргексидин не є ефективним. Всесвітня організація охорони здоров'я не включає його до списку антисептиків, які рекомендуються при пандемії COVID-19.

### **1.3. Вибір оптимального типу дезінфікуючого засобу**

Асортимент дезінфікуючих засобів для рук сьогодні включає такі продукти, як рідини, піни, антибактеріальне мило та аерозолі. Дезінфікуючі

гелі – приваблива альтернатива, що допомагає захиститись від інфекції, особливо під час епідемії.

Розглянемо склад дезінфікуючих гелів для рук. Основне завдання дезінфікуючих гелів – боротьба з вірусами та бактеріями, присутніми на шкірі та інших поверхнях. Ця функція забезпечується вмістом спирту, який є потужним та універсальним дезінфікуючим засобом. Концентрація спирту в окремих продуктах коливається від 60% до 70%. Склад дезінфікуючого гелю найчастіше включає етанол, ізопропіловий спирт або пропан-1-ол. Усі вони однаково добре вбивають патогени, спричиняючи денатурацію білкових оболонок вірусу.

Щоб щоденна гігієна не пересушувала та не дратувала шкіру, гелі для дезінфекції рук додатково містять захисні та пом'якшувальні речовини. До них відносяться, зокрема, гіалуронова кислота, гліцерин, екстракт алое, алантоїн, пантенол або інулін.

Крім того, багато засобів збагачені ароматами, що підвищують комфорт використання.

#### *Переваги гелів над іншими типами дезінфікуючих засобів.*

Найважливішою відмінністю гелів для дезінфекції рук є їх відносно густа консистенція. Вона полегшує нанесення гелю на руки та залишає на шкірі шар, який важко випадково стерти. У повсякденному використанні дезінфікуючий гель може виявитися ефективнішим, ніж інші засоби захисту. При використанні засобів у вигляді гелю легше витримувати необхідний час втирання дезінфікуючого засобу (близько 20 секунд). Також ризик випадково забруднити одяг або пролити миючий засіб.

Завдяки своїй густішій консистенції дезінфікуючі гелі також є найкращими носіями вищезгаданих захисних та пом'якшувальних речовин. В результаті вони полегшують підтримку належного рівня зволоження та регенерації рук. Після нанесення шкіра гладка і іноді навіть пахне приємно.

#### *Спосіб використання дезінфікуючого гелю для рук.*

Гель для дезінфекції рук дозволяє позбавитися мікроорганізмів без використання води. Його можна використовувати практично у будь-якій ситуації, коли потрібна дезінфекція рук.

Невелику кількість засобу слід видавити з упаковки, стискаючи її або використовуючи спеціальний дозатор. Потім двома долонями розподілити гель по всій поверхні шкіри. Дуже важливо не забувати про простори між пальцями. Гель слід втирати 20-30 секунд, після чого шкіра має самостійно висохнути.

Більшість доступних на ринку дезінфікуючих гелів підходять для щоденного багаторазового використання. Людям з більш чутливою шкірою варто використовувати засоби з додатковими властивостями, що доглядають за шкірою. Слід дотримуватись особливої обережності при дотику до обличчя після нанесення засобу – дезінфікуючі гелі в жодному разі не повинні потрапляти в очі або рот. Як правило, препарати не слід використовувати на подразнену чи травмовану шкіру.

#### *Ефективність дезінфікуючих гелів проти COVID-19.*

Офіційні рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я щодо захисту від поширення коронавірусу включають: носіння засобів захисту для носа та рота, вакцинацію за рекомендованою схемою, ретельне та часте миття рук з милом та водою. Дезінфікуючі гелі на спиртовій основі офіційно визнані найкращою альтернативою класичному миттю.

Однак існує принципова відмінність між засобами для дезінфекції поверхонь та препаратами для рук. Останні в ідеалі повинні містити близько 70% спирту, але не повинні включати в склад сильно подразнюючі речовини, такі як гіпохлорит натрію. На думку міжнародних експертів, більш висока концентрація спирту не гарантує більш ефективного захисту та може призвести до надмірного висихання та подразнення шкіри. Також не рекомендується поєднувати гелі на спиртовій основі з препаратами, що не містять спирт – результат, хоч як це парадоксально, може принести більше шкоди, ніж користі [23].

Дезінфікуючі гелі, зрозуміло, не захищають від вірусу у вигляді зважених у повітрі крапель. Однак спостереження показують, що більшість інфекцій виникає в результаті передачі збудника через руки в очі, рот або ніс. У цьому контексті дезінфекція рук у вигляді гелів, рідин або пін є однією з найефективніших форм обмеження розвитку епідемії – не лише COVID-19, а й інших сезонних інфекцій.

#### **1.4. Помилки в практиці гігієни рук**

У практиці гігієни рук часто мають місце так звані технічні помилки. Під технічними помилками розуміються усі некоректні дії та порушення, які допускають люди під час використання дезінфікуючих засобів, а особливо це стосується працівників закладів охорони здоров'я та фармації з початку безпосереднього здійснення тої чи іншої процедури обробки рук і до моменту, коли вони розпочинають оперативну, виробничу, гігієнічну діяльність. Це зумовлено тим, що в багатьох випадках ставляться особливі вимоги до стерильності.

Дослідження зазначених помилок показало, що найчастіше причиною їх виникнення є відсутність відповідних знань та навичок персоналу. У дослідженнях на цю тему було відмічено, що основна частина технічних помилок пов'язана з проведенням антисептики рук. Зокрема від 60% до 95% працівників закладів охорони здоров'я та фармації допускають пропуски при обробці рук антисептичними спиртовмісними засобами. Причиною тому є некоректний процес втирання спиртовмісних засобів, який часто-густо посилюється відсутністю підготовки персоналу до проведення процедури антисептики рук.

До групи технічних помилок віднесено всі некоректні дії та порушення, які допускають працівники закладів охорони здоров'я та фармації з початку безпосереднього здійснення тої чи іншої процедури обробки рук і до моменту, коли вони розпочинають оперативну, виробничу, гігієнічну діяльність.

*Некоректний відбір з дозатора засобу для обробки рук.*

Перша, зафіксована під час досліджень помилка допускається багатьма працівниками вже при відборі з дозатора засобів для миття, антисептики або захисту рук. Вона полягає в захопленні руками ліктювого важеля дозатора та в торканні руками зливного отвору флакона або дозуючого пристрою. Для запобігання передачі можливих збудників інфекцій, присутніх на руках одного працівника, через дозуючий пристрій на руки іншого МОЗ України в методичних рекомендаціях «Хірургічна та гігієнічна обробка рук медичного персоналу» рекомендує дотримуватися наступних правил:

- за можливості треба користуватися дозаторами, які мають ліктювий важіль, оскільки на ліктях зазвичай значно менше макроорганізмів, ніж на руках, саме тому торкання ліктювого важеля руками недопустиме;
- не можна торкатися руками випускного отвору дозатора, так само як і отвору кишенькового флакона (окрім передачі інфекції через руки користувачів це може стати причиною контамінації розчину у флаконі).

За необхідності видалення з випускного отвору дозатора краплини гігієнічного засобу або загуслого гелю, що залишилась після дозування (якщо дозатором не користувались якийсь час), фахівці рекомендують користуватися стерильним ватним тампоном або стерильною серветкою. Решту помилок поділено відповідно до виду гігієнічних процедур, що проводяться, а саме миття рук, антисептика рук, догляд та захист шкіри рук.

До однієї з типових помилок відноситься *відбір недостатньої кількості антисептичного засобу (зменшення порції)*.

Оскільки ретельне зволоження рук антисептичним засобом також є невід'ємною умовою їхньої якісної антисептики, будь-яка економія засобу вважається помилковою. Якщо раніше в сучасній світовій практиці гігієни рук існувала регламентація об'єму засобу для проведення однієї процедури антисептичної обробки рук, то тепер цей показник відсутній. Це зумовлено тим, що для кожного працівника кількість засобу, необхідного для втирання в руки, є індивідуальною і залежить від розміру його рук, стану шкіри, точності дозуючого пристрою, яким він користується тощо. Головне, щоб засобу

вистачило для ретельного змочування рук і підтримання їх вологими протягом усього часу експозиції. Так, ВООЗ при наданні медико-санітарної допомоги рекомендує для гігієнічної дезінфекції рук наступне: «Налити повну долоню дезінфекційного засобу для рук на спиртовій основі і покрити ним всю поверхню рук ... Втирати до повного висихання».

Хоча точний об'єм засобу для проведення однієї процедури антисептики рук суворо не регламентується, існуючі дослідження показали, що він не повинен бути меншим, ніж 3 мл. Було доведено, що обробка рук антисептичним засобом у кількості менше, ніж 3 мл, не забезпечує достатнього змочування рук антисептиком протягом усього часу експозиції або стає причиною скорочення часу експозиції. Показником закінчення достатнього змочування є значне збільшення опору при розтирання рук одна об одну. У свою чергу було доведено, що недостатнє змочування за рахунок економії антисептичного засобу призводить до критичного погіршення ефективності знищення патогенних організмів на руках та до виникнення необроблених ділянок шкіри рук, які надалі стають джерелом інфекції. Усе вищенаведене підтверджується методичними рекомендаціями МОЗ України, у яких для проведення однієї процедури гігієнічної антисептики рук прописано відбирати не менше 3 мл антисептичного засобу. Виробники більшості представлених на вітчизняному ринку антисептичних засобів для рук, зокрема тих, що задовольняють вимогам стандарту EN 1500, також рекомендують для однієї процедури обробки відбирати 3 мл засобу. Однак цю рекомендовану кількість засобу слід розглядати як мінімальну.

Підсумовуючи все вищесказане, треба відмітити наступне: зменшення кількості антисептичного засобу, яке не дозволяє підтримувати шкіру вологою протягом усього часу експозиції, призводить до фіктивної економії. Інакше кажучи, працівникам охорони здоров'я та фармації слід пам'ятати, що відбираючи меншу за необхідну кількість антисептичного засобу для обробки рук, вони не заощаджують, а даремно витрачають антисептик, оскільки процедура стає безрезультатною [23].



## 1.5. Аналіз дозаторів для дезінфікуючих засобів

Дозатори або диспенсери призначені для автоматичного дозування певного обсягу сипких матеріалів, паст, газів або рідин. В нашому випадку йдеться про дозатори для дезінфекторів гелевого типу, які аналогічні за конструкцією дозаторам рідкого мила. Диспенсери дозволяють відміряти таку кількість засобу, щоб остаточно очистити руки. Пристрої дозволяють мінімізувати контакти людей із дозатором, а автодиспенсери взагалі виключають дотик.

Дозатори незамінні у громадських санвузлах в офісних центрах, спорткомплексах, торгових площах, підприємствах громадського харчування та місцях перебування великої кількості людей, зокрема в закладах охорони здоров'я. Встановлення дозаторів допоможе спростити обслуговування та заощадити на витратних матеріалах.

*Різновиди дозаторів для мила.*

Існує кілька видів дозаторів:

- сенсорні;
- настінні;
- настільні;
- вбудовані;
- ліктьові;
- підлогові.

*Автоматичні сенсорні дозатори* (рис. 1.1) відрізняються максимальною зручністю. Щоб отримати дозу засобу, не доведеться натискати на важіль або кнопку, варто лише піднести руку до отвору. Дозатор сенсорний автоматично спрацює. Безконтактний прилад оснащений інфрачервоним сенсором, що реагує на жести та дає команду про видачу дози засобу. Після встановлення приладу слід скоригувати дозу засобу. Прилад працює від електромережі та не створює особливого шуму.



Рисунок 1.1 – Автоматичні сенсорні дозатори

*Настінні дозатори* (рис. 1.2) виглядають досить привабливо та відрізняються простотою експлуатації. Для отримання порції засобу слід натиснути верхній клапан. Кнопка – поршень виштовхне засіб у долоні. Дозатор легко кріпиться до стіни за допомогою саморізів.



Рисунок 1.2 – Настінний дозатор

*Дозатори настільного типу* (рис. 1.3) – це красиві флакони, які при використанні мила можуть бути частиною тандему зі склянкою для зубних щіток. Порівняно з попередніми різновидами дозаторів настільний варіант найбільш доступний за вартістю. Перемістити настінний диспенсер буде важко, а ось настільний можна легко переставити на інше місце. На відміну від мильниці, дозатор виглядає більш стильно та охайно. На жаль, такі дозатори не годяться для місць з високою прохідністю відвідувачів.



Рисунок 1.3 – Настільний дозатор

*Дозатори вбудованого типу (рис. 1.4) зручні тим, що дозволяють позбутися туби з милом чи дезінфікуючим засобом. Любителі мінімалізму оберуть саме такий варіант. Диспенсер розміщений під раковиною, а вгорі знаходиться лише клапан. По сусідству з краном розташований диспенсер із кнопкою подачі мила. Дозатор кріпиться під раковиною, а зверху прикручується подаючий пристрій.*



Рисунок 1.4 – Вбудований дозатор

*Дозатори ліктьового типу* незамінні в місцях, де потрібна не просто чистота, а стерильність. Від кнопкових пристроїв ліктьові дозатори відрізняються тим, що активація подаючого пристрою можлива за допомогою ліктя. Не доведеться торкатися корпусу брудними руками, тому передачу хвороботворних бактерій виключено. Ліктьові диспенсери використовують у салонах краси, медичних закладах, закладах громадського харчування.



Рисунок 1.5 – Ліктьові дозатори

Зараз у продажу можна знайти механічні диспенсери, окремим підвидом яких є аксесуари ліктьові та сенсорні пристрої.

Кожна з цих категорій має свої плюси та мінуси.

Механічні дозатори для мила, що приводяться в дію натисканням спеціального невеликого важеля або кнопки, стали популярними, оскільки мають низку переваг:

- простота застосування – користуватися такими пристроями легко;
- приваблива, низька вартість – механічний варіант найбільш бюджетний;
- приємний дизайн – диспенсери виглядають елегантно, добре вписуються в різні інтер'єри;
- універсальність – такі пристрої можна побачити всюди, у тому числі у ванних кімнатах, приміщеннях торгових закладів та громадських туалетів.

Недоліком дозаторів, механізм яких активується вручну, є необхідність фізичного контакту з конструкцією. У плані гігієни це не ідеально, особливо в місцях з великою прохідністю, де можуть бути люди, інфіковані небезпечними вірусами.

Сенсорний тип дозаторів є серйозним конкурентом аналогової механіки. Використання таких пристроїв передбачає фізичний дотик до нього.

Щоб активувати відповідний диспенсер і отримати дозу засобу, потрібно просто підставити долоню під отвір видачі. У цьому випадку спрацьовує інфрачервоний датчик гаджета – і користувач отримує порцію засобу, не торкаючись пристрою.

Сенсорні диспенсери відрізняються власними перевагами:

- гігієнічність, безпека використання – автоматична видача мильної рідини проводиться безконтактно
- стильний вигляд – його не дарма вибирають заклади престижні та солідні;
- вартість, що відповідає якості – хоча коштують сенсорні дозатори дорожчі за механічні, їх ціна виправдовує себе;
- такі вироби є найкращим рішенням для медичних закладів, лабораторій та інших приміщень, профіль яких не виключає ризику інфекцій.

Ліктьові дозатори для мила приводяться в дію також натисканням важеля, але цей елемент не натискають кистю, а ліктем. В даному випадку людина також контактує з пристроєм, але торкається його переважно не відкритою ділянкою шкіри, і це з точки зору гігієни безпечніше.

Встановлюються диспенсери ліктьового типу найчастіше у людних громадських місцях.

Підлогові дозатори-дезінфектори (рис. 1.6) – бувають як механічного, так і сенсорного типу. Встановлюються вони на спеціальних стійках на підлозі.



Рисунок 1.6 – Підлогові дозатори-дезінфектори

Розглянемо детальніше конструкції підлогових дозаторів-дезінфекторів.

Підлоговий дозатор для дезінфікуючих засобів (рис. 1.7), вартістю 4700 грн, являє собою металеву стійку-тримач. Стійка-тримач виконана з металу, покритого фарбою. Призначена для розміщення на ній сенсорних дозаторів для засобів дезінфікування. Може розміщуватися при вході до торгового залу, салону краси, фітнес-клубу і тому подібних місцях великого скупчення людей. На основі стійки – 4 прогумовані ніжки для стійкості конструкції.



Рисунок 1.7 – Підлоговий переносний дозатор

Підлоговий дозатор, зображений на рис. 1.8, вартістю 1046 грн, являє собою стійку-тримач, виконану з металу, покритого фарбою. Призначений для розміщення на ньому дозатора для дезінфекційних засобів. Ножний механізм подачі розчину дозволяє використовувати стійку без дотику рук. Може розміщуватися при вході до торгового залу, салону краси, фітнес-клубу і тому подібних місцях великого скупчення людей.

Дозатор є стаціонарним, оскільки основа стійки кріпиться до підлоги чотирма кріпильними виробами.

Підлогова, переносна система для дезінфекції рук з педаллю для ноги Tekno-tel EG 303, вартістю 2530 грн (рис. 1.9), оснащується металевою стійкою та пластиковою ємністю об'ємом 1000 мл.

Оснащена підлоговою педаллю для зручності використання без дотику руками. Дозування порції 0,45 мл, є функція заправки. Марка сталі – Ст 3.



Рисунок 1.8 – Підлоговий дозатор з  
ножним механізмом



Рисунок 1.9 – Підлоговий дозатор з  
педаллю

Вибір відповідного дозатора вимагає врахування цілої низки факторів:

- вид та принцип роботи пристрою – інформація про відмінності та класифікацію даних аксесуарів наведена вище;
- місця встановлення дозатора – для будинку цілком підійде механічна модель, а для лікарні краще придбати сенсорний варіант;
- кількість потенційних користувачів – для зон з великою прохідністю бажано придбати пристрої з інфрачервоними датчиками;
- дизайнерське оформлення виробу – воно має гармонувати з навколишнім інтер'єром;
- матеріал – у продажу можна знайти моделі пластикові та металеві (метал надає виду виробу презентабельності, але доглядати його складніше).

Матеріал також впливає на цінік і термін експлуатації відповідних аксесуарів – диспенсери з полімерів служать не так довго, але вони дешевші за металеві, тому їх неважко замінити [1, 3, 5, 11].



## 2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1. Опис конструкції дезінфектора

У кваліфікаційній роботі пропонується конструкція безконтактного механічного дезінфектора з ножним приводом. Загальний вигляд запропонованої розробки представлено на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Дезінфектор безконтактний механічний

Дезінфектор приводиться в дію натисканням ногою на педаль, що забезпечує дозування дезінфікуючого засобу до рук безконтактним способом, тобто відбувається лише контакт підошви людини з педаллю, а контакт з самим

дозатором чи ємкістю з дезінфікуючим засобом повністю відсутній. Це дає змогу використовувати такий дезінфектор передовсім у закладах охорони здоров'я, де ставляться підвищені вимоги до стерильності. Крім того, такий дезінфектор можна використовувати в приміщеннях торгових центрів, закладів харчування, у сфері торгівлі, закладах освіти, різноманітних громадських місцях тощо. Тобто у всіх приміщеннях зі значним потоком людей.

Несуча конструкція дезінфектора являє собою зварну металеву раму з профільної квадратної труби 20×20×2 (рис. 2.2), що забезпечує необхідну жорсткість та міцність конструкції, а також стійкість до вандалізму.

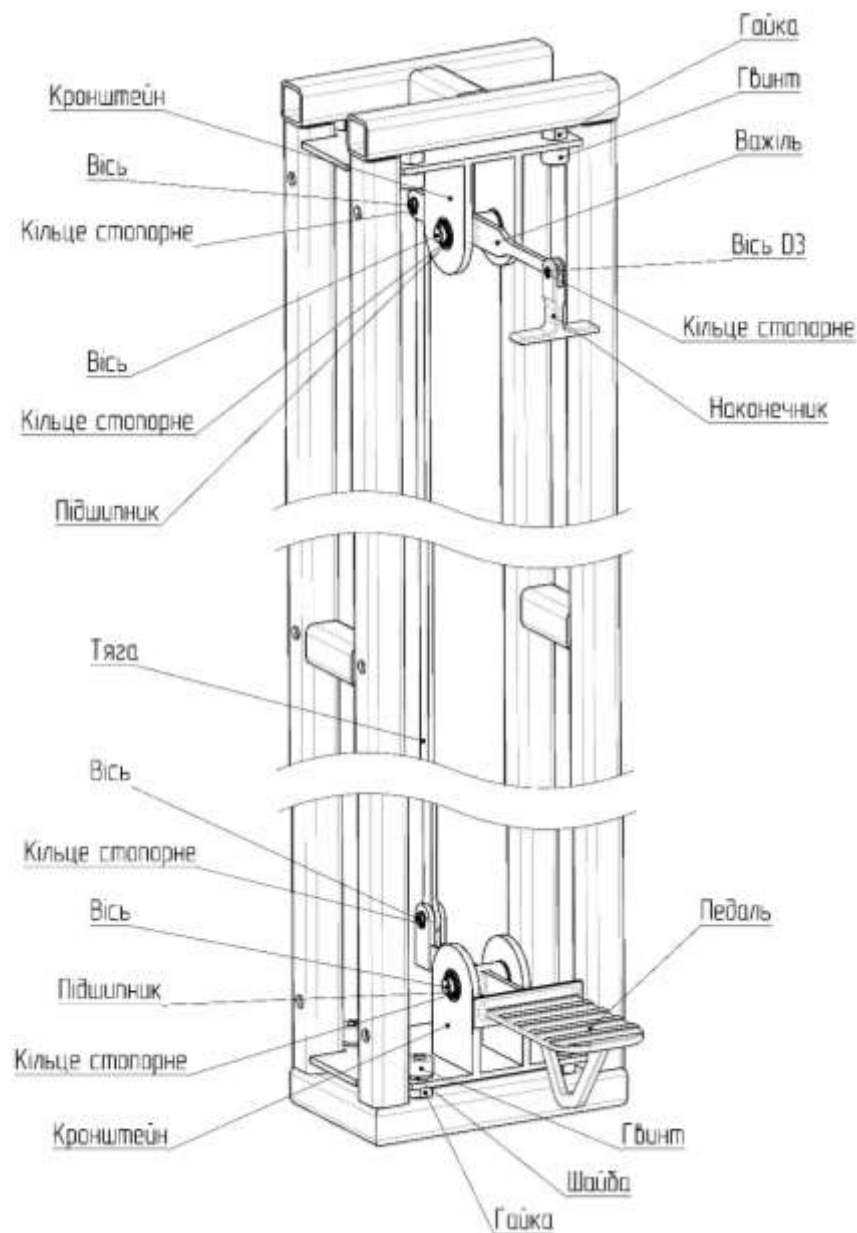


Рисунок 2.2 – Будова дезінфектора (кожух та задня кришка не показані)

До рамної конструкції у нижній та верхній її частині приварено по 4 гайки, до яких за допомогою гвинтів кріпляться верхній та нижній кронштейни. Верхній та нижній кронштейни є взаємозамінні.

У нижньому кронштейні встановлено два кулькові підшипники, на яких за допомогою осі та шпонкового з'єднання обертається педаль. У верхньому кронштейні встановлено також два кулькові підшипники, в яких за допомогою осі та шпонкового з'єднання обертається важіль. Усі підшипники та шпонки є взаємозамінними.



Рисунок 2.3 – Підшипниковий вузол нижнього кронштейна

Педаль взаємодіє з важелем через тягу, яка з'єднується з цими деталями за допомогою осей. Усі осі зафіксовано від можливого осьового зміщення стопорними кільцями.

Під час натискання на педаль зусилля передається через тягу до важеля, який у свою чергу діє на наконечник, який з важелем з'єднаний за допомогою осі. Наконечник діє безпосередньо на дозатор дезінфікуючої ємкості, що встановлена на підставці кожуха механічного дезінфектора.

Кожух кріпиться до рами за допомогою восьми гвинтів-саморізів (рис. 2.3). Кришка фіксується до стіни дюбелями і має шість виступів, які

входять у відповідні пази на кожусі дезінфектора. Таким чином це полегшує монтаж дезінфектора та не потребує додаткових кріпильних елементів.



Рисунок 2.3 – Кріплення кожуха дезінфектора

Підставка є знімною та кріпиться до кожуха за допомогою виступів, які входять у його пази, і таким чином фіксується без додаткових елементів кріплення.



Рисунок 2.4 – Кріплення кожуха та підставки

Ємність з дезінфікуючим засобом встановлюється на підставку.

## 2.2. Компонування елементів конструкції дезінфектора та аналіз руху в *SOLIDWORKS MOTION*

Привід механічного дезінфектора являє собою багатоланковий важільний механізм, структурну схему якого зображено на рис. 2.5.

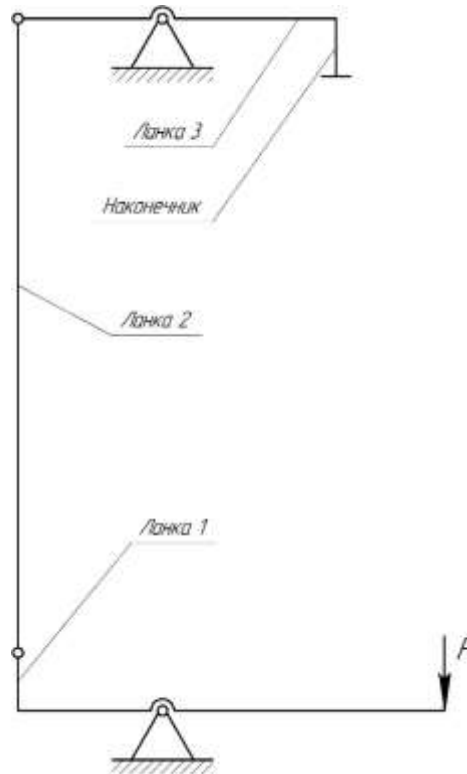


Рисунок 2.5 – Структурна схема важільного механізму механічного дезінфектора

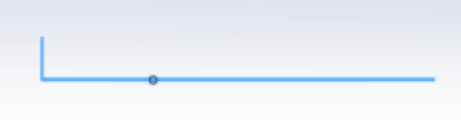
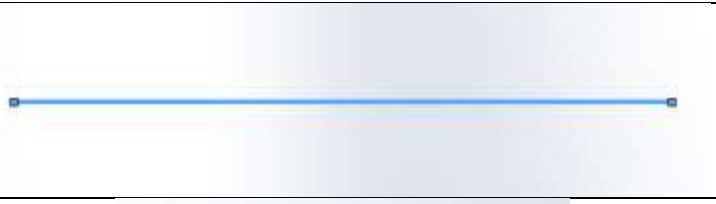
Величина ходу наконечника визначається значенням ходу штока дозатора ємкості дезінфікуючого засобу, яке дорівнює 20 мм. Для забезпечення необхідної величини ходу наконечника у вертикальному напрямку необхідно визначити кут нахилу педалі та хід її крайньої точки, до якої на схемі умовно прикладено зусилля натискання  $F$ .

З метою визначення кута повороту педалі та величини переміщення її крайньої точки побудовано структурну схему в середовищі *CAD*-системи *SOLIDWORKS* за допомогою інструменту «Компоновка». Кожну ланку механізму виконано у вигляді блоків, які з використанням геометричних та

розмірних залежностей скомпоновано потрібному положенні відповідно до схеми (рис. 2.5).

Перелік блоків для кожного з елементів механізму наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік блоків компоновки механізму

№ з/п	Ланка	Елемент конструкції	Блок
1	1	Педаль	
2	2	Тяга	
3	3	Важіль з наконечником	

У середовищі *SOLIDWORKS MOTION* виконано аналіз руху механізму наступним чином. В якості двигуна механізму в *SOLIDWORKS MOTION* задано крайню точку наконечника, яка взаємодіє з дозатором ємкості дезінфікуючого засобу. Вихідними параметрами є величина переміщення наконечника вниз, яка становить 20 мм, і тривалість натискання педалі – 1 с. Діалогове вікно налаштування параметрів зображено на рис. 2.6.

За результатами проведено аналізу руху механізму встановлено та побудовано відповідні епюри:

- ✓ траєкторій руху крайніх точок ланок механізму;
- ✓ лінійне переміщення крайніх точок ланок механізму (складові по осях  $X$  та  $Y$ );
- ✓ кутове переміщення ланки 1, що відповідає педалі дезінфектора.

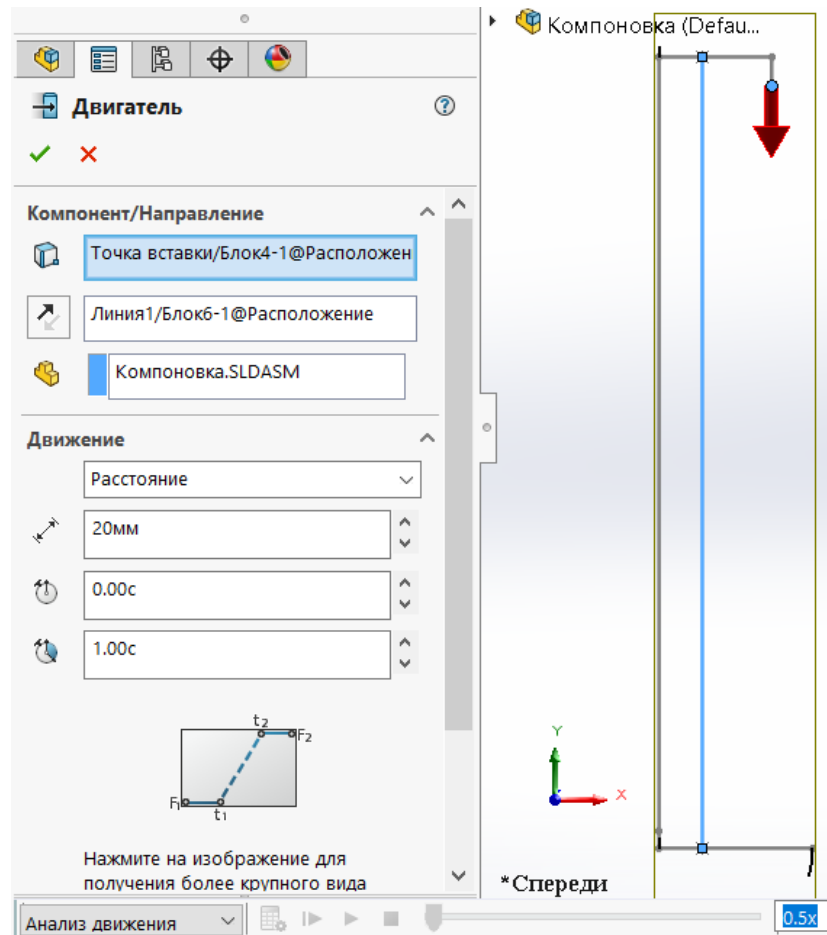


Рисунок 2.6 – Діалогове вікно налаштування параметрів двигуна *SOLIDWORKS MOTION* під час виконання аналізу руху

Як бачимо з графіка кутового переміщення ланки 1 (педалі), величина кутового переміщення становить  $15^\circ$  (рис. 2.7).

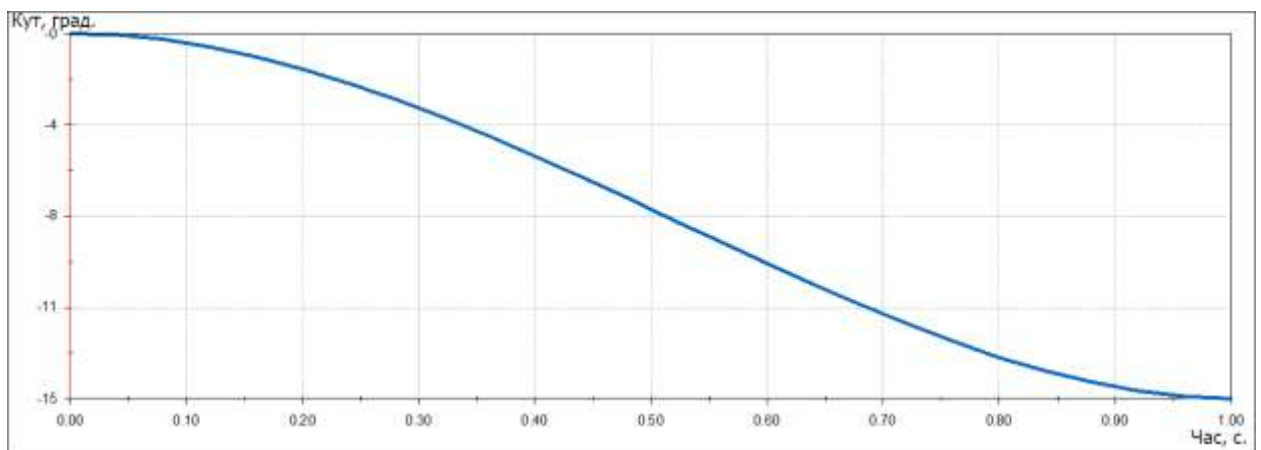


Рисунок 2.7 – Графік кутового переміщення ланки 1

З графіка лінійного переміщення (рис. 2.8) ланки 1 можна встановити його максимальне значення, яке рівне:  $947-914=33$  мм.

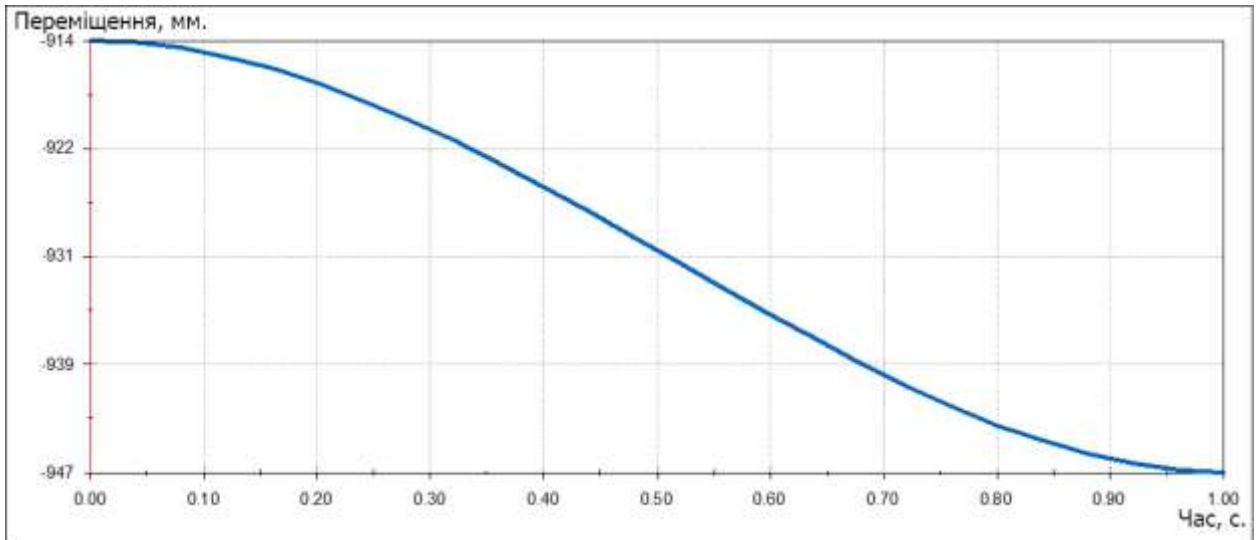


Рисунок 2.8 – Графік лінійного переміщення ланки 1

Визначивши початкові геометричні параметри ланок механізму, виконано тривимірні моделі деталей та повторно здійснено аналіз руху в середовищі *SOLIDWORKS MOTION* збірки механізму.

З графіка кутового переміщення деталі «Педаля» (рис. 2.9) видно, що величина кутового переміщення становить  $64^\circ-48^\circ=16^\circ$ .

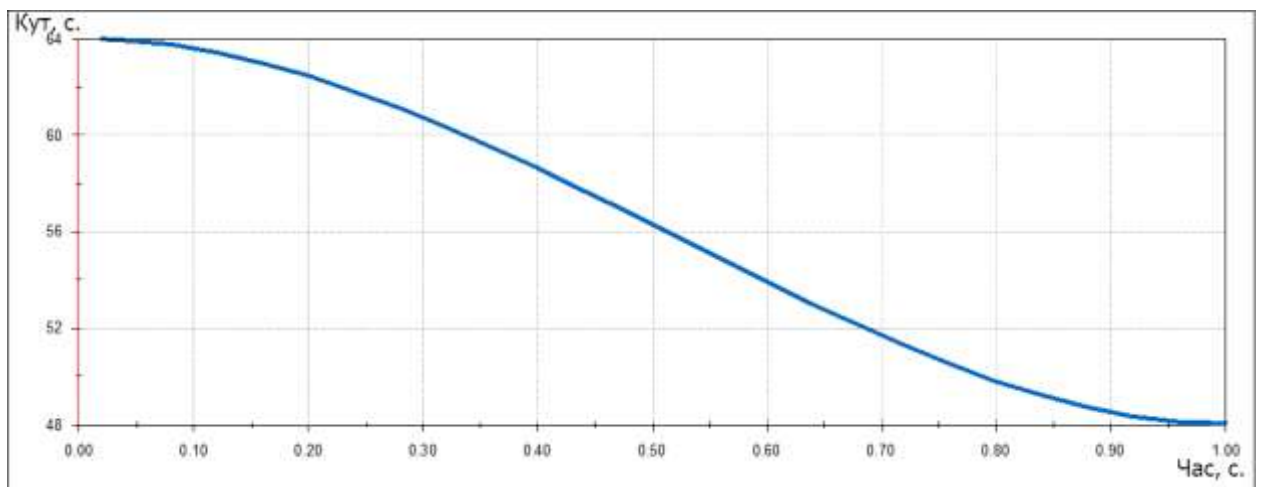


Рисунок 2.9 – Графік кутового переміщення деталі «Педаля»



З графіка лінійного переміщення деталі «Педаць» (рис. 2.10) встановлено його максимальне значення, яке рівне:  $42-8=34$  мм.

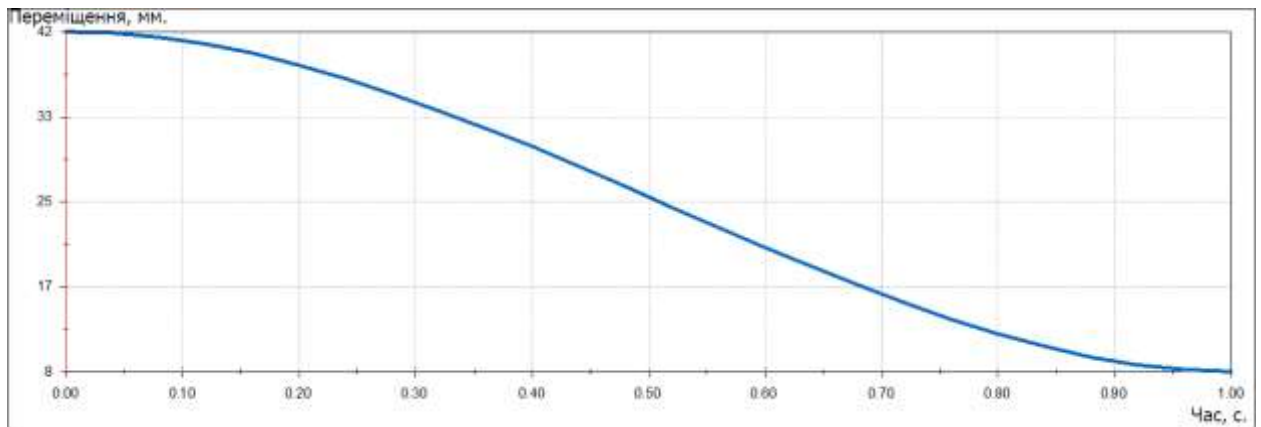


Рисунок 2.10 – Графік лінійного переміщення деталі «Педаць»

Як бачимо, результати аналізу руху ланкового механізму та збірки механізму є задовільними, а їх розбіжність є незначною, що зумовлено округленням значень параметрів в середовищі *SOLIDWORKS MOTION* до цілих чисел.

За результатами проведеного аналізу руху можна виконувати геометричну модель механізму та дезінфектора в цілому.

### 2.3. Моделювання елементів конструкції в середовищі *SOLIDWORKS*

Усі елементи конструкції дезінфектора виконано в середовищі системи автоматизованого проектування *SOLIDWORKS*. Окрім тривимірних моделей деталей механізму дезінфектора, які виконано в *CAD*-системі *SOLIDWORKS* інструментами твердотілого моделювання, у збірці присутні стандартизовані елементи, які інтегровані у складанну одиницю з бібліотеки компонентів *Toolbox*.

Крім того, такі деталі як «Кришка», «Кожух» та «Підставка» виконано інструментами створення деталей з листового металу *SheetMetal*.

Нижче опишемо методику створення деталі з листового металу на прикладі деталі «Підставка».

Для створення деталі «Підставка» активовано вкладку «Листовий метал» та створено плоский ескіз на площині «Спереду» (рис. 2.11). Після створення ескізу з використанням інструменту «Базова кромка» створено тривимірний елемент товщиною 2 мм (рис. 2.12).

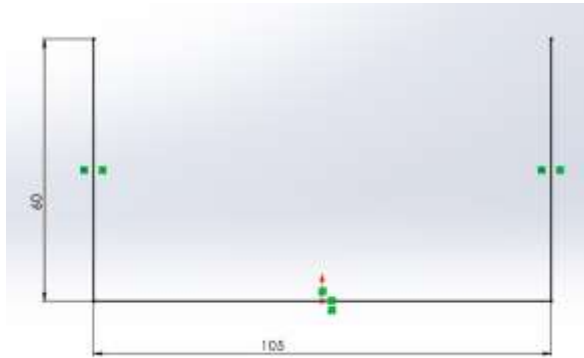


Рисунок 2.11 – Створення базового ескізу деталі «Підставка»

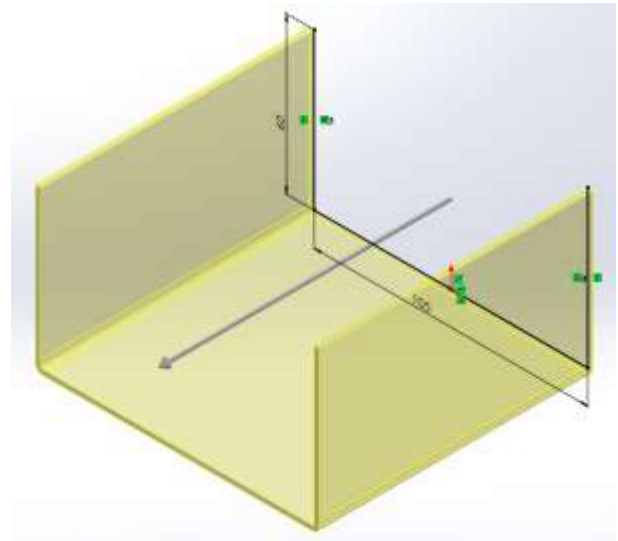


Рисунок 2.12 – Створення тонкостінного елемента моделі інструментом «Базова кромка»

Для створення передньої стінки підставки (рис. 2.13) вибрано передню кромку деталі та активовано інструмент «Ребро-кромка». У менеджері властивостей налаштовано наступні параметри:

- відстань – 60 мм;
- розміщення кромки – назовні;
- допуск згину – коефіцієнт  $K=1$ ;
- тип зняття напружень – прямокутний.

За допомогою інструменту «Облямівка» створено облямівку на стінках підставки (рис. 2.14). У менеджері властивостей цього інструменту налаштовано такі параметри:

- тип згину – ззовні;
- тип облямівки – відкрита;
- довжина облямівки – 10 мм;
- величина зазору – 2 мм;

- допуск згину – коефіцієнт  $K=1$ ;
- тип зняття напружень – прямокутний.

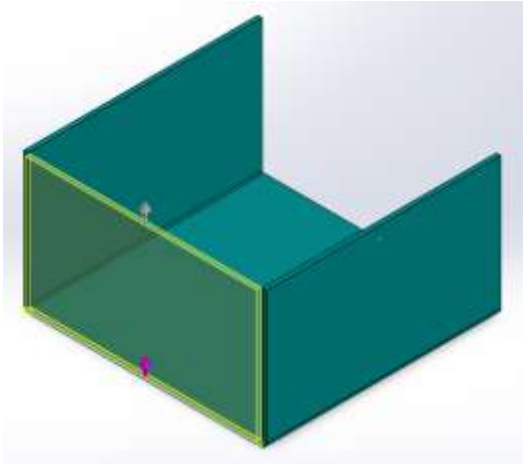


Рисунок 2.13 – Створення передньої стінки підставки інструментом «Ребро-кромка»

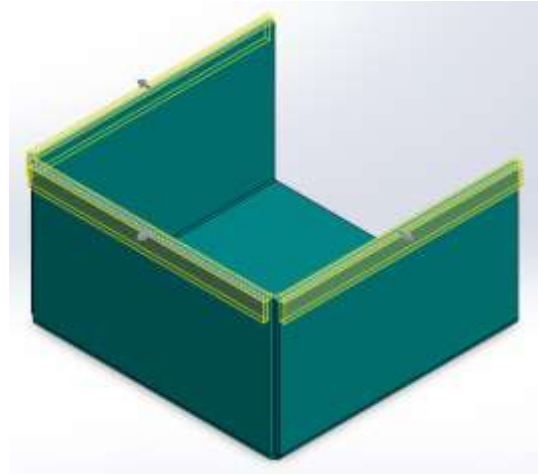


Рисунок 2.14 – Використання інструменту «Облямівка»

Інструментами твердотілого моделювання виконано прорізи на передній стінці на основі попередньо створеного ескізу з застосуванням команди «Паз» (рис. 2.15).

Виступи-гачки для монтажу підставки на кожусі дезінфектора виконано з використанням інструменту «Базова кромка», а нижня вертикальна підтримуюча стінка – інструментом «Ребро-кромка».

Для підсилення деталі та уникнення небажаного прогину під час натискання на дозатор, в підставці передбачено ребро жорсткості (рис. 2.16), яке змодельовано за допомогою інструменту «Ребро жорсткості». У менеджері властивостей налаштовано параметри:

- розміри профілю – 25×60 мм;
- тип ребра – заокруглений;
- розміри відступу – 20×6012 мм;
- скруглення кутів: внутрішній – 2 мм, зовнішній – 1 мм.

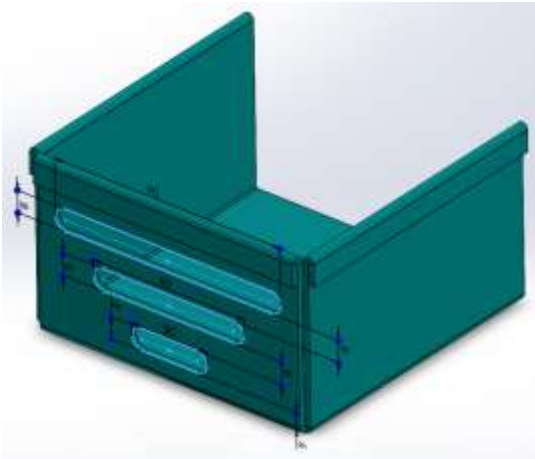


Рисунок 2.15 – Створення прорізів

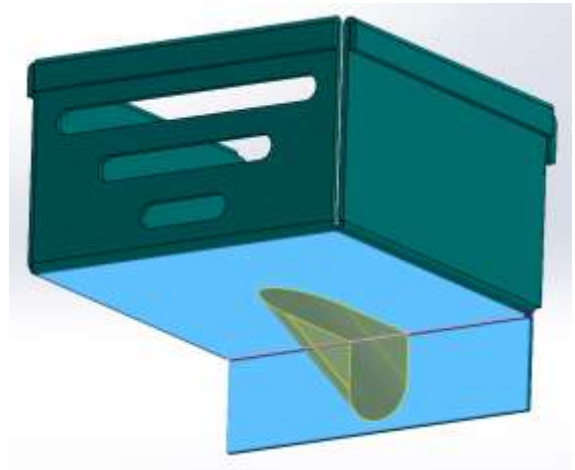


Рисунок 2.16 – Створення ребра інструментом «Ребро жорсткості»

У результаті виконання операцій з моделювання деталі з листового металу створено підставку, яка зображена на рис. 2.17.

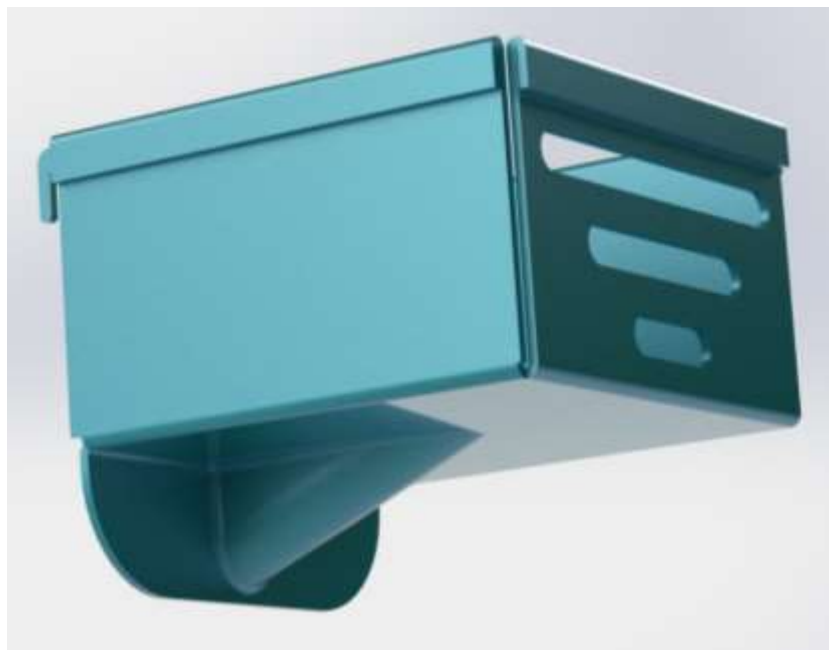


Рисунок 2.17 – Модель деталі «Підставка», створена інструментами моделювання деталей з листового металу

Деталі «Кришка» та «Кожух» також змодельовано з використанням інструментів створення деталей з листового металу аналогічно до описаної вище методики.

## 2.4. Аналіз міцності елементів конструкції дезінфектора в середовищі *SOLIDWORKS SIMULATION*

В середовищі *SOLIDWORKS SIMULATION* виконано статичний аналіз міцності елементів конструкції дезінфектора, а саме – важільного механізму. До нього входить педаль, тяга, важіль та наконечник. Матеріал деталей складанної одиниці – Сталь 3 ( $[\sigma_T]=207$  МПа). Аналіз здійснено за умови прикладання зусилля до педалі, величина зусилля рівна 10 Н. Усі обмеження, накладені на розрахункову модель, відповідають кріпленням деталей у складанній одиниці. На елементи з'єднань, що обертаються на осях, накладено обмеження типу «Вісь».

Сіткова модель складанної одиниці (рис. 2.18) містить 84814 елементів з максимальним розміром елемента – 8,57 мм, мінімальним – 0,43 мм.

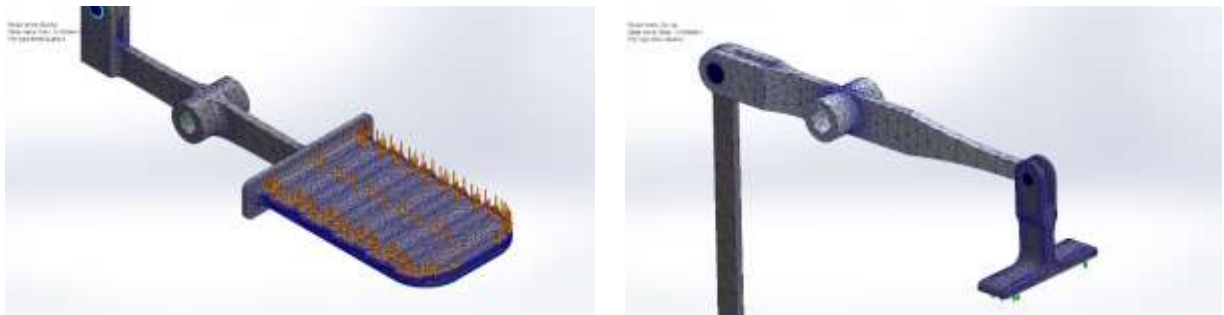


Рисунок 2.18 – Сіткова модель механізму

За результатами проведеного міцнісного аналізу встановлено значення напружень, що виникають в матеріалі деталей механізму, значення переміщень, а також коефіцієнта запасу міцності.

Так, максимальне значення напруження, яке виникає в матеріалі деталей механізму, становить  $\sigma=120$  МПа і зосереджене воно в деталі «Важіль» (рис. 2.19).

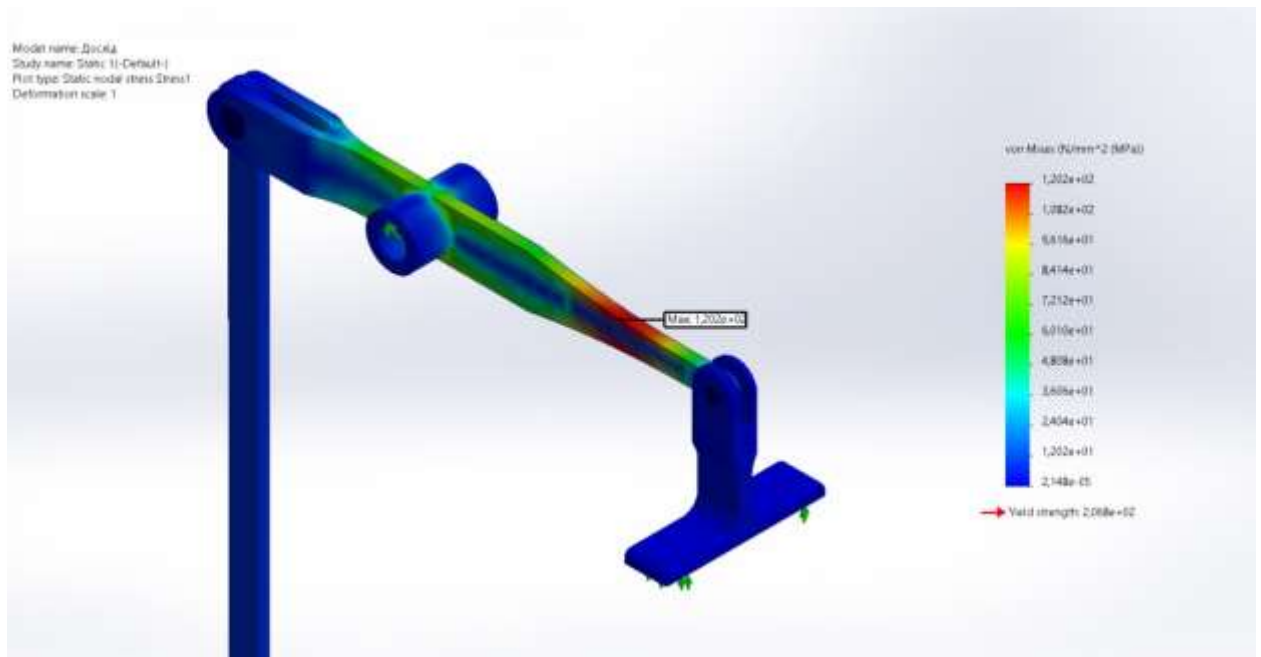


Рисунок 2.19 – Епюра напружень

Максимальне значення переміщень становить 1,38 мм. Як видно з епюри переміщень, максимальне зміщення має місце в деталі «Педаля» (рис. 2.20).

Визначено мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності для всього механізму, яке становить 1,72 (рис. 2.21).

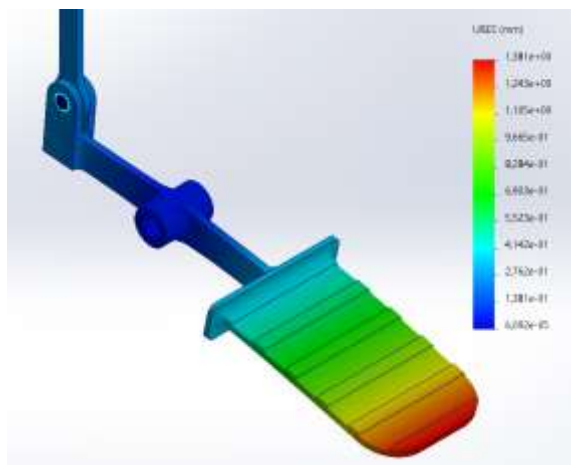


Рисунок 2.20 – Епюра переміщень

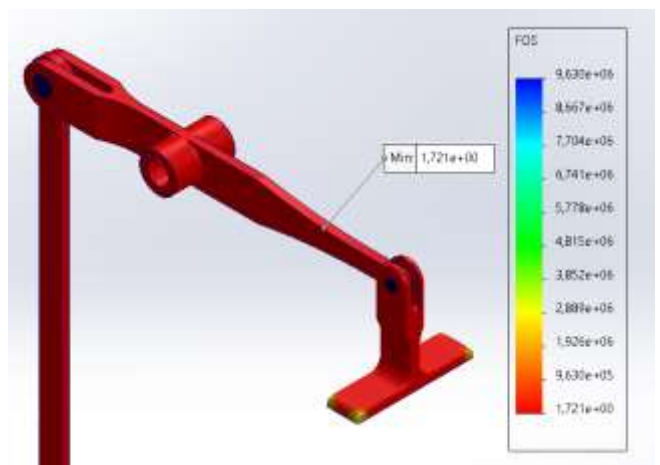


Рисунок 2.21 – Епюра коефіцієнта запасу міцності

На підставі аналізу визначено реакцію опор та силу реакції на нижній грані наконечника (рис. 2.22), яка становить 119,75 Н, що значно перевищує зусилля, необхідне для натискання дозатора ємкості.

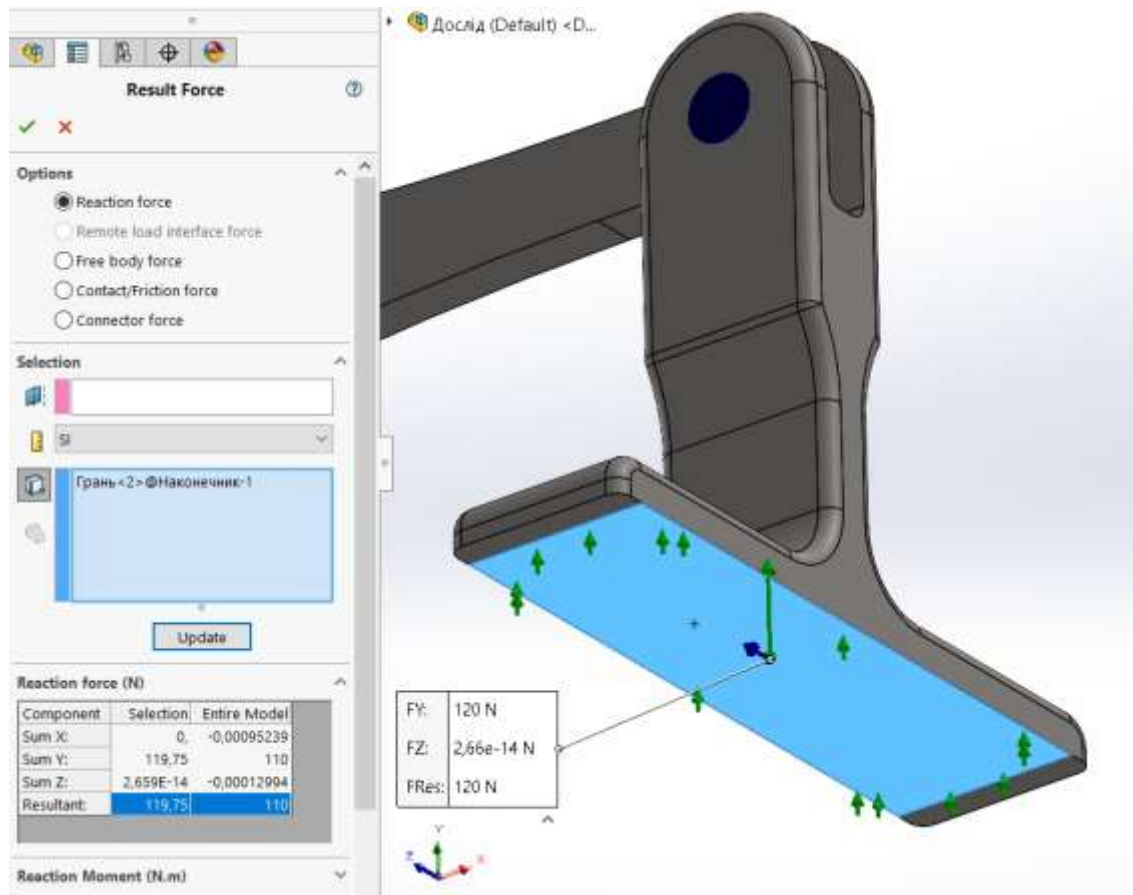


Рисунок 2.22 – Сила реакції нижньої грані наконечника

Таким чином, можна зробити висновок, що умови міцності в механізмі дотримано, що гарантує безвідмовну роботу навіть за навантажень, які перевищують необхідні експлуатаційні значення.

З метою уникнення деформування чи руйнування елементів механізму за умови прикладення значно більшого зусилля, ніж необхідне, в педалі передбачено обмежувач (рис. 2.23). Завдяки обмежувачу у випадку прикладення значно більшого за рекомендоване (10 Н) зусилля, педаль опирається на обмежувачем до опорної поверхні, що перешкоджає її подальшому рухові під дією сили ноги людини.



Рисунок 2.23 – обмежувач педалі

Це позитивно вплине на термін служби конструкції у випадку некоректного використання дезінфектора чи вандалських дій з боку користувачів.

## **2.5. Аналіз втрати стійкості конструкції дезінфектора в середовищі *SOLIDWORKS SIMULATION***

Особливістю конструкції механізму дезінфектора є те, що довжина тяги значно перевищує розміри інших деталей складаної одиниці. А оскільки дія сили, що передається тягою, спрямована вздовж її осі, то цілком закономірно виникає ризик втрати стійкості тяги. Тобто, можна припустити, що є ризик згинання тяги під дією сили. Це не створить загрози руйнування деталі, але може призвести до виходу механізму з ладу.

З огляду на це, виникла необхідність у проведенні аналізу втрати стійкості механізму. Такий аналіз виконано в середовищі *SOLIDWORKS SIMULATION* за тих самих початкових умов та розмірів елементів сіткової моделі, як і аналіз міцності. Аналіз здійснено для двох форм втрати стійкості (рис. 2.24).





Рисунок 2.24 – Аналіз втрати стійкості: *a* – перша форма, *б* – друга форма

Так, за результатами аналізу втрати стійкості коефіцієнти запасу міцності для першої та другої форм становлять відповідно 1,78 та 3,43 (рис. 2.24, табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти запасу міцності при різних видах аналізу

Тип дослідження	Коефіцієнт запасу міцності
Статичний аналіз	1,72
Аналіз втрати стійкості (форма 1)	1,78
Аналіз втрати стійкості (форма 2)	3,43

Оскільки мінімальний коефіцієнт запасу міцності при втраті стійкості, що становить 1,78 є дуже близьким за значенням до коефіцієнта запасу міцності при статичному аналізі (1,72), але перевищує його, то можна зробити висновок, що втрата стійкості в даному випадку не є суттєвим чинником при аналізі механізму, визначальним є міцнісний аналіз.

### 3. ТЕХНОЛОГІЧНЯ ЧАСТИНА

У розділі розглянемо технологію виготовлення деталі з листового металу на прикладі деталі «Кожух» (рис. 3.1).

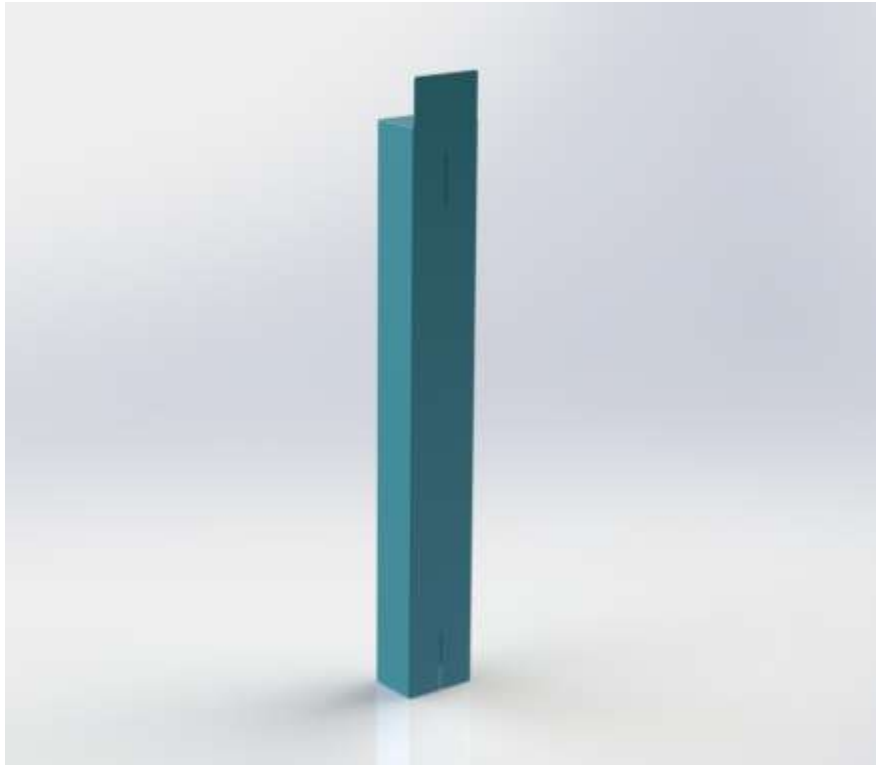


Рисунок 3.1 – Деталь «Кожух»

#### 3.1. Вибір матеріалу деталі

Деталь «Кожух» виготовлено зі сталі марки 08Ю, яка є конструкційною вуглецевою якісною сталлю. Вона призначена для виготовлення деталей з листового прокату методом штампування та відповідає вимогам стандарту ДСТУ 7808. У таблиці 3.1 наведено хімічний склад сталі 08Ю.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталі 08Ю (за ківшовою пробєю) відповідно до 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

Механічні властивості листового прокату зі сталі 08Ю:

Категорія – 4.

Тимчасовий опір, Н/мм<sup>2</sup>, не більше – 360.

Границя текучості, Н/мм<sup>2</sup> – 265.

Відносне подовження  $\delta_s$ , % – 36.

Твердість НВ, не більше – 118.


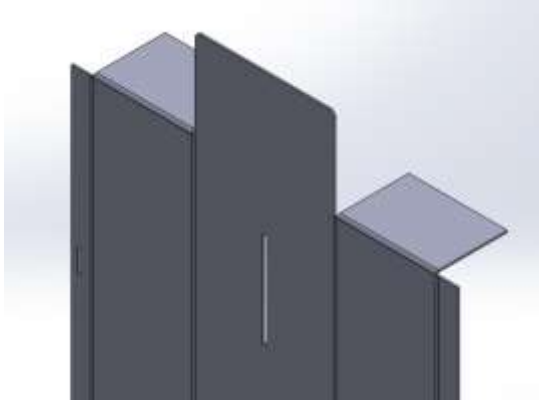
### 3.2. Схема технологічного процесу

Деталь штамнують зі смуги. Товщина смуги 2 мм. Марка сталі 08Ю.

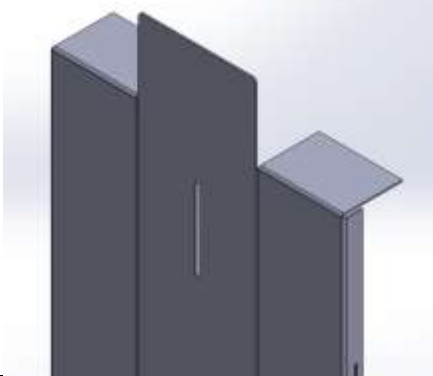
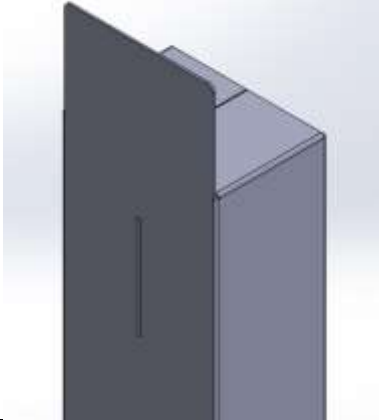
Обладнання, що використовується – прес БВК-250. Усі операції виконуються на одному пресі, що працює разом із системою автоматизації.

Схему технологічного процесу наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Схема технологічного процесу

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

Продовження табл. 3.2.

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

Визначення розмірів заготовки у поперечному напрямку (рис. 3.2) було виконано з використанням інструментів аналізу програмного *SOLIDWORKS*. Розгортка моделі була виконана у додатку «Листовий метал». Вимірювання розгорнутої моделі вздовж дозволили отримати її величину рівну 384.57 мм.

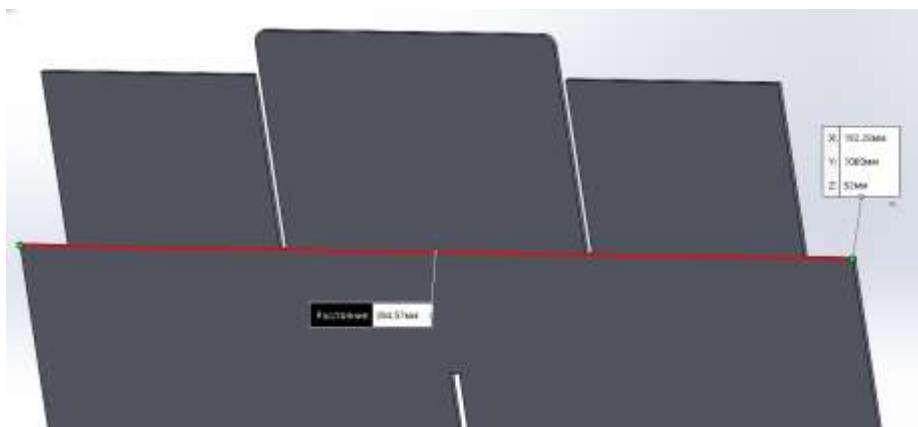


Рисунок 3.2 – Визначення ширини заготовки

Економічність розкрою значною мірою залежить від правильного розміру перемички. Перемички потрібні для компенсації похибок подачі матеріалу та встановити місце у штампі, щоб виконати вирізання деталі по контуру та усунути можливість появи бракованих деталей. Перемички повинні бути досить міцними та жорсткими, для подачі матеріалу. Розміщуємо перемичку так, щоб там можна було помістити отвір для уловлювача. Вибираємо перемичку, відштовхуючись від товщини матеріалу ( $S=2$  мм). Для виправлення можливих дефектів беремо перемичку 3.3 мм із двох сторін. Таким чином, ширина стрічки складає:

$$L=384,57+2\cdot 3,3=391,17 \text{ мм.}$$

Вимірювання розгорнутої моделі у повздовжньому напрямку (рис. 3.3) дозволили отримати її величину рівну 1150 мм.

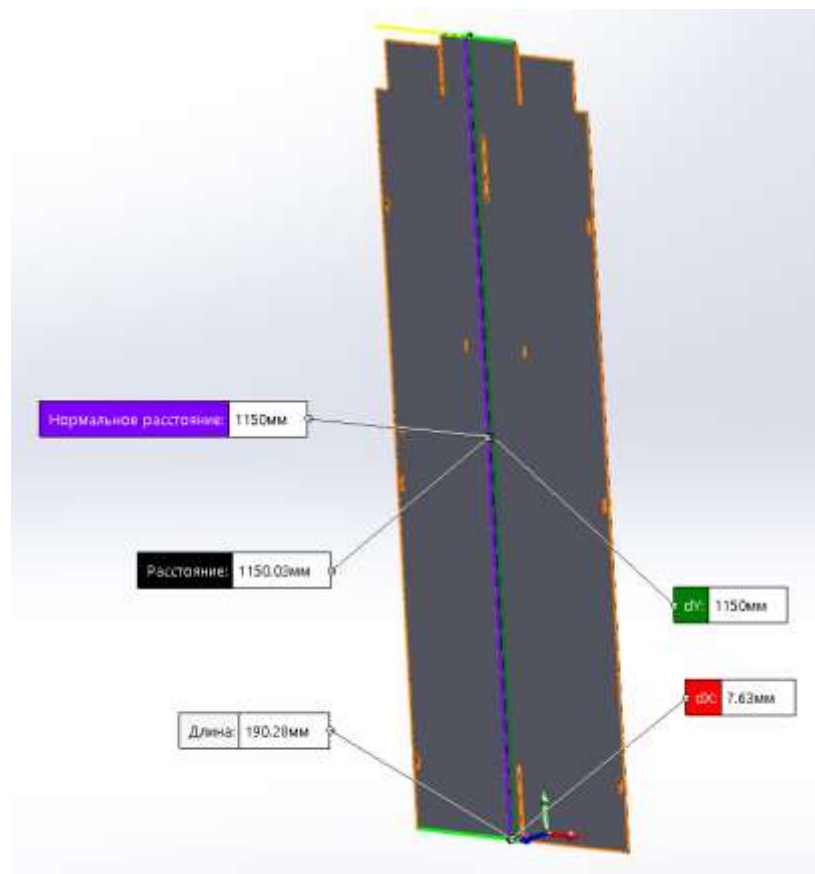


Рисунок 3.3 – Визначення довжини заготовки

Тоді довжина рівна:

$$L=1150+2\times 32,5= 1156,6 \text{ мм.}$$

### 3.3. Розрахунок енергосилових параметрів штампування

Операції в проектному технологічному процесі:

1. Пробивання отворів та вирубування пазів;
2. Гнуття заготовки;
3. Гнуття заготовки;
4. Гнуття заготовки;
5. Вирубування перемички.

Знаходимо зусилля для пробивання отворів:

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

де  $k = 1,2$  – коефіцієнт запасу;

$S$  – товщина матеріалу;

$L$  – це довжина контуру, що вирубується;

$\sigma_{зр}$  – опір зрізу  $\sigma_{зр} = 25$  кгс/мм<sup>2</sup>.

Для шести отворів 30×3 маємо:

$$P_1 = 6 \cdot 132 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 47,52 \text{ кН.}$$

Зусилля для пробивання двох отворів 16×2:

$$P_2 = 2 \cdot 36 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 4,32 \text{ кН.}$$

Зусилля для пробивання паза 95×4:

$$P_3 = 198 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 1,2 = 11,88 \text{ кН.}$$

Зусилля для пробивання паза 110×4:

$$P_4 = 228 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 1,2 = 13,68 \text{ кН.}$$

Знаходимо зусилля підрізання смуги за формулою 3.1:

$$P_5 = 391,17 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 23,47 \text{ кН.}$$

$$P_6 = 1156,6 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 1,2 = 69,4 \text{ кН.}$$

Сума зусиль рівна:

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

$$P_{\Sigma} = 47,52 + 4,32 + 11,88 + 13,68 + 23,47 + 69,4 = 170,27 \text{ кН.}$$

Знаходимо зусилля зняття стрічки з пуансона

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

де  $P$  – повне зусилля вирубки;

$$k_{zn} = 0,12.$$

$$P_{zn} = 0,12 \cdot 170,27 = 20,43 \text{ кН.}$$

Знаходимо зусилля проштовхування:

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

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

$$P_{пр} = 0,06 \cdot 170,27 \cdot 5 = 51,08 \text{ кН}$$

$$P_{заг} = P_{\Sigma} + P_{zn} + P_{пр} = 170,27 + 20,43 + 51,08 = 241,78 \text{ кН}$$

Робота різання під час пробивання:

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

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

$$x = P_{зр}/P.$$

$$A = 0,65 \cdot 241780 \cdot 2 / 1000 = 314,31 \text{ Дж}$$

Знаходимо зусилля для гнуття:

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

$$P_{1гн} = 2,5 \cdot 0,16 \cdot 196 \cdot 2 \cdot 300 = 47,04 \text{ кН}$$

$$P_{2гн} = 2,5 \cdot 0,16 \cdot 2120 \cdot 2 \cdot 300 = 508,8 \text{ кН}$$

$$P_{3гн} = 2,5 \cdot 0,16 \cdot 2120 \cdot 2 \cdot 300 = 508,8 \text{ кН}$$

Знаходимо роботу для гнуття:

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

де  $h$  – довжина ребра гнуття.

$$A_{1гн} = (0,65 \cdot 47040 \cdot 196) / 1000 = 6 \text{ кДж.}$$

$$A_{2гн} = (0,65 \cdot 508800 \cdot 2120) / 1000 = 701 \text{ кДж.}$$

$$A_{3гн} = (0,65 \cdot 508800 \cdot 2120) / 1000 = 701 \text{ кДж.}$$

Знаходимо зусилля для вирубування перемички:

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

Знаходимо зусилля для зняття:

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

Знаходимо зусилля для проштовхування:

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

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

Сумарне зусилля технологічного процесу:

$$P_{\Sigma} = 241,78 + 47,04 + 508,8 + 508,8 + 87,4 = 1393,82 \text{ кН.}$$

Сумарна робота технологічного процесу:

$$A_{\Sigma} = 0,314 + 6 + 701 + 701 = 1408 \text{ кДж.}$$



## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ДОВКІЛЛЯ**

Запропонована у кваліфікаційній роботі розробка в цілому спрямована на покращення охорони праці працівників, відвідувачів різноманітних закладів та громадських місць.

Враховуючи те, що в технологічній частині роботи описано технологію виготовлення деталі «Кожух», 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.

Струмopровідні частини обладнання, що є джерелом небезпеки, повинні бути надійно ізольовані 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 CO<sub>2</sub>, 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 металевої конструкції дезінфектора. Перелік та вартість комплектуючих матеріалів  $C_k$  наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вартість комплектуючих виробів дезінфектора

Назва елемента	Ціна, грн	К-сть, шт	Всього, грн
Підшипник ISO 15 RBV-188-12, DE, AC, 12_68	18	4	72
Шпонка 3×3×22 ГОСТ 23360-78	2,19	2	4,38
Кільце стопорне BS 3673-4-S007M	0,54	4	2,16
Гайка М8 ГОСТ 15521-70	19	8	152
Шайба 8Л ГОСТ 6402-70	2	8	16
Гвинт EN ISO 4762 M8×12 - 12N	4,08	8	32,64
Кільце стопорне BS 3673-4-S005M	0,52	4	2,08
Гвинт DIN 7049-ST6.3×13-C-H-C	4,14	12	49,68
Кільце стопорне DIN 471-3×0.4	0,52	2	1,04
Всього:			331,98

Таким чином, сумарна вартість комплектуючих виробів для виготовлення дезінфектора становить 331,98 грн.

Вартість основних матеріалів  $C_{осн}$  наведено в таблиці 5.2.



Таблиця 5.2 – Вартість основних матеріалів

Назва	Ціна, грн	Кількість, м (м <sup>2</sup> , шт, кг)	Всього, грн
Профільна труба 20×20×2	58,5	5 м	292,5
Лист холоднокатаний 08Ю	190	0,642 м <sup>2</sup>	121,98
Матеріали деталей, Ст 3	38,3	1,25 кг	47,88
Всього:			462,36

Вартість основних матеріалів становить 462,36 грн.

Повна вартість матеріалів  $C_{\Pi}$ , необхідних для виготовлення дезінфектора, становить:

$$C_{\Pi} = C_{\kappa} + C_{\text{осн}} = 331,98 + 462,36 = 794,34 \text{ грн.}$$

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційній виконано аналіз видів дезінфекторів та дозаторів дезінфікуючих та мийних засобів, які за принципом роботи є однотипними. Значну увагу приділено розгляду безконтактних дезінфекторів, які поділяють на ліктеві, ножні та сенсорні. В той час, як сенсорні дезінфектори є високовартісними, а ліктеві не забезпечують високих вимог до стерильності, актуальною залишається необхідність в розробленні конструкції безконтактного механічного дезінфектора, який приводиться в дію ногою людини та не потребує додаткового живлення.

Запропоновано конструкцію механічного безконтактного дезінфектора, який приводиться в дію натисканням на педаль. Через важільних механізм зусилля передається на дозатор ємкості з дезінфікуючим засобом. Дезінфектор має просту конструкцію, легко монтується та простий в експлуатації. Виконано аналіз руху механізму дезінфектора в середовищі SOLIDWORKS MOTION, міцнісний аналіз елементів конструкції дезінфектора, а також аналіз втрати стійкості в середовищі SOLIDWORKS SIMULATION. Встановлено значення максимальних напружень, переміщень та коефіцієнта запасу міцності елементів конструкції. Так, коефіцієнт запасу міцності за експлуатаційних навантажень на механізм дезінфектора складає 1,72, а коефіцієнт запасу міцності при аналізі на втрату стійкості – 1,78, що є достатнім для механізмів такого призначення. Також конструкцією передбачено обмежувач натискання педалі для уникнення перевантажень чи вандалських дій на механізм. Результати аналізу підтверджують надійність та міцність конструкції.

В технологічній частині описано технологію виготовлення деталі з листового матеріалу (деталь «Кожух»), визначено значення енергосилових параметрів штампування, які становлять для вирубування – сила  $P_{\Sigma}=1393,82$  кН, сумарна робота технологічного процесу  $A_{\Sigma}=1408$  кДж.

В економічній частині виконано розрахунок вартості матеріалів для виготовлення дезінфектора, який включає вартість комплектуючих виробів для виготовлення дезінфектора – 331,98 грн, вартість основних матеріалів – 462,36 грн та сумарно складає 794,34 грн.

В роботі розглянуто питання охорони праці та довкілля, розроблено вимоги з охорони праці в процесі виготовлення дезінфектора – 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 дезінфектора для використання його в закладах з великою кількістю відвідувачів, а особливо в закладах, де ставляться особливо високі вимоги до стерильності – медичних закладах тощо.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. – К.: Либідь, 1995. 368 с.
2. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. – К.: Вища школа, 1993. 288с.
3. Бутко Д. А., Луценков В. Л., Лехман С. Д. Практикум з охорони праці. – К.: Урожай, 1995. 144 с.
4. Ванін В. В., Блюк А. В., Гнітецька Г. О. Оформлення конструкторської документації : Навч. посібн. 4-те вид., випр. і доп. – К.: Каравела, 2012. 200с.
5. Гряник Г. М., Лехман С. Д. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. 272 с.
6. Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. Цивільна оборона. – Львів. : Афіша, 2001. 236 с.
7. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
8. ДСТУ ISO 128-1:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1. Передмова та покажчик понять стандартів ISO серії 128.
9. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, IDT).
10. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006. Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, IDT).
11. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. – Львів. : Афіша, 2000. 350 с.
12. 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
13. Лехман С. Д., Врубльов В. І., Рябцев Б. І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – Київ. : Урожай, 1993. 270 с.

14. Літовченко П. І. Технологія конструкційних матеріалів : навч. посіб. / П. І. Літовченко, Л. П. Іванова. – Х. : НА НГУ, 2016. – 306 с. : іл.
15. Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Курсове проектування. – Львів : Новий світ-2000, 2006. 252 с.
16. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин – Львів: Афіша, 2003. 560 с.
17. Пахолюк А. П. Основи матеріалознавство 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.
23. Дезінфекція: види та методи проведення [Електронний ресурс]. URL: <https://medplatforma.com.ua/article/497-deznfektsya-vidi-ta-metodi-provedennya>».