

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до бакалаврського кваліфікаційного проєкту на тему:
«РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ РІЗАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ
ПРОДУКТІВ»

Виконав: студент 4 курсу, групи 1ГМ-216

зі спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

(шифр і назва напрямку підготовки)

Захарчук Владислав Сергійович 

(прізвище та ініціали)

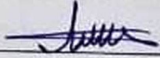
Керівник: к.т.н., доц., доцент каф. ГМ

Бакалець Д.В. 

(прізвище та ініціали)

« 06 » 06 2025 р.

Рецензент: к.т.н., доц., доцент каф. АТМ

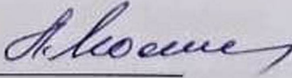
Антонюк О.П. 

(прізвище та ініціали)

« 10 » 06 2025 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри ГМ

д.т.н., професор Поліщук Л.К. 

« 10 » 06 2025 р.

Вінниця ВНТУ– 2025 р

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 70 сторінок формату А4, на яких є 11 рисунків, 7 таблиць, список використаних джерел містить 27 найменувань.

У роботі здійснено аналіз відомих конструкцій установок для різання харчових продуктів і на основі аналізу розроблена нова конструкція установки для різання заморожених продуктів з покращеними техніко-економічними показниками. Виконанні проєктні та перевірочні розрахунки розробленої конструкції. Розроблені креслення згідно, яких можливе виготовлення розробленої конструкції.

Ключові слова: механізм, конструкція, різання, харчові продукти, розрахунок.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work consists of 70 pages of A4 format, which include 11 figures, 7 tables, and the list of sources used contains 27 items.

The work analyzes known designs of food cutting plants and, based on the analysis, develops a new design of a frozen food cutting plant with improved technical and economic indicators. Design and verification calculations of the developed design are performed. Drawings are developed according to which it is possible to manufacture the developed design.

Keywords: mechanism, design, cutting, food products, calculation.

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань – 13 Механічна інженерія
Спеціальність – 133 – Галузеве машинобудування
Освітньо-професійна програма – Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

Поліщук Л.К.

“04” березня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ

гр. ІГМ-216 Захарчуку Владиславу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема бакалаврського кваліфікаційного проєкту: «РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ РІЗАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ ПРОДУКТІВ»

керівник бакалаврського кваліфікаційного проєкту Бакалець Д.В., к.т.н. доцент,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 20.03. 2025 року №97

2. Строк подання здобувачем бакалаврського кваліфікаційного проєкту

3. Вихідні дані до бакалаврського кваліфікаційного проєкту 1) Граничні розміри продукту, що нарізається, м³ – 180х380; 2) Габарити робочого столу, мм – 800х725х1370; 3) Потужність двигуна, Вт – 2200; 4) Маса, не більше, кг – 360.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Вступ; 2) Виконати теоретичне дослідження згідно теми БКР; 3) Виконати патентно-інформаційний огляд аналогічних конструкцій; 4) Висновки з теоретичного огляду та постановка задач проєктування; 5) Розробка конструкції установки для різання заморожених продуктів; 6) Виконати конструкторські та технологічні розрахунки, що необхідні для побудови розробленої конструкції установки для різання заморожених продуктів; 7) Розробити заходи з охорони праці.

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

1) Аналіз конструкцій установки для різання заморожених продуктів (ф. А1 – 1 арк); 2) Патентно-інформаційний огляд (ф. А1 – 1 арк); 3) Складальний кресленик установки для різання заморожених продуктів (ф. А1 – 1 арк); 4) Кінематична схема приводу установки для різання заморожених продуктів (ф. А3 – 1 арк.); 5) Робочі

кресленики деталей «шків ведений», «кривошипний вал» та «шків ведучий» (ф. АЗ арк.).

6. Консультанти розділів бакалаврського кваліфікаційного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання приймав
Технічний розділ (основна частина)	Бакалець Д.В.	05.03.2025р. 	06.06.2025р.
Охорона праці, безпека життєдіяльності	Поліщук О.В.	02.05.2025р. 	20.05.2025р.

7. Дата видачі завдання 05.03.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврського кваліфікаційного проєкту	Термін виконання		Примітки
		початок	закінчення	
1	Виконати теоретичне дослідження згідно теми БКР. Здійснити патентно-інформаційний огляд установок для різання харчових продуктів та її складових	05.03.2025р.	20.03.2025р.	
2	Розробка конструкції установки для різання заморожених продуктів	05.03.2025р.	20.03.2025р.	
3	Виконання проектних та перевірочних розрахунків конструкції	21.03.2025р.	07.04.2025р.	
4	Розробка графічної частини БКП	08.04.2025р.	02.05.2025р.	
5	Охорона праці	02.05.2025	12.05.2025	
6	Оформлення текстової та графічної частини проєкту	12.05.2025	06.06.2025	
7	Перевірка на плагіат	06.06.2025	09.06.2025	
8	Нормоконтроль БКП	10.06.2025	10.06.2025	
9	Рецензування БКП	11.06.2025	16.06.2025	
10	Захист БКП	За графіком кафедри		

Здобувач

(підпис)

Захарчук В.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бакалець Д.В.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	3
1	АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ УСТАНОВОК ДЛЯ РІЗАННЯ ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ	6
1.1	Класифікація обладнання	6
1.2	Аналітичний огляд обладнання аналогічного призначення.....	8
1.3	Патентно-інформаційний огляд	12
2	ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ ОБЛАДНАННЯ.....	29
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	31
3.1	Розрахунок продуктивності.....	31
3.2	Енергетичний розрахунок. Підбір електродвигуна	31
3.3	Кінематичний розрахунок.....	32
3.4	Конструктивний і міцнісний розрахунок.....	34
4	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	41
4.1	Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	42
4.2	Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	44
4.3	Технічні рішення з пожежної безпеки.....	48
	ВИСНОВКИ.....	50
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
	ДОДАТКИ.....	54
	ДОДАТОК А . Технічне завдання	55
	ДОДАТОК Б. Ілюстративна частина.....	60
	ДОДАТОК В. Специфікації.....	68
	ДОДАТОК Г Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	71

ВСТУП

Механічне обладнання, що використовується на підприємствах громадського харчування, належить до класу технологічних машин і призначене для первинної механічної обробки харчових продуктів. Воно охоплює велику групу кулінарних машин і механізмів, які використовуються індивідуально або в складі поточно-механізованих автоматичних ліній з первинної обробки харчової сировини. На сучасному споживчому ринку є великий асортимент різних машин і механізмів вітчизняного та зарубіжного виробництва, що використовуються на підприємствах громадського харчування. Щорічно на ринок надходить вдосконалене, а також знову розроблене обладнання, що забезпечує механізацію трудомістких технологічних процесів на виробництві. Насичення ринку відбувається на тлі появи великої кількості однотипного обладнання, що поставляється різними зарубіжними фірмами, яке незначно відрізняється за технічними параметрами, але істотно за цінами.

На підприємствах громадського харчування, у супермаркетах, магазинах, виробничих цехах для оброблення свіжого, охолодженого або замороженого м'яса, а також обвалювання м'ясних туш і нарізання порційними шматками продукції використовуються пили для різання м'яса. Найпопулярнішими для цього є моделі стрічкового типу та дискові пили. Дискові пили бувають стаціонарними або ручними і являють собою оснащену двигуном і дисковим ножом конструкцію. Ручні пили застосовуються для порційного оброблення туш у невеликих м'ясних цехах. Вони зручні та мобільні в роботі, що дає змогу обробляти продукцію в будь-якому положенні, як у підвішеному вигляді, так і покладеною на робочу поверхню. Від потужності, габаритів і функціональності пили залежить тип, а також діаметр дискового ножа, що має унікальне лазерне заточування. Як у стаціонарних, так і в ручних

моделях дисковий ніж має спеціальний захисний кожух, що забезпечує безпечну роботу.

Стрічкові пили для оброблення м'яса призначені для акуратного нарізання замороженого м'яса або м'яса з кістками на порції певного розміру. Це обладнання виготовляється з міцних і якісних матеріалів, має тривалий термін експлуатації, зручне в обслуговуванні та безпечне у використанні.

Несівна конструкція стрічкової пилки виготовляється з анодованого алюмінію - матеріалу, вага якого дорівнює 1/3 ваги такої ж конструкції зі сталі. Крім цього анодований алюміній має підвищену твердість, термостійкість і повністю унеможливорює появу корозії навіть у солоному або іншому агресивному середовищі. Усі зовнішні елементи пили, а також її робоча поверхня і корпус виконані з нержавіючої сталі. Конструкцію гастрономічної пилки розроблено таким чином, що її можна зручно і досить швидко розібрати для миття і чищення. Для нарізування м'ясної продукції на порції певного розміру пила має можливість регулювання. Крім цього стрічкові пили досить універсальні: їхні деякі моделі підходять як для кісток, замороженого м'яса та риби, так і для свіжих та охолоджених м'ясопродуктів.

Метою роботи є розробка установки для різання заморожених продуктів з покращеними техніко-економічними показниками.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі задачі:

- Дослідити ринок та запити на різальне обладнання для харчових продуктів, виокремити перспективні напрямку удосконалення існуючого обладнання ґрунтуючись на класифікації та аналізі існуючого обладнання ;
- Здійснити патентно-інформаційний огляд конструкцій для різання заморожених продуктів, зокрема їх різальних елементів;
- Розробити конструкцію установки для різання заморожених продуктів;

- Виконати конструкторські розрахунки для розробки конструкції установки для різання заморожених продуктів та необхідних робочих креслень.
- Розробити кресленики установки для різання заморожених продуктів та робочі креслення його деталей;
- Запропонувати заходи з охорони праці для безпечної експлуатації розробленої конструкції установки для різання заморожених продуктів.

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ УСТАНОВОК ДЛЯ РІЗАННЯ ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

1.1 Класифікація обладнання

Застосування подрібнювально-різального обладнання покращує зовнішній вигляд продукту, знижує товарні втрати, забезпечує дотримання необхідних санітарно-гігієнічних правил, підвищує продуктивність праці працівників торговельного підприємства і тим самим сприяє скороченню часу на придбання товарів покупцями та підвищує культуру обслуговування.

Подрібнювально-різальне обладнання продовольчих товарів підрозділяється за такими ознаками [1 – 5]:

1. за призначенням: для нарізування; подрібнення.
2. За способом нарізування: з дисковими ножами; стрічковими пилами; зі струнами.
3. За принципом роботи: безперервної дії; періодичної дії.
4. Залежно від характеру сил, що діють, розрізняють:
 - подрібнення роздавлюванням – руйнуванням при стисненні;
 - подрібнення розриванням – руйнуванням при розтягуванні;
 - подрібнення розламуванням – руйнуванням під час вигину;
 - подрібнення скручуванням – руйнуванням при крученні;
 - подрібнення стиранням – руйнуванням при зсуві;
 - подрібнення різанням – руйнуванням під час стиснення і зсуву.

Види різальних робочих інструментів. Як ріжучі робочі інструменти на підприємствах громадського харчування застосовують ножі, що мають різну конструкцію і форму (- 3-х променевий, - 6-и променевий, - 9-и променевий).

Залежно від виду оброблюваного продукту все обладнання, призначене для розрізання харчових продуктів, підрозділяється на чотири групи:

- 1 – овочерізки;
- 2 – м'ясорубки, розпушувачі;

3 – хліборізки;

4 – машини для нарізання гастрономічних товарів.

Різні операції та потужності підприємств вимагають використання різних видів обладнання.

Усі пилки для оброблення м'яса діляться на чотири категорії [6]:

–стрічкові;

– дискові;

– крокові;

– ручні.

Так, для обробки дрібних тушок птиці, кроликів, різання свіжої яловичини без кістки використовуються дискові пили. А в обробленні заморожених напівтуш і туш ефективніші стрічкові пили.

Переваги електричних пил [7]:

– оброблення прискорюється в рази;

– механізм зручний у роботі та швидко чиститься;

– працює тихо;

– можна відразу сортувати шматки;

– вища якість оброблення (немає сколів, кістки і м'ясо розрізаються з рівними краями);

– безпечне для робітників обладнання (при дотриманні правил експлуатації);

– менше відходів, ніж під час ручного рубання.

Стрічкові пристрої застосовуються для оброблення на порції м'яса з кісткою або без. Вони забезпечують ідеальний зріз практично без обрізків. Виконуються в підлоговій, настільній і підвісній формі. Останні зручні для обробки підвішених на гаки туш. Широко використовуються в м'ясних цехах ресторанних комплексів, супермаркетів.

Стрічкові пристрої застосовуються для оброблення на порції м'яса з кісткою або без. Вони забезпечують ідеальний зріз практично без обрізків. Виконуються в підлоговій, настільній і підвісній формі. Останні зручні для

обробки підвішених на гаки туш. Широко використовуються в м'ясних цехах ресторанних комплексів, супермаркетів. Діскові пили посідають перше місце за популярністю, бо порівняно недорогі, довговічні, легкі в обслуговуванні та зручні в роботі. Дорожчі моделі виконуються в корпусі з нержавійки, дешевші – в пластикових. Розрізняються також діаметрами дисків, а значить розміром оброблюваних шматків.

Крокові моделі належать до промислового обладнання, не мають обмежень за розмірами шматка, дуже продуктивні, витрачають небагато енергії, довговічні.

Ручні пристрої нагадують ножівку з рухомим полотном. Це невеликі інструменти частіше використовуються на кухнях маленьких ресторанів або в домашньому господарстві.

1.2 Аналітичний огляд обладнання аналогічного призначення

На рисунку 1.1 представлено стрічкову пилу HKN-SE/2020. Апарат являє собою стаціонарний агрегат, обладнаний стрічковою пилкою; призначений для різання свіжого і мороженого м'яса, кісток та інших харчових продуктів [8].

Стрічкова пила встановлена в корпус апарата, в якому також є верхній і нижній шків, власне полотно пили, а також верхня і нижня напрямні.

Максимальна вага продукту, що обробляється, становить від 1000 кг до 2000 кг, після чого полотно слід замінити. Однак якщо апарат використовується для різання продуктів, що не містять кісток, то ресурс полотна багаторазово збільшується.

Під час роботи продукт, що обробляється, проштовхувати через зону різання безпосередньо. Максимально дотримуйтесь усіх запобіжних заходів і правил техніки безпеки. Технічні дані представлені в таблиці 1.1.

На рисунку 1.2 представлено пилка стрічкова SOP/1550. Корпус пристрою виготовлена з алюмінію, емальованого або анодованого.

Нижня частина пристрою включає двигун, який з'єднаний безпосередньо зі шківом.

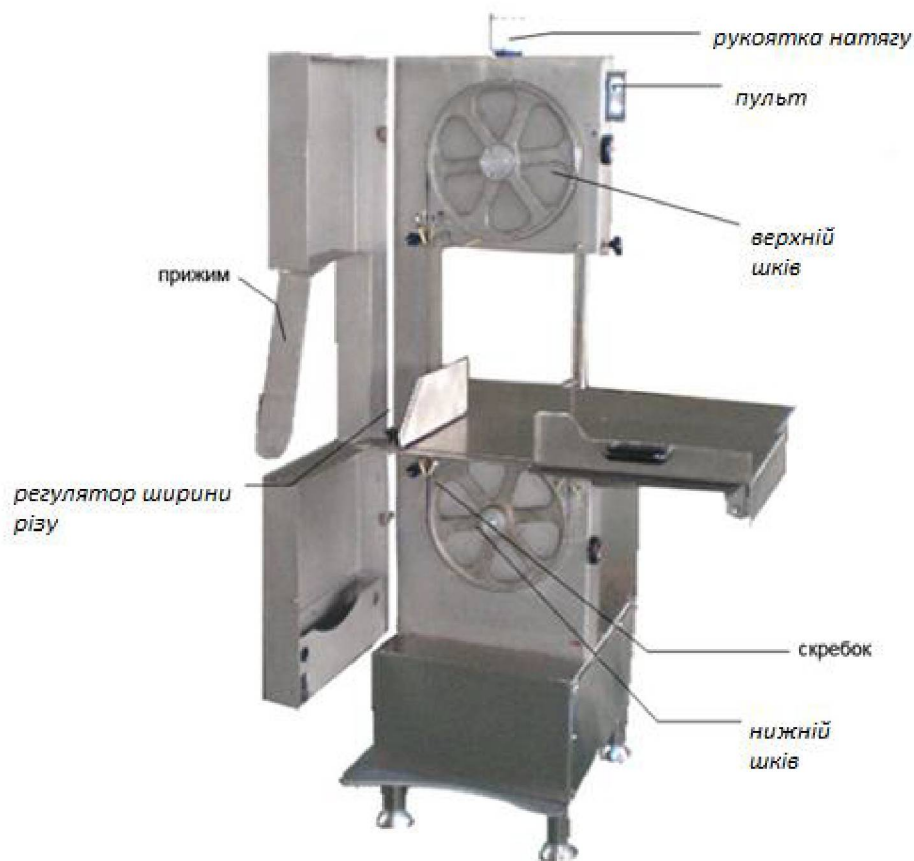
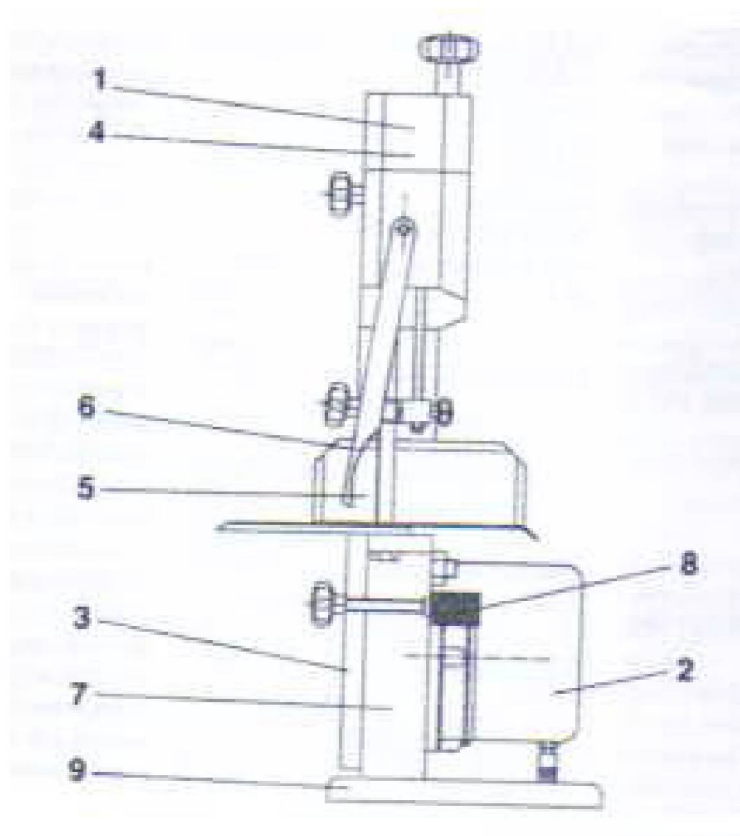


Рисунок 1.1 – Пилка стрічкова HKN-SE/2020

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики пилки стрічкової HKN-SE/2020

Модель	HKN-SE/2020
Напруга	220В
Довжина полотна пилки	2020 мм
Потужність	1500 Вт
Маса	106.00 кг

У верхній частині знаходиться другий шків, який виконує роль направляючої пилки. Мікроперемикач розташований у нижній частині пристрою. Коли відкривається кришка, пристрій зупиняється. Пила виготовлена з нержавіючої сталі. Для нормальної роботи повинна мати правильний натяг. Технічні дані представлені в таблиці 1.2.



1 – опора; 2 – двигун; 3 – знімна кришка; 4 – верхній шків; 5 – пила;
 6 – пристрій для просування м'яса; 7 – нижній шків;
 8 – захисний мікроперемикач; 9 – столик

Рисунок 1.2 – Пила стрічкова SOP/1550

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики пили стрічкової SOP/1550

Потужність	кВт	6
Частота обертання	об./хв	900
Діаметр шківів	модель 1830	>200
	модель 1550	>190
Довжина пилки	модель 1830	1830 мм
	модель 1550	1550 мм
Площа робочої поверхні	модель 1550	330x330
	модель 1830	410x410

На рисунку 1.3 представлена стрічкова пила моделі HLS 1650. Цей прилад призначений для різання свіжого м'яса, кісток, представлений на рисунку 1.3. Для різання замороженого продукту необхідно використовувати інше ріжуче полотно.

Основними елементами конструкції стрічкової пилки є [4, 6]:

- несівна рама з анодованого алюмінію, яка обладнана робочою поверхнею з неіржавкої сталі та механізмом, що подає продукт під час розпилювання, одночасно притискаючи його для фіксації;
- пиляльний блок, оснащений стрічковою пилкою, яка фіксується за допомогою направляючого пристрою ріжучого полотна на двох шківках;
- пристрій, що регулює товщину різку;
- пересувна огорожа, яка оберігає користувача від травм і порізів при безпосередньому контакті з рухомими елементами обладнання;
- ручка, що регулює натяг стрічкової пилки;
- блок, на якому розташована кнопка ввімкнення і вимкнення приладу.

Стандартна стрічкова пила має досить простий пристрій, який являє собою стаціонарний агрегат, що працює від електроприводу. Для зручного оброблення продукції спеціальний притискний механізм, регульований за висотою, фіксує підготовлену сировину на робочому столі. Після чого під час увімкнення агрегату ріжуче полотно починає безперервний інтенсивний рух, що й забезпечує процес різання. При цьому заготівля завдяки зручній ручці штовхача проштовхується до ріжучого полотна і переміщується в підготовлений лоток.

У деяких видах стрічкових пилок, призначених для оброблення свіжого м'яса, під час використання замороженої продукції необхідно застосовувати інше ріжуче полотно. Термін служби цього полотна залежить як від стану продукту, так і від сили тиску. Здебільшого, гранична величина сировини, що обробляється, становить близько 1 - 2 тонн. При переробці м'яса, що не містить кістку, період експлуатації ріжучого полотна значно збільшується. Використання хвилеподібних полотен також подовжує їхній термін служби.

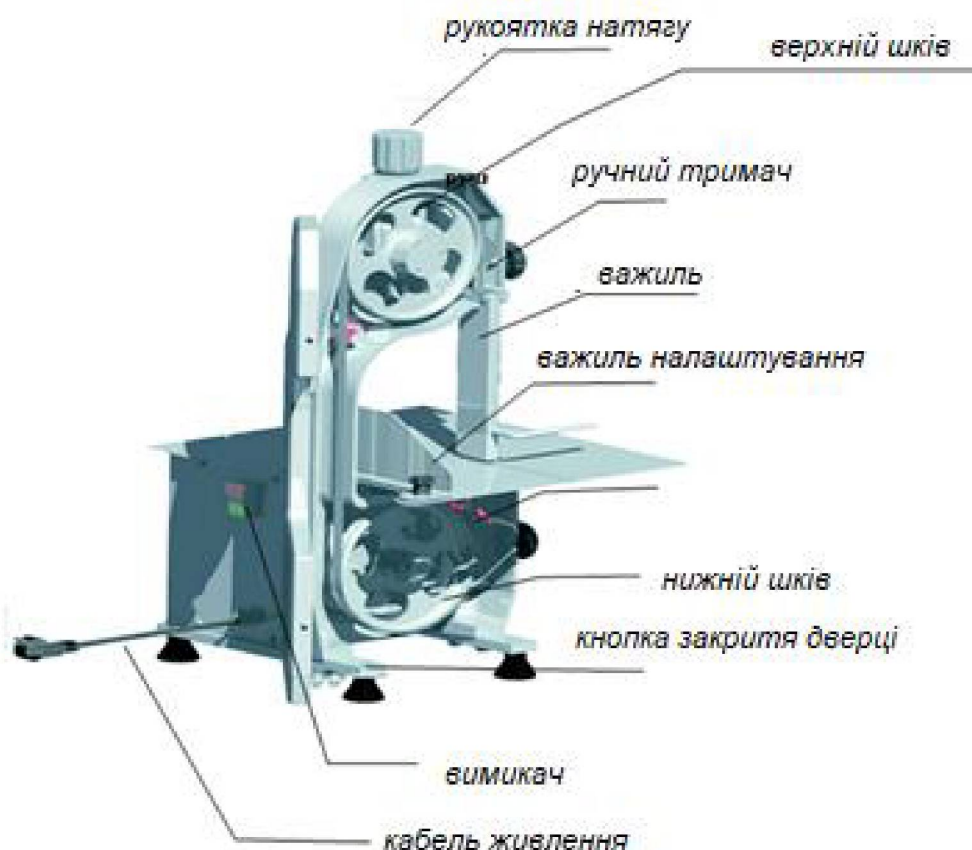


Рисунок 1.3 – Стрічкова пила HLS 1650

Крім цього, перевернувши полотно на інший бік, його можна використовувати далі. Технічні характеристики представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики стрічкової пила HLS 1650

Довжина полотна	1650 мм
Джерело електроенергії	230Вольт/50Гц
Потужність	0,75 кВт
Габарити робочого столу	437x465мм

1.3 Патентно-інформаційний огляд

На рисунку 1.4 представлено біметалеве полотно стрічкової пили згідно корисно моделі України №1818 [9]. У основу пропонованої конструкції покладена задача створення такого біметалевого полотна стрічкової пили, яке б

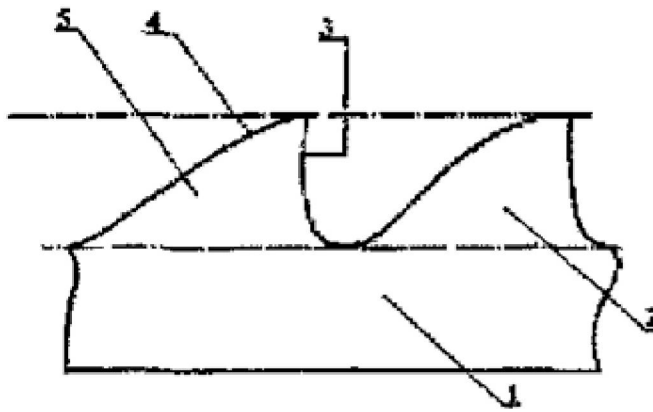


Рисунок 1.4 – Біметалеве полотно стрічкової пили згідно корисної моделі України №1818

мало більший ресурс. Поставлена задача вирішується за рахунок створення умов для зменшення рівня пружних деформацій ріжучого зуба шляхом використання дискретного зносостійкого покриття і створення ефекту автоматичного відтворення ріжучої кромки ріжучого зуба за рахунок використання зносостійкого покриття на задній грані зуба для автоматичного формування твердої ріжучої кромки під час зносу передньої грані.

Поставлена задача вирішується при застосуванні полотна пропонованої конструкції, яке, як і відоме біметалеве полотно стрічкової пили, містить основу у вигляді стрічки з металевого матеріалу, до одної з більших граней якої жорстко прикріплені металеві ріжучі зуби, кожен з яких має одну передню, одну задню і дві бічні грані, одна з граней ріжучого зуба забезпечена зносостійким покриттям, а ріжуча кромка, призначена для контактування з оброблюваним металом, утворена передньою і задньою гранню ріжучого зуба, а, відповідно до пропозиції, зносостійке покриття нанесено на задню грань кожного ріжучого зуба і виконано у вигляді окремих, не пов'язаних між собою «острівців».

Особливістю полотна пропонованої конструкції є і те, що найбільший розмір кожного острівця менший або дорівнює максимальному значенню пружної деформації грані ріжучого зуба.

Відповідно до пропозиції, зносостійке покриття складає 30 – 90% суцільності нанесеного шару. Завдяки тому, що на поверхні задньої грані ріжучого зубу нанесене дискретне покриття, а його адгезійна міцність є більшою за адгезійну міцність у суцільного покриття, воно, практично не розтріскується і залишається роботоспроможним навіть при зменшенні його товщини. Покриття на задній грані ріжучого зубу підвищує жорсткість зубу і, таким чином, зменшує рівень пружних деформацій зубу під час роботи.

Ще одною перевагою полотна пропонованої конструкції є і те, що навіть при зношуванні передньої грані ріжучого зуба, полотно залишається у робочому стані. Завдяки зносостійкому покриттю на його задній грані, ріжуча кромка залишається гострою протягом всього ресурсу роботи полотна (до зносу ріжучих зубів). Тобто, під час зношування ріжучого зубу ріжуча кромка утворюється за рахунок використання твердого зносостійкого покриття на задній грані, що створює ефект самозаточки.

Для нанесення зносостійкого покриття може бути застосований один з традиційних методів, наприклад метод нанесення зносостійкого покриття шляхом іонно-плазменної обробки. Біметалеве полотно стрічкової пили, містить основу 1 у вигляді стрічки з металевого матеріалу. До одної з більших граней стрічки приварений ряд ріжучих зубів 2. Кожен ріжучий зуб 2 має одну передню 3, одну задню 4 і дві бічні 5 грані. Ріжуча кромка, призначена для контактування з оброблюваним металом (не показаний), утворена передньою 3 і задньою 4 гранню 4 ріжучого зубу 2. У пропонованій конструкції зносостійке покриття нанесене на задню грань 4 кожного ріжучого зуба 2.

Попередньо досліджували серію зразків біметалевого полотна стрічкової пили в умовах, що наближені до реальних, для визначення пружних деформацій, яких зазнає ріжучий зуб 2. Після цього на задню грань 4 кожного ріжучого зубу 2 через маску з визначеним експериментально розміром чарунок наносили іонно-плазменним методом зносостійке покриття – нітрид титану товщиною до 20мкм і отримували дискретне покриття у вигляді не пов'язаних

між собою «острівців», найбільший розмір яких не перевищував максимальної пружної деформації, зареєстрованої на зразках полотна.

При цьому суцільність шару зносостійкого покриття складала 30 – 90%. Під час розрізання, наприклад, металевого злитку (на кресленні не показана) полотно стрічкової пили виконує поступальний рух. При цьому передня грань 3 з ріжучою кромкою ріжучого зубу 2 торкається, а потім поступово заглиблюється у злиток, розрізаючи його. Завдяки тому що на задню 4 грань кожного ріжучого зубу 2 полотна нанесене дискретне покриття, воно під час різання не розтріскується і залишається роботоспроможним до зносу, одночасно підвищуючи жорсткість ріжучого зубу, що збільшує ресурс полотна. Покриття на задній грані 4 окрім збільшення жорсткості ріжучого зубу 2 дозволяє зберігати ріжучу кромку у робочому стані до зношення саме ріжучого зубу 2. Таким чином, у конструкції створюється ефект самозаточки.

На рисунку 1.5 представлено стрічкову пилу згідно патенту на корисну модель України №81004 [10]. В конструкції відомої стрічкової пили розводка зубів здійснюється за схемою вправо-вліво з величиною розводки на сторону 0,38 – 0,50 мм. Відсутність прямого зуба, що виконує роль зуба, що підчищає, призводить до того, що недостатньо видаляється тирса з зони різання. Наявність прямого зуба в корисній моделі, що заявляється, призводить до того, що прямий зуб виконує виштовхуючу роль і зменшує зусилля різання, а також видаляється тирса з зони різання. Це призводить до зручності різання та збільшення швидкості різання пили. При розводці зубів на сторону 0,38 – 0,50 мм, як це передбачено відомою корисною моделлю, відбувається перегрів пили вгаслідок надмірного тертя об деревину. Це призводить до зниження швидкості різання. У корисній моделі значення зміщується в бік збільшення розводки 0,52 – 0,70 мм, збільшуючи тим самим ширину пропилу. Така величина розводки є оптимальною для досягнення найкращих характеристик по швидкості різання пили. У корисній моделі, що заявляється, радіус в місці сполучення полотна з зубом становить $1,24 \pm 0,2$ мм. При такому радіусі механічне напруження в

процесі різання рівномірно розподіляється по всій пазусі зуба пили, що дозволяє забезпечити максимальну стійкість процесу різання.

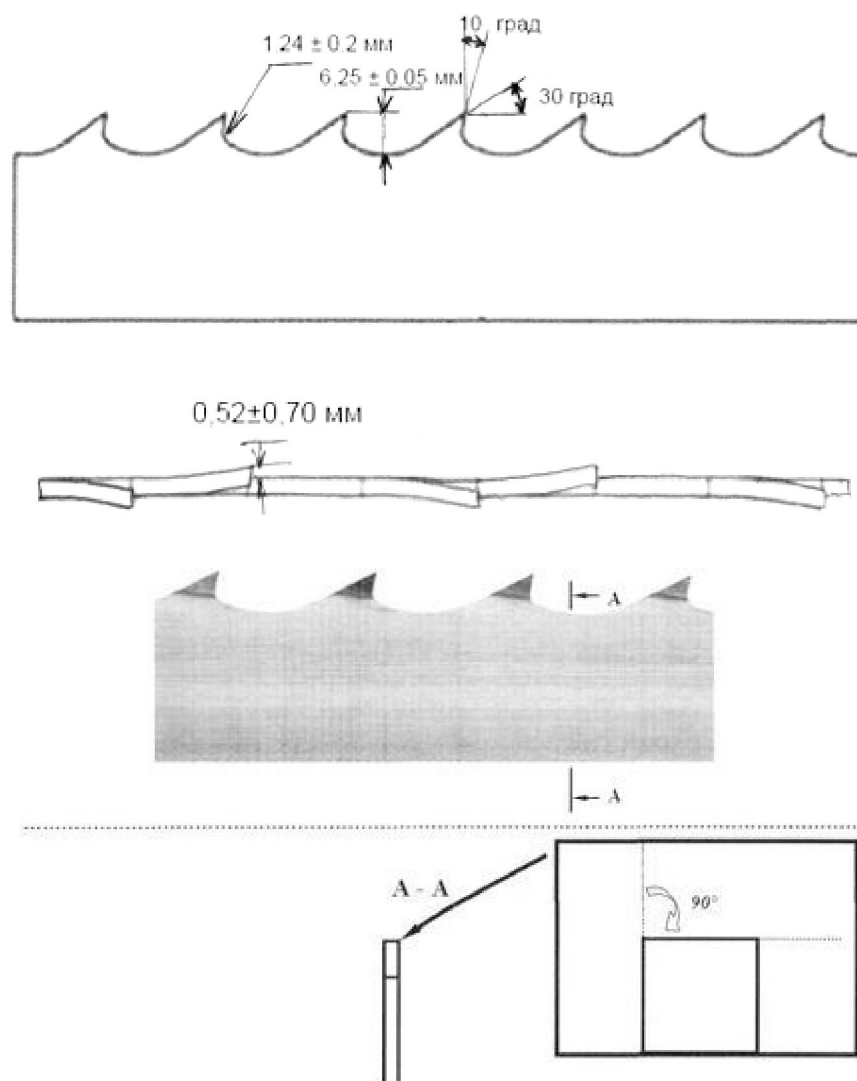


Рисунок 1.5 – Стрічкова пила згідно патенту на корисну модель України №81004

При розрізуванні деревини виникає зусилля на вершині зуба, яка направлена на розрив зуба в цій ділянці. В основі зуба також створюється велика напруга, при цьому також ймовірний розрив пили. При завданому радіусі в місці сполучення полотна з зубом, що становить $1,24 \pm 0,2 \text{ мм}$, розподіляється напруга на максимально велику площу, зберігаючи при цьому корисні ріжучі властивості профілю зуба та довговічність пили в цілому. В корисній моделі, що заявляється, відводиться важлива роль геометрії зуба, де

одним з параметрів є висота зуба полотна, що становить $6,25 \pm 0,05$ мм. З використанням такого параметра при виготовленні пили підвищується стійкість зубів пили до навантажень, забезпечується максимальна стійкість полотна і забезпечується якісне видалення тирси з місця різання. При більшій висоті зуба збільшується пазуха, що призводить до найбільшого навантаження на зуб, а це, в свою чергу, призводить до зламу зуба, зменшується розведення зубів при експлуатації пилки. При меншому розмірі зуба зменшується пазуха, це призводить до накопичення тирси в ній, таким чином швидкість різання зменшується.

У корисній моделі ріжуча кромка вершини зуба, як всієї кромки профілю зуба, сформовані перпендикулярно тілу полотна. Це досягається шляхом зняття похилої поверхні не менш, ніж на 15 мкм, після процесу вирубки. Ефективність роботи стрічкової пили після процесу вирівнювання збільшується на 50 %. Крім цього таке вирівнювання дозволяє видалити мікротріщини на профілі зуба. Звісно, що в процесі виготовлення стрічкових пил використовують метод вирубки (штампування) профілю зуба на металевій стрічці. При цьому відбувається зміна структури металу (деформація, стиснення) в стрічці по всьому профілю вирубки, створюється внутрішнє напруження по всій крайці профілю зуба. Наслідком цих явищ є зміна геометрії по всій довжині вирубки, а саме відбувається не перпендикулярне формування ріжучої кромки вершини зуба, як і профілю кромки всього зуба, щодо тіла полотна. Стрічкова пила, виготовлена з такого полотна, не прямолінійно проникає в деревину і, відповідно, відхиляється від завданого напрямку пропилю, що в свою чергу, позначиться на якості зрізу. Зростає також і зусилля різання. У корисній моделі, що заявляється, формування ріжучої кромки вершини зуба, як всієї кромки профілю зуба, здійснюється перпендикулярно тілу полотна. Ефективність роботи стрічкової пили з сформованими кромкою профілю зуба та ріжучою кромкою вершини зуба збільшується на 50 %. Крім цього, це дозволяє уникнути появи мікротріщин на профілі зуба.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення стрічкової пили, в якій шляхом виконання розведення зубів за завданою схемою з завданими розмірами розведення в сторону, шляхом завдання певного радіусу в місці сполучення полотна з зубом та певної висоти зуба, а також шляхом того, що ріжуча кромка вершини зуба як і всієї кромки профілю зуба сформована строго перпендикулярно тілу полотна досягається висока ефективність роботи стрічкової пили, збільшується швидкість та якість різання, збільшується довговічність роботи стрічкової пили. Поставлена задача вирішується тим, що в стрічковій пилі, що включає полотно із зубами в кількості принаймні один, виконаними з кутами заточування передньої і задньої граней зубів відповідно 10° і 30° і розводкою зубів за схемою, відповідно до корисної моделі, схема розведення зубів здійснюється за схемою вправо-вліво-прямо з величиною розведення зубів в сторону 0,52 – 0,70 мм, радіус в місці сполучення полотна з зубом становить $1,24 \pm 0,2$ мм, висота зуба становить $6,25 \pm 0,05$ мм, а ріжуча кромка вершини зуба як і всієї кромки профілю зуба сформована строго перпендикулярно до тіла полотна.

Запропонована конструкція забезпечує зменшення зносу та високу ефективність роботи стрічкової пили. Використання певних параметрів геометрії зуба призводить до того, що напруга, що виникає в процесі роботи пили, розподіляється на максимально велику площу, зберігаючи при цьому корисні ріжучі властивості профілю зуба та довговічність пили в цілому. Використання в конструкції стрічкової пили ріжучої кромки вершини зуба як і всієї кромки профілю зуба, що сформовані строго перпендикулярно тілу полотна, збільшує довговічність роботи стрічкової пили та забезпечує швидкість та якість різання. Суть запропонованої корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображена схема стрічкової пили. Згідно з корисною моделлю, стрічкова пила включає полотно із зубами, виконаними з кутами заточування передньої і задньої граней зубів відповідно 10° і 30° . Радіус в місці сполучення полотна з зубом становить $1,24 \pm 0,2$ мм, висота зуба становить $6,25 \pm 0,05$ мм. На кресленні зображена схема стрічкової пили, вид зверху. Згідно

з корисною моделлю, схема розведення зубів здійснюється за схемою вправо-вліво-прямо з величиною розведення зубів в сторону 0,52 – 0,70 мм. На кресленні зображений зріз А-А полотна стрічкової пили. Згідно з корисною моделлю, ріжуча кромка вершини зуба як і всієї кромки профілю зуба сформована строго перпендикулярно до тіла полотна.

На рисунку 1.6 представлена стрічкова пила згідно патенту на корисну модель №94881 [11]. В основу корисної моделі поставлена задача створити пилку, за допомогою якої зменшити вказані недоліки. Поставлена задача вирішується тим, що у деяких зубів пилки ширина зменшується до вершини зуба. 15 Загальними ознаками корисної моделі та прототипу є корпус і зуби пилки. Ознаками, що відрізняють корисну модель від прототипу, є таке виконання, при якому ширина частини зубів зменшується до їх вершини. Суть корисної моделі пояснюється кресленнями. На фігурі показаний плющений зуб, ширина якого зменшується до вершини. Стрічкова пилка має корпус товщиною B , зуби, які можуть бути плющеними шириною S_1 , розведеними шириною S_2 (при цьому $S_1=S_2$) та зуби, ширина яких при вершині зменшена до S_3 . Важливо, що S_1 і $S_2 > B$, а $S_3 < B$.

Стрічкова пилка, наприклад, з плющеним зубом працює наступним чином. Під час пиляння в процесі руху зуба його, наприклад, ліва вершина зустрічає ділянку деревини з більшою щільністю (сучок, річний шар і т.і.) та відхиляється в праву сторону і врізається в деревину з правої сторони, так як його права вершина має такі ж різальні властивості, як і ліва.

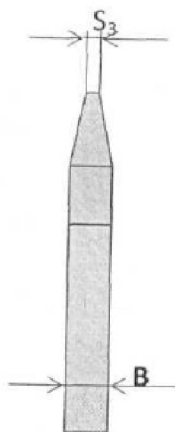


Рисунок 1.6 – Стрічкова пила згідно патенту на корисну модель №94881

Пізніше, коли ділянка щільної деревини закінчується, зуб повертається у вихідне положення. Неоднорідна щільність деревини приводить до поперечних коливань пилки. Під час нормального режиму пиляння, коли щільність деревини відносно однакова, ширина пропилу буде рівна ширинам S_1 і S_2 . Коли пиляння деревини буде здійснюватися із різною її щільністю, тоді ширина пропилу буде більшою від S_1 і S_2 . Якщо, наприклад, наступний зуб має звуження до вершини, то з обох бокових сторін він сприйматиме однакові зусилля, що буде запобігати виникненню поперечних коливань зуба. Наявність зубів із шириною при вершині S_3 буде зменшувати поперечні коливання від зуба з шириною S_1 і цим самим зменшувати коливання інструменту в цілому. Таке виконання стрічкової пилки дозволить зменшити поперечні коливання інструменту, зменшити ширину та параметри шорсткості пропилу і хвилястість пилопродукції.

На рисунку 1.7 представлена стрічкова пила згідно патенту на корисну модель №93442 [12].

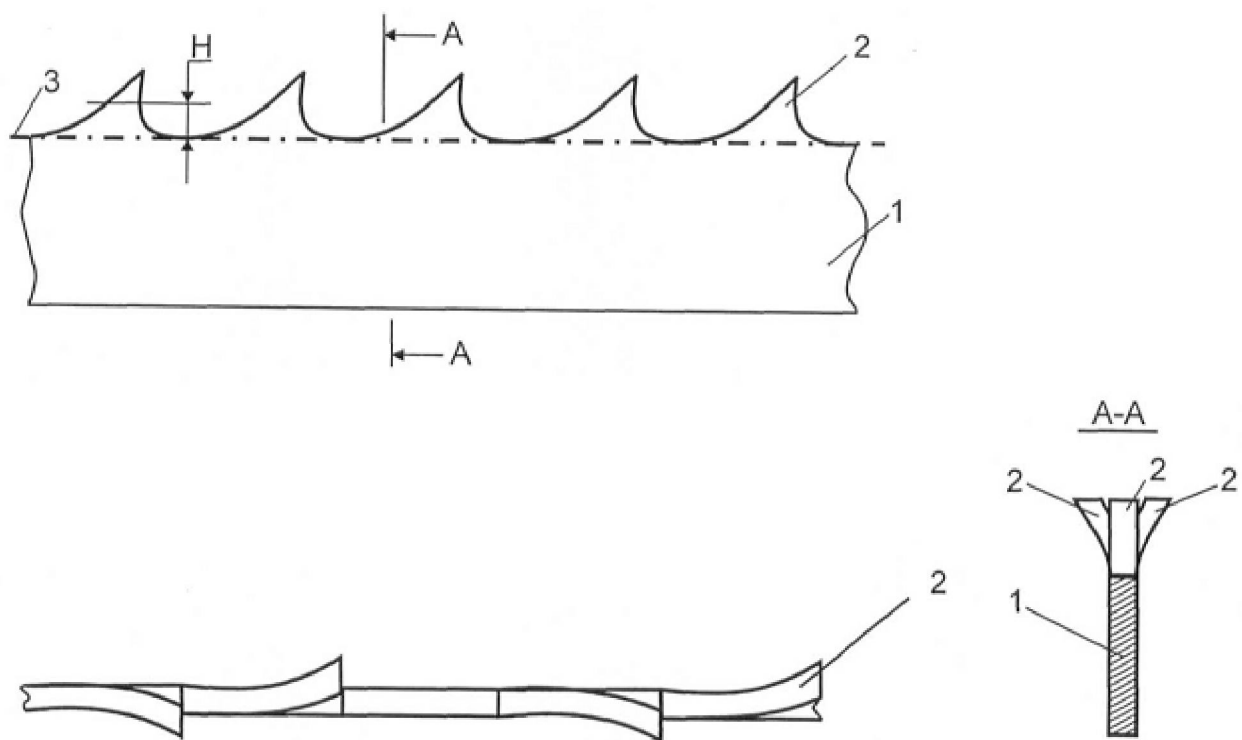


Рисунок 1.7 – Стрічкова пила згідно патенту на корисну модель №93442

В основу корисної моделі поставлена задач створення такої стрічкової пили, яка б мала більший ресурс при розпилюванні свіжих товстих колод хвойних дерев. Поставлена задача вирішується за рахунок створення умов для зменшення вірогідності заклинювання пили під час розпилювання деревини шляхом використання такої схеми розведення зубів, при якій завжди утворюється пропил ширини, достатньої для виходу тирси, а також підвищення опору втомлюваності зубів за рахунок створення умов для роботи металу зуба лише у пружній області шляхом зменшення плеча згину кожного зуба пили. Пропонована, як і відома стрічкова пила, включає полотно із зубами, передня і задня грані кожного з яких заточені, а розташування зубів на полотні виконане за визначеною схемою розводу із однаковим значенням величини розводки по сторонах, а відповідно до пропонованої корисної моделі, кути заточування передньої і задньої граней зубів складають, відповідно, $8 - 13^\circ$ і $28 - 31^\circ$, схема розводу містить групи по три зуби, що повторюються, при цьому перший із зубів групи розведений в один бік – вправо чи вліво, наступний – у протилежний бік, третій зуб – не розведений, величина розводки зубів на сторону складає $0,30 - 0,53$ мм і виконана на відстані H від лінії впадин – дотичної до впадин між зубами, значення якої визначено виразом $H=(0,28-0,32)T$, де T – відстань від лінії впадин до вершини нерозведеного зуба. Особливістю пропонованої стрічкової пили є і те, що ріжуча кромка вершини кожного зуба, як і всієї кромки профілю зуба, сформована строго перпендикулярно до тіла полотна. Авторами експериментально визначено оптимальні значення кутів заточування передньої і задньої граней зубів, які складають, відповідно, $8 - 13^\circ$ і $28 - 31^\circ$. Так, при значенні кутів заточування передньої грані кожного зуба меншою за 8° і задньої більше за 31° продуктивність пили суттєво зменшується, а при значенні кутів заточування передньої грані кожного зуба більше за 13° і задньої менше за 28° зареєстровані вибриви при обробці сирової деревини. Тому оптимальним виявилися значення кутів заточування передньої і задньої граней зубів, що складають, відповідно, $8 - 13^\circ$ і $28 - 31^\circ$.

Пропоноване розведення зубів у вигляді повторюваних по довжині пили груп, перший зуб якої розведений наліво, другий - направо, чи навпаки, третій – прямо (без розведення), дозволяє утворити таку ширину пропилу, в якому практично виключене заклинювання пили через залипання тирси, завдяки наявності у кожній групі прямого, найменш навантаженого зуба, що дозволяє ефективно виводити тирсу із зони пропилу. При цьому оптимальна величина розводки зубів на сторону складає 0,30 – 0,53 мм. При значенні розведення зубів меншого за 0,30 мм продуктивність пили суттєво зменшується, а при збільшенні більше за 0,53 мм підвищується навантаження на розведені зуби, що може приводити до їх руйнування. Тому оптимальною визначена величина розводки зубів на сторону, що складає 0,30 – 0,53 мм. Автори експериментально виявили можливість зменшення навантаження на зуби та стійкість до втрати розводу шляхом зменшення плеча згину кожного розведеного зуба пили. А саме, визначено оптимальне значення відстані H , на якій виконують розведення зубів. Так, при відстані $H < 0,28T$ ефективність зменшення плеча згину кожного зуба пили є недостатньою – зуби у деяких випадках деформувалися пластично, а при $H > 0,32T$ ресурс пили підвищувався, але продуктивність її зменшувалася. Тому оптимальним є виконання розведення зубів на відстані H , визначеної виразом $H = (0,28 - 0,32)T$.

Пропонована стрічкова пила включає полотно 1 із заточеними передньою і задньою гранями кожного зуба 2. Кути заточування передньої і задньої граней зубів 2 складають, відповідно, $8 - 13^\circ$ і 30° . Схема розводу містить групи по три зуби, що повторюються, при цьому перший із зубів групи розведений вправо, наступний – вліво, третій зуб – не розведений. Величина розводки зубів 2 на сторону є однаковою для всіх груп і складає 0,30 – 0,53 мм і виконана на відстані H від лінії впадин 3 – дотичної до впадин між зубами 2, значення якої визначено виразом $H = (0,28 - 0,32)T$, де T – відстань від лінії впадин до вершини нерозведеного зуба 2. Ріжуча кромка вершини кожного зуба 2, як і всієї кромки профілю зуба, сформована строго перпендикулярно до тіла полотна 1. Геометричні параметри пропонованої пили, у тому числі ширина, товщина,

крок, висота зуба та T є строго збалансованими та відповідають типу розпилюваної деревини, потужності двигуна та іншим технологічним особливостям, серед яких вологість деревини, товщина колод і т.ін. Пропонована стрічкова пила працює так.

Підготовлену стрічкову пилу встановлювали на шківках стрічкової пилорами і здійснювали розпилювання соснових колод безпосередньо на ділянці лісу, де виконували вирубку. При цьому завдяки оптимальній схемі розведення з використанням прямого зуба 2 та оптимальних геометричних параметрів пили під час розпилу утворювалася така ширина пропилу, в якій практично не виникало її заклинювання, пов'язаного із забиванням пропилу тирсою. Завдяки ж виконанню розведення зубів 2 на оптимальній відстані H від лінії впадин 3, ресурс пропонованої стрічкової пили вдалося суттєво підвищити порівняно із пилою-прототипом.

На рисунку 1.8 представлена стрічкова пила згідно патенту на корисну модель №102314 [13]. Задачею корисної моделі є розширення арсеналу стрічкових пил для розпилювання різних порід деревини в різних кліматичних умовах – зимою та літом. Технічний результат полягає в реалізації такого призначення, а також в збільшенні швидкості розпилу при підвищенні якості розпилу, в зменшенні потужності, що використовується (економія електроенергії), та збільшенні строку дії пили.

Поставлена задача вирішується вдосконаленням стрічкової пили, що містить стрічкове полотно з зубцями, що виконані з кутами заточки переднього кута 4° чи 7° , чи 9° , чи 10° , чи 13° , заднього кута заднього кута 32° чи 34° , чи 39° , чи 29° , чи 30° , чи 29 та з інтервалом між зубцями 22,225 мм, що визначає профіль зубця $4^\circ/32^\circ$, $7^\circ/34^\circ$, $7^\circ/39^\circ$, $9^\circ/29^\circ$, $10/30^\circ$, $13^\circ/29^\circ$ з кутом ріжучої кромки зубця 90° , сформованою висотою зубця 5,6 – 7,6 мм та з розведенням зубців за схемою вліво-вправо-прямо.

Стрічкова пила приводиться в рух за допомогою шківів, на які вона одягається. Стрічкова пила у відповідній геометрії дозволяє робити повздовжні пропили. Стрічкова пила складається з сталюого стрічкового полотна з

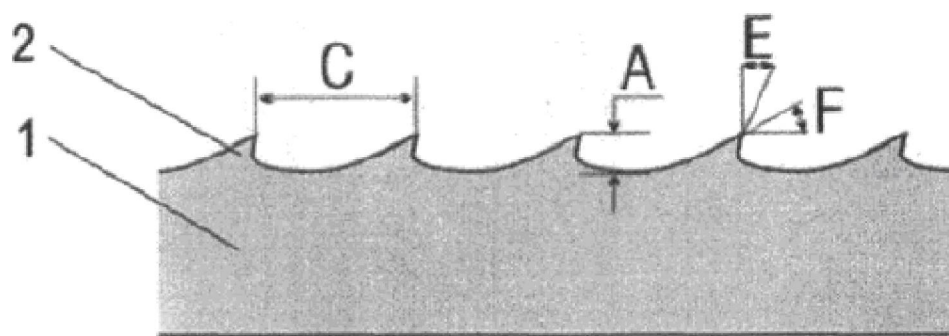


Fig. 1

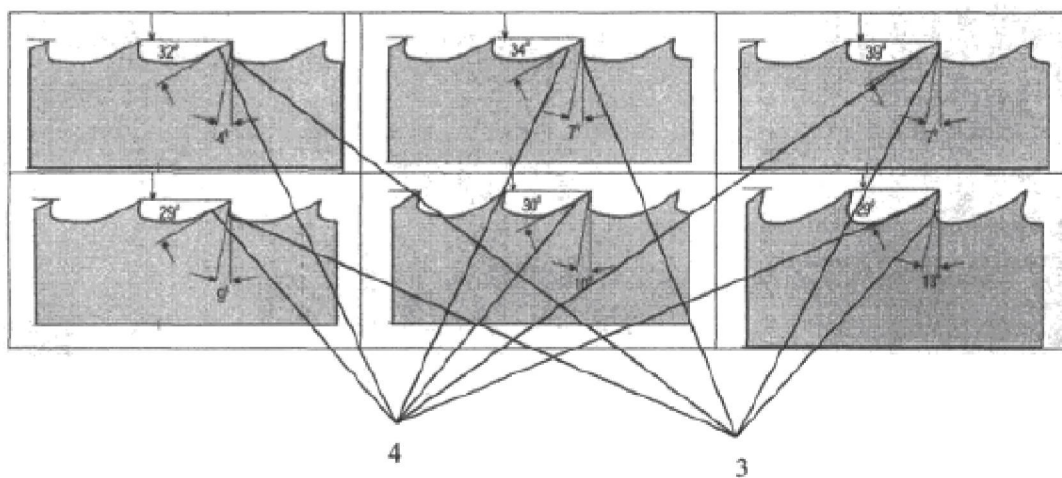


Fig. 2

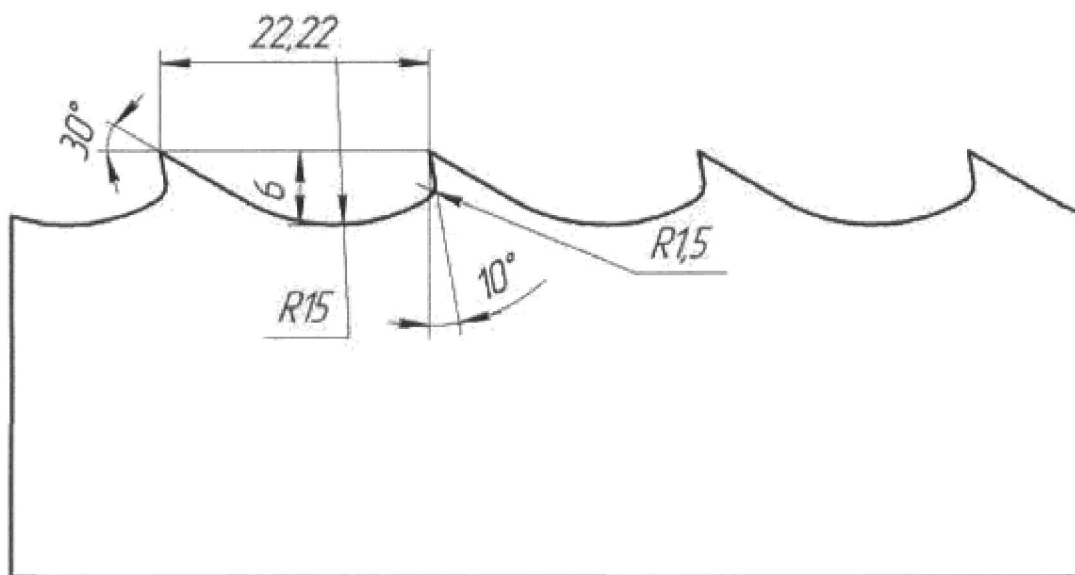


Fig. 3

Рисунок 1.8 – Стрічкова пила згідно патенту на корисну модель №102314

зубцями по одному з країв в кількості мінімум трьох. Геометричні параметри пили строго збалансовані і оптимально відповідають типу деревини, що розпилюється, потужності двигуна та визначаються відповідно до:

- профілю зубця, який формується за двома кутами – передньому та задньому, в свою чергу профіль визначає висоту зубців;
- інтервалу зубців, величина якого постійна;
- схема розведення зубців.

Профіль зубців стрічкової пили розроблявся та експериментально перевірявся роками і є продуктом, який містить інтелектуальний внесок та який протестований на мільйонах розпилених кубометрах деревини і складає $4^{\circ}/32^{\circ}$, $7^{\circ}/34^{\circ}$, $7^{\circ}/39^{\circ}$, $9^{\circ}/29^{\circ}$, 10730° , $13^{\circ}/29^{\circ}$ з інтервалом зубців виконаних величиною 22,225 мм.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями (див. рисунок 1.8): на фіг. 1 зображена схема стрічкової пили, де C – інтервал зубця, A – висота зубця, E – передній кут зубця (кут зачепу), F – задній кут зубця; на фіг. 2 зображені схеми стрічкової пили з профілями зубця (кутами заточки) $4^{\circ}/32^{\circ}$, $7^{\circ}/34^{\circ}$, $7^{\circ}/39^{\circ}$, $9^{\circ}/29^{\circ}$, 10730° , $13^{\circ}/29^{\circ}$; на фіг. 3 зображена схема стрічкової пили з кутом зачепу 10° , який є універсальним профілем, що застосовується для більшості розпилювальних застосувань.

Стрічкова пила містить полотно 1 з зубцями 2, що виконані з кутами заточки переднього кута 4° чи 7° , чи 9° , чи 10° , чи 13° (3), заднього кута 32° чи 34° , чи 39° , чи 29° , чи 30° , чи 29° (4), з розведенням зубців за схемою вліво-вправо-прямо, з кутом ріжучої кромки зубця 90° , інтервал зубця виконаний величиною 22,225 мм, а висота зубця становить 5,6 – 7,6 мм.

Передній кут чи кут зачепу (нахил зубця вперед) дозволяє зубцям заглиблювати себе в деревину. Зубці повинні захоплювати достатньо деревини для того, щоб пила самостійно заглиблювалася в деревину. Значення кута зачепу підбирається з таким врахуванням, щоб зменшити зусилля подачі. Якщо передній кут надто великий в порівнянні зі швидкістю подачі, це призводить до тремтіння пили та грубого розпилу низької якості (пральна дошка). Якщо кут

зачепу надто маленький, потрібно буде вводити пилу в деревину з прикладанням сили, що знижує швидкість розпилу і, як результат, в більшості випадків зменшує продуктивність. Надто великий чи надто малий передній кут призводить до збільшення навантаження на лезо, особливо в пазухах зубця, що призводить до виникнення тріщин та передчасному розриву пили.

Величина переднього кута визначається ступенем твердості деревини. Кут зачепу зубця повинен вибиратися в залежності від типу деревини, яка розпилюється. М'яка деревина вимагає більших кутів заточки ($10^{\circ} - 13^{\circ}$). Тверда, замерзла чи деревина з гіллям потребує менших кутів зубця ($4^{\circ} - 10^{\circ}$). Кут зачепу зубця 10° є хороший, універсальний профіль, що рекомендується для більшості розпилювальних застосувань.

Задній кут зубця утворюється від переднього кута і в цілому визначає геометрію зубця. Висота зубця повинна бути досить великою, щоб визначити винос впадиною всіх стружок з пропилу. Пили оснащуються з різною висотою в залежності від профілю зубця. Пили, що призначені для розпилювання м'якої деревини, мають більш високі зубці. Пили, що призначені для розпилювання твердої деревини чи мерзлих колод мають більш короткі зубці. Висота зубців стрічкових пил складає 5,6 – 7,6 мм. Інтервал зубця - відстань між кожним зубцем від однієї верхівки до іншої. Інтервал пили складає 22,225 мм і повинен завжди залишатись однаковим. Розрахунок інтервалу зубця ґрунтується на лінійній швидкості пили з можливістю використання меншої потужності.

Розведення зубців – це відстань, на яку зубець відігнутий за плоскість полотна пили і виконується за схемою вліво-вправо-прямо, що придатна для розпилювання різних порід деревини. Розведення зубців є важливим фактором в здатності пили пилити, і необхідним для того, щоб полотно (від пазухи до зовнішньої сторони) безперешкодно рухалось в пропилі.

Розведення зубців в пилі в залежності від твердості деревини, що розпилюється, встановлений 0,46 – 0,76 мм. Розведення можна вважати оптимальним, якщо між полотном пили та деревом, яке вона пропилює, знаходиться суміш з 65 – 70 % стружок та 35 – 30 % повітря. Зовнішнім

проявом того, що пила розведена правильно, є те, що з пропилу викидається приблизно 80 – 85 % стружок.

Профіль зубців в стрічкових пилах для розпилу деревини в даній корисній моделі, що заявляється, виконаний в шести варіантах і призначені для наступного:

1. Профіль 13/29 – розроблений спеціально для розпилу м'яких порід дерева з змінною структурою. Цей профіль дозволяє збільшувати швидкість пиляння.

2. Профіль 10/30 – універсальний профіль, що призначений для розпилювання м'яких, середньої твердості та твердих порід деревини.

3. Профіль 9/29 – призначений для розпилу твердої та мерзлої деревини з високою щільністю.

4. Профіль 7/39 – призначений для пиляння дуже твердих порід деревини на станках з двигуном менш ніж 15 кВт.

5. Профіль 7/34 – призначений для пиляння дуже твердих порід деревини на станках з двигуном більш ніж 15 кВт.

6. Профіль 4/32 – призначений для пиляння надтвердих і замерзлих порід деревини, рекомендується для промислових станків в зимовий період.

В таблиці 1.1 наведені показники формування зубця стрічкової пили.

Таблиця 1.1 – Показники формування зубця стрічкової пили.

Передній кут	Задній кут	Інтервал зубця, мм	Профіль зубця	Кут ріжучої кромки	Висота зубця, мм	Схема розведення
4°	32°	22,225	4/32	90°	6,3	Вліво-вправо-прямо
7°	34°		7/34		6,3	
7°	39°		7/39		6,3	
9°	29°		9/29		5,6	
10°	30°		10/30		6,3	
13°	29°		13/29		7,6	

Заточка профілю зубців здійснюється на заточному станку BMS500 чи BMS250, а розведення на станку розведення BMT100 чи BMT200, чи BMT250, чи BMT300, що виробляються компанією Wood-Mizer.

Під час заточки на заточному обладнанні Wood-Mizer з використанням відповідних профільованих заточних кіл профіль зубця, його виробнича висота зубця та інтервал зубців залишаються незмінними.

Таким чином, корисна модель, що заявляється, забезпечує технічний результат використовує меншу потужність. Використання стрічкової пили такого профілю дозволяє здійснювати розпил будь-яких порід деревини з різною твердістю та щільністю, в різних кліматичних умовах з дотриманням високої якості матеріалу, що отримується.

2 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, КОНСТРУКЦІ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ ОБЛАДНАННЯ

Машина, представлена на рисунку 2.1, призначена для різання заморожених безкісткових блоків рибного філе, субпродуктів і м'яса. Корпус машини являє собою литу порожнисту порожнисту коробку, встановлену на чотирьох, регульованих за висотою опорах.

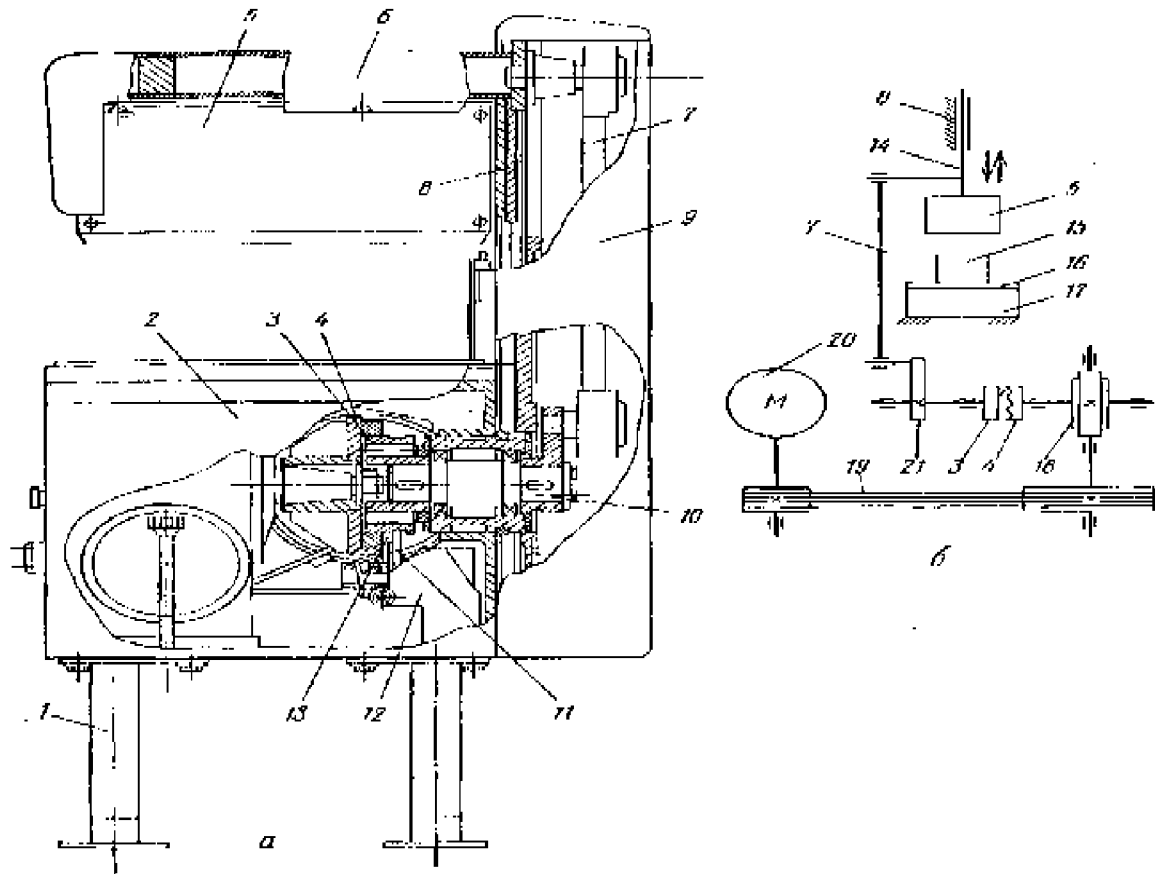
До корпусів машини кріпиться колона, що служить напрямною для повзуна з ножом. Усередині колони встановлено кривошипно-шатунний механізм. У корпусі змонтовано привід машини, що складається з електродвигуна, клиноремінної передачі, черв'ячного редуктора і однооборотної муфти. Однооборотна муфта складається з ведучої та веденої напівмуфт.

Привідна напівмуфта жорстко закріплена на вихідному валу редуктора і являє собою диск з маточиною і зубчастим вінцем. Ведена напівмуфта встановлена на валу кривошипа і являє собою циліндр з пружною ковзною шпонкою.

Горизонтальна гладка поверхня корпусу служить робочим столом. Вона виготовлена з листової нержавіючої сталі і зверху покрита легкознімною пластмасовою пластиною. Прилади управління машини розташовані на вертикальній передній панелі корпусу. Для безпечної експлуатації машина обладнана хитним запобіжним щитком, укріпленим на колоні. Під час опускання ножа щиток, випереджаючи його, перекриває робочу зону столу.

Рух від двигуна через клиноремінну передачу і черв'ячний редуктор передається на провідну напівмуфту однооборотної муфти. У стані спокою ковзна шпонка відомої напівмуфти контактує своїм виступом із важелем механізму ввімкнення, водночас вона повністю втоплена в тілі відомої напівмуфти. Під час увімкнення електромагніту важіль-упор звільняє шпонку, і вона під дією пружини входить в одну з западин зубчастого вінця ведучої

напівмуфти. Далі рух передається через кривошипно-шатунний механізм на повзун із ножем. Інструмент отримує зворотно-поступальний рух. Продукт встановлюється на стіл впритул до упорів, розрізається.



1 – опори, 2 – відома напівмуфта, 3 – ведуча напівмуфта, 5 – ніж, 6 – траверси, 7 – шатун, 8 – напрямні планки, 9 – чавунна колона, 10 – кривошипний вал, 11 – важіль, 12 – механізм увімкнення, 13 – ковзальна шпонка, 14 – повзун, 15 – продукт, 16 – марзан, 17 – стіл, 18 – черв'ячний редуктор, 19 – пасова передача, 20 – двигун, 21 – кривошип.

Рисунок 2.1 – Машина для нарізки заморожених продуктів

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок продуктивності

Продуктивність процесу пиляння, P , $\text{см}^2/\text{хв}$, є важливим техніко-економічним параметром. Під продуктивністю розуміють відношення площі поперечного перерізу заготовки (площі різання) до часу, за який був зроблений 1 різ [8]:

$$P = \frac{S}{T}, \quad (3.1)$$

де P – продуктивність різання, $\text{см}^2/\text{хв}$,

S – площа поперечного перерізу заготовки, що розрізається, см^2 , довжину і ширину приймаємо 30 см,

T – час різання, приймаємо за 5 хв.

$$P = \frac{900}{5} = 180 \text{ см}^2/\text{хв}.$$

3.2 Енергетичний розрахунок. Підбір електродвигуна

Потужність електродвигуна машини розраховують за формулою [14]:

$$N = \frac{P_{\text{нн}} \cdot v_n}{\eta}, \quad (3.2)$$

де $P_{\text{нн}}$ – проекція результуючого зусилля, прикладеного до ножа, на напрямок його руху, Н.

У загальному випадку

$$P_{\text{нн}} = P_1 + P_{\text{ст}} + T_1 + T_2 \cos \alpha, \quad (3.3)$$

де P_1 – зусилля на розрізання продукту ріжучою кромкою ножа, Н;

$$P_1 = q_b b, \quad (3.4)$$

де q_b – питомий опір продукту різанню, Н/м; b – ширина блоку продукту, що розрізається, м.

Зусилля опір шару продукту стисненню робочою гранню леза P_{cm} , сила тертя по опорній грані ножа T_1 , сила тертя по робочій грані ножа T_2 у сумі не більше 1% від P_L ,

тому цими складовими можна знехтувати. Тоді $P_{nn}=P_1$.

Приймаємо питомий опір замороженого м'яса різанню

$$q_b=2,5 \cdot 10^4 \text{ Н/м.}$$

Зусилля на розрізання продукту ріжучою кромкою ножа [8, 15]:

$$P_{nn} = 2,5 \cdot 10^4 \cdot 0,38 = 9500 \text{ Н.}$$

$$N = \frac{P_{nn} n_n}{1000 \eta} = \frac{9500 \cdot 0,1}{1000 \cdot 0,8} = 1,19 \text{ кВт.}$$

За отриманими даними вибираю електродвигун загальнопромислового призначення серії А480В2 з номінальною потужністю $P=2,0$ кВт і $n_c=1500$ хв⁻¹.

3.3 Кінематичний розрахунок

Визначимо попередньо число обертів двигуна [16]:

$$n_{дв} = n_c \cdot (1 - S) = 1500(1 - 0,073) = 1390 \text{ хв}^{-1} \quad (3.5)$$

Приймаємо передавальне число черв'ячної передачі $U_{зп}=63$, а ремінної передачі $U_{пас}=2,2$.

Визначимо число обертів валів:

$$n_1 = n_{дв.} = 1390 \text{ хв}^{-1} \quad (3.6)$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{рем}} = \frac{1390}{2,2} = 631 \text{ хв}^{-1} \quad (3.7)$$



Визначимо потужності на валах:

Визначимо крутильні моменти на кожному валу [17]:

$$T_2 = \frac{9,55P_2}{n_2} = \frac{9,55 \cdot 1,12 \cdot 10^3}{631} = 16,95 \text{ H} \cdot \text{M} \quad (3.13)$$

$$T_3 = \frac{9,55P_3}{n_3} = \frac{9,55 \cdot 0,88 \cdot 10^3}{10} = 840,4 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.14)$$

Таблиця 3.1 – Зведена таблиця даних

№	1	2	3
$n, \text{хв}^{-1}$	1390	631	10
$P, \text{кВт}$	1,19	1,12	0,88
$T, \text{Н} \cdot \text{м}$	8,17	16,95	840,4

3.4 Конструктивний і міцнісний розрахунок

3.4.1 Розрахунок клинопасової передачі

Передавана потужність $P=1,19 \text{ кВт}$,

умови експлуатації - нормальні,

частота обертання ведучого шківa $n_1=1390 \text{ об/хв}$,

передатне відношення $i=2$.

Тип пасу – гумовотканинний клиновий, перетин пасу – А.

Обертальний момент на ведучому шківі [18]:

$$T_1 = \frac{30 \cdot P}{\pi \cdot n_1} \quad (3.15)$$

$$T_1 = \frac{30 \cdot 1,19 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1390} = 8,1 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Діаметр меншого шківa визначаємо за формулою:

$$d_1 \approx (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{T_1} \quad (3.16)$$

$$d_1 \approx (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{8,1 \cdot 10^3} = 60,21 \div 80,3 \text{ мм}.$$

Округляємо до найближчого значення за ГОСТом 17383-73 і остаточно $d_1 = 70$ мм.

Діаметр більшого шківa [15]:

$$d_2 = d_1 \cdot i \cdot (1 - \varepsilon) \quad (3.17)$$

$$d_2 = 70 \cdot 2 \cdot (1 - 0,01) = 138,6 \text{ мм.}$$

Округляємо до найближчого значення за ГОСТом 17383-73 і остаточно $d_2 = 140$ мм.

Уточнюємо передавальне відношення:

$$i = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (3.18)$$

$$i = \frac{140}{70 \cdot (1 - 0,01)} = 2,02.$$

Відхилення від розрахункового:

$$\frac{\Delta i}{i} = \frac{(2,02 - 2) \cdot 100}{2,02} \approx 1. \quad (3.19)$$

Міжосьова відстань:

$$a_{min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_0, \quad (3.20)$$

$$a_{min} = 0,55 \cdot (70 + 140) + 64,5 = 180 \text{ мм.}$$

$$a_{max} = d_1 + d_2, \quad (3.21)$$

$$a_{max} = 70 + 140 = 210 \text{ мм.}$$

Попередньо вибираємо міжосьову відстань, що дорівнює 180 мм. Тоді довжина пасу дорівнюватиме:

$$L_p = 2 \cdot a + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a}, \quad (3.22)$$

$$L_p = 2 \cdot 180 + 0,5 \cdot \pi \cdot (70 + 140) + \frac{(140 - 70)^2}{4 \cdot 180} = 696,5 \text{ мм.}$$

Округляємо значення за стандартним рядом, отримуємо довжину пасу
L=700 мм

Уточнюємо міжосьову відстань [16]:

$$a = 0,25 \cdot \left[(L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 8 \cdot q} \right], \quad (3.23)$$

$$\text{де } w = 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) = 0,5 \cdot \pi \cdot (70 + 140) = 329,7;$$

$$q = \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2 = \left(\frac{140 - 70}{2} \right)^2 = 1225.$$

$$a = 0,25 \cdot \left[(700 - 329,7) + \sqrt{(700 - 329,7)^2 - 8 \cdot 1225} \right] = 181,8 \text{ мм.}$$

Кут обхвату меншого шківa:

$$\alpha_1^\circ = 180 - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}, \quad (3.24)$$

$$\alpha_1^\circ = 180 - 57 \cdot \frac{140 - 70}{181,8} = 158,05^\circ.$$

Визначаємо число пасів:

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}, \quad (3.25)$$

За ГОСТ 1284.3-80 приймаємо $P_0=0,85$ кВт; $C_L=0,85$; $C_p=1,1$; $C_\alpha=0,95$; $C_z=0,95$.

$$z = \frac{1,19 \cdot 1,1}{0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = 2.$$

Попередній натяг гілок клинового пасу:

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot v \cdot C_\alpha} + \theta \cdot v^2, \quad (3.26)$$

$$\text{де } v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} = \frac{\pi \cdot 70 \cdot 1390}{60 \cdot 10^3} = 5,09 \text{ м/с.}$$

$$F_0 = \frac{850 \cdot 1,19 \cdot 1,1 \cdot 0,85}{2 \cdot 5,09 \cdot 0,95} + 0,1 \cdot 5,09^2 = 100,3 \text{ Н.}$$

Знаходимо окружну силу, що передається комплектом клинових пасів:

$$F_t = \frac{P \cdot 10^3}{v}, \quad (3.27)$$

$$F_t = \frac{1,19 \cdot 10^3}{5,09} = 233,8 \text{ Н.}$$

Сила, що діє на вали:

$$F_B = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}, \quad (3.28)$$

$$F_B = 2 \cdot 100,3 \cdot 2 \cdot \sin \frac{158,05}{2} = 184,5 \text{ Н.}$$

3.4.2 Перевірочний розрахунок клинового пасу

Перевіримо міцність одного клинового пасу за максимальними напруженнями в перерізі провідної гілки $\sigma_{\max}$, Н/мм² [16]:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_u + \sigma_v \leq |\sigma_p| \quad (3.29)$$

а) Знаходимо напругу розтягування в клиновому пасу:

$$\sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{F_t}{2zA}, \quad (3.30)$$

$$\sigma_1 = \frac{100,3}{91} + \frac{233,8}{2 \cdot 2 \cdot 91} = 1,54 \text{ Н/мм}^2.$$

де $A = 91 \text{ мм}^2$ – площа перерізу пасу.

б) Знаходимо напруження вигину в клиновому пасу:

$$\sigma_u = E_u \frac{h}{d_1} \quad (3.31)$$

$$\sigma_u = 75 \cdot \frac{8}{106,6} = 5,62 \text{ Н/мм}^2.$$

де $E_u = 75 \text{ Н/мм}^2$ – модуль поздовжньої пружності при вигині для прогумованих пасів,

$h = 8 \text{ мм}$ – висота перерізу клинового ремня,

$d_1 = 106,6 \text{ мм}$ – діаметр ведучого шківа.

в) Знаходимо напруження від відцентрових сил:

$$\sigma_v = \rho v^2 \cdot 10^{-6}, \quad (3.32)$$

$$\sigma_v = 1300 \cdot 5,09^2 \cdot 10^{-6} = 0,033 \text{ Н/мм}^2.$$

де $p=1300\text{кг/мм}^3$ - щільність матеріалу клинового пасу.

Визначаємо максимальні розтягувальні напруження в перерізі пасу:

$$\sigma_{max} = 1,54 + 5,62 + 0,033 = 7,19 \text{ Н/мм}^2 \leq |\sigma_p| \quad (3.33)$$

де $[\sigma]_p=10 \text{ Н/мм}^2$ – допустима напруга розтягування для клинових пасів.

Таким чином, умову міцності виконано.

3.4.3 Перевірочний розрахунок шпонкового з'єднання

Зробимо перевірочний розрахунок шпонки призматичної на відомому шківі.

Таблиця 3.2 – Шпонки призматичні (ДСТУГОСТ 23360-78)

Діаметр вала d	Перетин шпонки $b \times h$	Глибина паза		Фаска $s \times 45^\circ$
		вала t_1	втулки t_2	
45	8×7	4	3,3	0,16 – 0,25

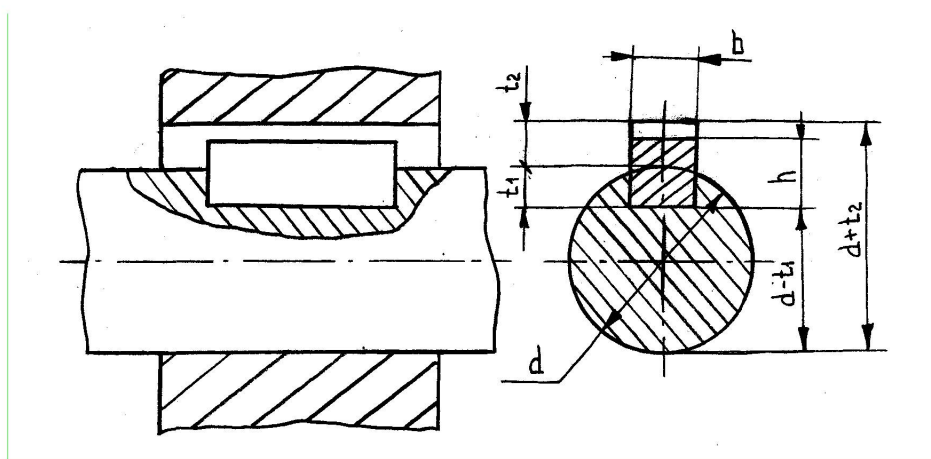


Рисунок 3.2 – Шпонкове з'єднання

Напруга зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot k_A \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot h \cdot l} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.34)$$

де k_A – коефіцієнт зовнішнього динамічного навантаження, $k_A=1,25$;

$[\sigma_{зм}]$ – допустима напруга зминання для матеріалу шпонки, приймаємо

$[\sigma_{зм}]=150$ МПа.

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 1,25 \cdot 8,17 \cdot 10^3}{45 \cdot 7 \cdot 12} = 10,8 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}]$$

Напруга зрізу:

$$\tau_{зм} = \frac{2 \cdot k_A \cdot T \cdot 10^3}{b \cdot d \cdot l} \leq [\tau_{зм}], \quad (3.35)$$

$[\tau_{зм}]$ – допустима напруга зрізу для матеріалу шпонки, приймаємо

$[\tau_{зм}]=100$ МПа.

$$\tau_{зм} = \frac{2 \cdot 1,25 \cdot 8,17 \cdot 10^3}{8 \cdot 12 \cdot 45} = 4,72 \text{ МПа} \leq [\tau_{зм}].$$

Шпонка придатна.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

На дільниці, де встановлене обладнання для виготовлення та розробки установки для різання заморожених продуктів, живлення здійснюється від трифазної чотирипровідної мережі з заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Дільниця знаходиться в одноповерховому виробничому приміщенні.

При механічній обробці металів на металорізальних верстатах виникає ряд фізичних, хімічних, психофізіологічних і біологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- рухомі частини виробничого устаткування, що пересуваються, вироби і заготовки;

- стружка оброблюваних матеріалів, уламки інструментів, висока температура поверхні оброблюваних деталей і інструмента; підвищена напруга в електромережі, при якій може відбутися замикання через тіло людини - фізичні небезпечні чинники. Так, при опрацюванні крихких матеріалів (чавуну, латуні, бронзи та ін.) на високих швидкостях різання, стружка від верстата розлітається на відстань (3-5 м). Металева стружка, особливо в'язких металів (сталей), що має високу температуру (400 -600 °C) і велику кінетичну енергію, має серйозну небезпеку не тільки для працюючого, але і для осіб, що знаходяться поблизу верстата. Найбільш поширеними у верстатників є травми очей.

Фізичними шкідливими виробничими факторами, характерними для процесу різання, є підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;

високий рівень шуму і вібрації; недостатня освітленість робочої зони; наявність прямого і відбитого блиску; підвищена пульсація світлового потоку. При відсутності засобів захисту запиленість повітряного середовища в зоні дихання при фрезеруванні крихких матеріалів може перевищувати гранично допустимі концентрації. При фрезеруванні латуні і бронзи кількість пилу в повітрі приміщення досить невелика (14,5 - 20 мг/м³). Проте деякі сплави (латунь ЛЦ40С і бронза Бр ОЦС) містять свинець, тому токсичність пилу, що

утворюється при їхньому фрезеруванні може перевищувати ГДК.

При роботі тупим ріжучим інструментом відбувається інтенсивне нагрівання внаслідок чого з змащувально-охолоджуючої речовини виділяються шкідливі гази, що є хімічним шкідливим виробничим фактором. Аерозоль нафтових масел, що входять до складу змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР), може викликати подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, сприяти зниженню імунобіологічної реактивності

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів процесів обробки матеріалів різанням можна віднести фізичні перевантаження при установці, закріпленні і зніманні деталей, перенапруження зору, монотонність праці.

До біологічних чинників відносяться хвороботворні мікроорганізми і бактерії, що виділяються при роботі з ЗОР.

4.1. Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Велике значення має раціональне технологічне й організаційне оснащення робочих місць, що передбачає забезпечення їх основним технологічним устаткуванням, технологічним і організаційним оснащенням (інструментом, пристроями, допоміжними матеріалами, запасними частинами та устаткуванням для їх зберігання і розміщення, а також засобами сигналізації, освітлювальною апаратурою, робочими меблями, тарою тощо).

Оснащення робочих місць масових професій може здійснюватися за типовими проектами, в яких ураховані необхідні рекомендації щодо оснащення і планування робочих місць даного виду. Використання типових проектів сприяє впровадженню досягнень науки і передового досвіду в процесі організації робочих місць, знижує трудомісткість роботи, дозволяє підвищити рівень організації трудових процесів.

Робочі місця класифікують за такими параметрами, як професія та кількість виконавців, ступінь спеціалізації, рівень механізації, кількість устаткування, характер розміщення в просторі.

Залежно від кількості виконавців розрізняють індивідуальні та колективні робочі місця. Індивідуальне робоче місце призначене для роботи одного працівника протягом зміни. Колективне робоче місце призначене для здійснення процесу праці одночасно кількома робітниками (бригадою).

Залежно від кількості устаткування розрізняють одноверстатні та багатOVERстатні робочі місця. Останні характеризуються тим, що робітник у певній послідовності здійснює виробничий процес на кількох одиницях технологічного устаткування.

За ступенем спеціалізації розрізняють універсальні та спеціалізовані робочі місця, а за ступенем механізації – робочі місця з ручними, машинно-ручними, машинними, автоматизованими й апаратурними трудовими процесами.

Робочі місця за характером розміщення в просторі бувають стаціонарними (робоче місце токаря, коваля, вагранника) і рухомі (робоче місце водія, машиніста крана).

Велике значення в організації праці має обслуговування робочих місць, тобто забезпечення їх протягом робочої зміни сировиною, матеріалами, заготівками, транспортними засобами, послугами ремонтного характеру тощо.

4.1.2. Електробезпека.

В цехах існує небезпека ураження, так як в механічних цехах експлуатується обладнання, з використанням електричного струму високої напруги. В даному приміщенні наявні такі небезпечні фактори: наявність струмопровідних основ; можливість одночасного дотику людини до металоконструкції які мають з'єднання з землею будівель, технологічних апаратів, допоміжних механізмів з одного боку і до металічних корпусів електрообладнання з іншого.

Електрообладнання живиться від трифазних чотири-провідних мереж з заземленою нейтраллю споживчого трансформатора напругою до 1000 В (380/220В).

Виходячи з вище перелічених факторів це приміщення можна класифікувати як приміщення особливо небезпечні. Тому для захисту

обслуговуючого персоналу вибираємо такі способи захисту, як занулення та захисне заземлення.

На випадок обриву нульовий провід повторно заземлюється через кожних 2 метрів та перед вводом в будівлю.

4.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1. Мікроклімат

В проектуємому приміщенні ділянки верстатів виконуються роботи середньої важкості (категорія II б): енерговитрати від 200 до 250 ккал / год (232-293Вт), робота виконується стоячи і пов'язана з ходьбою, перенесенням загострених інструментів, супроводжуються помірним фізичним навантаженням. Робота в позі стоячи призводить до швидкої втоми .

Якщо по технологічним вимогам, технічним і економічним причинам оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини показників мікроклімату . Оптимальні і допустимі показники приведені в таблиці 4.1 відповідно до [15].

Таблиця 4.1 – Оптимальні і допустимі показники мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °C		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптим.	Доп.	Оптим.	Доп.	Оптим.	Доп.
Холодний	Пб	17-19	15-21	40-60	75	0,2	<0,4
Теплий	Пб	20-22	16-27	40-60	70-25°	0,3	0,2-0,5

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від відкритих джерел не повинно перевищувати 100 Вт/м^2 при опроміненні тіла до 25%. Це забезпечується тим, що працівникам видають спеціальний одяг, який захищає людину від теплового опромінення. Джерела інтенсивного теплового опромінення огорожуються захисними огорожами. В приміщенні механічного цеху повинна бути встановлена система опалення на холодний період року, а саме: водяне опалення [16].

4.2.2. Виробниче освітлення

Виробничі приміщення промислових підприємств по задачах зорових робіт відносяться до першої групи приміщень, в яких відбувається розпізнавані об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючих і робочу поверхню [17].

Характеристика зорових робіт-дуже високої точності (розміри об'єкт розпізнавання 0,15-0,3 мм);

- розряд зорових робіт - II;
- під розряд зорових робіт - в;
- контраст об'єкта розпізнавання з фоном - середній;
- фон - середній.

Таблиця 4.2 – Освітлення згідно [17]

Розряд та під розряд зорової роботи	Комбіноване освітлення, лк	Загальне освітлення, лк	КПО, e_n^3 , %
III	2000	500	2

Освітлення робочої поверхні, що здійснюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого повинно складати 10% від тієї, що нормується для комбінованого освітлення при тих джерелах світла, що використовується для місцевого освітлення (лампи розжарювання).

При цьому найменші і найбільші значення освітленості від світла загального освітлення в системі комбінованого приймаємо для люмінесцентних ламп:

- найбільша 500 лм;
- найменша 150 лм.

Для загального освітлення в системі комбінованого слід передбачити газорозрядні лампи, незалежно від типу джерела світла місцевого освітлення.

Для загального освітлення слід приймати мінімальну нерівномірність освітленості в зоні розташування робочих місць, при цьому відношення

максимальної освітленості до мінімальної не повинна перевищувати для робіт II розряду при люмінесцентних лампах – 1,5.

Освітлення проходів і дільниць, де роботи не виконуються повинно складати - 25% освітлення, що створюється світильниками загального освітлення на робочому місці, але не менше 75 лк.

Показник засліпленості для світильників загального освітлення в приміщеннях не повинен перевищувати - 20.

Аварійне освітлення передбачається якщо відключення робочого освітлення може викликати:

- порушення норм обслуговування обладнання;
- тривале порушення технологічного процесу;
- порушення роботи установок вентиляції і кондиціонування повітря для виробничих приміщень.

Розрахунок загального освітлення цеху

Для розрахунку загального рівномірного освітлення при горизонтальній робочій поверхні основним є метод світлового потоку, що враховує світловий потік, відбитий від стелі і стін.

4.2.3. Виробничий шум

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в виробничих приміщеннях і на територіях підприємств представлені в таблиці 5.3 згідно [18].

Таблиця 4.3 – Нормування значень рівнів шуму

Рівень звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц.									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	2500	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В якості акустичних засобів захисту від шуму застосовуються:

- звукопоглинаючі обшивки на редукторах приводів - корпус коробки швидкостей;
- звукоізоляція каналів витяжної вентиляції багат шаровими перегородками,
- звукоізолюючі кожухи на клинопасових передачах. Коли ці засоби виявляються не ефективними, потрібно використовувати засоби індивідуального захисту від шуму: шлеми, беруші.

4.2.4. Виробничі вібрації

Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження оператора для довговічності зміни вісім годин приведені в таблиці 4.4. згідно [16].

Таблиця 4.4 – Категорія вібрації по санітарним нормам і критерії оцінки

Категорія вібрації і критерій оцінки	Характеристика умов праці	Приклад джерел вібрації
3 тип "а" границя зниження продуктивності праці	Тех. вібрація, що впливає на операторів стаціонарних машин і обладнання	Верстати, вентилятори, електрообладнання

Таблиця 4.5 – Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на оператора для зміни в 8 год.

Вид вібрації	Категорія вібрації по сан. нормам	Напрямок дії	Нормативні і кореговані частоти і еквівалентні кореговані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			мс ²	дБ	мс	дБ

локальна	-	$X_L Y_L Z_L$	2,0	126	2,0	112
загальна	3 тип „а”	$Z_3 Y_3 X_3$	0,1	100	0,2	90

Якщо вище наведенні норми не забезпечуються то застосовують методи колективного захисту, що знижують параметри вібрації у напрямку її поширення.

4.3 Технічні рішення з пожежної безпеки

В приміщенні механічного цеху знаходяться горючі матеріали. В цеху обробляють метали різанням, при цьому можливі іскри, а також виділення теплоти в процесі різання. Виходячи з цього відносимо механічний цех до категорії Г відповідно до [19]: виробництво в якому використовують негорючі речовини і матеріали в гарячому стані.

По степені вогнестійкості будівля відноситься до 1 степені, тобто будівлі має несучі конструкції і природних або штучних кам'яних матеріалів, стіна бетонна і залізобетонна з використанням листових і плитних негорючих матеріалів.

Границі вогнестійкості конструкцій об'єкта повинні бути такими, щоб конструкції зберігали несучі і огорожуючі функції на час евакуації людей або перебування їх у місцях колективного захисту.

В приміщенні висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій повинна бути не менша 2,2 м , Висота від підлоги до низу виступаючих частин конструкцій і обладнання у місцях регулярного проходження людей і на шляхах евакуації - не менше 2 м .

Евакуаційні шляхи повинні забезпечувати безпечну евакуацію всіх людей, що знаходяться в приміщеннях споруд, через евакуаційні виходи. Кількість евакуаційних виходів з будівель слід приймати не менше двох.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця приміщення до евакуаційного виходу із будівлі для даного приміщення згідно СНП 2.01.02-85

не обмежується. Ширина виходу із приміщення: через двері їм, через роздвижні ворота - 2.5м. Кількість людей па 1 метр складає близько 10 чоловік. Згідно [19] кількість до 120 чоловік. В механічному цеху знаходиться пожежний щит з вогнегасником, сокирою, лопатою, відром, біля щита ящик з піском.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бернік П.С. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва. / П.С. Бернік, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук та ін. Львів “Львівська політехніка”. 2004.–336с.
2. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов, В.Г. Мирончук та ін. Вінниця.: Нова книга. 2001. – 576 с.
3. Мирончук В.Г. Розрахунок обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, Л.О. Пушанко та ін. Вінниця.: Нова книга. 2004. – 288 с.
4. Обладнання харчових та переробних виробництв: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.- техн. б-ка. – Київ, 2020. – 247 с.
5. О. І. Черевко, А. М. Поперечний Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. — 2-е видання, доп. та випр. — Х.: Світ Книг, 2014. — 495 с. ISBN 978-9662678-15-4.
6. Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П., Циб В.Г. Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси. Підручник. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 212 с.
7. Конструкції і розрахунки машин та апаратів переробних виробництв: підручник / В. С. Бойко, К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко, О. П. Ломейко, В. О. Олексієнко, С. В. Петриченко, А. А. Пупинін, Г. І. Гавдида. – Київ : ПрофКнига, 2021. – 320 с.
8. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / Самойчук К. О., Бойко В. С., Олексієнко В. О., Петриченко С. В., Тарасенко В. Г., Паляничка Н. О., Верхованцева В. О.,

Ковальов О. О., Задосна Н. О./ТДАТУ; за ред. Самойчука К.О. – К : ПрофКнига, 2020. – 428с.

9. Пат. №1818 Україна, МПК В27В 15/00, В22D23/04, С25D15/02 Біметалеве полотно стрічкової пили / Рутковський А.В., Ляшенко Б.А. заявник і власник – Рутковський А.В., Ляшенко Б.А.; заявл. 23.10.2002; опуб. 15.05.2003, Бюл. №5.

10. Пат. №81004 Україна, МПК В27В33/00, Стрічкова пила / Стогнієнко О.В. заявник і власник – Стогнієнко О.В.; заявл. 15.04.2013; опуб. 10.06.2013, Бюл. №11.

11. Пат. №94881 Україна, МПК В27В 33/00 Стрічкова пила / Д'яконов В.К., Сірко З.С. заявник і власник – Національний університет біоресурсів і природокористування України.; заявл. 02.07.2014; опуб. 10.12.2014, Бюл. №23.

12. Пат. №93442 Україна, МПК В27В 33/00 Стрічкова пила / Стогнієнко О.В. заявник і власник – Стогнієнко О.В.; заявл. 16.07.2014; опуб. 25.09.2014, Бюл. №10.

13. Пат. №102314 Україна, МПК В27В 33/06 Стрічкова пила заявник і власник – приватне підприємство «КОРОНЕТ Україна»; заявл. 22.04.2015; опуб. 26.10.2015, Бюл. №20.

14. Стадник В.А. Деталі машин. Електронне навчальне видання – К.: – НТУУ КПІ, 2012. – 650 с.

15. Павленко В. С. Зубчасті передачі в машинобудуванні : навчальний посібник/ В. С. Павленко, Б. Ф. Ліщинський, В. О. Пішенін. – К. : НМК ВО, 1992. – 114 с.

16. Мархель І. І. Деталі машин : навчальний посібник / І. І. Мархель – К. : Алерта, 2017. – 368 с.

17. Деталі машин. Навчальний посібник. В. Павлов, Г. Борозенець, І. Семак. – К. :Кондор, 2021. – 220 с.

18. Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В. Т. Павлище – Львів : Афіша, 2004. – 578 с.

19. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/vie>.
20. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
21. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
22. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
23. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
24. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf.
25. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
26. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.
27. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

ВИСНОВКИ

Дослідження теми бакалаврської кваліфікаційної роботи свідчить про високу актуальність розробки та необхідність виготовлення вітчизняних зразків обладнання для харчової галузі, адже постійним розвитком сервісу в харчовій галузі кількість та рівень технічного розвитку різальних харчових установок постійно збільшується.

Патентно-інформаційний огляд показав достатній розвиток різального інструменту для подібного обладнання, проте достатньо мало приділено уваги методикам розрахунку процесу різання харчових продуктів, що вимагає в подальшому виконання необхідних науково-інженерних досліджень, зокрема по удосконаленню ергономічних параметрів користування установок для різання харчових продуктів.

Виконані розрахунки окремих вузлів і деталей, розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції, розраховані та обрані необхідні стандартизовані елементи конструкції, зокрема згідно кінематичного розрахунку було підібрано необхідний електродвигун моделі A480B2.

Розроблена машина є зручною в експлуатації завдяки своїм розмірам, невеликій потужності, що споживається, і нескладному принципу дії, тому розроблена машина найдоцільніша на невеликих підприємствах громадського харчування.

В подальшому планується модернізувати конструкцію установки для різання заморожених продуктів шляхом підвищення корисної дії приводу установки.

Для забезпечення безпечної експлуатації розробленої конструкції установки для різання заморожених продуктів запропоновані відповідні заходи з охорони праці у відповідності до діючих нормативних документів.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

д. т. н., професор Поліщук Л.К.

(підпис)

« ____ » _____ 2025

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

На розробку установки для різання заморожених продуктів

Розробив студент, групи 1ГМ – 21б

Спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

Захарчук В.С.

« ____ » _____ 2025

Керівник: к.т.н., доцент

Бакалець Д.В.

1 Найменування і область застосування

Найменування – установка для різання заморожених продуктів.

2 Підстава для виконання роботи

Підставою для розробки даної роботи є індивідуальне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу та наказ ректора по ВНТУ про закріплення тем.

3 Мета і призначення дослідження

Метою є розробка установки для різання заморожених продуктів. Призначення розробки – різання харчових продуктів.

4 Джерела розробки

4.1 Бернік П.С. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва. / П.С. Бернік, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук та ін. Львів “Львівська політехніка”. 2004.–336с.

4.2 Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов, В.Г. Мирончук та ін. Вінниця.: Нова книга. 2001. – 576 с.

4.3 Мирончук В.Г. Розрахунок обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, Л.О. Пушанко та ін. Вінниця.: Нова книга. 2004. – 288 с.

4.4 Обладнання харчових та переробних виробництв: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.- техн. б-ка. – Київ, 2020. – 247 с.

4.5 Стадник В.А. Деталі машин. Електронне навчальне видання – К.: –НТУУ КПІ, 2012. – 650 с.

4.6 Деталі машин. Навчальний посібник. В. Павлов, Г. Борозенець, І. Семак. – К. :Кондор, 2021. – 220 с.

1. 4.7 Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В. Т. Павлице – Львів : Афіша, 2004. – 578 с.

5 Показники призначення:

Хід повзуна	200 мм
Швидкість повзуна	0,1 м/с
Потужність	0,75 кВт
Граничні розміри продукту, що нарізається	180x380
Габарити робочого столу	800x725x1370мм
Маса, не більше	360
Установча потужність	2,2 кВт

5.1 Технічні вимоги

- регулювання органів управління – безступінчасте;
- вимоги монтажної придатності до продукції – поставка в зібраному вигляді;
- маса продукції – до 1000кг;
- захист від вологи, шкідливих випаровувань та корозії, здійснюється за рахунок герметичності та покриттів;
- складові частини конструкції взаємозамінні;
- деталі, вузли установки для різання заморожених продуктів, повинні виготовлятися з матеріалів стійких до дії миючих засобів, мастила, цементу;
- система керування – логістичний контролер чи механічна система.

5.2 Вимоги до надійності:

довговічність – не менше 6 тис. год; безвідмовність – напрацювання на відмову – 1 тис. год; збереженість – повинна забезпечуватися працездатність в режимі очікування, роботи, консервації; ремонтпридатність – компоновочне рішення повинно бути таким, що забезпечує легкодоступність

до деталей, які вірогідно можуть мати найменший термін служби (підшипник) та відносно простий їх ремонт.

5.3 Вимоги до технологічності розробки, виробництва і експлуатації - конструкція деталей установки для різання заморожених продуктів повинна бути такою, щоб забезпечувати їх виготовлення без застосування спеціального обладнання і устаткування.

5.4 Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації, вимоги до використання стандартних, уніфікованих і запозичених складальних одиниць і деталей при розробці, показники рівня уніфікації – по можливості під час розробки конструкції установки для різання заморожених продуктів використовувати уніфіковані деталі і стандартні вироби.

5.5 Вимоги безпеки життєдіяльності – забезпечується безпека під час монтажу і ремонту. Допустимі рівні вібраційних і шумових навантажень, допустимі випаровування робочої рідини у відповідності з санітарними нормами. Повинні бути розроблені заходи, що забезпечують технічну безпеку під час монтажу, експлуатації і ремонту установки для різання заморожених продуктів.

5.6 Конструкція повинна відповідати естетичним і ергономічним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні та управлінні.

5.7 Матеріали, що використовуються для деталей установки для різання заморожених продуктів слід вибирати відповідно до рекомендацій, що застосовують під час виготовлення обладнання, що працює у важких умовах.

5.8 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговуванню і ремонту:

- умови експлуатації, при яких повинно забезпечуватися використання продукції з заданими технічними показниками – продукція призначена для використання у середньоширотних кліматичних умовах;

- час підготовки продукції до використання після транспортування і зберігання – 8 год;

- вид обслуговування періодичний;
- періодичність і орієнтовна трудомісткість технічного обслуговування і ремонту – 5годин (один раз в три місяці);

5.9 Вимоги по транспортуванню і збереженню

- можливість транспортування на будь-якому виду транспортних засобів відповідної вантажопід'ємності;
- захист від ударів під час завантаження і розвантаження;
- зберігання на складі готової продукції;
- зберігання у законсервованому вигляді;
- складування на стелажах.

6 Етапи НДР і терміни їх виконання:

- Виконати теоретичне дослідження згідно теми БКР;
- Здійснити патентно-інформаційний огляд установок для різання харчових продуктів та її складових;
- Ґрунтуючись на результатах теоретичного дослідження теми роботи розробити конструкцію установки для різання заморожених продуктів;
- Виконати технологічні та конструкторські розрахунки, що необхідні для побудови розробленої конструкції установки для різання заморожених продуктів;
- Запропонувати заходи з охорони праці для безпечної експлуатації розробленої конструкції установки для різання заморожених продуктів.
- висновки.
- оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів для захисту бакалаврської кваліфікаційної роботи.

7Порядок контролю і прийомки

- попередній захист БКР.
- захист БКР.

Додаток Б (обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

«РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ РІЗАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ ПРОДУКТІВ»

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ УСТАНОВОК ДЛЯ РІЗАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ



Рисунок 1 – Пила стрічкова для м'яса/кості YD-210A



Рисунок 3 – Пила для м'яса та інших харчових продуктів KERIPAR 2402



Рисунок 5 – Слайсер "elta" 100



Рисунок 2 – Настільна пила для м'яса Frosty DQ-310



Рисунок 4 – Пила стрічкова електрична для кісток та м'яса GoodFood SE1300S



Рисунок 6 – Слайсер для нарізування продуктів ламтерізка RAF R.8800

ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

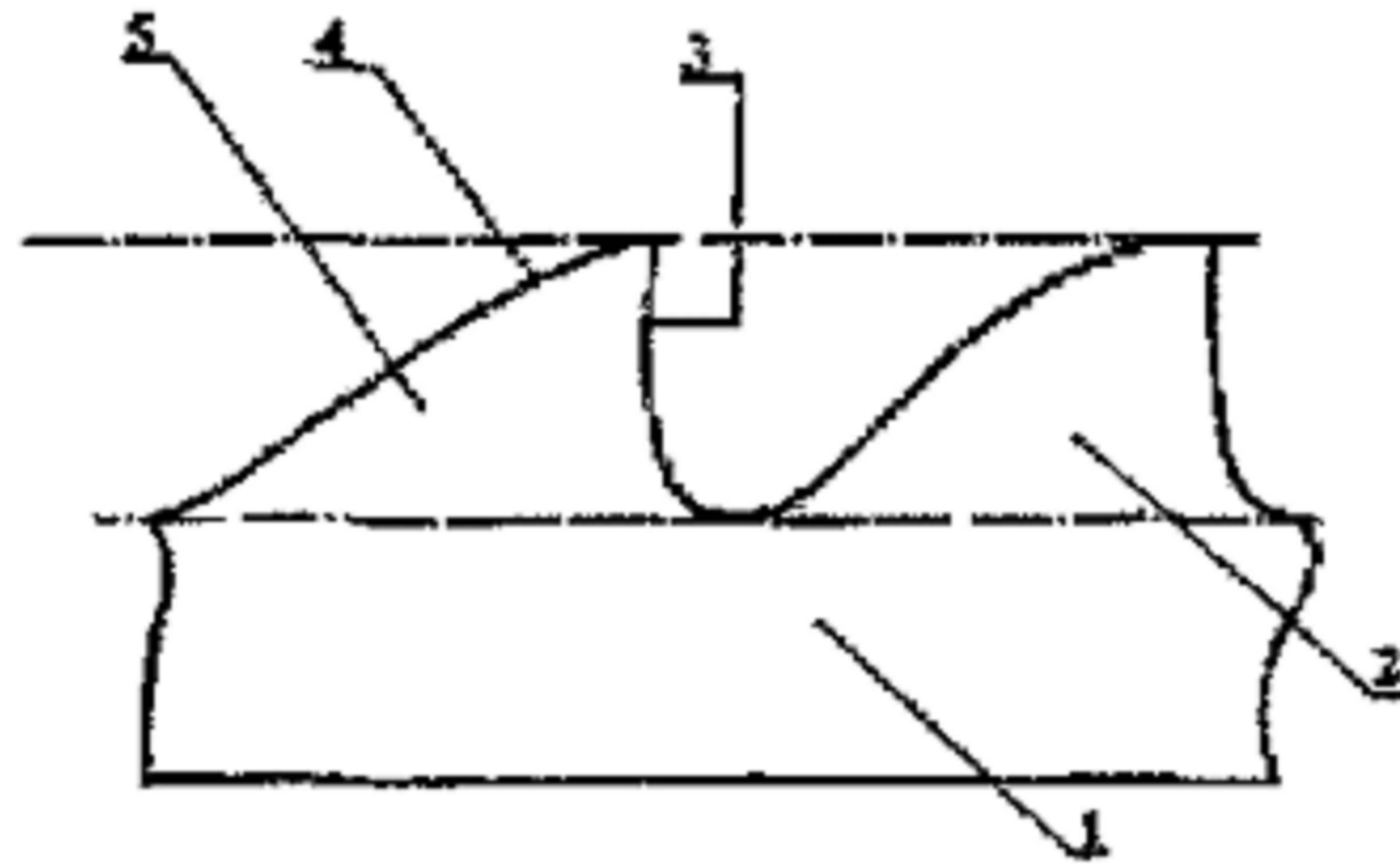


Рисунок 1 – Біметалеве полотно стрічкової пили згідно корисно моделі України №1818

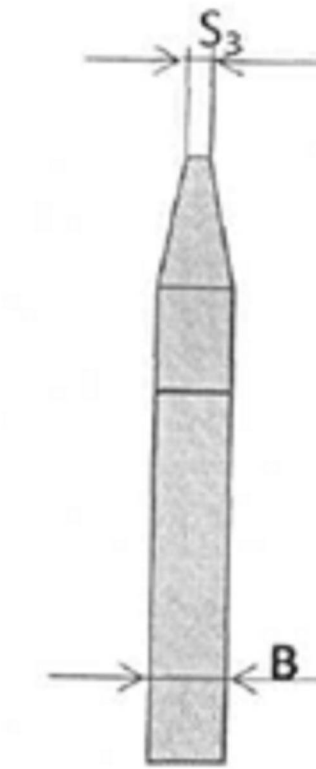


Рисунок 3 – Стрічкова пила згідно патенту на описну модель №94881

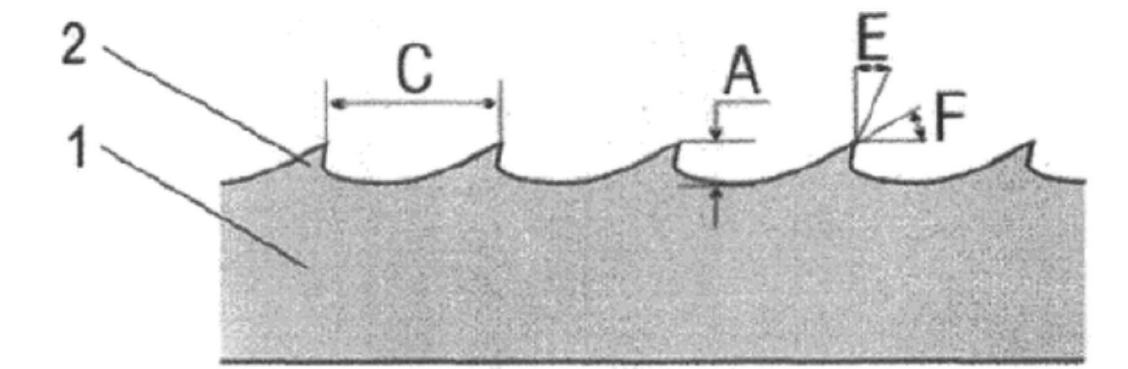


Fig. 1

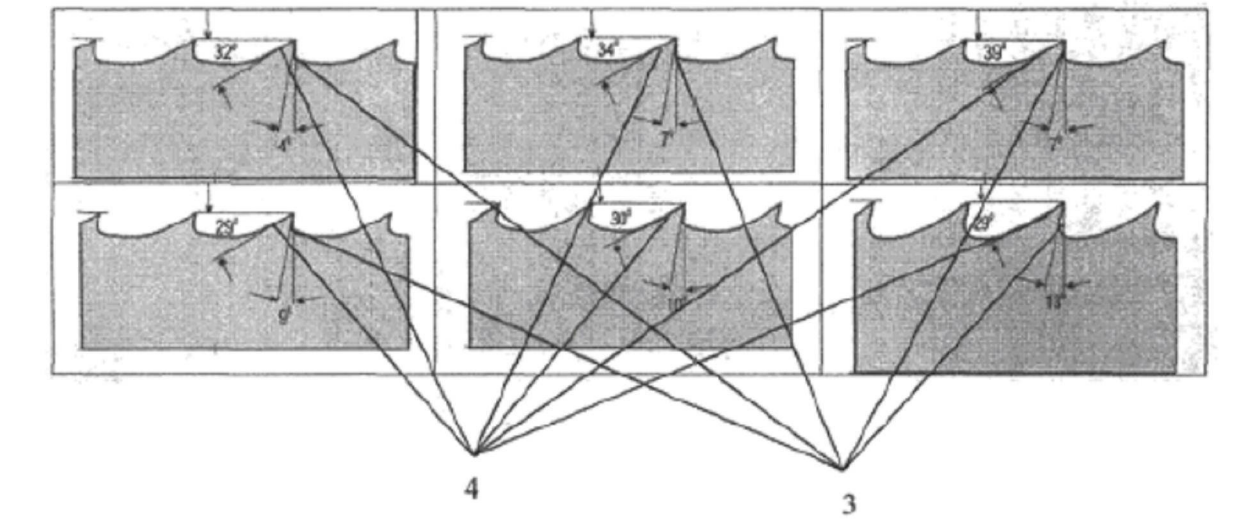


Fig. 2

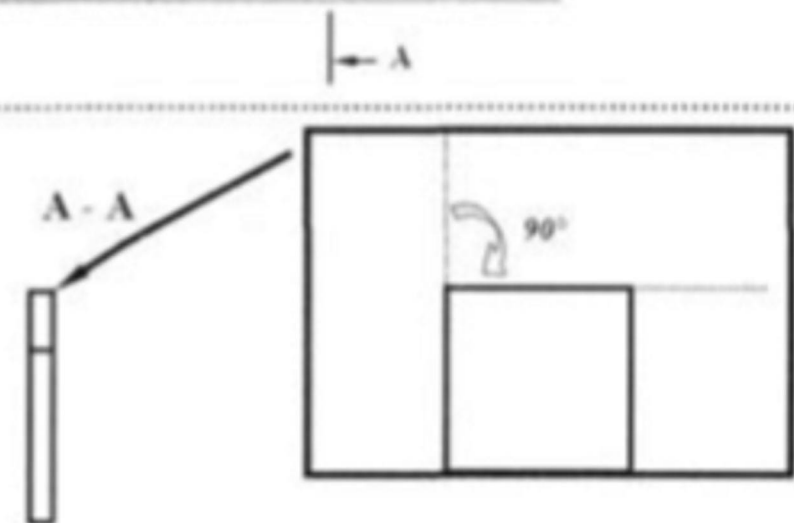
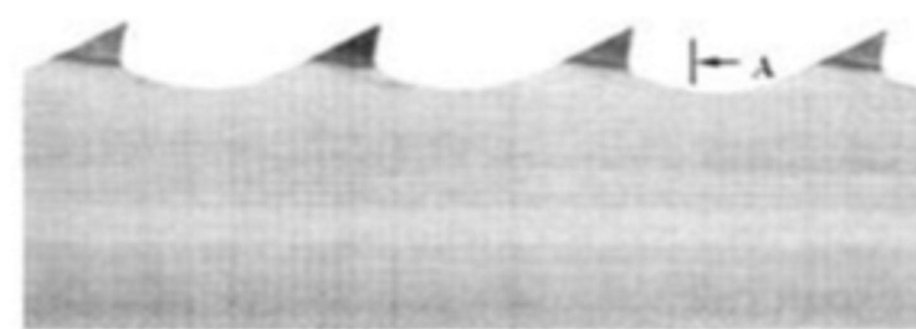
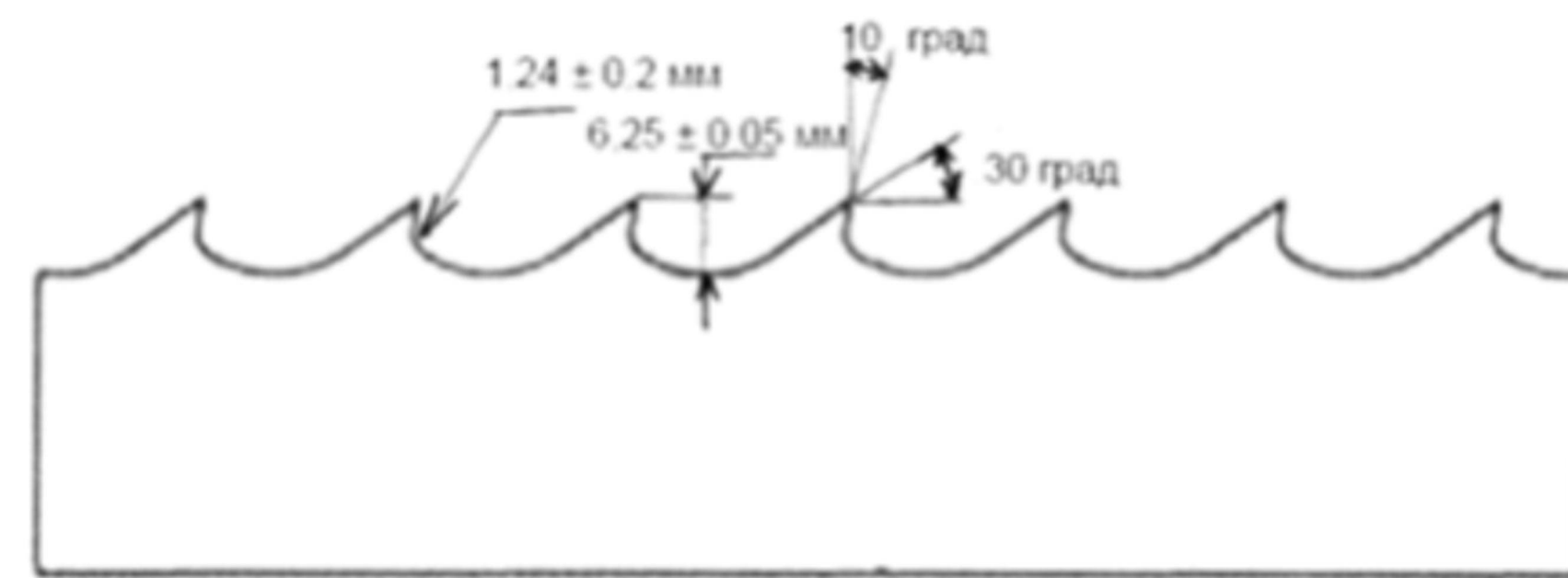


Рисунок 2 – Стрічкова пила згідно патенту на корисну модель України №81004

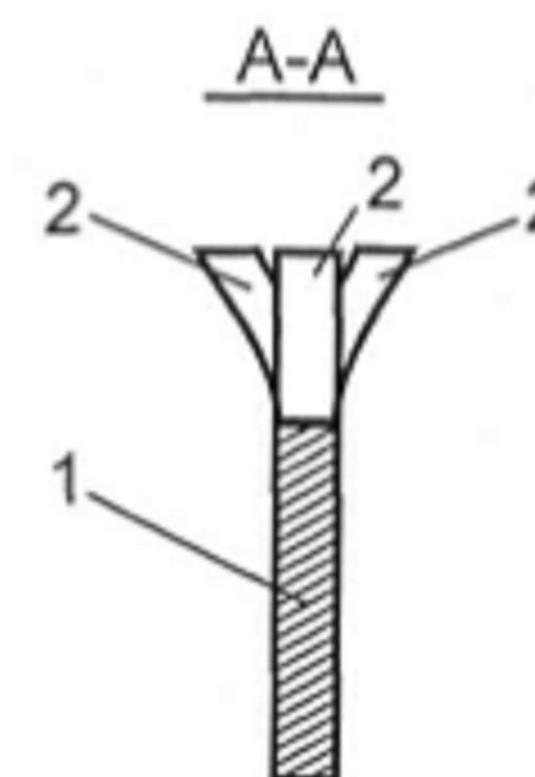
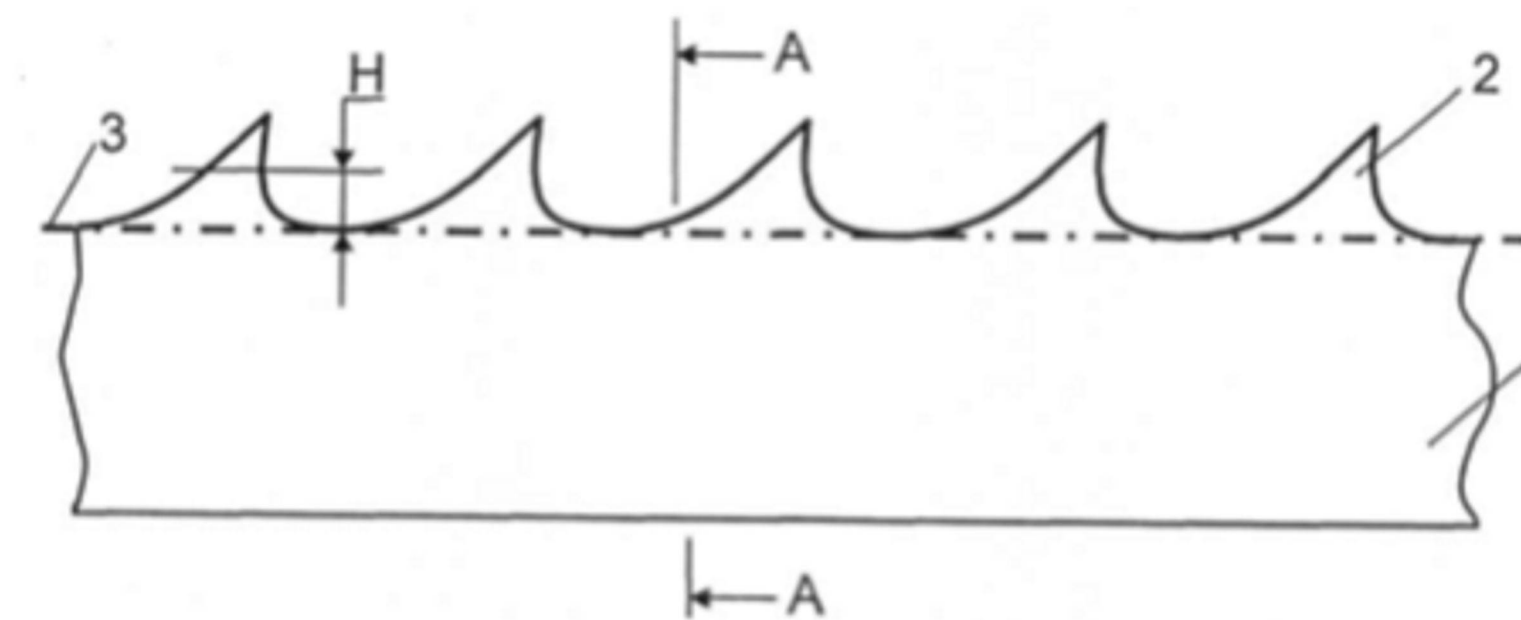


Рисунок 4 – Стрічкова пила згідно патенту на корисну модель №93442

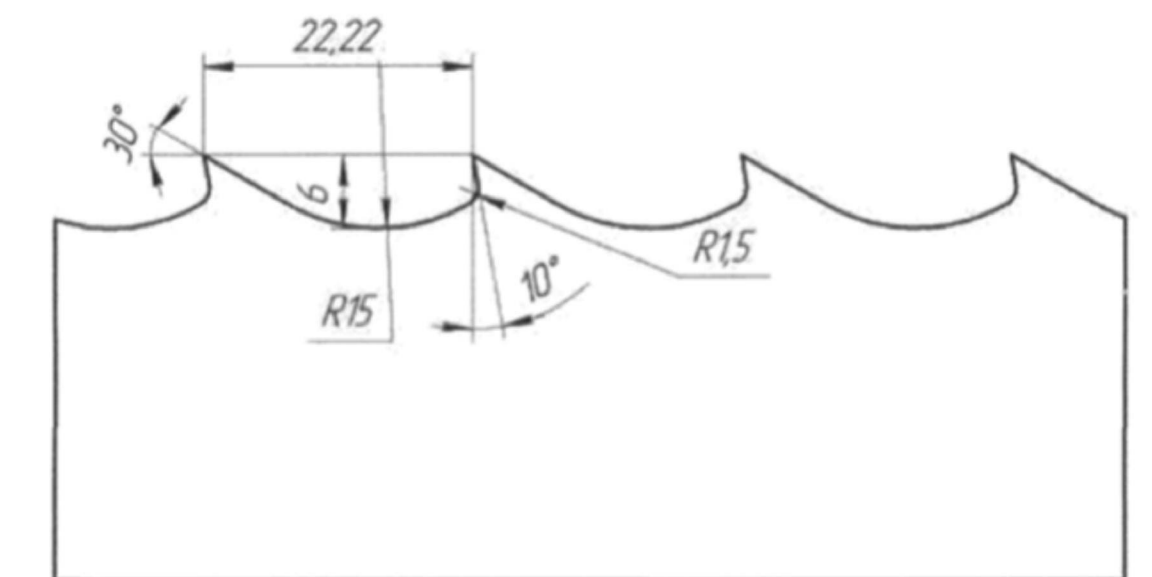


Fig. 3

Рисунок 5 – Стрічкова пила згідно патенту на корисну модель №102314

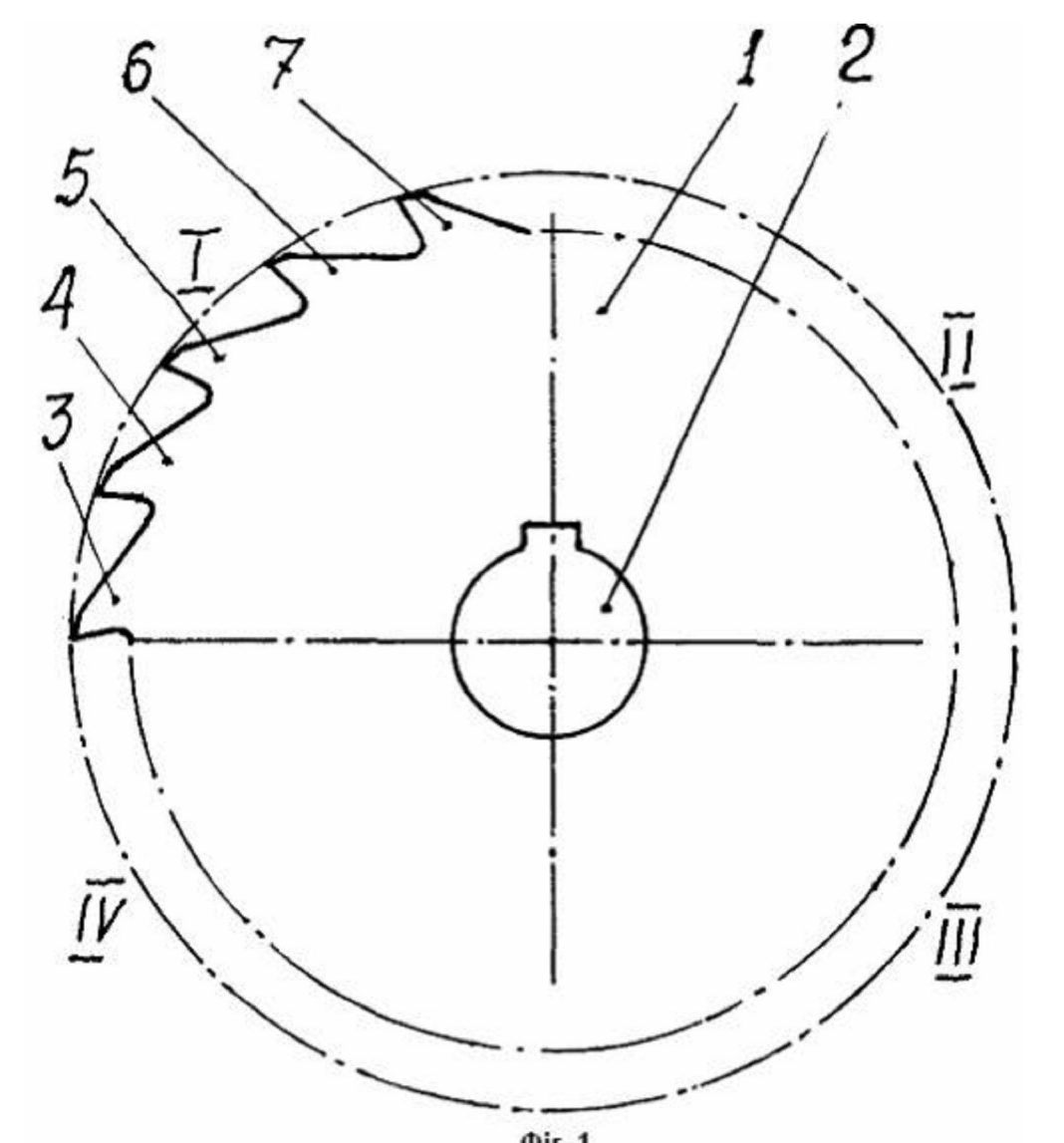
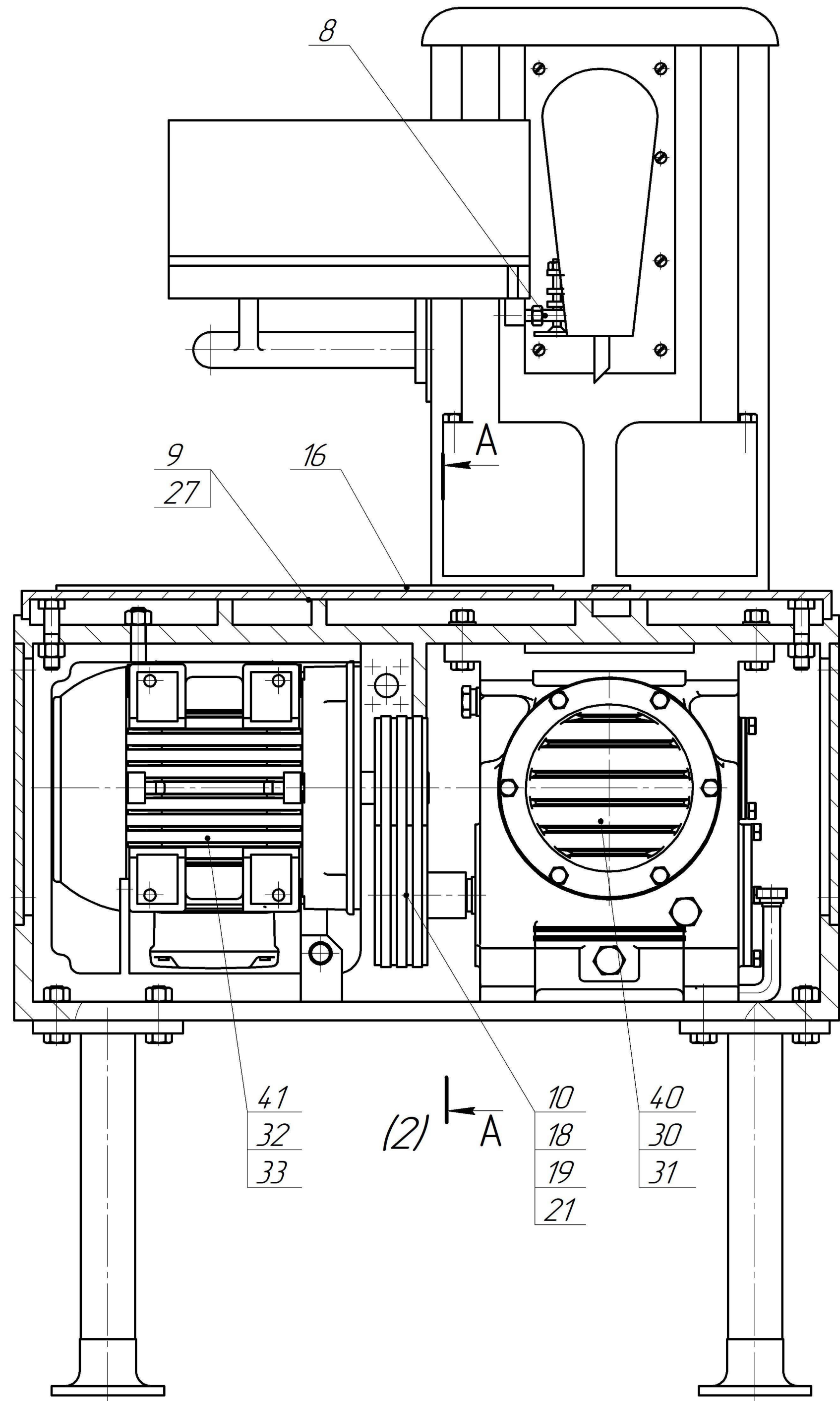
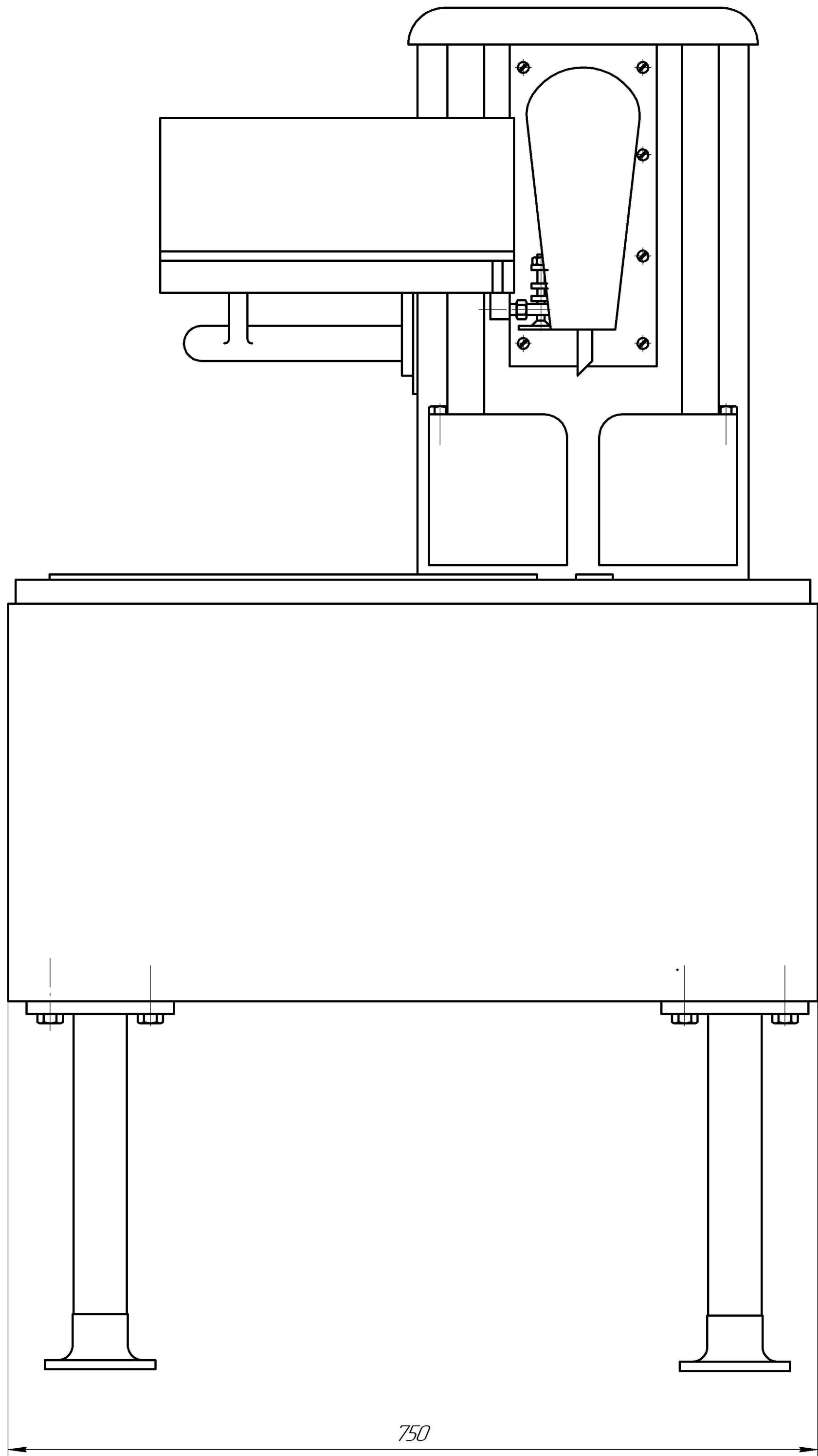
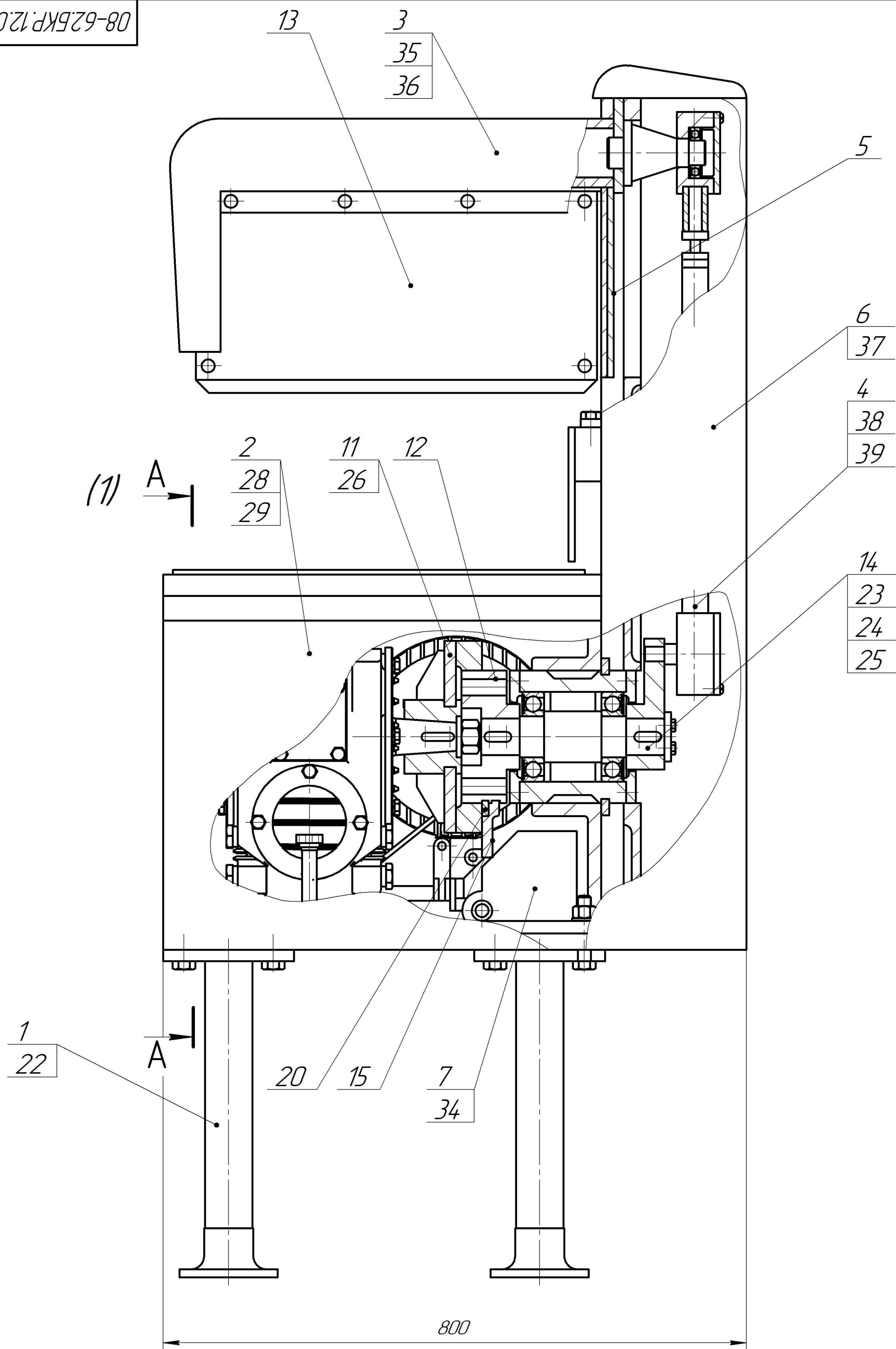


Fig. 1

Рисунок 6 – Дискова пила згідно патенту на винахід України №79941



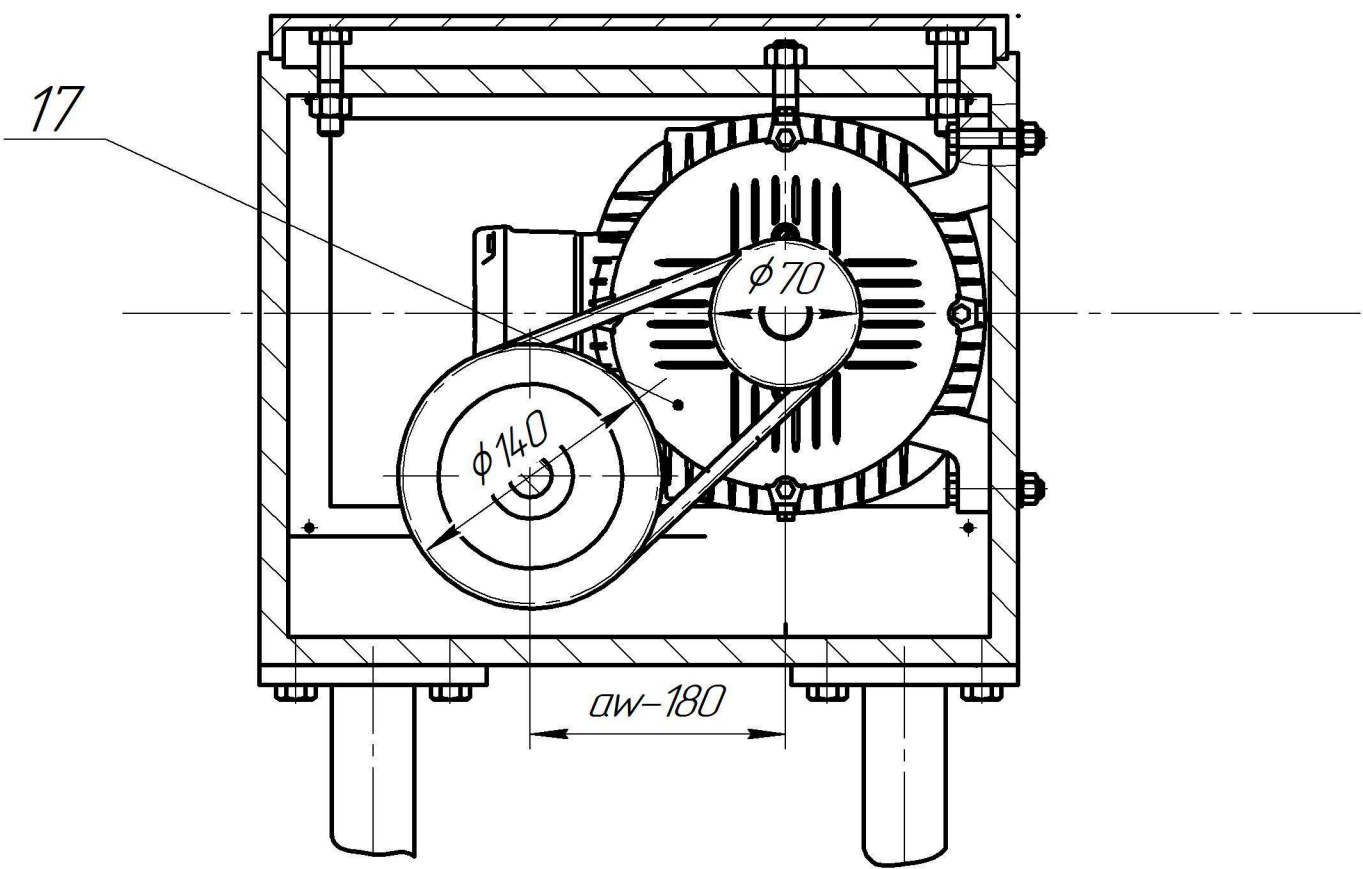
Технічні характеристики:

1. Потужність двигуна – 2 кВт.
2. Продуктивність – 180 см/хв.

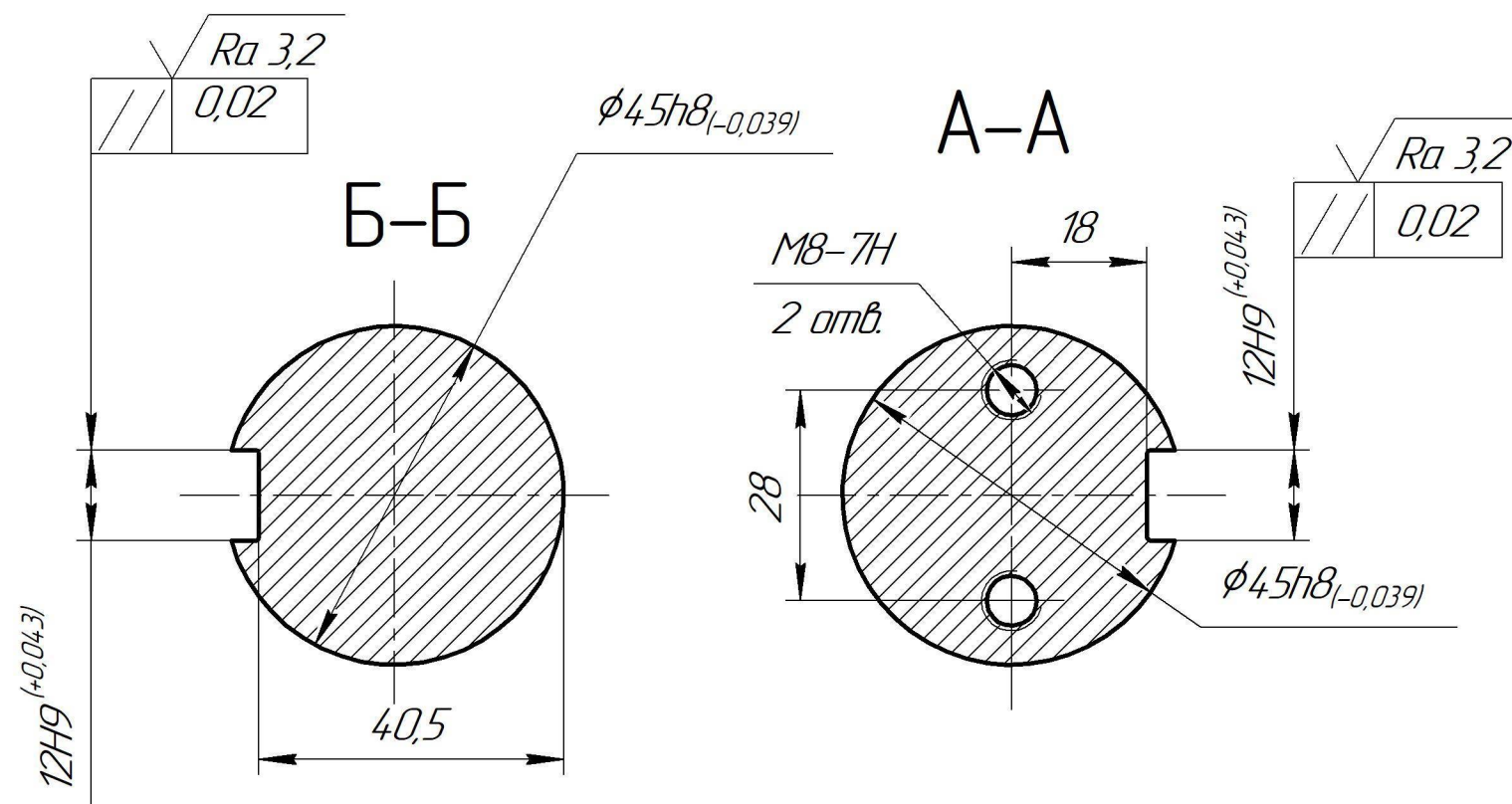
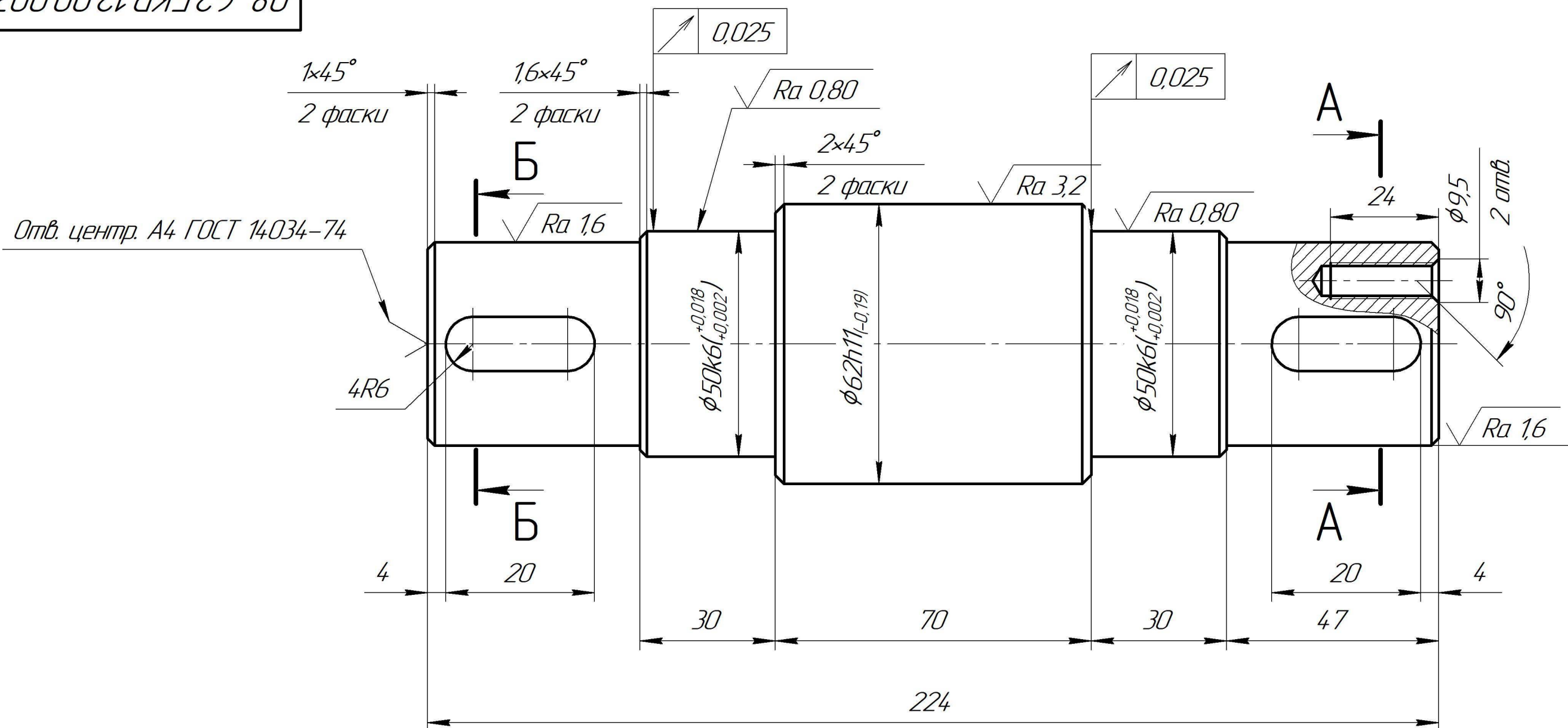
Технічні вимоги

1. Перед початком експлуатації перевірити зовнішній вигляд установки, зокрема санітарний стан, заземлення.
2. Після довготривалої експлуатації потрібно перевірити, температуру підшипників (допустимо до 90°C. За необхідності замінити мастило.

Б-Б (1:8)

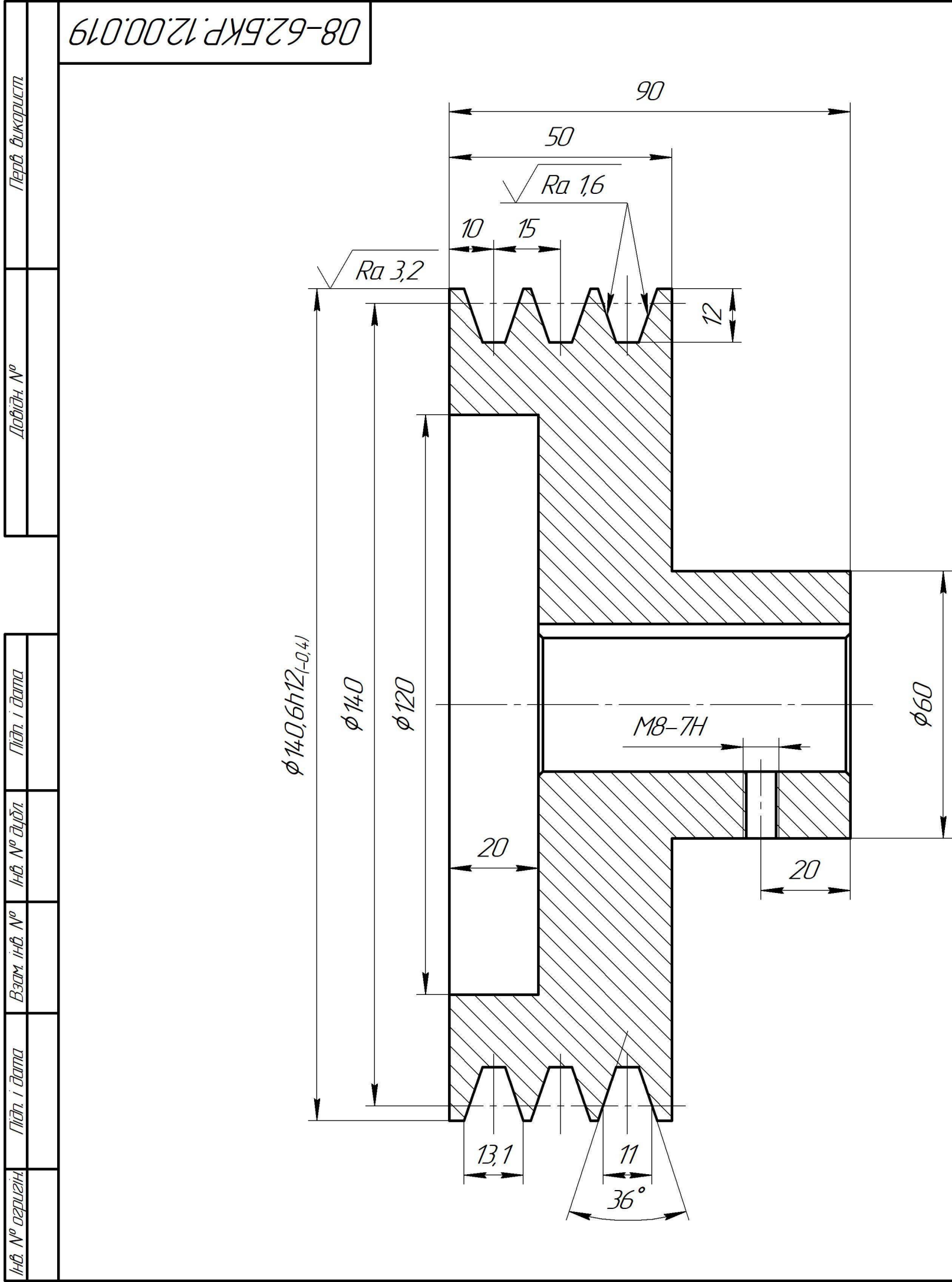


				08-62.БКР.12.00.000.СК					
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Установка для різання заморожених продуктів (Вид загальний)		Лист	Маса	Масштаб
Розроб.		Заварчук В.С.							1:4
Перед.		Бокалець Д.В.							
Т.контр.							Лист	Листів	1
Н.контр.		Слодійко А.В.			ВНТУ, 1ГМ-210				
Затв.		Полещук Л.К.							

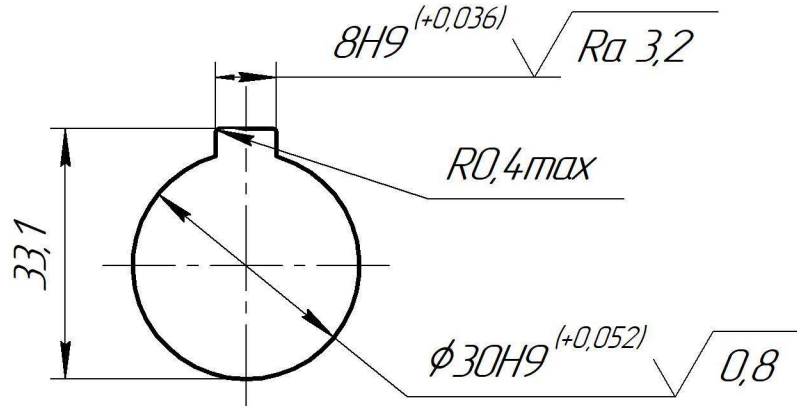


1. 250..270 НВ
2. Невказані радіуси скруглити $R_{\max} 0,4$ мм
3. Загальні допуски по ДСТУ ГОСТ 30893.1: $H14$, $h14, \pm \frac{IT14}{2}$

					08-62.БКР.12.00.003				
					Кривошипний вал	Лім.	Маса	Масштаб	
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				1:1	
Розроб.	Захарчук В.С.								
Перев.	Бакалець Д.В.					Лист	Листів	1	
Т.контр.					Сталь 45 ДСТУГОСТ 1050-88	ВНТУ, ІГМ-218			
Н.контр.	Сладкий А.В.								
Затв.	Поліщук ЛК								



√ Ra 6,3(√)

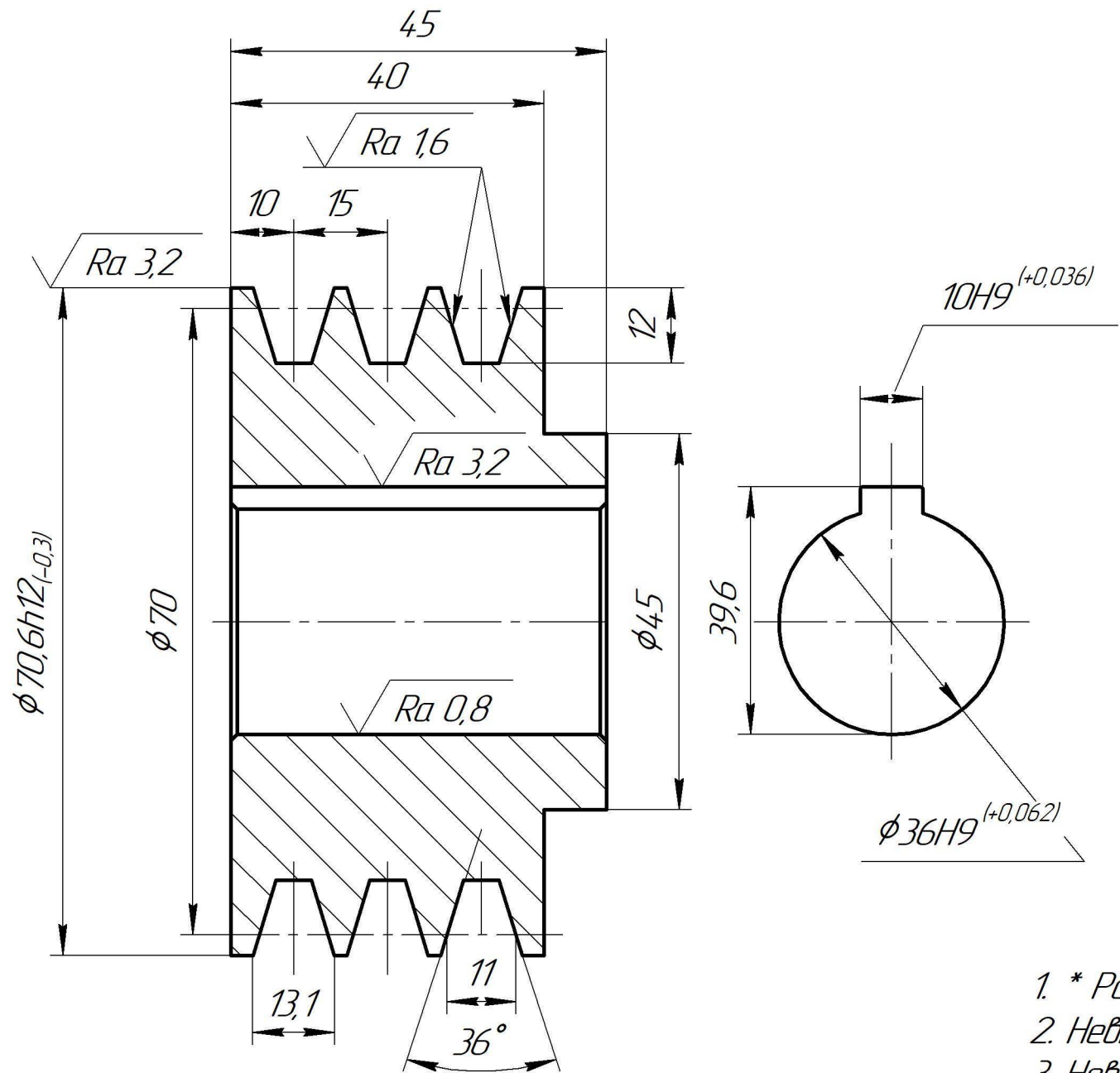


- * Розмір для довідок
- Невказані фаски 1x45°
- Загальні допуски по ГОСТ 30893.1: H14, h14, ± $\frac{IT14}{2}$

					08-62.БКР.12.00.019				
					Шків ведений	Лист		Маса	Масштаб
									1:1
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		Лист		Листів	1
Розроб.	Захарчук В.С.								
Перев.	Бакалець Д.В.								
Т.контр.									
І.контр.	Сладкий А.В.				Чавун СЧ-20 ДСТУГОСТ 1214-85	ВНТУ, 1ГМ-210			
Затв.	Поліщук Л.К.								

08-62.БКР.12.00.018

$\sqrt{Ra\ 6,3(\sqrt{1})}$



- * Розмір для довідок
- Невказані фаски 1,6x45°
- Невказані радіуси скруглені Rmax 0,4 мм
- Загальні допуски по ГОСТ 30893.1: H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

08-62.БКР.12.00.018					Шків ведучий		
					Лист	Маса	Масштаб
							1:1
					Лист	Листів	1
					Чавун С4-20 ДСТУГОСТ 1214-85		
					ВНТУ, 1ГМ-210		
					Формат А3		

Додаток В

СПЕЦИФІКАЦІЇ

«РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ РІЗАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ ПРОДУКТІВ»

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
					<u>Стандартні вироби</u>		
			20		Шпонка 3-3 x 3 x 28	1	
					ДСТУГОСТ 23360-78		
			21		Пас А 630 IV 1284.1-89	1	
			22		Підшипник 60310		
					ДСТУГОСТ 7242-81	4	
					Болт ДСТУГОСТ 7798-70		
			23		M16 x 30	16	
			25		M8 x 30	2	
			26		Гайка M24 ГОСТ 5915-70	1	
			27		Болт M16 x 65 ГОСТ 7798-70	4	
			28		Болт M16 x 55 ГОСТ 7805-70	6	
			29		Гайка M16 ГОСТ 5927-70	26	
			30		Болт M14 x 55 ГОСТ 7798-70	4	
			31		Гайка M14 ГОСТ 5915-70	4	
			32		Болт M12 x 50 ГОСТ 7805-70	4	
			33		Гайка M12 ГОСТ 5915-70	4	
			34		Гвинт M8 x 30 ГОСТ 11738-84	6	
			35		Гвинт M6 x 25 ГОСТ 11644-75	16	
			36		Гайка M10 ГОСТ 5915-70	2	
			37		Болт M14 x 30 ГОСТ 7798-70	2	
			38		Підшипник 80206 ГОСТ 7242-81	2	
			39		Гвинт M6 x 20 ГОСТ 11644-75	6	
					<u>Інші вироби</u>		
			8		Черв'ячний редуктор	1	
			41		Електродвигун АИР80В2У2	1	
Інв. № ориг.					08-62.БКР.12.00.000.		Арк.
	Зм.	Арк	№ докум.	Підп.			2

Додаток Г

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

«РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ РІЗАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ ПРОДУКТІВ»

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Розробка установки для різання заморожених продуктів.

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота

Підрозділ: кафедра галузевого машинобудування, ФМТ, гр. ІГМ-216
(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі
системою StrikePlagiarism 20 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- ☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- ☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Поліщук Л.К., зав. кафедри ГМ
(прізвище, ініціали, посада)

А. Мосійчук
(підпис)

Шенфельд В.Й., доцент кафедри ГМ
(прізвище, ініціали, посада)

Шенфельд В.Й.
(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку

Шенфельд В.Й.
(підпис)

Шенфельд В.Й.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник

Бакалець Д.В., к.т.н., доцент
(підпис)

Бакалець Д.В., к.т.н., доцент
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач

Захарчук В.С.
(підпис)

Захарчук В.С.
(прізвище, ініціали)