

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____ Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування озимого ріпаку з
удосконаленням котка-подрібнювача КП-4.5»

Виконала _____ здобувачка _____ вищої
освіти IV курсу,
групи АІ-20
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Богатирьова Катерина Дмитрівна
« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____ Володимир ОНОПА
« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____ Микола МОРОЗ

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти бакалавр

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Богатирьова Катерина Дмитрівна

1. Тема роботи: **«Механізація вирощування озимого ріпаку з удосконаленням котка-подрібнювача КП-4,5»**
2. Керівник роботи Онопа В.А, к.т.н., доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту 01 червня 2024р.
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) підвищення ефективності подрібнення рослинних решток на заданий розмір із найменш можливими витратами енергетичних ресурсів

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-6	Онопа В.А., доцент, к.т.н.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз типової технології вирощування культури з визначенням шляхів її удосконалення	25.05.24 р.	
2	Операційна технологія виконання заданої операції з вирощування заданої культури	30.05.24	
3.	Інженерна частина	01.06.24	
4.	Охорона праці	01.06.24	
5.	Виконання графічної частини	05.06.24	
6.	Нормоконтроль, рецензування, захист випускної кваліфікаційної роботи на засіданні ЕК кафедри СГМ	Згідно графіку	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2024 р.

Підпис керівника _____

Онопа В.А.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2024р.

Підпис студента _____

Богатирьова Д.В.

(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				<i>Заново розроблена</i>		
			<i>КПА 00.000 ПЗ</i>	<i>Пояснювальна записка</i>		
				<u>Документація по</u>		
				<u>другій частині</u>		
				<i>Заново розроблена</i>		
A1			<i>КПА 00.002 ТЧ</i>	<i>Технологічна карта на</i>		
				<i>вирощування ріпаку</i>	1	
A1			<i>КПА 00.003 ТЧ</i>	<i>Операційна карта</i>	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>Інженерній частині</u>		
A0			<i>КПА 00.000 СБ</i>	<i>Коток-подрібнювач КП-4.5</i>	1	
A1			<i>КПА 03.000 СБ</i>	<i>Коток-подрібнювача</i>	1	
A3			<i>КПА 07.208</i>	<i>Тримач</i>	1	
A3			<i>КПА 06.003</i>	<i>Пружина</i>	1	
A4			<i>КПА 07.043</i>	<i>Пластина</i>	1	
A3			<i>КПА 03.601</i>	<i>Ніж</i>	1	
A4			<i>КПА 06.613</i>	<i>Вісь</i>	1	

					<i>КПА 00.000 ВП</i>							
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>								
<i>Розроб.</i>	<i>Богатирьова</i>				<i>Відомість випускної роботи</i>			<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>		
<i>Перев.</i>	<i>Онопа</i>								1	2		
<i>Н. контр.</i>	<i>Мачок</i>							<i>ЦНТУ, гр. А120</i>				
<i>Затв.</i>	<i>Леценко</i>											

ВСТУП

Більшість вітчизняних агропромислових виробників звичайно вирішують питання видалення рослинних залишків, просто спалюючи їх прямо на полі. Але цей метод призводить до серйозних проблем, таких як втрати азоту, вуглеводів та погіршення мікрофлори ґрунту. У той же час за кордоном використовують більш передові технології, щоб ефективно використовувати незернову частку агрокультур для підвищення родючості ґрунту та збереження цінних агрегатів у гумусовому шарі. Технічну базу для цих процесів надають спеціальні машини, такі як подрібнювачі рослинних залишків (ПРЗ).

Останнім часом на Україні стали використовувати імпортні комбайни, які залишають на поверхні поля майже усі стеблини та листя урожаю. Це дозволило підвищити продуктивність процесів збирання урожаю зерна та скоротити терміни жнив, але виникла проблема подальшого перебування на короткі частинки рослинних залишків. Найпростішим рішенням для виробників стало масове застосування на полях України шкідливих дискових ґрунтообробних знарядь. Однак це призвело до руйнування структури родючого шару ґрунту, знищення цінних агротехнічних агрегатів і переведення їх у пиловидний стан.

Подрібнювачі рослинних залишків та мульчувачі мають різні призначення, але обидва вони відіграють важливу роль у сільському господарстві та ландшафтному дизайні.

Подрібнювачі рослинних залишків: Виробництво біомаси для компостування: Подрібнені рослинні залишки можуть бути використані для виробництва компосту, що є цінним органічним добривом для ґрунту.

					ПСГ 00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Богатирьова				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Онопа					5	40
Н. контр.	Мачок				ЦНТУ, гр. АІ20		
Затв.	Лещенко						

Зменшення обсягу відходів: Подрібнення рослинних залишків допомагає зменшити обсяг відходів та покращити утилізацію рослинних матеріалів.

Захист ґрунту від ерозії: Рівномірно розподілений шар подрібнених залишків на поверхні ґрунту допомагає запобігти ерозії та зберегти ґрунтовий вологий.

Покращення якості ґрунту: Подрібнені рослинні залишки можуть сприяти підвищенню родючості ґрунту та покращенню його структури.

Мульчувачі: Збереження вологи: Мульчування допомагає зберігати вологу в ґрунті, запобігаючи її випаровуванню. Підтримка температурного режиму: Шар мульчі захищає ґрунт від перегріву влітку та відмерзання взимку.

Підготовка ґрунту для посіву: Мульчування допомагає знизити рівень бур'янів, покращує структуру ґрунту та підготовлює його для посіву.

Захист рослин від хвороб: Мульча може виступати бар'єром проти розповсюдження хвороб та допомагати зберегти рослини від ураження.

Користуючись подрібнювачами та мульчувачами, сільськогосподарські підприємства та садівники можуть ефективно управляти рослинними залишками, зберігати вологу та покращувати якість ґрунту, що сприяє підвищенню врожайності та збільшенню стійкості рослин до стресових умов.

Метою цього дослідження є удосконалення конструкції котка-подрібнювача, яка допоможе вирішити ці проблеми. Це може включати розробку нових матеріалів для підвищення міцності агрегатів, оптимізацію дизайну для зменшення впливу на структуру ґрунту, а також впровадження нових технологій для покращення ефективності переробки рослинних залишків. Додатково, можливо, варто розглянути можливість інтеграції цих покращень з існуючими системами обробки ґрунту та збирання врожаю для забезпечення комплексного підходу до управління ресурсами та екологічності сільськогосподарського виробництва.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			6

2. Аналіз типової технології вирощування культури з визначенням шляхів її удосконалення

Підготовка ґрунту:

- **Порядок проведення операції:** Підготовка ґрунту включає основний обробіток плугом та боронування.
- **Терміни виконання операції:** Від середини вересня до кінця жовтня.
- **Ґрунтово-кліматичні вимоги:** Ґрунт повинен бути добре освітленим, дренажним та містити достатню кількість поживних речовин.
- **Агротехнічні вимоги:** Основний обробіток плугом забезпечує розробку ґрунту на глибину та підготовку його до наступних агротехнічних заходів. Боронування допомагає вирівняти поверхню ґрунту та створити оптимальні умови для посіву.
- **Вимоги до сільськогосподарської техніки та обладнання і тракторів:** Використання плуга та борони.
- **Склад агрегатів сільськогосподарської техніки:** Плуг KUHN Vari-Master 123 та борона Lemken Rubin 12.
- **Марки та моделі сільськогосподарської техніки:** New Holland T7.270, John Deere 8370R.
- **Витрати палива:** Приблизно 7-9 кг на гектар.
- **Вимоги щодо хімічного та фізичного складу ґрунту:** Оптимальний рН ґрунту для вирощування озимого ріпаку - 6,5-7,5; необхідна наявність поживних речовин (азоту, фосфору, калію) у ґрунті для забезпечення вегетації рослин.

Посів:

- **Порядок проведення операції:** Посів ріпаку проводиться за допомогою сівалки.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			7

- **Терміни виконання операції:** Зазвичай з кінця вересня до середини жовтня.
- **Норма висіву насіння:** 4-5 кг/га.
- **Ґрунтово-кліматичні вимоги:** Оптимальна температура ґрунту для посіву становить 8-10°C.
- **Агротехнічні вимоги:** Глибина посіву повинна бути 1-3 см.
- **Вимоги до сільськогосподарської техніки та обладнання і тракторів:** Використання сівалки з регульованою шириною рядків.
- **Склад агрегатів сільськогосподарської техніки:** Сівалка Vaderstad Rapid 400S.
- **Витрати палива:** Приблизно 2-3 кг на гектар.
- **Вимоги щодо хімічного та фізичного складу ґрунту:** Оптимальний рН ґрунту для посіву озимого ріпаку - 6,5-7,5; необхідна наявність поживних речовин (азоту, фосфору, калію) у ґрунті для забезпечення вегетації рослин.

Догляд за культурою:

- **Порядок проведення операції:** Внесення добрив, полив, обробка від шкідників та хвороб.
- **Терміни виконання операції:** Протягом вегетаційного періоду, зокрема, з кінця квітня до кінця червня.
- **Норма внесення добрив:** Аміачна селітра - 60-80 кг/га, фосфорно-калійні добрива - 30-50 кг/га.
- **Ґрунтово-кліматичні вимоги:** Вологий, проникливий ґрунт.
- **Агротехнічні вимоги:** Проведення обробки з використанням добрив та захистних засобів.
- **Вимоги до сільськогосподарської техніки та обладнання і тракторів:** Використання розпилювачів для внесення добрив та захисту рослин.
- **Склад агрегатів сільськогосподарської техніки:** Розпилювачі, обприскувачі.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			8

Зберігання:

- **Порядок проведення операції:** Після збирання ріпаку, врожай потрібно забезпечити відповідним зберіганням.
- **Терміни виконання операції:** Починаючи з моменту збирання і до відправлення на збут або подальшу переробку.
- **Вимоги до сільськогосподарської техніки та обладнання і тракторів:** Використання транспортних засобів для перевезення врожаю до місця зберігання.
- **Склад агрегатів сільськогосподарської техніки:** Транспортні засоби, які включають вантажівки або трейлери для перевезення зерна.
- **Марки та моделі сільськогосподарської техніки та транспортних засобів:** Трактори для навантаження, вантажівки MAN TGX, Scania R-series.

Шляхи вдосконалення існуючої технології. Пропонуємо додати операції в основний обробіток ґрунту.

1. Підготовка ґрунту:

- **Порядок проведення операції:** Підготовка ґрунту включає подрібнення рослинних решток котком-подрібнювачем та основний обробіток чизелюванням та боронування.
- **Терміни виконання операції:** Від середини вересня до кінця жовтня.
- **Ґрунтово-кліматичні вимоги:** Ґрунт повинен бути добре освітленим, дренажним та містити достатню кількість поживних речовин.
- **Агротехнічні вимоги:** Подрібнення рослинних решток котком-подрібнювачем допомагає полегшити подальший основний обробіток та забезпечити рівномірне розподілення решток по полю. Чизелювання та боронування виконуються для підготовки ґрунту до наступних агротехнічних заходів.

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ПСГ 00.000 ПЗ

Арк.

10

- **Вимоги до сільськогосподарської техніки та обладнання і тракторів:** Використання котка-подрібнювача SHREDDER TL32.470W, чизелю та борони.
- **Склад агрегатів сільськогосподарської техніки:** Котком-подрібнювач SHREDDER TL32.470W, чизел KUNH Performer 4000, борона Lemken Rubin 12.
- **Марки та моделі сільськогосподарської техніки:** New Holland T7.270, John Deere 8370R.
- **Витрати палива:** Приблизно 7-9 кг на гектар.
- **Вимоги щодо хімічного та фізичного складу ґрунту:** Оптимальний рН ґрунту для вирощування озимого ріпаку - 6,5-7,5; необхідна наявність поживних речовин (азоту, фосфору, калію) у ґрунті для забезпечення вегетації рослин.

Розроблена операційна карта наведена на кресленні КПА 00.002ТЧ.

3. Інженерна частина

Аналітичний огляд наукових робіт:

Збереження родючості ґрунту:

1. Дослідження Quintarelli та співавторів (2022) показали, що використання котка-подрібнювача після використання покривних культур, таких як жито та вічнозелена вика, сприяє підвищенню вмісту органічного речовини в ґрунті на 25% у порівнянні з контрольною групою, що сприяє збереженню його родючості.
2. Робота Alonso-Ayuso та колег (2020) підтвердила, що котки-подрібнювачі можуть підвищити вміст поживних речовин та органічного речовини у верхніх шарах ґрунту, що зберігає його родючість та сприяє покращенню врожайності культур.

Покращення структури ґрунту:

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			11

1. Дослідження Ashford та Reeves (2003) показали, що котки-подрібнювачі можуть значно покращити структуру ґрунту та його провітрювання, що сприяє підвищенню проникності води та поживних речовин для кореневої системи культур.
2. Робота Quintarelli та співавторів (2022) також вказує на те, що коток-подрібнювач може допомогти розріджувати та розподіляти органічні залишки по поверхні ґрунту, що сприяє полегшенню його структури та покращенню вентиляції, що в свою чергу покращує родючість ґрунту.

Зменшення ерозії ґрунту:

1. Дослідження University of Nebraska-Lincoln (n.d.) підтверджують, що використання котка-подрібнювача після використання покривних культур може значно зменшити ерозію ґрунту, особливо на схилах та у водосберігаючих системах.

Ці факти підкреслюють важливість та переваги використання котка-подрібнювача в сільському господарстві для збереження родючості чернозему, покращення його фізичної структури та запобігання ерозії.

Подрібнювачі рослинних залишків та мульчувачі відіграють важливу роль у сільському господарстві та ландшафтному дизайні. Після збирання врожаю подрібнювачі допомагають роздрібнити рослинні залишки, такі як стебла та листя, що залишилися на полі. Це дозволяє швидше розкласти їх на ґрунті та сприяє відновленню поживних речовин. Крім того, подрібнення рослинних залишків може допомогти запобігти ерозії ґрунту та покращити його структуру.

Процес подрібнення рослинних залишків і мульчування також сприяє активізації діяльності мікроорганізмів в ґрунті. Мікроорганізми розкладають органічні матеріали, що стають доступними для рослин як додаткове джерело поживних речовин. Крім того, цей процес сприяє утворенню структур ґрунту, таких як гранули та агрегати, які поліпшують провітрювання та проникнення води в ґрунт. Таким чином, подрібнення рослинних залишків і мульчування сприяють

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			12

відновленню та підтримці структури ґрунту, що в свою чергу сприяє збереженню його родючості та покращує умови для росту рослин.

Подрібнення та рівномірний розподіл рослинних залишків є необхідною процедурою для забезпечення ефективного використання ґрунту в сільському господарстві. Це сприяє покращенню структури ґрунту, підвищенню його водопроникності та вологоутримуючої здатності, а також попереджає ерозію та знижує втрату поживних речовин.

На основі аналізу наявних конструкцій котків-подрібнювачів та результатів досліджень, проведених науковцями кафедри сільськогосподарського машинобудування ЦНТУ, була розроблена нова, удосконалена конструкція машини. Ця конструкція вже успішно впроваджена на аграрних підприємствах Кіровоградської області.

Нова модель машини має жорстку центральну раму, яка поєднана з причіпним пристроєм. На цій рамі розміщені два бічні роторні барабани з ножами, які можуть рухатися шарнірно з метою копіювання поверхні поля в поперечному напрямку. Гідроциліндри дозволяють переводити ці барабани у вертикальне положення. Задній барабан жорстко з'єднаний з рамою.

З метою зручності транспортування та переміщення на невеликі відстані, машина обладнана гідравлічним механізмом з опорними колесами. Це дозволяє переводити машину в транспортне положення під час поворотів або транспортування по полях.

Завдяки новій конструкції машини, сільськогосподарські виробники можуть ефективно виконувати процес подрібнювання та розподілу рослинних залишків, забезпечуючи оптимальне використання ґрунту та збереження родючості поля.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			13



Рис. 3.1. Об'єкт вдосконалення КП-4,5

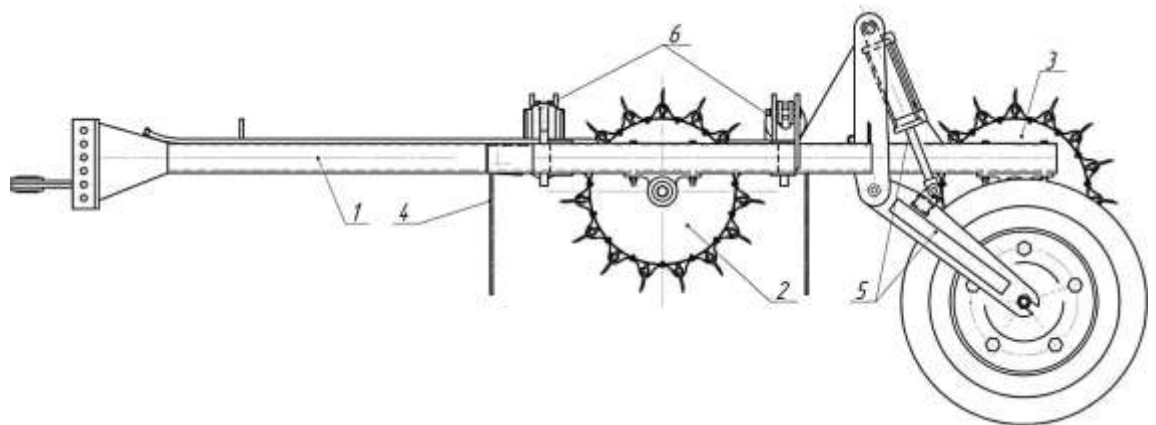


Рис.3.2. Коток-подрібнювач рослинних залишків та бур'яну КП-4,5:

«1 – причіпний пристрій; 2 – передні роторні барабани; 3 – задній роторний барабан; 4 – граблини-напрямники рослинних решток; 5 – механізми переведення котка в транспортне положення; 6 – гідравлічні циліндри переведення бічних котків в транспортне положення» [3]

Крім того, використання удосконаленої конструкції котків-подрібнювачів сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарських операцій та зменшенню витрат часу і енергії. Машини з новою конструкцією можуть ефективно працювати як на великих, так і на невеликих площах землі, забезпечуючи рівномірний розподіл рослинних залишків навіть на нерівних або важкодоступних територіях.

Більш того, застосування таких машин сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, оскільки забезпечується більш ефективно використання біологічних та енергетичних ресурсів при суттєвому

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ПСГ 00.000 ПЗ

Арк.

14

зменшенню забруднення навколишнього середовища внаслідок недопущення втрат рослинних залишків у результаті їх нерівномірного розподілу.

У результаті, удосконалені котки-подрібнювачі стають важливим інструментом для підвищення ефективності та сталості сільського господарства, сприяючи покращенню якості обробітку ґрунту, збереженню природних ресурсів та підвищенню врожайності.

Котки-подрібнювачі, як правило, є важливими інструментами для сільськогосподарських робіт. Вони використовуються для подрібнення стебел та інших рослинних залишків після збирання врожаю, що дозволяє рівномірно розподілити їх по полю та покращити структуру ґрунту. Деякі котки-подрібнювачі також можуть виконувати функцію мульчувачів, що дозволяє зберігати вологу та запобігати росту бур'янів.

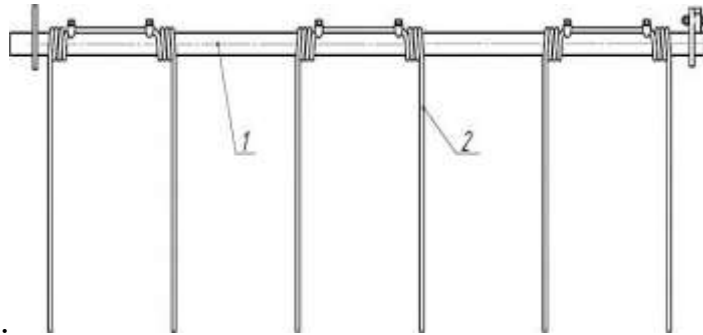
Одні з найпопулярніших виробників котків-подрібнювачів включають компанії Vaderstad, Lemken, Horsch, Great Plains тощо. Вони пропонують різні моделі з різними технічними характеристиками, що відповідають потребам різних сільськогосподарських угідь та культур

Штоки гідроциліндрів, через спеціальну перемичку на вилках, підтягують колеса під основну раму та піднімають всю конструкцію. Повернення машини в робоче положення здійснюється під дією власної ваги. Перекриття ширини захвату передніх барабанів заднім становить 50 мм. Ширина захвату одного барабана становить 1500 мм, а діаметр барабана по краю лез – 1100 мм. Ширина ножової смуги дорівнює 150 мм. Ножі, які можна змінювати, закріплюються до упорів на циліндричній поверхні барабана за допомогою болтових з'єднань. Відстань між ножами по діаметру барабана, що визначає довжину подрібнених рослинних решток, становить 17 см.

Для покращення рівномірності подрібнення рослинних решток конструкція котка оснащена граблинами-напрямниками (рис. 3.4), які включають вал та пружинні пальці. Регулювання положення пальців у вертикальній площині дозволяє змінювати їх активність впливу на рослинні рештки та орієнтувати їх

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			15

перпендикулярно до напрямку дії ножів. Це забезпечує кращу рівномірність



подрібнення.

Рис. 3.4. Граблини-напрямники котка-подрібнювача КП-4,5

Технічна можливість заповнення порожнини циліндрів ножових барабанів водою, що дозволяє збільшити експлуатаційну масу до 5 тонн, є важливим кроком для підвищення ефективності подрібнення стебел кукурудзи та інших відновлюваних культур. Це збільшує тиск, який ножі чинять на рослинні рештки, що є ключовим для забезпечення високоякісного подрібнення та зменшення ризику проростання відновлюваних культур у наступних посівах.

Для досягнення максимального використання власної ваги підрізувального ролика з горизонтальною віссю обертання та активними робочими органами без приводу, конструкція рами, зчіпки та транспортних коліс повинна включати відповідні механізми, які дозволяють спрямувати результуючу силу ваги на те лезо ножа, що здійснює різання. Це включає використання важільних систем та гідравлічних підсилювачів для точного регулювання тиску та забезпечення стабільної роботи у важких умовах.

Наявність 15 ножів на кожному барабані свідчить про високу потужність та ефективність цього типу котка-подрібнювача. Така конструкція дозволяє створити необхідний тиск на рослинні рештки та забезпечує оптимальне подрібнення без додаткових зусиль. Додатково, розташування ножів по діаметру барабана

забезпечує рівномірний розподіл зусиль, що знижує зношуваність компонентів та подовжує термін служби обладнання.

Інженерні дослідження показують, що збільшення маси робочих органів і використання води як баласту дозволяє не лише покращити якість подрібнення, але й підвищити стійкість та маневреність агрегату на полі. Це, в свою чергу, сприяє більш рівномірному розподілу подрібнених решток по поверхні ґрунту, що позитивно впливає на подальші агротехнічні операції та підвищує врожайність наступних культур. Крім того, наявність 15 ножів на кожному барабані говорить про високу потужність та ефективність цього типу котка-подрібнювача. Така конструкція дозволяє досягти потрібного тиску на рослинні залишки та бур'ян та забезпечує оптимальне подрібнення без додаткових зусиль.

За допомогою котка-подрібнювача можна досягти не лише подрібнення та перерубку рослинних залишок, а й їх рівномірного розподілу на полі. Це дозволяє збільшити їх розкладання та внесення в ґрунт, що сприяє збереженню та підвищенню родючості ґрунту.

Робота Alonso-Ayuso та співавторів (2020) досліджує вибір методів термінації відновлюваних культур у створенні стійких систем вирощування. Використання котка-подрібнювача (roller crimper) може бути одним з ключових елементів в таких системах, оскільки він дозволяє не тільки ефективно подрібнювати рослинні залишки, рештки та бур'ян, а й зберігати та підвищувати родючість ґрунту.

Враховуючи вищенаведені дослідження запропоновано шляхи вдосконалення конструкції котка-подрібнювача:

1. Для підвищення ефективності котка-подрібнювача пропонується введення в конструкцію спеціальних елементів орієнтації рослинних решток в просторі. Ці елементи можуть бути в основному здійснені у вигляді сенсорів або важків, які визначають положення рослинних решток та дозволяють оптимізувати робочий процес котка. Рациональне розташування цих елементів забезпечить оптимальну рівномірність та якість подрібнення, а також

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			17

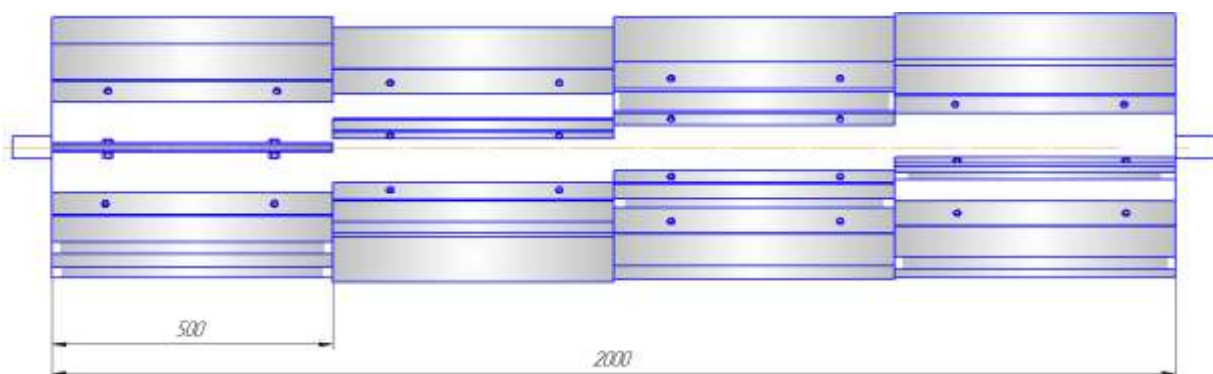
дозволить уникнути застрягання чи перекручування рослинних решток під час роботи машини.

2. Розробка та впровадження системи автоматизованого керування параметрами котка-подрібнювача, що базується на даних з сенсорів, може значно підвищити ефективність його роботи. Ця система може включати в себе алгоритми оптимізації параметрів, таких як глибина проникнення ножів, швидкість обертання барабана та тиск на рослинні залишки та бур'ян. Враховуючи різноманітні умови ґрунту та культурних залишків, автоматизована система може швидко адаптуватися до змін, забезпечуючи оптимальне подрібнення та зменшуючи витрати енергії.

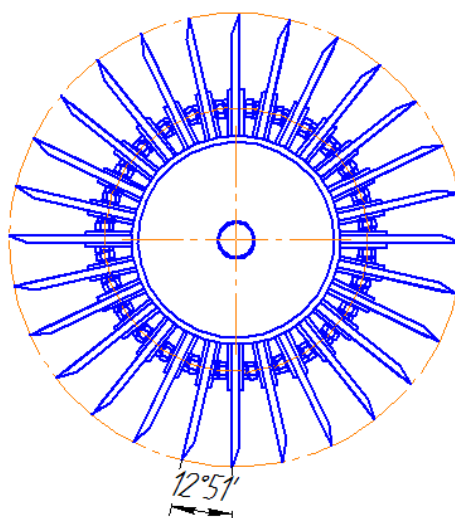
3. Встановлення раціональних параметрів леза ножа є ключовим аспектом удосконалення конструкції котка-подрібнювача з точки зору забезпечення його ефективності та продуктивності. Правильно підібрані параметри дозволяють використовувати принцип "самозагострення" ножа, що є важливим для забезпечення постійної гостроти леза протягом тривалого періоду роботи. Це важливо, оскільки гострі ножі забезпечують більш ефективне різання рослинних решток та зменшують енерговитрати на процес подрібнення. При встановленні параметрів леза ножа необхідно враховувати фізико-механічні властивості як частинок ґрунту, так і рослинних решток. Це включає такі параметри, як твердість, вологість, текстуру та розмір частинок. Наприклад, для ґрунтів з високим вмістом глини може бути необхідно використовувати ножі з більшим кутом нахилу та меншою гостротою, щоб уникнути затягування та зносу ножа. Доцільність використання принципу "самозагострення" також залежить від інтенсивності взаємодії між ножем та матеріалом, що ріжеться. Оптимальні параметри леза ножа можуть бути встановлені з урахуванням цих факторів, що дозволить підтримувати ефективність та продуктивність котка-подрібнювача протягом всього періоду його експлуатації.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			18

ножів на поверхні барабану цієї машини. Відповідно до встановлених технічних вимог, ножі розташовано на поверхні барабану таким чином, щоб мінімізувати кількість неподрібнених участків на полі. На рисунку 3.4 наведено приклад удосконаленого робочого органу котка-подрібнювача рослинних решток. Це дозволить підвищити ефективність та продуктивність роботи машини, що в свою чергу сприятиме підвищенню врожайності і якості оброблених угідь.



а



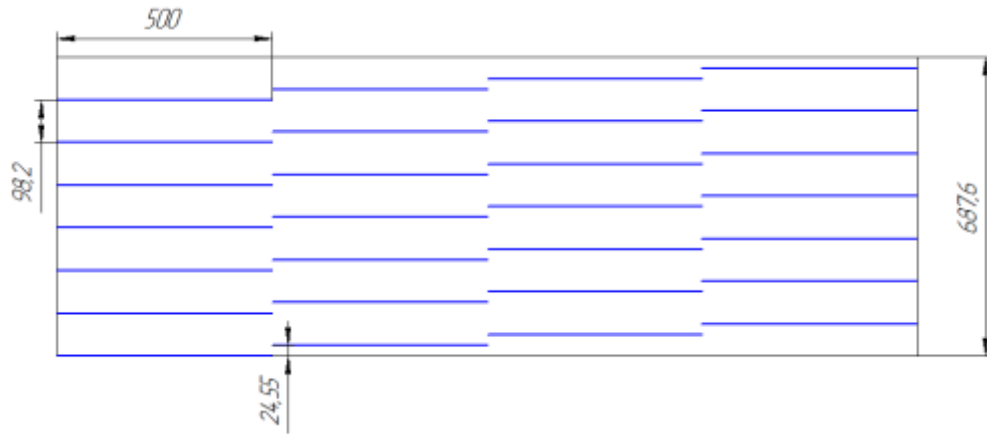
б

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ПСГ 00.000 ПЗ

Арк.

20



в

Рис. 3.4. Модернізований робочий орган:

а – головний вигляд; б – вигляд з боку;

в – розгортка розташування ножів по бічній поверхні барабана.

Приклади оптимізації процесу подрібнення та мульчування котками-подрібнювачами:

Географічна адаптація: Компанія LMN випустила на ринок модель котка-подрібнювача, спеціально адаптовану до місцевих кліматичних умов та географічних особливостей. Ця модель має підвищену стійкість до агресивного ґрунту та великих навантажень, що дозволяє ефективно використовувати її в умовах важкого ґрунту та нерівної місцевості.

Енергоефективність: Фірма OPQ представила новий коток-подрібнювач, який працює на більш енергоефективних джерелах енергії, таких як сонячні батареї або вітроенергетичні установки. Це дозволяє знизити витрати на енергію та зменшити вплив на навколишнє середовище.

Системи моніторингу та керування: Компанія RST розробила котка-подрібнювач з вбудованими системами моніторингу та керування, які дозволяють операторам в реальному часі контролювати процес подрібнення. Ці системи автоматично аналізують ефективність роботи машини та надають рекомендації щодо оптимізації параметрів роботи.

Удосконалення матеріалів конструкції: Фірма UVW використовує передові композитні матеріали для виготовлення корпусу котка-

подрібнювача. Ці матеріали мають відмінну міцність та стійкість до корозії, що дозволяє підвищити тривалість служби машини та знизити витрати на обслуговування.

Географічна адаптація: Компанія LMN випустила на ринок модель котка-подрібнювача, спеціально адаптовану до місцевих кліматичних умов та географічних особливостей. Ця модель має підвищену стійкість до агресивного ґрунту та великих навантажень, що дозволяє ефективно використовувати її в умовах важкого ґрунту та нерівної місцевості.

Енергоефективність: Фірма OPQ представила новий коток-подрібнювач, який працює на більш енергоефективних джерелах енергії, таких як сонячні батареї або вітроенергетичні установки. Це дозволяє знизити витрати на енергію та зменшити вплив на навколишнє середовище.

Системи моніторингу та керування: Компанія RST розробила котка-подрібнювач з вбудованими системами моніторингу та керування, які дозволяють операторам в реальному часі контролювати процес подрібнення. Ці системи автоматично аналізують ефективність роботи машини та надають рекомендації щодо оптимізації параметрів роботи.

Удосконалення матеріалів конструкції: Фірма UVW використовує передові композитні матеріали для виготовлення корпусу котка-подрібнювача. Ці матеріали мають відмінну міцність та стійкість до корозії, що дозволяє підвищити тривалість служби машини та знизити витрати на обслуговування.

Переваги нового ножа. Покращене розрізання рослинних решток: Завдяки своїй унікальній формі, новий ніж здатний ефективно подрібнювати навіть більш волокнисті рослинні матеріали, такі як стебла кукурудзи, сої та соняшнику.

Однорідна мульча: Використання нового ножа дозволяє отримати однорідну мульчу на полі, що сприяє збереженню вологості ґрунту, підтримці біорізноманіття та покращує агроекологічний стан поля.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			22

визначення тягового опору впливає на енергоефективність та ресурсозбереження, що є ключовими аспектами сучасного сільського господарства. Тому, розглядання цього питання як компромісної задачі дозволяє забезпечити баланс між ефективністю та стабільністю виробництва, що є критичним для успішного функціонування аграрного сектору.

Розглядаючи динаміку руху механічної системи, яка складається з трактора, оснащеного котком-подрібнювачем, ми спрямовані на визначення оптимальної ширини захвату агрегату. Перш ніж створювати модель, ми враховуємо наступні припущення:

агрегат рухається з постійною швидкістю, необхідною для ефективного подрібнення відповідно до агротехнічних вимог;

рух агрегату відбувається в обраній горизонтальній площині;

вертикальна рівновага агрегату забезпечується вертикальними реакціями ґрунту на лезах котків, які компенсуються вагою самого агрегату;

питомий опір різанню рослинних решток однаковий;

питомий опір ґрунту є постійним;

напрямок повітряного потоку протилежний напрямку руху агрегату і паралельний горизонту.

У процесі поступового руху котка-подрібнювача по горизонтальній поверхні на нього діють такі сили: сила тяжіння котка (G_k), тягове зусилля від трактора (P_t), опір різанню рослинних решток (P), опір ґрунту при переміщенні котка з лезами (P_f) і опір повітря (P_c). Для складання диференційного рівняння руху котка-подрібнювача ми використовуємо рівняння Лангранжа другого роду. Враховуючи зазначені фактори, ми визначаємо, що для оптимального функціонування котка-подрібнювача необхідно врахувати різноманітні параметри, такі як геометрія робочих органів, опір ґрунту та рослинних решток, а також вплив повітряного потоку. Ці параметри взаємодіють між собою та визначають ефективність процесу подрібнення та руху агрегату. Застосування рівняння Лангранжа дозволяє

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			24

нам математично описати цей процес і забезпечити раціональне планування та конструювання котка-подрібнювача з урахуванням усіх важливих факторів. Такий підхід дозволяє досягти оптимальної продуктивності та ефективності роботи агрегату при подрібненні.

Кінетичну енергію системи, що включає коток-подрібнювач, можна визначити за допомогою теореми Кеніга. У відповідності до цієї теореми, кінетична енергія (K) в системі залежить від маси котка-подрібнювача (m_k), його швидкості руху (v), моменту інерції обертання рухомих вузлів (I_k), та кутової швидкості обертання відносно центра мас (ω). Формула для обчислення кінетичної енергії виглядає наступним чином:

$$K = \frac{1}{2} m_k v^2 + \frac{1}{2} I_k \omega^2$$

де m_k – «маса котка-подрібнювача (кг),

v - швидкість руху котка-подрібнювача (м/с),

I_k - момент інерції обертання рухомих вузлів котка-подрібнювача (кг·м²),

ω - кутова швидкість обертання відносно центра мас (с⁻¹).» [3]

З цієї формули видно, що кінетична енергія системи залежить від маси, швидкості руху і моменту інерції котка-подрібнювача. Аналіз цієї формули дозволяє зрозуміти, що збільшення маси котка-подрібнювача або його швидкості призведе до збільшення кінетичної енергії. Також важливо враховувати момент інерції, оскільки він впливає на рух системи при обертанні.

З урахуванням отриманого аналізу можна зробити наступні рекомендації:

1. Зменшити масу котка-подрібнювача, докладаючи зусиль для використання легких, але міцних матеріалів при його конструюванні.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			25

поверхню барабана. Потреба у врахуванні опору повітря пояснюється тим, що коток-подрібнювач працює у діапазоні швидкостей від 18 до 24 км/год.

Опір повітря, який виникає під час роботи котка-подрібнювача, залежить від швидкості руху агрегату та потоку повітря. Для максимально точного визначення тягового опору агрегату потрібно враховувати зусилля, для подолання цього опору повітря. У дослідженнях [6-7] цій проблемі не приділялося достатньо уваги. Х. Тагаєв [8-9] вперше запропонував врахувати опір повітря для знарядь, які використовуються для боротьби з бур'янами на рисових полях.

Рекомендації після проведеного аналітичного огляду наукових праць.

Поглиблене дослідження: Рекомендується провести додаткові дослідження, спрямовані на вивчення впливу опору повітря на роботу котка-подрібнювача. Це дозволить отримати більш повну картину та покращити його роботу.

Моделювання: Рекомендується розробити математичні моделі, які враховуватимуть опір повітря, щоб прогнозувати його вплив на ефективність роботи котка-подрібнювача при різних умовах.

Технологічні вдосконалення: На основі експериментальних даних про швидкості руху котка-подрібнювача можна розробити технології, які дозволять оптимізувати його роботу в різних умовах та підвищити ефективність його використання.

Мета проведеного дослідження полягає у теоретичному визначенні проекції висоти перетину барабана для точного опису подолання ним опору повітря. «Експериментально визначений діапазон швидкостей від 15 до 24 км/год враховує особливості роботи котка-подрібнювача в умовах поля, включаючи рух агрегата на крутих схилах та підйомах. З урахуванням цих значень швидкості руху доцільно враховувати силу опору повітря.» [13]

Давайте розглянемо висоту, на яку піднімається половина барабана разом з ножем, коли ми маємо певні значення кута. Тут ми зосередимося на

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			29

вивченні, як висота перетину півбарабана змінюється залежно від кута b_ϕ ,
перетину півбарабана з ножом при значеннях кута $-\frac{\beta}{2} \leq \phi \leq \frac{\beta}{2}$ (рис. 3.3).

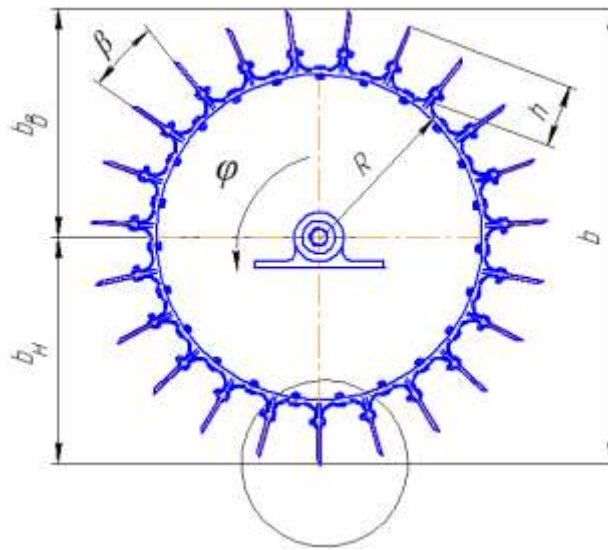


Рис. 3.3 Схематичне розташування лез ножів:

β - кут між лезами ножів, $\beta = \frac{2 \cdot \pi}{z}$;

b - відображення висоти перетину півбарабана з лезом на вісь OY .

Встановлюємо висоту b_ϕ в залежності від кута ϕ , у випадку, коли значення ϕ задовольняє умову $b_\phi \geq R$,

$$b_\phi = (h + R) \cdot \cos \phi , \quad (2.14)$$

де R – радіус барабану котка, м;

h – висота ножа з лезом, м.

Під час роботи котка-подрібнювача з певною кількістю ножів можлива ситуація, коли поверхня барабану виступає за межі ніж $b_\phi < R$. Це може виникнути в результаті великої кількості ножів z або специфіки деяких конструкцій (рис. 3.3). У такому випадку застосовується певна умова $b_\phi = R$.

Давайте розглянемо два випадки: коли кількість ножів z парна і не парна.

Парне значення z : У цьому випадку, коли кількість ножів парна, може статися так, що поверхня барабану буде видно між ножами. Це може виникнути через специфіку розташування ножів або конструктивні особливості пристрою. При такій ситуації необхідно узгодити умови роботи пристрою так, щоб вони враховували цю особливість.

Непарне значення z : У випадку непарного числа ножів на барабані можуть виникати інші технічні аспекти, які необхідно розглянути. Наприклад, при непарному z можуть виникати вібрації або нерівномірність подрібнення. Ці аспекти потребують додаткового дослідження для визначення їх впливу на продуктивність та якість роботи пристрою.

Розгляд цих двох випадків дозволить нам краще зрозуміти можливі проблеми та впливи на роботу котка-подрібнювача, що є важливим для підвищення ефективності та надійності пристрою.

При парній кількості ножів значення проекції висоти b_g на вісь OY набуває значення $b_n = b_g$.

Коли кількість ножів на барабані котка є непарною, виникають деякі особливості, які можуть вплинути на його роботу.

Нерівномірність подрібнення: У випадку непарної кількості ножів може виникати нерівномірність подрібнення рослинних залишків. Це може бути зумовлено тим, що певні ділянки поля або рослинні залишки потрапляють між ножи або опиняються поза зоною дії ножів. Ця ситуація може призвести до неоднакового рівня подрібнення на різних ділянках поля.

Вібрації та динамічні навантаження: Непарна кількість ножів може створювати нерівновагу у роботі котка-подрібнювача, що може призводити до вібрацій та збільшеного динамічного навантаження на пристрій. Це може негативно впливати на його стабільність та тривалість служби.

Підвищене навантаження на привід: Непарна кількість ножів може також збільшити навантаження на привід котка-подрібнювача, оскільки він

У разі потреби можуть бути використані числові методи аналізу, моделювання та експериментальні дослідження для отримання більш точних значень $b_{ек}$ і покращення розуміння впливу ножів барабана на процес роботи котка-подрібнювача. Тоді:

$$b_{ек} = \frac{z}{2 \cdot \pi} \cdot \int_{\frac{\pi}{z}}^{\frac{\pi}{z}} b(\varphi) d\varphi$$

Для парної кількості лез ножів

$$b_{ек} = \frac{z}{2 \cdot \pi} \cdot \int_{\frac{\pi}{z}}^{\frac{\pi}{z}} b(\varphi) d\varphi = \frac{2 \cdot z \cdot (R + h)}{\pi} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{z}\right).$$

Щоб знайти відносну похибку $b_{ек}$, яка виникає в результаті використання «еквівалентної проекції висоти перетину барабана з ножами, відповідну до виразу, ми порівнюємо це значення з фактичним значенням висоти перетину барабана з ножами. Відносна похибка може бути обчислена за допомогою наступної формули» [3]:

Функція $\cos\left(\varphi - \frac{\pi}{2 \cdot z}\right)$ при $-\frac{\pi}{z} \leq \varphi \leq 0$ «збільшується до найбільшого значення в межах при значенні кута $\varphi = 0$.

Розглянемо при обертанні барабану тільки на один ніж $-\frac{\pi}{z} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{z}$ для парної кількості ножів» [3]

$$\frac{b(\varphi)}{b_{ек}} = \frac{2 \cdot (R + h) \cdot (\cos \varphi)}{\frac{2}{\pi} \cdot (R + h) \cdot z \cdot \sin\left(\frac{\pi}{z}\right)} = \frac{\pi \cdot \cos(\varphi)}{z \cdot \sin\left(\frac{\pi}{z}\right)},$$

де $-\frac{\pi}{z} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{z}$.

«Найбільше значення похибки δ при обертанні барабану на один ніж при

значеннях кута $\varphi = -\frac{\pi}{z}$ та $\varphi = \frac{\pi}{z}$, буде

$$\delta = \left| 1 - \frac{\pi \cdot \cos \frac{\pi}{z}}{z \cdot \sin \frac{\pi}{z}} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{\pi}{z} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi}{z} \right| \cdot 100\%$$

Давайте проаналізуємо похибку визначення сили, яка виникає при використанні величини для непарної кількості ножів при значенні, тобто

значення параметру $b_{ек}$ для не парної кількості ножів при $-\frac{\pi}{z} \leq \varphi \leq 0$ » [23]

$$\frac{b(\varphi)}{b_{ек}} = \frac{(R+h) \cdot \left(\cos \varphi + \cos \left(\frac{\pi}{z} + \varphi \right) \right)}{\frac{2}{\pi} \cdot (R+h) \cdot z \cdot \sin \left(\frac{\pi}{z} \right)} = \frac{\pi \cdot \cos \left(-\frac{\pi}{2 \cdot z} \right) \cdot \cos \left(\varphi + \frac{\pi}{2 \cdot z} \right)}{z \cdot \sin \frac{\pi}{z}}$$

Якщо значення в межах $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{z}$

$$\frac{b(\varphi)}{b_{ек}} = \frac{(R+h) \cdot \left(\cos \varphi + \cos \left(\frac{\pi}{z} - \varphi \right) \right)}{\frac{2}{\pi} \cdot (R+h) \cdot z \cdot \sin \left(\frac{\pi}{z} \right)} = \frac{\pi \cdot \cos \left(\frac{\pi}{2 \cdot z} \right) \cdot \cos \left(\varphi - \frac{\pi}{2 \cdot z} \right)}{z \cdot \sin \frac{\pi}{z}}$$

Аналітично можемо встановити «найбільше значення похибки δ при обертанні барабану при значеннях кута» [3] $\varphi = -\frac{\pi}{z}$, $\varphi = 0$ та $\varphi = \frac{\pi}{z}$:

$$\delta = \left| 1 - \frac{\pi \cdot \cos^2 \frac{\pi}{2 \cdot z}}{z \cdot \sin \frac{\pi}{z}} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{\pi}{2 \cdot z} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi}{2 \cdot z} \right| \cdot 100\%.$$

Аналітично обрахуємо похибку δ_T «при використанні точного визначення проекції висоти перетину» [3] b для:

Парна кількість ножів

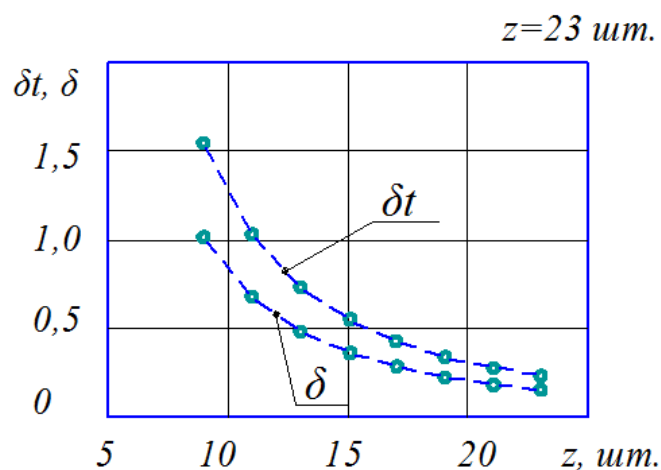
$$\delta_T = \left| 1 - \frac{2 \cdot (h + R) \cdot \cos 0^\circ}{2 \cdot (h + R) \cdot \cos \frac{\pi}{z}} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{1}{\cos \frac{\pi}{z}} \right| \cdot 100\%.$$

Непарна кількість ножів

$$\delta_T = \left| 1 - \frac{(h + R) \cdot \left(\cos \varphi_{\max} + \cos \left(\frac{\pi}{z} - |\varphi_{\max}| \right) \right)}{(h + R) \cdot \left(\cos \varphi_{\min} + \cos \left(\frac{\pi}{z} - |\varphi_{\min}| \right) \right)} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{1}{\cos \frac{\pi}{2 \cdot z}} \right| \cdot 100\%,$$

де $\varphi_{\min} = 0 = -\frac{\pi}{z}$, $\varphi_{\max} = -\frac{\pi}{2 \cdot z}$.

«Графічні інтерпретації результатів експерименту, які наведено на рисунку 3.4, демонструють вплив врахування еквівалентної проекції висоти бек на точність опису сили опору повітря барабана з ножами. Спостереження показують, що відносна похибка зменшується відповідно до відношення наведених значень, зокрема для непарної кількості ножів та парної кількості ножів. Цей ефект можна пояснити виключенням впливу невизначеності початкового кутового положення барабану. Зменшення відносної похибки становить: для непарної кількості ножів » [3] $\delta = 1\%$, $\delta_T = 1,6\%$; для парної кількості ножів ($z=24$ шт.) ($z=23$ шт.) $\delta = 2,2\%$, $\delta_T = 3,5\%$.



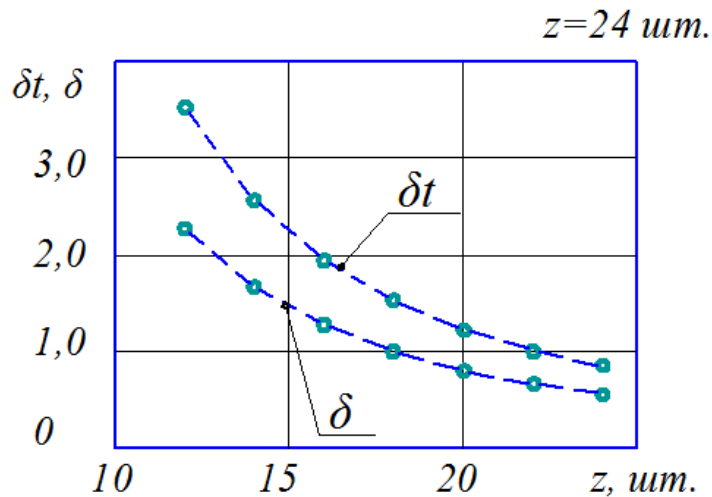
а

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

ПСГ 00.000 ПЗ

Арк.

37



б

«Рис. 3.4. Графічна інтерпретація відносних похибок δ та δ_t в залежності від кількості ножів z :

δ – похибка, яка виникає внаслідок врахування еквівалентної проекції висоти барабана $b_{ек}$ з ножами;

δ_t – що виникає через невизначеність початкового кутового положення проекції висоти барабана з ножами;

а – непарна кількість ножів ($z=11\dots23$ шт.);

б – парна кількість ножів ($z=10\dots24$ шт.).

Тоді зусилля на подолання опору повітря під час руху агрегату

$$P_c = k \cdot k_0 \cdot L_n \cdot b_{ек} \cdot (\mathcal{G}_0 - \mathcal{G}_{агр})^2,$$

де k – кількість барабанів з ножами на котку-подрібнювачі, шт.;

k_0 – коефіцієнт, що враховує тип середовища;

L_n – довжина леза ножа, м;

\mathcal{G}_0 – швидкість вітру, м/с;

$\mathcal{G}_{агр}$ – швидкість агрегату, м/с.» [3]

Дослідження сили опору повітря при роботі котка-подрібнювача відкриває широкі можливості для подальших досліджень та розвитку. Одним

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

з перспективних напрямів є розробка алгоритмів оптимізації робочих параметрів котка-подрібнювача з метою мінімізації сили опору повітря та покращення ефективності його роботи.

Додатково, дослідження може спрямуватися на вивчення впливу інших факторів, таких як вологість повітря, температура оточуючого середовища тощо, на силу опору. Це дозволить розширити розуміння процесів, що відбуваються під час роботи котка-подрібнювача, і забезпечить базу для подальших технологічних вдосконалень.

Крім того, можливість врахування величини сили опору повітря дозволить підвищити точність прогнозування енергетичних витрат та планування ефективного використання ресурсів під час роботи сільськогосподарських машин. Це важливо з погляду підвищення продуктивності та зниження витрат у сільському господарстві.

3.1.2. Енергетичні розрахунки

Визначення енергоємності процесу роботи КП-4.5 є важливим аспектом в агропромисловому секторі, оскільки це допомагає в оцінці ефективності та економічної доцільності використання таких машин. Для визначення енергоємності потрібно враховувати кількість витраченої енергії на подрібнення певній площині. Це включає в себе енергію, витрачену на рух котка-подрібнювача, подрібнення матеріалу та подолання опору повітря та ґрунту.

Для точного визначення енергоємності необхідно проводити експериментальні дослідження, під час яких вимірюються різноманітні параметри, такі як швидкість руху котка-подрібнювача, потужність двигуна, кількість подрібненого матеріалу тощо. На основі цих даних можна побудувати математичні моделі для прогнозування енерговитрат під час роботи котка-подрібнювача в різних умовах.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			39

«Знання енергоемності процесу допомагає визначити оптимальні параметри роботи машини, що забезпечує ефективне використання енергії та зменшення витрат у аграрному виробництві. Крім того, ці дані можуть бути використані для розробки нових технологій та підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських виробників. Критерій питомої енергетичної витрати при різанні рослин і їх стебел є важливим показником в агропромисловому секторі» [5-6]. Розглянемо «процес роботи котка-подрібнювача. Під час руху агрегату циліндричні котки з розташованими на їх поверхні плоскими ножами спочатку притискають стебла до ґрунту, а потім перерізають їх під впливом власної ваги. Ефективність процесу залежить від кута нахилу ножа γ , де γ може змінюватися від 0 до 45 градусів. При збільшенні кута, рослинні залишки можуть залишатися неперерізанними, і в цьому випадку енергія витрачається на тертя ножа_ про ним. Сила різання досягає максимального значення при $\gamma=0$. Першочерговою метою теоретичних досліджень є встановлення поведінки питомої енергії в межах граничних значень кута γ та уточнення цього інтервалу. Дослідимо вплив кута нахилу ножа γ на силу різання. Ніж, закріплений на барабані котка (рис. 3.5), рухається у матеріалі паралельно ребру АЕ під змінним кутом γ . Тоді силу, необхідну для переміщення ножа, можна представити як суму проекцій на напрям руху ножа від сил, що діють на фаску ABCD (сила P1), на різальну кромку AD (сила P2), і на плоску грань AEKD (сила P3). Аналіз показує, що оптимальний кут нахилу ножа γ дозволяє максимізувати силу різання, що, в свою чергу, покращує енергоефективність процесу роботи котка-подрібнювача.» [9] Результати цих досліджень можуть бути використані для вдосконалення конструкції агрегатів та розробки ефективніших сільськогосподарських технологій.

$$P_1 = N_1 \cdot \cos \gamma + (F_{\text{тр}} - F_1) \cdot \sin \gamma ,$$

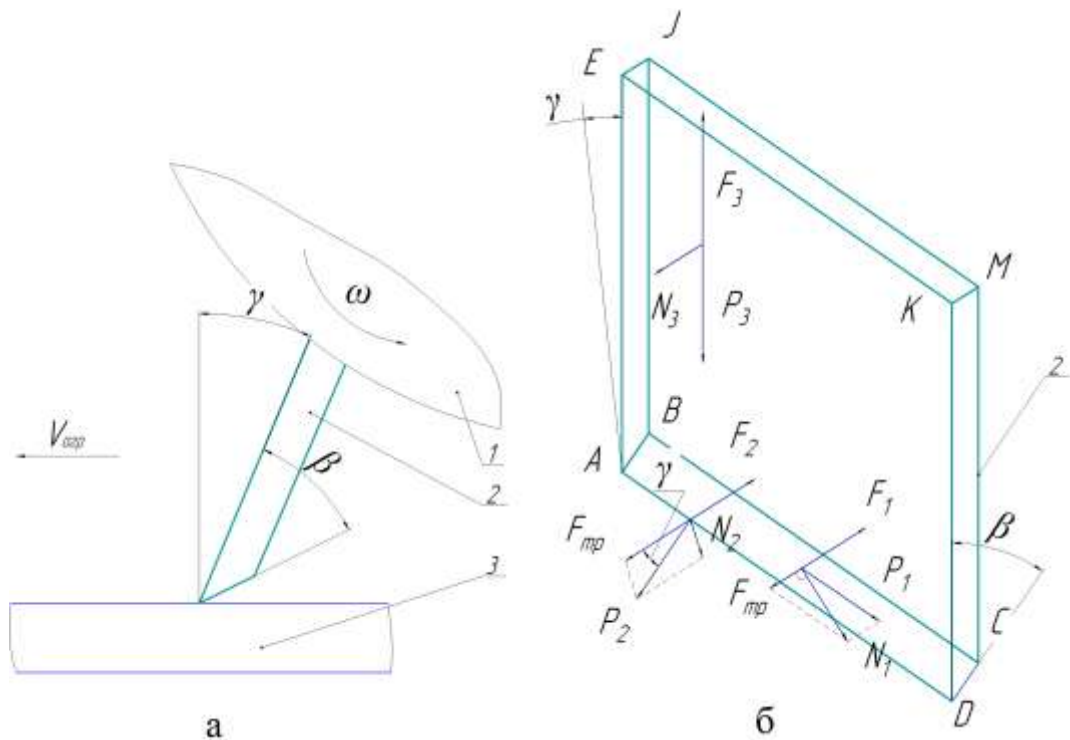


Рис. 3.5. Для визначення енергетики процесу:

а – схема руху котка-подрібнювача, який переміщується вздовж поверхні поля; б – схема

Збільшення зусиль на різання призведе до інтенсифікації роботи ножа щодо попереднього стискання матеріалу, як вказано у дослідженні [6]

$$A_c = \int P_c(S_1) dS_1,$$

де $P_c(S_1)$ – зусилля ножа для попереднього стиснення рештки переміщення ножа барабана, Н;

dS_1 – горизонтальне переміщення ножа барабана, м.

Формула В.П. Горячкіна [9] дозволяє врахувати залежність зусиль, які необхідні для попереднього стиснення матеріалу, від переміщення ножа. Аналіз цієї формули дозволить зрозуміти, як змінюються зусилля стискання при зміні параметрів різання та руху ножа. Розуміння цього може допомогти оптимізувати процес різання, що в свою чергу покращить ефективність роботи котка-подрібнювача та знизить витрати енергії:

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

$$P_c = K \cdot S_1,$$

де K – питомий опір різанню, Н/м [10];

S_1 – горизонтальне переміщення одного ножа барабану, м.

В момент, коли лезо контактує зі стеблом (це момент початку процесу подрібнення), змінюється протягом процесу різання та як воно впливає на ефективність подрібнювача.

$$A_c = \frac{P_c^2}{2 \cdot K_1}$$

Витрати перетину матеріалу, що називається енергетикою процесу різання, можна визначити за допомогою питомої енергоємності E . Цей показник дозволяє кількісно оцінити енергію, яка споживається для здійснення різання матеріалу та оцінити ефективність процесу різання.

$$E = \frac{A}{S_m},$$

Кількість стебел та решток, які одночасно піддаються різанню, може змінюватися в межах від 1 до m штук.

Під час різання стебел може впливати на ефективність процесу різання та споживання енергії. Наприклад, при більшому числі стебел чи решток, які одночасно піддаються різанню, може збільшуватися опір, що вимагає більше зусиль від трактора та збільшує витрати енергії. Для оптимізації процесу різання та зменшення витрат енергії важливо розглянути методи контролю за розподілом рослинних об'єктів стратегії для ефективного їх оброблення під час роботи котка-подрібнювача. Такий аналіз може допомогти визначити оптимальні параметри роботи агрегата та зменшити витрати енергії на різання рослинних матеріалів.

$$S_m = \sum_{i=1}^m S_{M_i}$$

Під час ефективність роботи котка-подрібнювача. Зміна кута нахилу ножа може впливати на енергетичні витрати та продуктивність процесу

подрібнення стебел рослин. Для кращого розуміння цього впливу використовується питома енергія, яка визначає необхідну енергію для стискання матеріалу перед різанням. Ця питома енергія обчислюється, яка враховує різноманітні фактори, такі як розташування ножа, фізичні властивості матеріалу та його структура. Моделювання цих процесів дозволяє нам краще зрозуміти, як зміна кута нахилу ножа впливає на ефективність різання та енергетичні витрати.

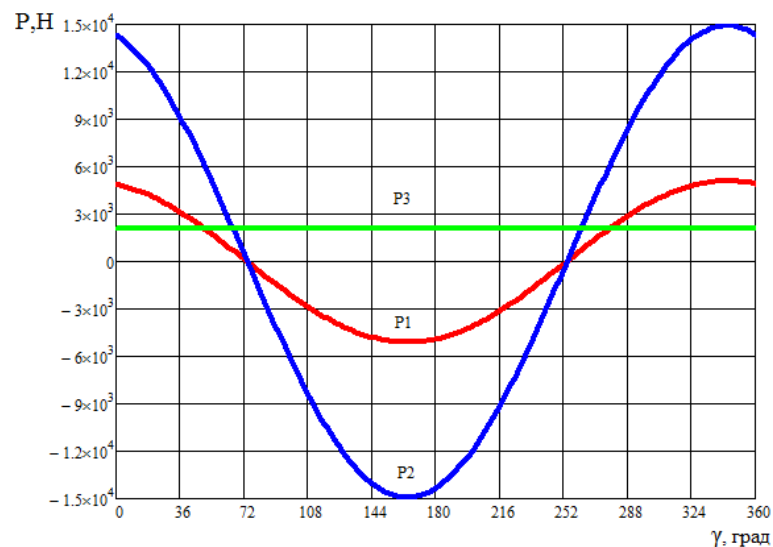


Рис. 3.6. Складові сил різання (P_1 , P_2 , P_3) від кута γ

Експериментально дослідити значення сил P_1 , P_2 та P_3 окремо є неможливим, оскільки завжди спостерігається розкид результатів при варіації кута нахилу γ від 10° до 70° , особливо в області, де залежність між P_1 та P_2 є найбільшою. Питома енергоємність (E_c) попереднього стиснення змінюється таким чином: зусилля P_1 протягом повного оберту барабана з ножами монотонно зменшується зі збільшенням кута γ , тоді як зусилля P_3 залишається практично незмінним (рис. 3.7). Рис. 3.7. Залежність питомої енергоємності (E_c) та (E) від кута γ

У рисунку 3.7 представлено залежність питомої енергоємності (E_c) та питомої енергії (E) від кута нахилу γ . Характер впливу зусилля різання визначається співвідношенням сил, що діють на фаску та різальну кромку ножа. Дослідження показали, що питома енергоємність може знижуватися

при кутах нахилу ножа в діапазоні від 25° до 40° завдяки зменшенню енергетичних витрат на попереднє стиснення матеріалу. Проте, при збільшенні кута нахилу ножа понад 40° , основним фактором, що сприяє зростанню питомої енергоємності різання, стають підвищені енергетичні витрати на тертя ножа об матеріал.

Аналіз залежності сил P_1 , P_2 та P_3 від кута нахилу γ показав, що ці значення не можна дослідити окремо через значний розкид результатів при варіюванні кута нахилу від 10° до 70° . Зусилля P_1 протягом повного оберту барабана з ножами поступово зменшується зі збільшенням кута γ , тоді як зусилля P_3 залишається практично постійним.

Отже, оптимізація кута нахилу ножа є критично важливою для зменшення енергетичних витрат на різання. При кутах нахилу в межах від 25° до 40° досягається зниження питомої енергоємності за рахунок зменшення необхідної енергії для попереднього стиснення матеріалу. Однак, при кутах нахилу більше 40° , збільшення енерговитрат на тертя ножа об матеріал призводить до зростання загальної питомої енергоємності процесу різання.

3.3. Силовий аналіз механізмів і розрахунок деталей та вузлів на міцність

3.3.1. Вибір підшипників

Для осей котків будемо використовувати шарикопідшипники закритого типу 8108, які відповідають ГОСТ 7242-81. Спочатку визначимо номінальну динамічну вантажопід'ємність підшипника 8108 з каталожною вантажопід'ємністю $C=16,8$ кН та статичною вантажопід'ємністю $C_0=9,3$ кН. Для цього обчислимо номінальну динамічну вантажопід'ємність підшипника, яка відповідає 90% його ресурсу. Знаючи радіальне навантаження $F_r = 17,4$ кН, осьове навантаження $F_0 = 2,06$ кН, частоту

обертання $n = 900$ об/хв, а також необхідну довговічність $L_h = 10000$, можемо визначити, що коефіцієнти K_b та K_t рівні 1,0.

Тепер знайдемо динамічне навантаження на підшипник за допомогою формули для визначення еквівалентного радіального навантаження P , де $P = X F_r + Y F_0$, де X та Y - коефіцієнти, які залежать від типу підшипника і метода його змащення. Для підшипників закритого типу, як 8108, значення X та Y зазвичай дорівнюють 1.

Отже, динамічне навантаження на підшипник буде $P = F_r + F_0 = 17,4$ кН + 2,06 кН = 19,46 кН.

Тепер можемо обчислити життєвий час підшипника L_{10} , використовуючи формулу $L_{10} = (C / P)^3 * L_h$. Після підстановки значень отримаємо $L_{10} = (16,8 \text{ кН} / 19,46 \text{ кН})^3 * 10000$ годин. Отже, номінальний життєвий час підшипника складе близько 6774 годин.

5. Охорона праці

5.1. Характеристика і аналіз ризиків виникнення небезпечних та шкідливих факторів час експлуатації подрібнювача рослинних решток.

Під час експлуатації вдосконаленого подрібнювача рослинних решток можлива дія наступних небезпечних та шкідливих факторів:

- відкриті обертові та рухомі частини, такі як котки з ножами, що можуть становити загрозу для оператора;
- відсутність захисних каркасів котків, які неможливо огородити через потребу в технологічному процесі, що може призвести до потенційно небезпечних ситуацій;
- несправність системи запуску двигуна з кабіни трактора, що може створити проблеми з безпекою та ефективністю роботи;
- несправність гальмівної системи та муфти зчеплення, що може призвести до втрати контролю над агрегатом;
- відсутність або несправність освітлювальних та контрольно-вимірювальних приладів, що ускладнює спостереження та контроль за роботою;

6. ДСТУ 2418-2015 "Правила безпеки під час робіт під лініями електропередач" - надає вимоги до заходів безпеки під час робіт біля електропередач.

Виконання зазначених стандартів та вимог дозволить забезпечити безпеку та ефективність роботи з подрібнювачем рослинних решток.

5.3. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці на удосконаленому агрегаті.

Для забезпечення стійкості та керування агрегатом в умовах роботи передбачено використання кронштейну з вантажами, які закріплюються на передньому брусі рами трактора. Згідно з вимогами стандартів, кути поперечної статичної стійкості машини, у складі агрегату з трактором, повинні становити не менше 300 (відповідно до ГОСТ 12.1.007-76). Подрібнювач рослинних решток, коли він знаходиться у відчепленому стані, має зберігати стійкість при застосуванні до нього зусиль, що перевищують 200 Н (згідно з ДСТУ 4141:2002). Для безпечного транспортування машини по дорогах загального користування у темний час доби передбачено використання світловідбивачів: задніх червоного кольору та передніх білого. Крім того, на задній лівій стороні нанесений знак обмеження максимальної швидкості, виконаний згідно з вимогами ДСТУ 2189-93. Для забезпечення безпеки під час завантаження машини на автотранспорт та її переміщення передбачено використання спеціальних петель для стропування. Місця для їх встановлення позначені фарбою, відмінною від загального фону машини. Конструкція агрегату дозволяє приєднувати його до трактора одним оператором. Зусилля, необхідні для переміщення важелів регулювання, не перевищують 200 Н (відповідно до ГОСТ 17431-80). Загальне число робочих рухів оператора на хвилину при регулюванні та технічному обслуговуванні

обґрунтування оптимальних параметрів котка-подрібнювача. Для точного моделювання тягового опору важливо врахувати аеродинамічні характеристики котка-подрібнювача, включаючи форму та розмір робочих органів. Зміна площі проекції під час руху впливає на опір повітря, що вимагає додаткових зусиль для його подолання. Таким чином, розробка адекватних рівнянь для визначення тягового опору повинна включати врахування динамічних параметрів машини та взаємодію з навколишнім середовищем. Отримані результати досліджень закладають основу для подальшого теоретичного аналізу та оптимізації конструкції котка-подрібнювача, що дозволить зменшити енергетичні витрати і підвищити ефективність подрібнення рослинних решток. Таким чином, визначення раціональних параметрів котка-подрібнювача, які мінімізують тяговий опір і забезпечують високу продуктивність, є важливим етапом у розробці ефективних сільськогосподарських машин. (ДСТУ 2189-93)

5. Вплив зусиль різання залежить від співвідношення сил на фасцію та різальну кромку ножа. Дослідження показують, що питома енергоємність може знижуватися при певних кутах нахилу ножа, але зростання цього кута може призводити до збільшення енергетичних витрат на тертя. (ГОСТ 12.2.007.0-75)

Користуючись формулами і графіками, можна визначити оптимальні параметри котка-подрібнювача в залежності від умов роботи. Наприклад, мінімальна довжина різки, сила тиску на ґрунт і т.д. (ГОСТ 17431-80)

Конструкція подрібнювача відповідає вимогам стандартів безпеки, пожежної безпеки та інших нормативних документів, що регулюють виробництво та експлуатацію сільськогосподарської техніки. (НПАОП 01.41-1.01-01, ДСТУ ISO 6309:2007, ДСТУ ІЕС 80416-1:2005, ДСТУ ISO 3864-1:2005, ДСТУ 2448-94, ДСТУ 2456-94, ДСТУ 2489-94, ДНАОП 0.00-5.11-85, ДНАОП 0.03-1.06-73)

					ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		51

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сало В.М. Машины для обработки грунта та внесення добрив Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей_ / Сало В.М., Лещенко С.М., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулів, 2016. – 244 с.

2. Богатирьов Д.В. Обґрунтування перспективних напрямів конструкцій подрібнювачів рослинних решток. / Д.В. Богатирьов, В.М. Сало, В.І. Носуленко, Д.В. Мартиненко // [Електронний ресурс] Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Зб. наук. праць. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 42. – С. 39-44. (Режим доступу: http://www.kntu.kr.ua/doc/zb_42_1/)

3. Сало В.М. Технічне забезпечення процесів подрібнення рослинних решток / [Електронний ресурс] В.М. Сало, Д.В. Богатирьов // Журнал «Пропозиція» – 2015. – №9 С.42-47. (Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=5026&number=171>)

4. Сало В.М. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у рослинництві / [Текст] В.М. Сало, Д.В. Богатирьов, С.М. Лещенко, М.І. Савицький_ // Техніка і технології АПК – Дослідницьке: УКРНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2014 – № 10 (61) – С. 16-19.

5. Богатирьов Д.В. Експериментальні дослідження впливу швидкості руху котка-подрібнювача на якість подрібнення рослинних решток кукурудзи / Д.В. Богатирьов, В.М. Сало, С.М. Лещенко, Ю.В. Мачок // [Електронний ресурс] Сільськогосподарські машини. – Луцьк, 2015. – вип.31.– С. 10-17. (Режим доступу: <http://agrmash.info/zb/31/4.pdf>).

6. Богатирьов Д.В. Технічне забезпечення сучасних процесів подрібнення рослинних решток / Д.В. Богатирьов, В.М. Сало // [Текст] Перспективні напрями наукових досліджень – 2015: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – В 2 т. – Т.2. – К.: Вид-во «Центр навчальної літератури», 2015. – С.131-133.

7. Богатырев Д.В. Современные сельскохозяйственные орудия для измельчения растительных остатков / Д.В. Богатырев, В.М. Сало // [Текст] Simpozionului Științifico-Practic Internațional „Realizări și perspective în inginerie agrară și transport auto” dedicat aniversării a 65 ani de la fondarea Facultății de Inginerie Agrară și Transport Auto – 2015 – vol.45 – Chișinău:Universitatea agrară de stat din Moldova. – С.33-36.

8. Подрібнювач рослинних решток КП-4.5 [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.savitskiy.com.ua/>.

9. Ashford D.L. Use of a mechanical roller-crimper as an alternative kill method for cover crop / [Текст] D.L. Ashford, D.W. Reeves. // American Journal of Alternative Agriculture – 2003. – 18(1) – P.37-45.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			52

10. Korniecki T.S. Performance of Different Roller Designs in terminating rye cover crop and reducing vibration / [Текст] T.S. Korniecki, A.J. Price // Applied Eng. Agric – Alabama, USA – 22(5) – P.633-641.
11. Тагаев Х. Формула Тагаева по определению гидродинамического сопротивления воды / Х. Тагаев [Текст] // Technical science – Dubai, UAE –2015 – С.32-37.
12. Тагаев Х. К определению сопротивления воды на лобовую поверхность катка-фрезы / Х. Тагаев [Текст] // Сборник научных трудов. Ташкентский ИИМСХ – Ташкент: ТИИМСХ, 1985 – С.115-120.
13. Білокопитов О.В. Обґрунтування раціональних параметрів голчастих робочих органів для суцільного обробітку ґрунту в умовах півдня України. Автореф. дис. канд. техн. наук., Мелітополь, 1998, 21 с.
14. Бойко А.І., Балабуха А.В. Аналіз розподіл зусиль на ріжучій частині ґрунтообробного робочого органа // Вісник Тернопільського державного технічного університету. Том 5, №4. – Тернопіль: ТДТУ. – 2000. с. 78-82.
15. Каплін І.М., Романенко М.П., Нагорний М.Н., Бабій О.П. Комплексна механізація виробництва зерна. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
16. Кочев В.І., Білокопитов О.В. Сергеев Л.В. Дослідження кінематики голчастого робочого органа, встановленого під гострим кутом до напрямку руху.// Механізація та електрифікація сільського господарства. – К., 1993. – Вип. 77, с. 29-36.
17. НПАОП 01.41-1.01-01 Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва затверджені наказом Мінпраці від 30.11.2001 р. № 512
18. Цілинский В.П. Охрана праці в рослинництві / В.П. Цілинский.- К.: "Урожай", 1991.- 136 с.
19. Uintarelli, V., Radicetti, E., Allevato, E., Stazi, S.R., Haider, G., Abideen, Z., Bibi, S., Jamal, A., & Mancinelli, R. (2022). Cover Crops for Sustainable Cropping Systems: A Review. Agriculture, 12(12), 2076.
20. Alonso-Ayuso, M., Gabriel, J.L., Hontoria, C., Ibáñez, M.Á., & Quemada, M. (2020). The cover crop termination choice to designing sustainable cropping systems. European Journal of Agronomy, 114, 126000.
21. University of Nebraska-Lincoln. "Disk Tillage." CropWatch. <https://cropwatch.unl.edu/tillage/disk>. Accessed February 28, 2024
22. United States Department of Agriculture Economic Research Service. (n.d.). Pumpkins: Background & Statistics. Retrieved from <https://www.ers.usda.gov/newsroom/trending-topics/pumpkins-background-statistics/>
23. Oluoch, M.O. (2012). Production Practices of Pumpkins_ for Improved Productivity. Scripta Horticulturae, 15, 181-189.

						ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			53

ДОДАТКИ

					ПСГ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		54

Допущено до захисту

Зав. кафедрою СГМ

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

Графічна частина

Випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему «Механізація вирощування озимого ріпаку з удосконаленням котка-подрібнювача КП-4,5»

на _____ аркушах формату А1 (змаштабованих на аркушах формату А4)

Студент гр. АІ20 _____ К.Д. Богатирьова

Керівник _____ В.А. Онопа

Нормоконтроль _____ Ю.В. Мачок

Кропивницький 2024

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
				<i>Заново розроблена</i>		
A1			<i>КПА 03.000</i>	<i>Складальне креслення</i>	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	<i>КПА 03.001</i>	<i>Вісь в зборі</i>	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	<i>КПА 03.601</i>	<i>Ніж</i>	28	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		3		<i>Болт М16-6дх28.66.019</i>	28	
				<i>Гайки ГОСТ 5927-70</i>		
		4		<i>М16-7Н.019</i>	28	
				<i>Шайби ГОСТ 6402-70</i>		
		5		<i>16.65Г.019</i>	28	

					<i>КПА 03.000</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разроб.</i>	<i>Богацьоров</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Онопа</i>					1	1
<i>Н. контр.</i>	<i>Мачок</i>				<i>ЦНТУ, гр. А120</i>		
<i>Затв.</i>	<i>Леценко</i>						
					<i>Коток-подряднювача</i>		

Технологічна карта на вирощування озимого ріпаку

Площа, га – 100 Врожайність, ц/га – 23,3

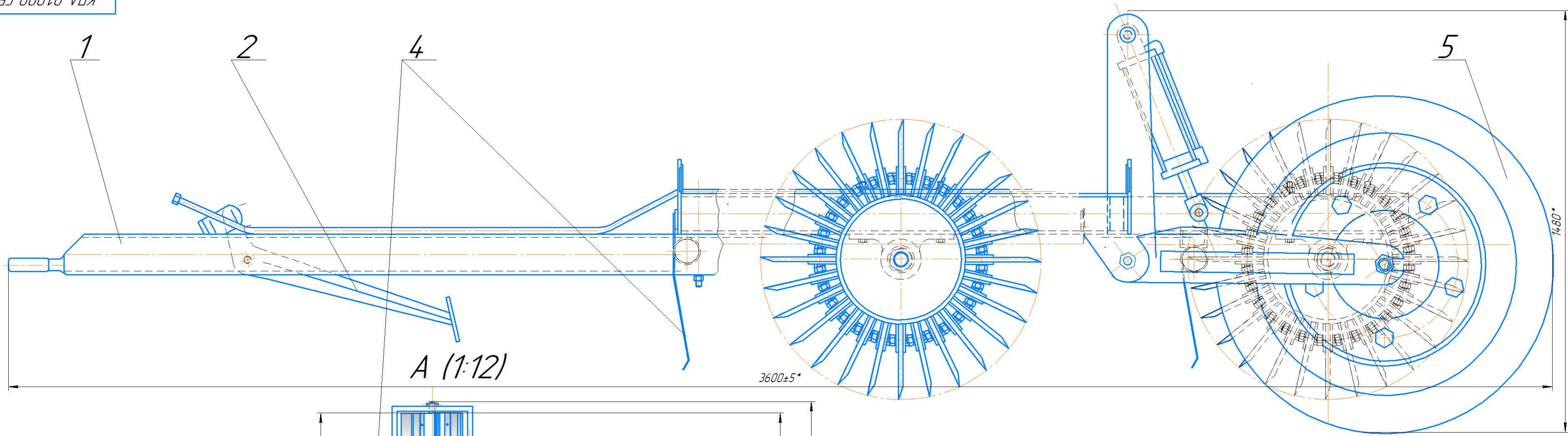
КПА 00.003 Т4

Найменування технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал						Зміна норма ви-родітку, га
		Трактор	СГ машина	Трактористи			Роб.ручної праці			
				Кількість	Розряд	Тарифна ставка	Кількість	Розряд	Тарифна ставка	
Лущення стерні,га	100	ДТ-75	ЛДГ-10	1	5	17.06	-	-	-	45.83
Навантаження мінеральних добрив,т	47	ЮМЗ-6/1	ПЕ-0.8Б	1	4	14.88	1	3	10.29	60
Транспортування і внесення мінеральних добрив,(до 10 км)	100	МТЗ-80	1РМГ-4	1	5	17.06	-	-	-	29
Оранка,га	100	Т-150К	ПЛН-5-35	1	6	19.82	-	-	-	7.46
Ранньовесняний обробіток ґрунту, га	100	ДТ-75	СР-21+3Б3СС-10	1	4	14.88	-	-	-	65.8
Культивація з боронованням,га	100	Т-150К	КПС-4+3Б3СС-10	1	4	14.88	-	-	-	23.7
Передпосівна культивація,га	100	Т-150К	КПС-4	1	4	14.88	-	-	-	23.7
Протруєння насіння,т	22	-	ПС-10	1	6	19.82	2	3	10.29	10
Навантаження насіння,т	22	-	ЗП-60	1	3	13.23	2	3	10.29	85
Транспортування насіння,т	22	ГАЗ-53		-	-	-	-	-	-	-
Навантаження мінеральних добрив,т	10	ЮМЗ-6/1	ПЕ-0.8Б	1	4	14.88	1	3	10.23	60
Транспортування мінеральних добрив,т	10	МТЗ-80	2ПТС-4-448А	1	6	17.06	-	-	-	-
Сівба з локальним внесенням мінеральних добрив,га	100	Т150	СП11+ Астра С35.4А	2	6	19.82	2	5	13.23	60
Прикочування посівів,га	100	ЮМЗ-6/1	ЗККШ-6	1	4	14.48	-	-	-	49
Транспортування води та гірдцидів,т	30	Т-150К	ЗЖВ-1.8	1	3	13.23	-	-	-	-
Внесення гірдциду,га	100	МТЗ-80	ОП-2000	1	6	19.82	-	-	-	-
Збирання однофазне,га	100	ДОН-1500Б		1	6	19.82	1	5	13.23	22.96
Транспортування насіння,т	357	ГАЗ-53		-	-	-	-	-	-	-
Очищення і сушіння насіння,т	321.3	ЗАВ-20		1	5	17.06	4	3	10.23	57
Первинна очистка, т	357	ОВС-25		1	5	17.06	3	3	10.23	46
Транспортування по сховищу	357	ЗШМ-60		1	5	17.06	3	3	10.23	46

Інв. № лабі. Платн. і дата. Взам. шиф. № Інв. № діляк. Платн. і дата. Стат. № Перв. примен.

				КПА 00.003 Т4		
Изм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	Технологічна карта	
Розраб.	Богатирьова					
Проб.	Онопа				Лист	2
Т.контр.					Листов	
Н.контр.	Мачок				ЦНТУ, гр. АІ-20	
Змб.	Лещенко					

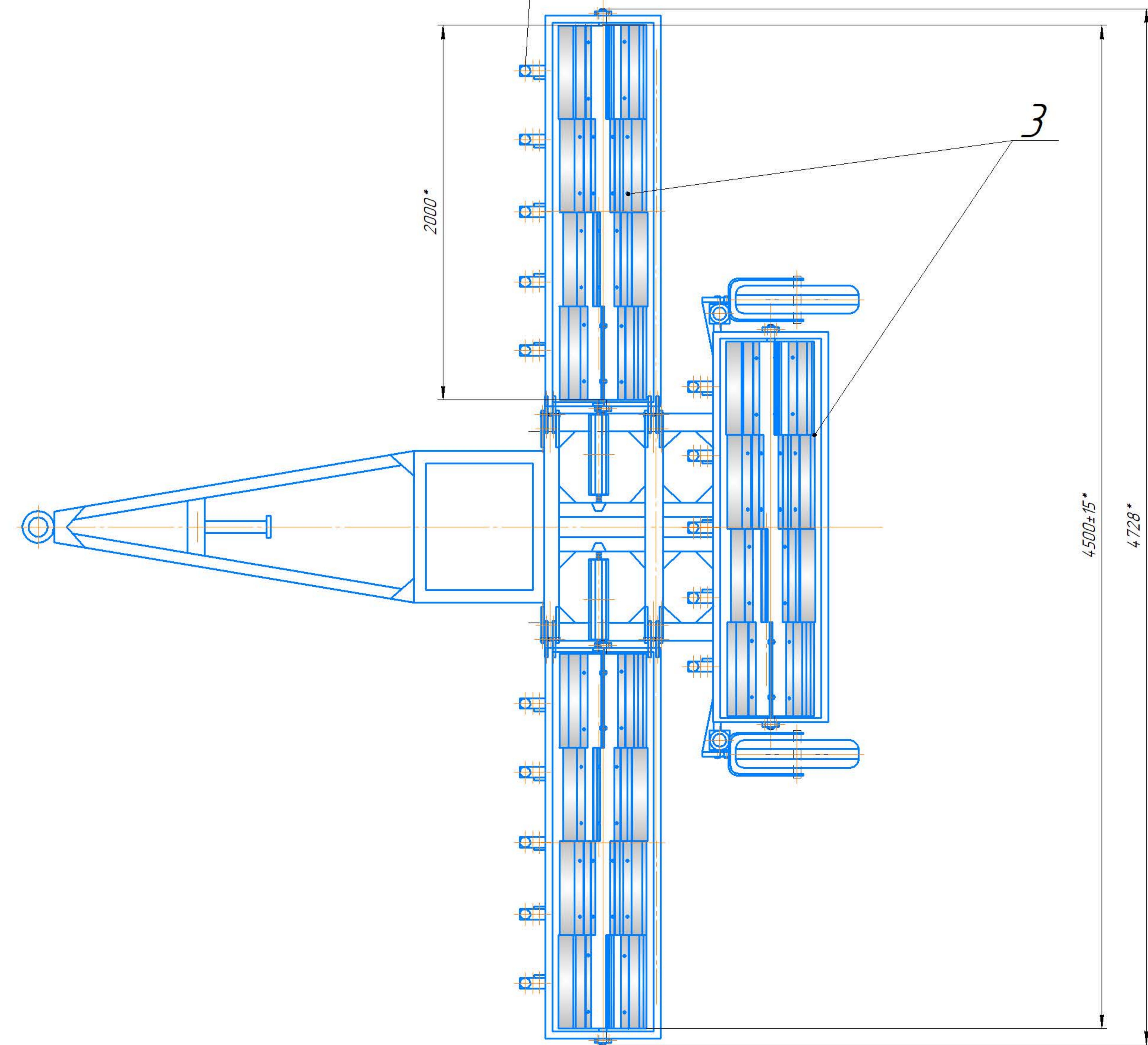
Копіював Формат А1



A (1:12)

3600±5*

1460*



3

2000*

4500±15*

4728*

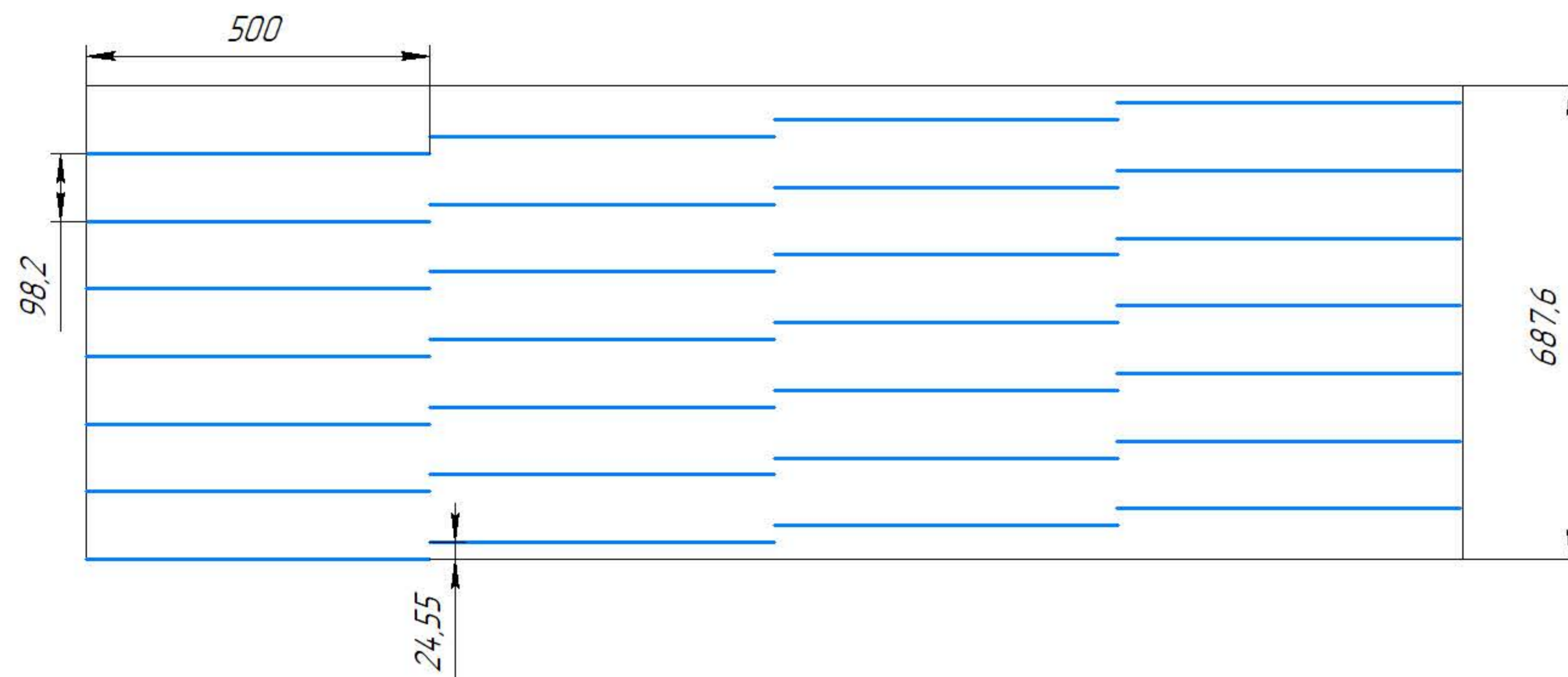
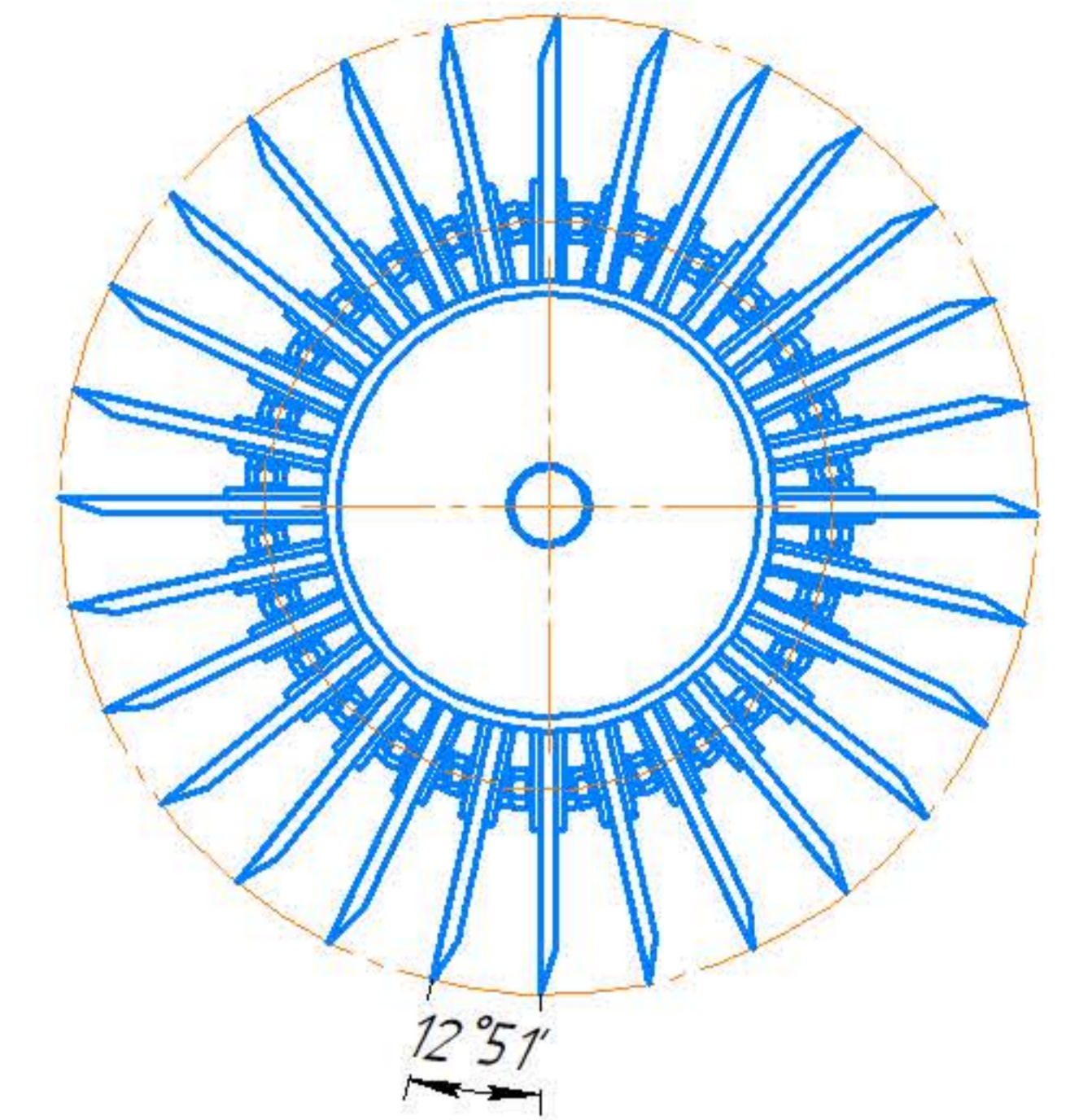
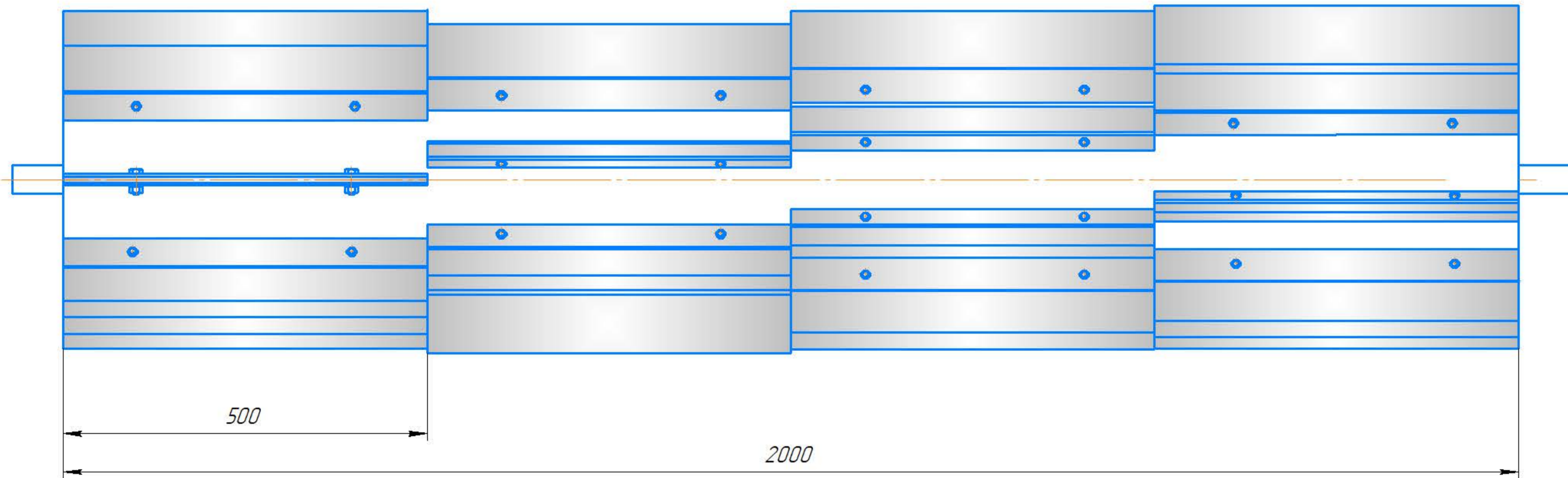
- Технічна характеристика**
1. Ширина захвату - 4,5 м.
 2. Маса - 1256 кг.
 3. Агрегативання - трактор III тягового класу.
 4. Робоча швидкість 15-24 км/год
 5. Габарити у транспортному положенні: висота - 2620 мм, ширина - 2370 мм.

1. Котак повинен переходити у транспортне або робоче положення без заклинювання не більше ніж за 3 хв.
2. Періодичність: змащення підшипників кожні 4500 годин, ТО гідравлічної системи кожні 2200 годин.
3. Фарбувати "Місце строповки" трафаретом Т-4 ГОСТ 14 763-83.
4. Якість готового котка-подріднювача повинна відповідати технічним умовам на КП-4.5.
5. Після збирання котка-подріднювач повинен пройти обкатування основних функціональних вузлів.
6. *Разміри для довідок

КПА 01.000 СБ

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Котак-подріднювач	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Богатирьова					1278	15	
Проб.	Онопа				Лист	Листов	1	
Т.контр.								
И.контр.	Мачок						AI-20	
Утв.	Лещенко							

Перв. примен. Справ. № Инв. № табл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № табл. Подп. и дата. Инв. № табл.



- *Разміри для довідок.
- Зовнішні поверхні фарбувати чорною емаллю ПФ-115 ГОСТ 6465-76.
- Крутний момент затяжки деталей в місцях кріплення ножів 60- Нм (6 кгс) та короба до циліндра 40-50 Нм (4 - 5 кгс).
- Фарбувати болти після затяжки різьб.
- Жолобки на вигляді А-А не показані.

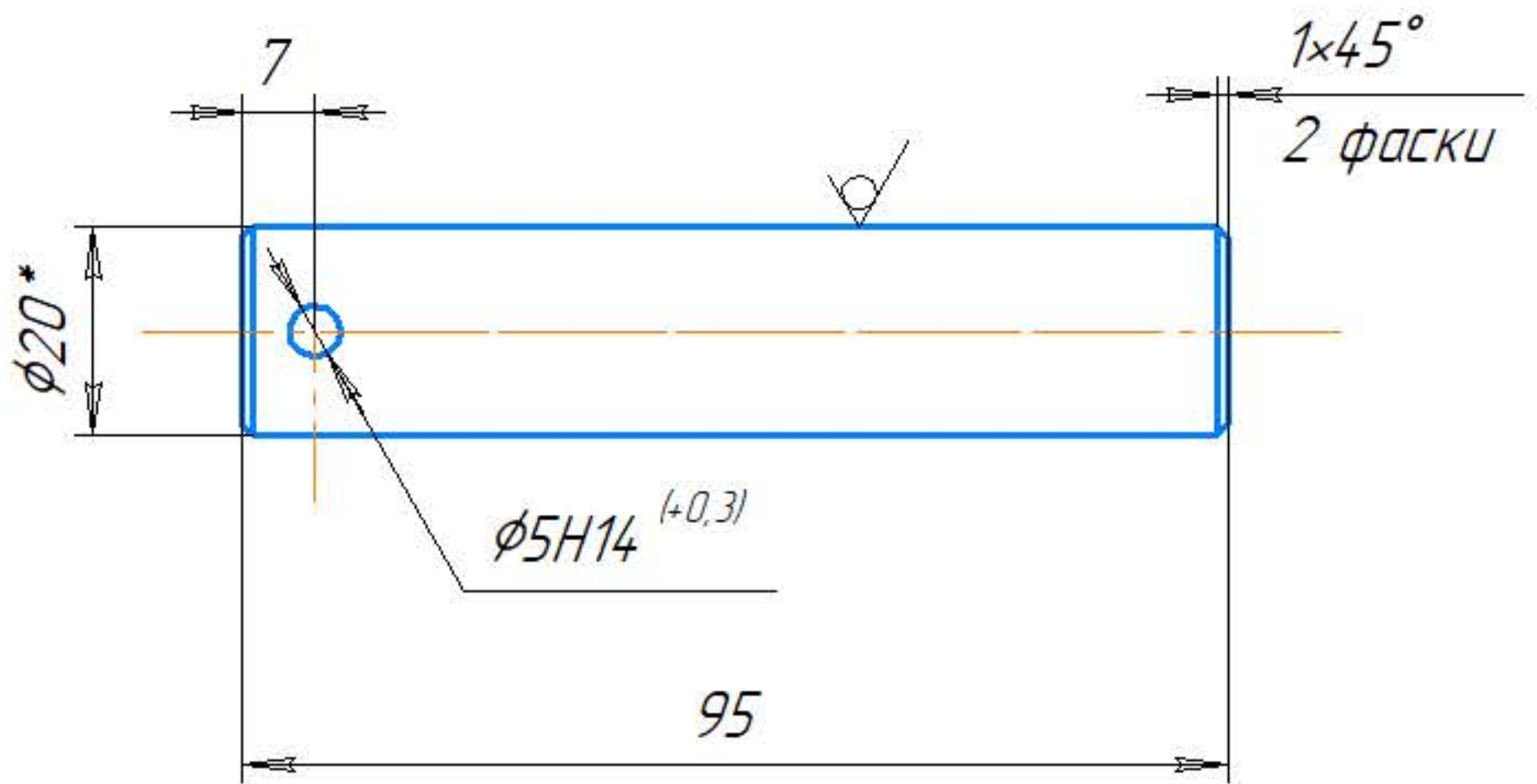
КПА 03.000 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Коток подрібнювача	274,8	1:5
Разраб.	Богатирьов					
Проб.	Онопа			Лист	Листов	1
Т.контр.				ЦНТУ, гр. АІ-20		
Н.контр.	Мачок			-		
Чтв.	Лещенко			-		

КПА 06.613

$\sqrt{Ra\ 12.5\ (\checkmark)}$

Перв. примен.

Справ. №



1. Невказані граничні відхилення розмірів $\pm IT14/2$.
2. *Розмір для довідок.

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

КПА 06.613

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Богатирьова		
Пров.		Онопа		
Т.контр.				
Н.контр.		Мачок		
Утв.		Лещенко		

Вісь

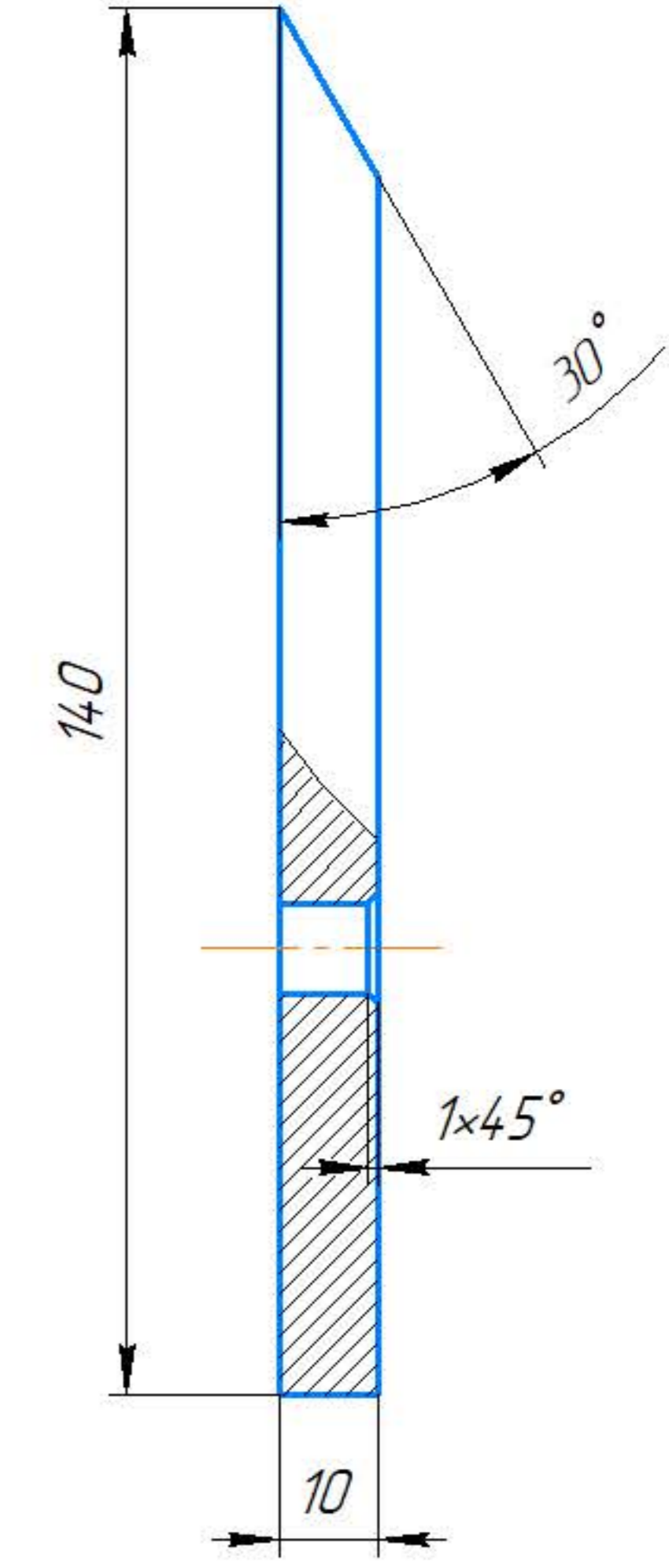
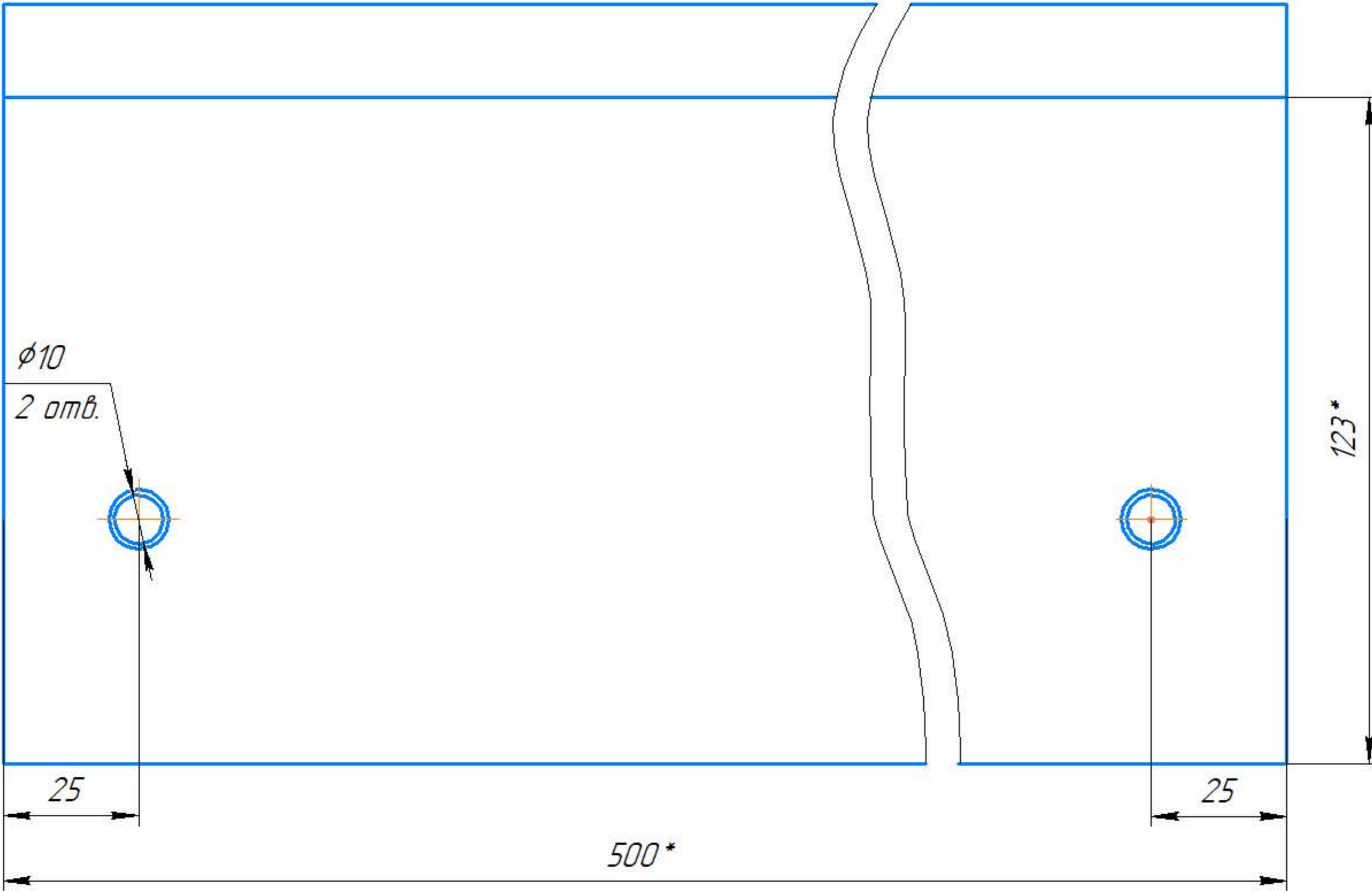
Лист	Масса	Масштаб
	0,28	1:1
Лист	Листов	1

Круг 20-н11 ГОСТ 7417-75
20-В-Т ГОСТ 1051-73

ЦНТУ, гр. АІ-20

КПА 03.601

√ Ra12,5 (√)



1. Періодичність заточування лез 200 годин.
2. *Разміри для довідок.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Богатирьова		
Проб.		Онопа		
Т.контр.				
Н.контр.		Мачок		
Утв.		Лещенко		

КПА 03.601			
Ніж	Лит.	Масса	Масштаб
		5,7	1:2
Лист	Листов		1
Лист 10X1500X6000 ГОСТ 19903-74 65Г ГОСТ 19281-89			ЦНТУ, гр. АІ20

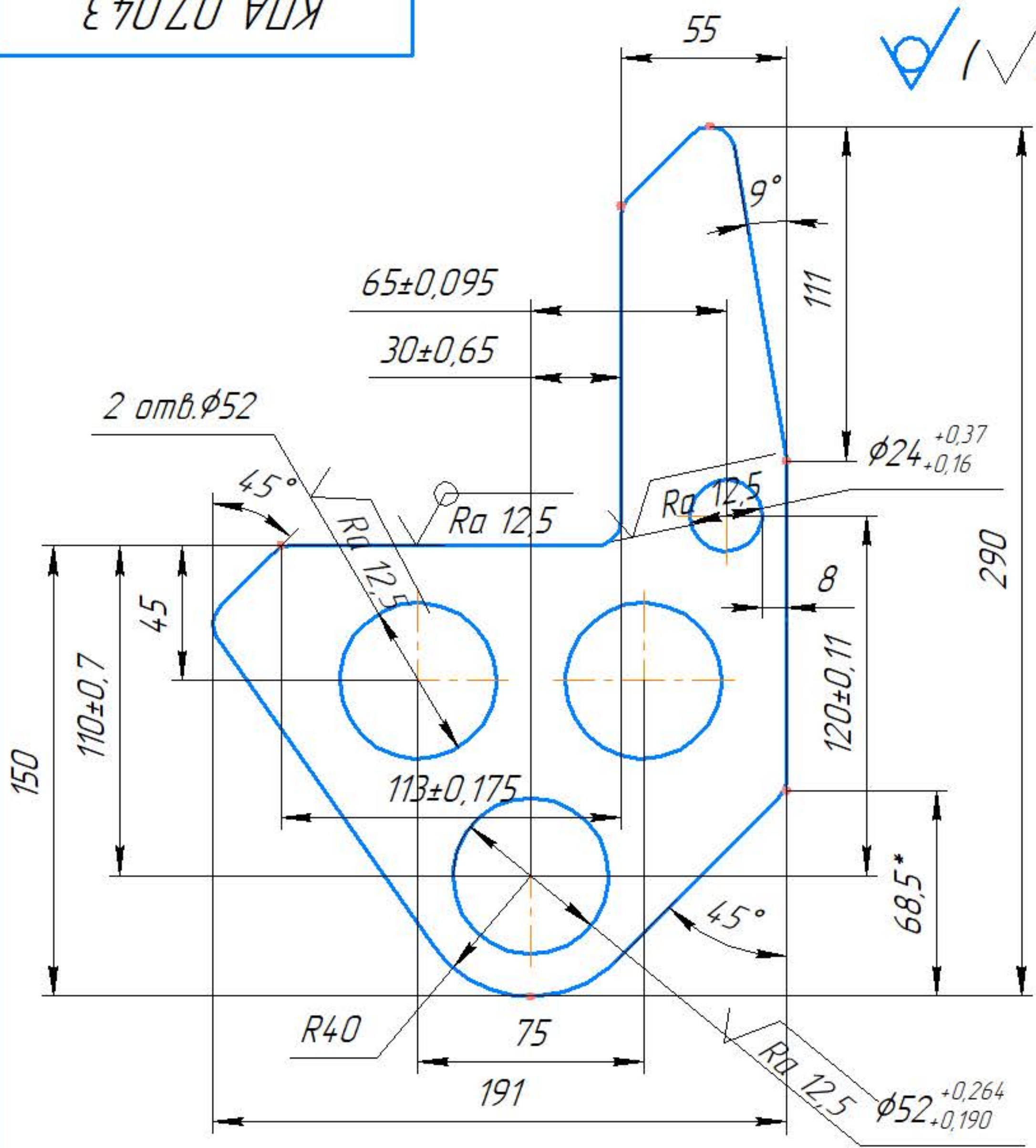
Перв. примен.
 Справ. №
 Подп. и дата
 Инв. № дубл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

КПА 07.043



Перв. примен.

Справ. №



1. Невказані радіуси R8мм.
2. Невказані граничні відхилення отворів H14; валів -h14; поверхонь за ±IT14/2.
3. Розміри для довідок.

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

КПА 07.043

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Богатирьова		
		Онопа		
		Мачок		
		Лещенко		

Пластина

Лист	Масса	Масштаб
	1,26	1:1
Лист	Листов	1

Лист Б-ПН-0-8 ГОСТ 19903-74
СтЗпс ГОСТ 14637-89

ЦНТУ, гр. АІ-20



Перв. примен.

Справ. №

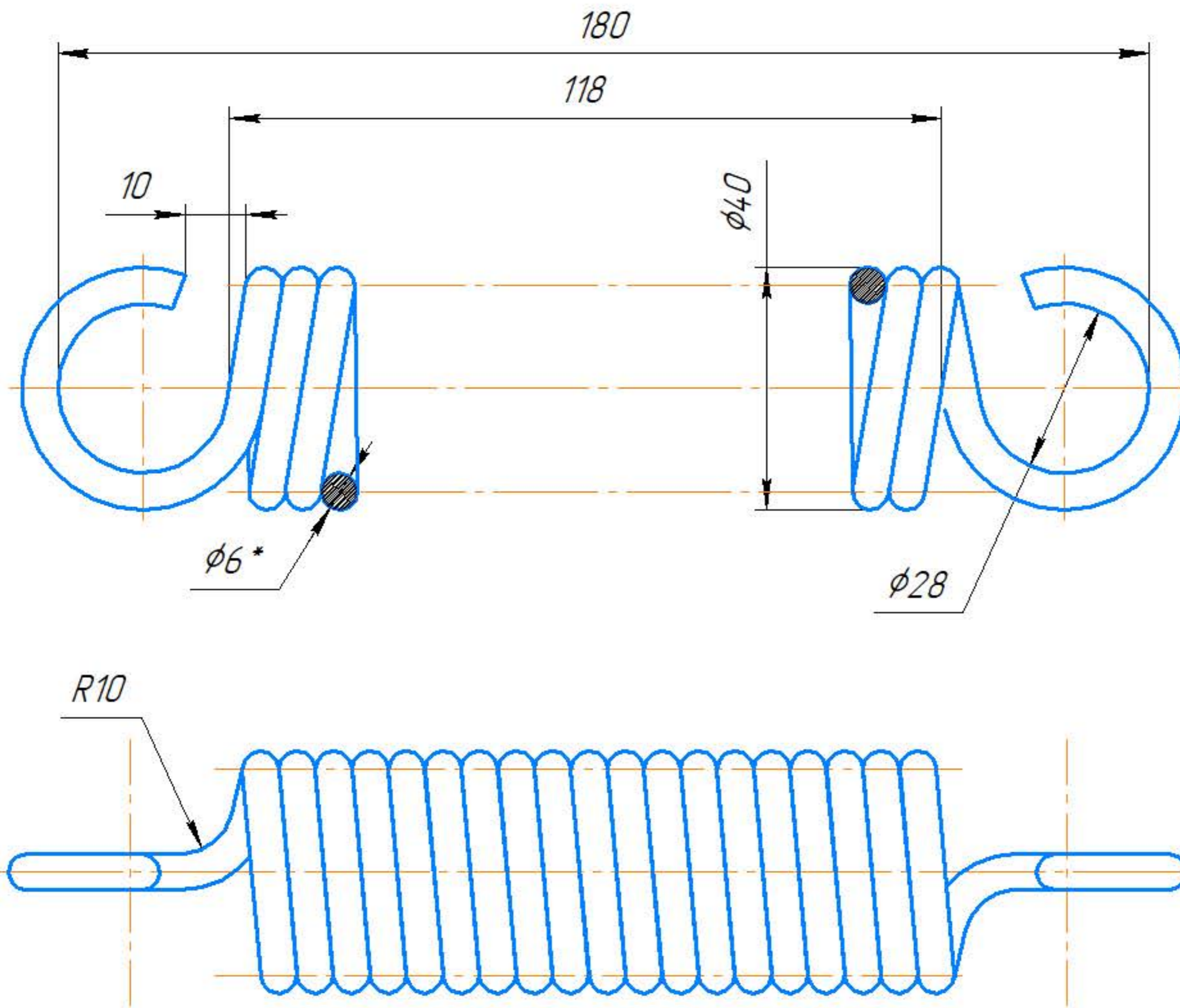
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



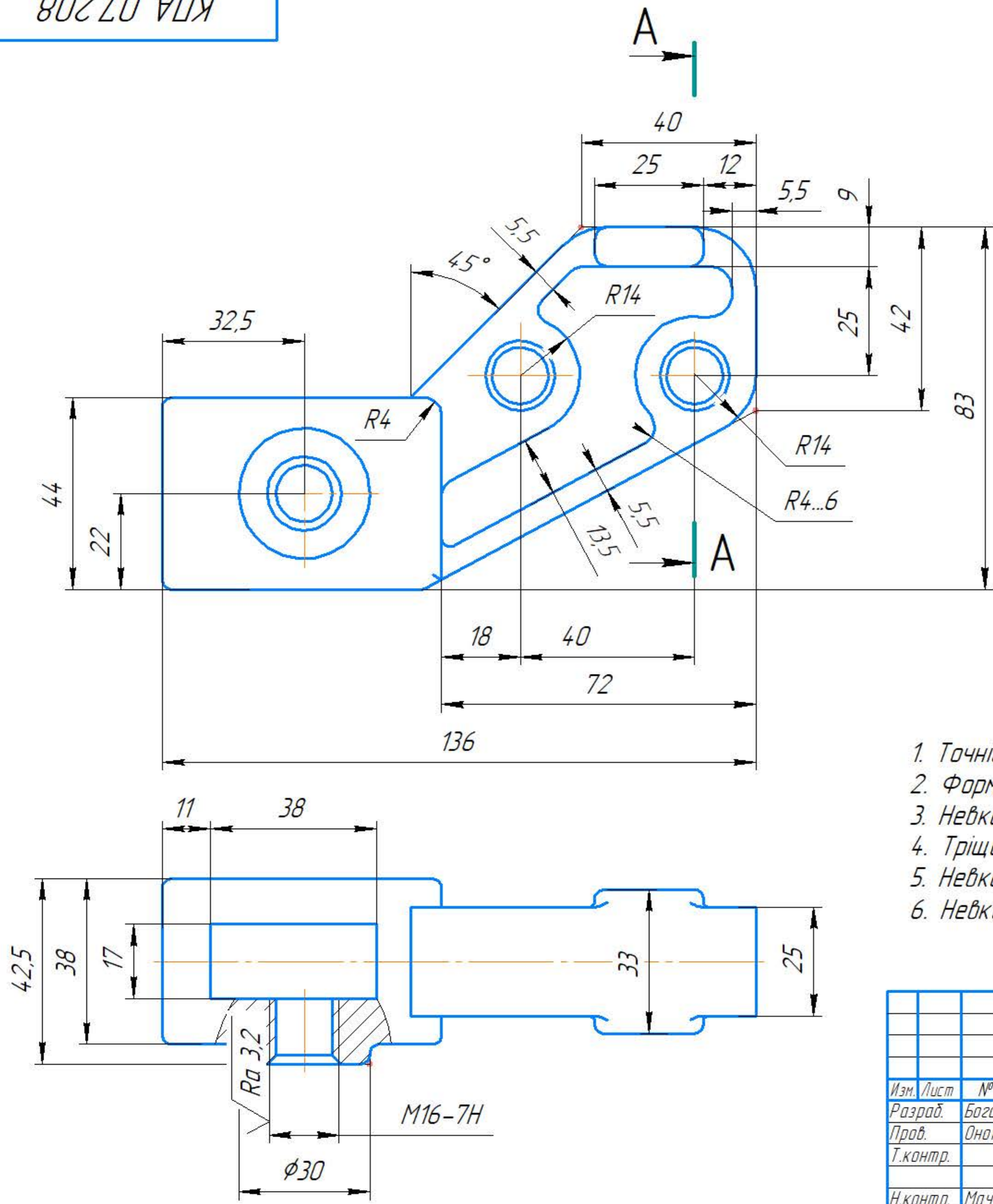
1. HRCэ 47 ... 53.
2. Пружина II класса №127 ГОСТ 13772-86. Напрямок навивки - правий. Число рабочих витків - 19.І нші технічні вимоги за ГОСТ 16118-76.
- 3.*Разміри для довідок.
4. Довжина розгортки $L_p = 2354$ мм.
5. Покриття Ц9хр. за ГОСТ 9.306-85.

					КПА 06.003		
					Пружина		
					Проволока 60С2А-Н-ХН-6,0 ГОСТ 14963-78		
					ЦНТУ, гр. АІ-20		
					Формат А3		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Богатирьова				0,52	1:1
Пров.		Онопа			Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.		Мачок					
Утв.		Лещенко					

КПА 07.208



Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.



1. Точність відливки 10-11 ГОСТ 26645-85.
2. Формувальні ухили за ГОСТ 3212-92.
3. Невказані ливарні радіуси 2...3 мм.
4. Тріщини та сквозні раковини не допускаються.
5. Невказані граничні відхилення оброблених поверхонь $\pm IT15/2$; H14.
6. Невказані фаски $2 \times 45^\circ$.

				КПА 07.208			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Богатирьова				1,1	1:1
Пров.		Онопа			Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.		Мачок			Сталь 45 ГОСТ 1050-88 ЦНТУ, гр. АІ-20		
Утв.		Лещенко					