

Центральноукраїнський національний технічний університет

Міністерство освіти і науки України

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2023 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за ступенем вищої освіти «Бакалавр»

на тему:

**«Удосконалення технології вирощування гірчиці білої з
модернізацією комбайна John Deer 9660WTS»**

Виконав студент IV курсу групи АІ-20-3СК
спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Олександр ФОМІЧЕНКО

« ____ » _____ 2023 р.

Керівник проекту

доцент, кандидат технічних наук

_____ Сергій МОРОЗ

« ____ » _____ 2023 р.

Рецензент _____ Руслан КІРЧУК

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет: АГРОТЕХНІЧНИЙ

Кафедра: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Рівень вищої освіти: БАКАЛАВР

Галузь знань: 20 АГРАРНІ НАУКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВО

Освітньо-професійна програма: 208 АГРОІНЖЕНЕРІЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2023 року

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

ФОМІЧЕНКО ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ

1. Тема роботи: «Удосконалення технології вирощування гірчиці білої з модернізацією комбайна John Deer 9660WTS»
2. Керівник роботи: Мороз С.М., к.т.н., доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 20.06.2023 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту): Удосконалити технологію вирощування гірчиці білої та підвищити ефективність роботи комбайна John Deer 9660WTS

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–6	Сергій МОРОЗ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	15.06.2023	
2	Графічна частина	20.06.2023	
3	Перевірка роботи на доброчесність	20.06.2023	
4	Захист роботи	25–30.06.2023	

Дата видачі завдання

«14» березня 2023 р.

Підпис керівника _____ Сергій МОРОЗ

Завдання прийнято до виконання

«14» березня 2023 р.

Підпис здобувача _____ Олександр ФОМІЧЕНКО

Перв. примен.		№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание		
		1								
		2			Документация общая					
		3								
		4			Заново розроблена					
Стр. №		5								
		6	A4	МВГБ 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	38				
		7								
		8			Документация					
		9			по технологичній частині					
		10								
		11			Заново розроблена					
		12								
		13	A1	МВГБ 00. 001 ТЧ	Технологічна карта	1				
		14	A1	МВГБ 00. 002 ТЧ	Операційно технологічна карта	1				
Подп. и дата		15								
		16			Документация					
		17			по сборочным единицам					
		18								
Инв. № дубл.		19			Заново розроблена					
		20								
Взам. инв. №		21	A1	JDR 00. 000 С2	Комбайн JOHN DERE 9660WTS	1				
		22	A1	JDR 160. 000 СБ	Вентилятор очистки	1				
		23	A1	JDR 160. 010 СБ	Крилатч	1				
		24								
Подп. и дата										
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВГБ 00. 000 ВП			
		Разраб.	Фоміченко							
		Пров.	Мороз							
		И.контр.	Мачок							
		Утв.	Лещенко				Відомість роботи	Лит.	Лист	Листов
									1	2
							ЦНТУ, гр. АІ-20-Зск			

Копировал

Формат А4

Зміст

Вступ.....	6
2. Аналіз технології вирощування гірчиці білої	7
3. Операційна технологія вирощування гірчиці білої.....	13
4. Інженерна частина	21
5. Охорона праці.....	34
Висновки	36
Список використаної літератури	37
Додатки	

					<i>МВГБ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

ВСТУП

Занепад тваринництва в центральних та південних регіонах України спонукає вчених та працівників аграрної сфери шукати шляхи забезпечення шарів ґрунту органічними речовинами.

На сьогоднішній день для цього використовуються два способи – це загортання подрібнених решток рослин після збирання врожаю вирощування та застосування сидератів.

Рослинні рештки загортаються в ґрунт після збирання врожаю сільськогосподарських культур. Це відбувається один раз за сезон польових робіт.

Натомість сидерати можна застосовувати кілька разів протягом сезону польових робіт. Це залежить від рослин, що вирощують в якості сидерату та їх стану вегетації, а також погодних умов.

					<i>МВГБ 00. 000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Фоміченко</i>						6	38
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>							
<i>Н.контр.</i>	<i>Мачок</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Леценко</i>							
					<i>ЦНТУ, гр. АІ-20-3ск</i>			

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ

2.1. Загальна характеристика культури

Використовують дві технології вирощування гірчиці білої:

- для зібрання врожаю з наступною переробкою насіння;
- як сидерат для внесення в ґрунт в якості органічних добрив.

Гірчиця є одним лідерів у світі за обсягами виробництва олії (2 місце). Вона займає 3 місце, як джерело для виробництва олії після пальмової та соєвої [1].

В останні роки площі відведені для вирощування гірчиці у світі складають 0,7–1,1 млн/га. Приблизно 70% продовольчої гірчиці на світовий ринок постачає Канада. Багато гірчиці вирощується також і у США. Країни Європи імпортують біля 100 тис./т гірчичного насіння щороку.

До продовольчої відносять гірчицю найвищої якості, а непридатну для вживання в їжу – до технічної. Високоякісну гірчицю вирощують у Канаді та США, а продовольчу – інші країни, в тому числі й Україна. У Індії та Непалі вирощують продовольчу та технічну гірчицю.

Гірчицю низької якості використовують для виробництва олії.

Продукти переробки гірчиці використовують також як кормові добавки для годівлі свійських тварин.

Аграрії України вирощують та постачають на зовнішні ринки до 2% світового виробництва насіння гірчиці. Смакові якості української гірчиці забезпечують опит на неї.

Батьківщина гірчиці білої – Середземномор'я.

Гірчиця біла має прямостояче стебло висотою 25–80 см, сильно розгалужене й покрите жорсткими волосками. Листя: нижнє – ліроподібне, черешкове та верхнє – поздовжньо–лінійні. Листки вкриті жорсткими волосками. Квітки жовті з сильним медовим ароматом, зібрані в кисті від 25

					МВГБ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		7

до 100 штук. Плід гірчиці білої має форму стручка з 5–6 насінинами та довгим мечовидним носиком, що також покритий жорсткими волосками. Стручки після дозрівання не розтріскуються. Вона менш посухостійка, але більш холодостійка, в порівнянні з гірчицею сизою.

Вегетаційний період гірчиці білої досить короткий – 60–90 днів до дозрівання насіння. Сходи з'являються після посіву через 6–7 днів. Цвісти починає через 30–40 днів після проростання. Насіння проростає за температури 1–2 °С. Сходи не бояться заморозків у –6 °С, також тривале похолодання. Рослина переносить під час цвітіння заморозки до –2 °С.

Гірчиця біла це рослина довгого дня. Вона має коротку стадію яровизації (0– +15 °С). Продовжує вегетацію та може цвісти за температури +5 °С, а насіння дозрівати – за +10 °С.

Для вирощуванні гірчиці білої перевагу слід надавати бідним підзолистим ґрунтам. Цьому сприяє коренева система з високою здатністю засвоєння. Найкращі ґрунти для гірчиці білої – легкі та середні суглинки. Через велику схильності до утворення ґрунтової кірки не слід використовувати глинисті ґрунти. Це стосується і піщаних ґрунтів через їх бідну родючість і сухість верхнього шару.

У гірчиці білої високі вимоги до вологості ґрунту. Оптимальними є для її росту і розвитку нейтральні, або слаболужні ґрунти (рН 6,5–7).

Гірчиця біла, утворює більше листків ніж сарептська (сиза). Вона більш інтенсивно накопичує біомасу. Її коренева система здатна перетворювати калійні й фосфорні з'єднання у ґрунті, які важко розчиняються й недоступні для більшості рослин, на доступні.

Після збирання врожаю культури на поверхні поля залишається більше 8 т рослинної маси на 1 га. Стеблах гірчиці відсутні хімічні сполуки, що перешкоджають бактеріям їх розкладати у ґрунті. Тому вони дуже швидко мінералізується та насичують його органічними речовинами. Таким чином на 1 гектарі ґрунт може збагатитися на понад 850 кг органічних

					МВГБ 00. 000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

речовин. Гірчиця застосовується для біологічного очищення ґрунту, вона надає знезаражуючу дію на збудників грибкових та інших захворювань.

Врожайність зеленої маси культури за 50–60 днів вегетації становить 200–350 ц/га. В стеблах рослин міститься 130–175 кг азоту, 40–48 – фосфору, 50–187 кг калію. Подрібненні стебла під час цвітіння можуть забезпечити ґрунт 3–5 т органічного добрива з умістом 120–130 кг азоту, 180–190 – фосфору, 130–140 – калію й 80–120 кг кальцію.

Крім того вирощування гірчиці застосовується для біологічного очищення ґрунту. Вона здатна знешкодити дію збудників грибкових та інших захворювань.

Біла гірчиця відмінний медонос – більше 100 кг/га меду завдяки тривалому протягом 2–3 тижнів цвітінню. Квіти гірчиці білої запліднюються медоносними бджолами (76,5%) і дикими комахами (23,5%). Комахи сприяють кращому запиленню квітів гірчиці білої.

Олії в насінні гірчиці сизої міститься 34–47% (йодне число 92–119), а в насінні гірчиці білої – 25–39% (йодне число 92–122). Її постійно потребують такі галузі промисловості, як хлібопекарська та кондитерська, консервна, фармацевтична, текстильна, миловарна тощо. Олія гірчиці відрізняється високими смаковими властивостями. Насіння гірчиці також містить від 0,1 до 1,1% ефірної олії, що використовується у парфумерній промисловості.

Гірчична олія, на відміну від інших олій, має досить низький кислотний показник, тому довше за інших зберігає свої смакові властивості. Вона стійка до окислення при зберіганні і термічній обробці. До складу олії гірчиці входять високомолекулярні ненасичені жирні кислоти: 7–62% олеїнової, 12–50% лінолевої, 4–17% ліноленової, 0–19% ейкозенової, 0–58% ерукової. Натомість вміст насичених жирних кислот становить 3–7%. Олія гірчиці також застосовується в медицині, текстильному та шкіряному

виробництвах, хімічній та металургійній промисловостях. З неї можна виробляти біодизель для автомобілів і тракторів.

Макуха й лушпиння, що отримують після переробки насіння використовуються для виготовлення порошку для медичних гірчичників, гірчиного спирту і столової гірчиці.

2.2. Аналіз технологічних особливостей вирощування гірчиці білої

Лушіння виконується без розриву в часі із збиранням попередника на глибину не менше 6 см та не більше 8 см у два проходи. Після цього орють на глибину від 27 до 30 см.

Після підсихання верхнього шару ґрунту на весні проводять закриття вологи зубовими бородами із середніми зубами [1–5].

Передпосівну культивацію проводять за день до посіву насіння на глибину від 5 до 7 см. Одночасно з культивацією оброблену поверхню ґрунту боронують зубчастими та шлейфовими бородами.

Для посіву використовують протруєне насіння з чистотою не менше 98% та схожістю не нижче 85%. Сіють насіння білої гірчиці одночасно з ранніми ярими зерновими культурами. Однак запізнення у строках посіву до 5 днів може призвести до зниження урожайності аж до 25%.

Сіють насіння зерновими сівалками зі звичайним міжряддям. 15–16 кг насіння висівають на 1 га. У разі посіву насіння білої гірчиці широкорядним способом з шириною міжряддя 45 см норма висіву має становити 10–12 кг/га. На важких ґрунтах насіння загортають на глибину 3 см. Одночасно з посівом насіння вносять фосфорні добрива.

Після посіву засіяну площу коткують кільчастими котками.

Гірчиця чутлива до мінеральних та органічних добрив. Під основний обробіток вносять калійні добрива з нормою $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$. Органічні

					МВГБ 00. 000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

добрива рекомендують вносити під попередник для зменшення забур'яненості посівів гірчиці.

Догляд за посівами полягає у нищенні ґрунтової кірки середніми або легкими зубовими боронами. Борокування проводять у поперек рядків.

Для знищення бур'янів доцільно застосовувати дозволені в країні гербіциди.

Для захисту від шкідників застосовують інсектициди у кілька етапів. Спочатку краї посівів, після повного проростання насіння, обробляють з метою знищення хрестоцвітної блішки. Перед цвітінням посіву обробляють від капустяної попелиці. Від хвороб їх обробляють фунгіцидами.

Оптимальний термін початку збирання при вологості насіння 12%.

Стигли стручки гірчиці білої, на відміну від сарепської, мало розтріскуються. Тому застосовують метод прямого комбайнування.

Строки збирання – 3–4 дні.

Для збирання насіння використовують зернозбиральні комбайни з зерновими жатками.

Вологість насіння після очистки зерноочисними машинами чи комплексами не повинна перевищувати 10%.

2.3. Визначення шляхів вдосконалення технології вирощування гірчиці білої

Технологія вирощування будь-якої культури має враховувати особливості знаходження поля, типу та стану ґрунтів на ньому, техніку, що є у господарстві та обирати сорти, що найбільш краще пристосовані до погодно-кліматичних умов місцевості, де має вирощуватися культура.

Пропонуємо технологію, яка включає наступні технологічні операції [1–5]:

1. чизелювання ґрунту на глибину 20–25 с з загортанням рослинних решток – агрегат John Deere 8320R +ЧН–4,5;
2. глибоке розпушування ґрунту на глибину 30–35 см з внесенням фосфорно–калійних добрив – агрегат John Deere 8320R +ЧНУ–4,5;
3. передпосівна культивуація – агрегат John Deere 6175М+АГ–6;
4. боронування та шлейфування – агрегат John Deere 6175М+С–18+БЗСС–1; борона шлейфова John Deere 6175М+GREEN WAY 9 М;
5. посів – агрегат John Deere 8320R + Great Plains NTA–3510;
6. коткування посівів – агрегат МТЗ–820 + ККШ–6 Деметра;
7. боронування посівів – агрегат John Deere 6175М+ЗГ–22+БЗСС–1;
8. обприскування посівів– агрегат МТЗ–820+ОП–3000;
9. збирання врожаю – комбайн John Deere 9660WTS + 620F;
10. післязбиральна обробка – комплекс РБЦС–25.

Перевезення здійснюється автотранспортом господарства.

					МВГБ 00. 000 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ

3.1. Розрахунок складу машинно–тракторного агрегату

Виконаємо розрахунки з обґрунтування складу збирального агрегату. За базовою технологією агрегат складається з комбайна «Скіф–280 Superior» (вага з жаткою $G_{\kappa}^{\delta} = 132,3$ кН), потужність двигуна – 203 кВт [6–7]. За проектною технологією агрегат складається із зернозбирального комбайна JOHN DEERE 9660WTS [8] (вага комбайна $G_{\kappa}^{np} = 112,30$ кН), потужність двигуна – 224 кВт та зернової жатки JOHN DEERE 620F (вага $G_{np}^{np} = 18$ кН) [9].

Знаходимо масу 1 м валка [10–13]:

$$q_s = \frac{3,6 \cdot q_{\phi}}{v_{cp}}, \quad (3.1)$$

де q_{ϕ} – фактична пропускна здатність молотарки, [10–13]

$$q_{\phi} = q \cdot K_{\delta\omega}, \quad (3.2)$$

q – пропускна здатність молотарки;

$K_{\delta\omega}$ – коефіцієнт

$$K_{\delta\omega} = K_{\delta} - K_{\omega} - K_{\gamma}, \quad (3.3)$$

де K_{δ} – коефіцієнт солomистості [10–13]

$$K_{\delta} = 1,5 - 0,3 \cdot \delta_c, \quad (3.4)$$

де δ_c – солomистість, $\delta_c = 1,7$ [10–13]

$$K_{\delta} = 1,5 - 0,3 \cdot 1,7 = 0,99;$$

K_{ω} – коефіцієнт вологості [10–13]

$$K_{\omega} = 0,05 \cdot (0,948 - 0,195 \cdot \delta_c) (\omega - 20), \quad (3.5)$$

де ω – вологість насіння, $\omega = 12\%$ [10–13]

$$K_{\omega} = 0,05(0,948 - 0,195 \cdot 1,7)(12 - 20) = -0,2466;$$

K_{δ} – коефіцієнт забор'яненості [10–13]

$$K_{\delta} = 0,02 \cdot z \cdot (0,48 - 0,32 \cdot (\delta_c - 1)), \quad (3.6)$$

де z – забор'яненість, $z=3\%$ [10–13]

$$K_{\delta} = 0,02 \cdot 3 \cdot (0,48 - 0,32 \cdot (1,7 - 1)) = 0,01536.$$

Таким чином:

$$K_{\delta\omega z} = 0,99 - (-0,2466) - 0,01536 = 1,22124.$$

Фактична пропускна здатність комбайнів становить:

– «Скіф–280 Superior»

$$q_{\phi 1} = 12 \cdot 1,22124 = 14,65 \text{ кг/с};$$

– JOHN DEERE 9660 WTS

$$q_{\phi 2} = 14 \cdot 1,22124 = 17,10 \text{ кг/с}.$$

Швидкість руху комбайнового агрегату [10–13]:

$$v_p = \frac{3,6 \cdot q_{\phi}}{B_k \cdot \beta \cdot U \cdot (1 + \delta_c)}, \quad (3.7)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату жатки, $B_k=6,3$ м $B_k=6,1$ м;

β – коефіцієнт використання ширини захвату жатки, $\beta=0,95$.

Швидкість руху агрегату

$$v_p^{\delta} = \frac{3,6 \cdot 14,65}{6,3 \cdot 0,95 \cdot 2,0 \cdot (1 + 1,7)} = 1,63 \text{ км/год.}$$

$$v_p^M = \frac{3,6 \cdot 17,10}{6,1 \cdot 0,95 \cdot 2,0 \cdot (1 + 1,7)} = 1,97 \text{ км/год.}$$

Допустима потужність завантаження двигуна [10–13]:

$$N_e = \frac{R_m \cdot v_p}{36\eta_m \cdot \eta_{\sigma}} + \frac{0,1 \cdot (N_{nut} \cdot q_{nut} + N_{np_{xx}} + N_{np_{oon}})}{\eta_{np}}, \quad (3.8)$$

де R_m – опір переміщенню комбайна по полю

$$R_{\text{м}} = G_{\text{м}} \left(f_{\text{м}} + \frac{i}{100} \right), \quad (3.9)$$

$f_{\text{м}}$ – коефіцієнт опору коченню, $f_{\text{м}}=0,2$;

i – нахил поля, $i=3^{\circ}$

$$R_{\text{м1}} = 132,3 \left(0,2 + \frac{3}{100} \right) = 30,43 \text{ кН};$$

$$R_{\text{м2}} = 130,3 \left(0,2 + \frac{3}{100} \right) = 29,97 \text{ кН};$$

$\eta_{\text{м}}$ – коефіцієнт використання трансмісії, $\eta_{\text{м}}=0,93$;

η_{σ} – коефіцієнт буксування, $\eta_{\sigma}=0,87$;

$N_{\text{нум}}$ – питома потужність, яка необхідна для приведення в дію робочих органів жатки, кВт, $N_{\text{нум1}}=11,9$ кВт, $N_{\text{нум2}}=10,8$ кВт;

$q_{\text{нум}}$ – допустима пропускна здатність, кг/с.

$N_{\text{прхх}}$, $N_{\text{прдоп}}$ – витрати потужності на технологічний процес, на холостий хід механізмів комбайна і на привод допоміжних органів, кВт;

$\eta_{\text{пр}}$ – ККД приводу робочих органів, $\eta_{\text{пр}}=0,95$

$$N_{\text{е1}} = \frac{30,43 \cdot 1,63}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{11,9 \cdot 12,0 + 0 + 0}{10 \cdot 0,95} = 16,73 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{е2}} = \frac{29,97 \cdot 1,97}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{10,8 \cdot 14,0 + 0 + 0}{10 \cdot 0,95} = 17,94 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо виконання умови [13–23]:

$$N_{\text{ен1}}=203 \text{ кВт} > N_{\text{е1}}=16,73 \text{ кВт}; \quad N_{\text{ен2}}=224 \text{ кВт} > N_{\text{е2}}=17,94 \text{ кВт.}$$

При вибраній швидкості агрегат буде працювати ефективно.

Змінна продуктивність агрегатів [10–13]:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (3.10)$$

де T_p – чистий робочий час, год [10–13]

$$T_p = T_{\text{зм}} \cdot \tau, \quad (3.11)$$

де $T_{\text{зм}}$ – час зміни, $T_{\text{зм}}=8$ год.;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau=0,8$

$$T_p = 8 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ год.}$$

$$W_{зм1} = 0,1 \cdot 6,3 \cdot 1,63 \cdot 6,4 = 6,57 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм2} = 0,1 \cdot 6,1 \cdot 1,97 \cdot 6,4 = 7,69 \text{ га/зм.}$$

Витрати палива на 1 га обробітку [10–13]:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{Q_{зм}}, \quad (3.12)$$

де $Q_{зм}$ – витрата палива за зміну, кг/зм;

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z, \quad (3.13)$$

де Q_p , Q_x , Q_z – відповідно, годинні витрати палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках. Для комбайна «Скіф–280 Superior» $Q_p=40,6$; $Q_x=24,3$; $Q_z=9,8$ кг/год [10–13]. Для комбайна JOHN DEERE 9660 WTS $Q_p=37,6$; $Q_x=21,7$; $Q_z=8,1$ кг/год [10–13];

T_p , T_x , T_z – відповідно час робочих і холостих рухів, час зупинок, год

$$T_x = T_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2} = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год};$$

$$Q_{зм1} = 40,6 \cdot 6,4 + 24,3 \cdot 0,8 + 9,8 \cdot 0,8 = 287,12 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{зм1} = 37,6 \cdot 6,4 + 21,7 \cdot 0,8 + 8,1 \cdot 0,8 = 264,48 \text{ кг/зм.}$$

Тоді витрати палива на 1 га становлять:

$$Q_{га1} = \frac{287,12}{6,57} = 43,70 \text{ кг/га};$$

$$Q_{га2} = \frac{264,48}{7,69} = 34,39 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо агрегат, що складається з зернозбирального комбайна JOHN DEERE 9660 WTS і зернової жатки JOHN DEERE 620F.

3.2. Підготовка поля до роботи

Перед збиранням врожаю поле обкошують, розбивають на загінки, розмічають поворотні смуги.

Польові дороги і підвізні шляхи до полів вирівнюють до початку збирання.

Ширина прокосів між загінками має становити 6–8 м, а поворотних смуг – 20–30 м.

Ширина загінки приймається кратною подвійній ширині захвату збирального агрегату.

Кількість загінок повинна дорівнювати або бути кратною кількості працюючих на одному полі збиральних агрегатів.

Обираємо загінковий спосіб руху агрегату на полі, а на кінцях загінок залишаємо смуги для вороту агрегату.

Перший розворот петльовий, а інші – безпетльові.

Орієнтовна величина поворотної смуги при повороті (рис. 3.1):

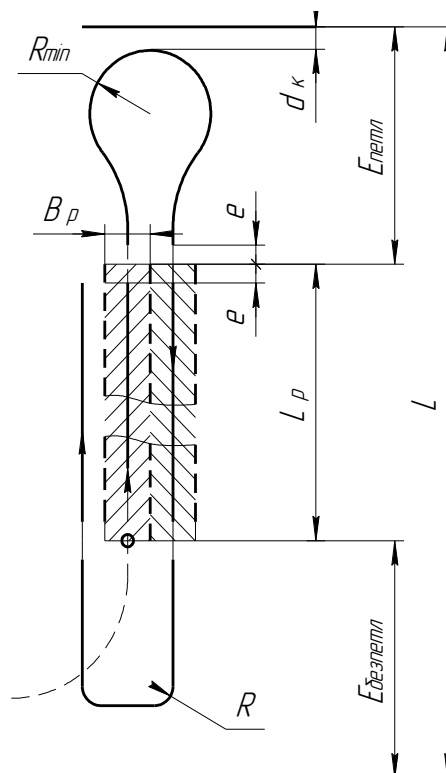


Рис. 3.1. Схема руху посівного агрегату в загінці

– безпетльовому

$$E \approx 1,5R_{min}, \quad (3.14)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту, $R_{min} = 9,6$ м;

$$E = 1,5 \cdot 9,6 = 13,8 \text{ м};$$

– петльовому грушовидному

$$E = 3R_{min} + L_a, \quad (3.15)$$

де L_a – кінематична довжина агрегату

$$L_a = L_{комб} + L_{пр}, \quad (3.16)$$

де $L_{комб}$ – кінематична довжина комбайна, $L_{комб} = 4,49$ м;

$L_{пр}$ – кінематична довжина машини, $L_{пр} = 1,9$ м.

Отже,

$$L_a = 4,49 + 1,9 = 6,39 \text{ м.}$$

Тоді:

$$E_{петл} = 3 \cdot 9,6 + 6,39 = 35,19 \text{ м.}$$

Ширину поворотної смуги приймаємо кратною ширині захвату агрегату

$$E = K \cdot B_p, \quad (3.17)$$

де $K = \frac{E}{B_p},$

$$K_{петл} = \frac{13,8}{6,1} = 2,26;$$

$$K_{безпетл} = \frac{35,19}{6,1} = 5,77.$$

Приймаємо $K_{петл} = 3, K_{безпетл} = 6.$

Отже,

$$E_{петл} = 3 \cdot 6,1 = 18,3 \text{ м};$$

$$E_{безпетл} = 6 \cdot 6,1 = 36,6 \text{ м.}$$

Величина поворотних смуг при безпетльових поворотах становить 36,6 м, а при петльових грушовидних – 18,3 м.

Довжина виїзду агрегату:

$$e = L_a. \quad (3.18)$$

Отже,

$$e = 6,39 \text{ м.}$$

Орієнтовна оптимальна ширина заїмки при русі всклад і врозгін:

$$C_{opt} = \sqrt{L \cdot B_p + 16 \cdot R_{min}^2}, \quad (3.19)$$

де L – довжина заїмки, м;

B_p – робоча ширина захвату агрегату, $B_p = 6,1$ м;

R_{min} – мінімальний радіус повороту, $R_{min} = 9,6$ м.

Тоді

$$C_{opt} = \sqrt{1100 \cdot 6,1 + 16 \cdot 9,6^2} = 90,47 \text{ м.}$$

кількість проходів агрегату при проході однієї заїмки

$$n = \frac{C_{opt}}{B_p} = \frac{90,47}{6,1} = 14,83.$$

Приймаємо $n = 15$. Тоді

$$C = n \cdot B_p = 15 \cdot 6,1 = 91,5 \text{ м.}$$

Кількість заїмок визначаємо за формулою

$$n_z = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (3.20)$$

де F – площа поля, $F = 124$ га;

$$n_z = \frac{10^4 \cdot 124}{1100 \cdot 91,5} = 12,32 \text{ шт.}$$

Приймаємо на полі одинадцять заїмок шириною $C_{1-11} = 91,5$ м і одну заїмку шириною $C_{12} = C_{1-11} \cdot 1,32 = 120,78$ м.

Коефіцієнт робочих ходів

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.21)$$

					МВГБ 00. 000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де L_p, L_x – середнє значення робочої довжини загінки і холостого ходу

$$L_p = L - 4,5 \cdot R_{\min} - L_a; \quad (3.22)$$

$$L_p = 1100 - 4,5 \cdot 9,6 - 6,39 = 1050,41 \text{ м};$$

$$L_x = 4,5R + 4 \cdot L_a, \quad (3.23)$$

$$L_x = 4,5 \cdot 9,6 + 4 \cdot 6,39 = 68,76 \text{ м};$$

$$K_p = \frac{1050,41}{1050,41 + 68,76} = 0,94.$$

Коефіцієнт близький до одиниці, що вказує на високе використання робочого часу.

Тривалість одного циклу:

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot v_a} + 2 \cdot t_n, \quad (3.24)$$

де t_n – час повороту в кінці загінки, $t_n = 1,05$ хв

$$T_u = \frac{12 \cdot 1050,41}{10^2 \cdot 1,97} + 2 \cdot 1,05 = 66,08 \text{ хв} \approx 1,10 \text{ год.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot v_a \cdot T_u \cdot \tau, \quad (3.25)$$

$$W_u = 0,1 \cdot 6,1 \cdot 1,97 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 1,057 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_u = \frac{W_{зм}}{W_u}, \quad (3.26)$$

$$n_u = \frac{7,69}{1,057} = 7,28 \text{ цикл/зм.}$$

Витрати палива за зміну

$$Q_{зм} = Q_{га} \cdot W_{зм}, \quad (3.27)$$

$$Q_{зм} = 34,39 \cdot 7,69 = 264,48 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

					МВГБ 00. 000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис конструкції зернозбирального комбайна та напрямки вдосконалення його конструкції



Рис. 4.1. Комбайн John Deere 9660 WTS

4.1.1. Будова машини

Під час роботи можна використати одне з шести регулювань похилої камери, які забезпечують найкращі копіювання поверхні поля та адаптацію до стану культури. Налаштування дозволяють жатці забезпечувати паралельне положення дну жатки щодо поверхні поля [8].

У похилій камері встановлено ланцюгово–планчатий транспортер. Швидкість руху його обмежена пропускною здатністю молотильного апарата та становить 2,8 м/с [8].

На молотильному барабані встановлено 10 бил, а його діаметр становить 660 мм [8]. Відбійний бітер, для очищення молотильного барабана від залишків обмолоченої маси, встановлено одразу за ним. Під ними розміщені підбарабання та решето подовжувача.



Рис. 4.2. Система обмолоту STS комбайна John Deere 9660 WTS

Соломотряс складається з 6-ти клавіш над якими встановлено циліндрично–пальцевий розпушувач соломи [8].

Система очистки складається з повітряної системи та решітного стану.

Домолочуючий пристрій лопатевого пристрою встановлено у верхній частині колосового елеватора ліворуч та вище переднього краю клавіш.

Система збирання та вивантаження обмолоченого зерна складається з зернових шнека та елеватора, накопичувального бункера, подавальних та вивантажувальних шнеків.

Солома може подрібнюватися та розкидатися по поверхні поля або укладатися у валки [8].

4.1.2. Принцип роботи комбайна

Мотовило підводить стебла до різального апарата жатки, підтримує їх під час перерізання їх ножем, після чого подає їх до її транспортера. Шнек спрямовує хлібну масу до її центру і проштовхує їх до

транспортера похилої камери. Він транспортує зрізані стебла над каменевловлювачем, в який під дією гравітації із хлібної маси випадають камінці, до молотильного барабану, який обмолочує колоски. Вимолочене з них зерно, полови та дрібні домішки надходять крізь решета на транспортувальну решітку. зерно на ній очищається від легких домішок повітряним потоком, що створюється вентилятором. Солома рухається по соломотрясу й спрямовується до подрібнювача. Очищене зерно спочатку зерновим шнеком, а потім елеватором подається в бункер [18].

4.2. Технологічні розрахунки

4.2.1. Розрахунок вентилятора очистки комбайна

Швидкість повітряного потоку, що створюється вентилятором, не повинна перевищувати 3,8 м/с у кінці та посередині решета, а з переду – 5,8 м/с.

Повітряний потік відповідного тиску створюється для подолання різних видів опорів у системі очистки та у зазорах жалюзійного решета.

Повітряний потік повинен мати на виході робочу швидкість v_{pn} в α_ϕ разів вищу за критичну швидкість v_{kp} для тих компонентів, що мають виділитися з загальної маси та виноситися із зони очистки

$$v_{pn} = v_{kp} \cdot \alpha_\phi. \quad (4.1)$$

$\alpha_\phi=1,1-1,7$ для решток соломи з довжиною до 200 мм, $\alpha_\phi=1,9-3,7$ – для полови та $\alpha_\phi=2,5-5,0$ – для збоїни. Для зерна критична швидкість витання v_{kp} становить 8,0–11,5 м/с, полови – 0,75–5,25 м/с. Щоб уникнути видування зерна разом з половию, повітряний потік має мати робочу швидкість, що не перевищує за значенням критичну швидкість витання зерна. Приймаємо $\alpha_\phi=2,8$ та $v_{kp}=6$ м/с

$$v_{pn} = 6 \cdot 2,8 = 16,8 \text{ м/с.}$$

Витрати повітря Q_n для розділення збіжжя становлять:

					МВГБ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		23

$$Q_{\epsilon} = \frac{q_{\epsilon}}{k_1 \cdot \rho_n}, \quad (4.2)$$

де q_{ϵ} – кількість матеріалу, кг/с;

k_1 – коефіцієнт концентрації матеріалу, $k_1=0,2...0,3$. Приймаємо $k_1=0,25$;

ρ_n – густина повітря, $\rho_n=1,2$ кг/м³

$$Q_{\epsilon} = \frac{14}{0,25 \cdot 1,2} = 46,67 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Повний тиск, що створює вентилятор

$$h = h_c + h_{\partial}, \quad (4.3)$$

де h_c – статичний тиск, Па;

$$h_c = \frac{h_{\partial}(1-k^2)}{k^2}, \quad (4.4)$$

h_{∂} – динамічний тиск, Па

$$h_{\partial} = \frac{v_{pn}^2 \cdot \rho_n}{2}; \quad (4.5)$$

$$h_{\partial} = \frac{16,8^2 \cdot 1,2}{2} = 169,344 \text{ Па};$$

$k=0,5$

$$h_c = \frac{169,344(1-0,5^2)}{0,5^2} = 508,032 \text{ Па};$$

Тоді повний тиск

$$h = 508,032 + 169,344 = 677,376 \text{ Па}.$$

Теоретичний тиск (енергія 1 м³ повітря) становить

$$H_T = \frac{h}{\eta}, \quad (4.6)$$

де η – ККД вентилятора, $\eta=0,7$

$$H_T = \frac{677,376}{0,7} = 967,68 \text{ Па}.$$

Діаметр вхідного отвору D_o (рис. 4.3) визначається за формулою:

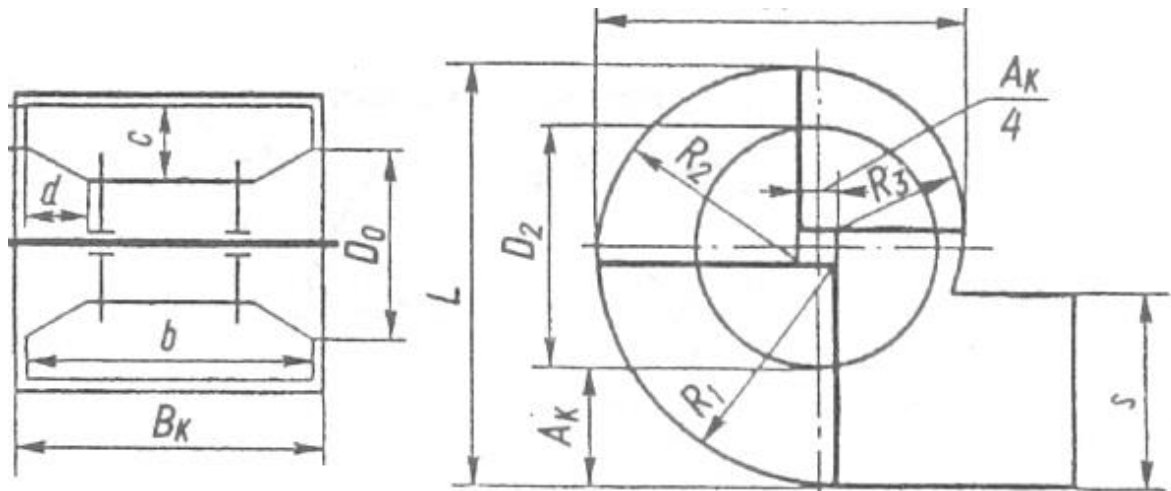


Рис. 4.3. Схема відцентрового вентилятора двобічного всмоктування

$$D_o = 2,57 \sqrt{\frac{\Delta \cdot \lambda_o \cdot Q_e}{\mu_o \cdot n \cdot (1 - \varphi_o)}}, \quad (4.7)$$

де Δ – коефіцієнт, $\Delta=0,55$;

λ_o – відношення D_o до D_1

$$\lambda_o = \frac{D_o}{D_1} \approx 1,9;$$

μ_o – коефіцієнт підтискування потоку, $\mu_o=1,0$;

n – частота обертання колеса вентилятора, $n=2000$ хв⁻¹;

φ_o – коефіцієнт попереднього закручування потоку, $\varphi_o=0,42$

$$D_o = 2,57 \sqrt{\frac{0,55 \cdot 1,9 \cdot 46,67}{11200 \cdot (1 - 0,42)}} = 0,68 \text{ м.}$$

Знаходимо значення розміру зовнішнього діаметра колеса D_2

$$D_2 = \frac{60}{\pi \cdot n} \sqrt{\frac{H_T}{\varphi \cdot \rho_n}}, \quad (4.8)$$

де

$$\varphi = \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \operatorname{tg} \varepsilon_2} - \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot \operatorname{tg} \varepsilon_1}, \quad (4.9)$$

де α_1 і α_2 – кути розташування лопаті відносно радіус-вектора на вході та виході повітряного потоку. Оскільки лопаті плоскі, то $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$;

ε_1 і ε_2 – кути відхилення абсолютної швидкості повітря від переносної відповідно при вході на лопать та сходженні з неї, $\varepsilon_1 = 45^\circ$; $\varepsilon_2 = 2^\circ$;

r_1, r_2 – внутрішній та зовнішній радіуси колеса

$$r_1/r_2 = 0,4.$$

Тоді

$$\varphi = \frac{1}{1 + \operatorname{tg} 0 \cdot \operatorname{tg} 2^\circ} - 0,4 \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg} 0 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ} = 0,6.$$

Таким чином зовнішній діаметр колеса становить:

$$D_2 = \frac{60}{\pi \cdot 1200} \sqrt{\frac{967,68}{0,6 \cdot 1,2}} = 0,602 \text{ м.}$$

Приймаємо зовнішній діаметр колеса такий самий як і у серійного комбайна $D_2 = 500$ м, а його частоту обертання будемо регулювати варіатором.

Тоді

$$D_1 = 0,4 D_2 = 0,4 \cdot 0,5 = 0,2 \text{ м.}$$

Потужність, що витрачається на привід вентилятора N_ϵ

$$N_\epsilon = \frac{Q_\epsilon \cdot H_T}{\eta_n}, \quad (4.10)$$

де η_n – ККД передачі, $\eta_n = 0,95$

$$N_\epsilon = \frac{46,67 \cdot 967,68}{1000 \cdot 0,95} = 47,54 \text{ кВт.}$$

Ширина вентилятора B_ϵ рівна ширині решета.

Висота вихідного отвору вентилятора

$$S = \frac{Q_\epsilon}{B_\epsilon \cdot v_{pn}}, \quad (4.11)$$

$$S = \frac{46,67}{1,67 \cdot 16,8} = 1,66 \text{ м.}$$

4.3. Розрахунок на міцність деталей і вузлів

4.3.1. Розрахунок валу вентилятора

Проведемо розрахунок на міцність валу вентилятора. Для цього побудуємо розрахункову схему.

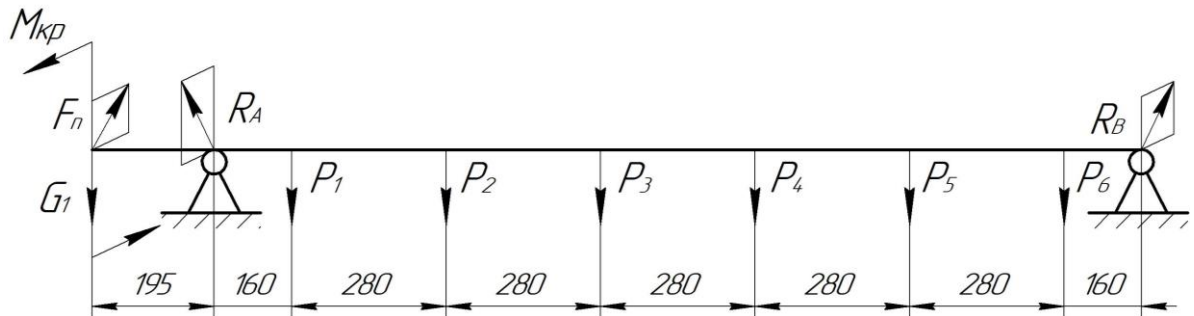


Рис. 4.5. Розрахункова схема валу вентилятора

Визначаємо реакції опор.

Складаємо рівняння балансу сил відносно кожної з опор:

– у вертикальній площині

$$\sum M_{(B)i} = 0:$$

$$G_1 \cdot 1915 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ \cdot 1915 - Z_A \cdot 1720 + P_1 \cdot 1560 + P_2 \cdot 1280 + \\ + P_3 \cdot 1000 + P_4 \cdot 720 + P_5 \cdot 440 + P_6 \cdot 160 = 0;$$

де G_1 – вага варіатора приводу вентилятора, $G_1=215$ Н;

F_n – сила натягу пасової передачі, $F_n=265,64$ Н;

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$ – вага крилача вентилятора

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = \frac{G_B}{6} = \frac{426}{6} = 71 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{(A)i} = 0:$$

$$G_1 \cdot 195 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ \cdot 195 - P_1 \cdot 160 - P_2 \cdot 440 - \\ - P_3 \cdot 720 - P_4 \cdot 1000 - P_5 \cdot 1280 - P_6 \cdot 1560 + Z_B \cdot 1720 = 0.$$

Знаходимо реакції опор:

$$Z_A = \frac{G_1 \cdot 1915 + P_1 \cdot (1560 + 1280 + 1000 + 720 + 440 + 160) - F_n \cdot \sin 76,03^\circ \cdot 1915}{1720} =$$

$$= \frac{215 \cdot 1915 + 71 \cdot (1560 + 1280 + 1000 + 720 + 440 + 160) - 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ \cdot 1915}{1720} = 165,37 \text{ Н};$$

$$Z_B = \frac{-G_1 \cdot 195 + P_1 \cdot (1560 + 1280 + 1000 + 720 + 440 + 160) + F_n \cdot \sin 76,03^\circ \cdot 195}{1720} =$$

$$= \frac{-215 \cdot 195 + 71 \cdot (1560 + 1280 + 1000 + 720 + 440 + 160) + 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ \cdot 195}{1720} = 217,85 \text{ Н},$$

Проводимо перевірку правильності розрахунків:

$$G_1 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ - Z_A + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 - Z_B =$$

$$= 215 - 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ - 165,37 + 71 \cdot 6 - 217,85 = -0,003 \approx 0.$$

– у горизонтальній площині

$$F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 1915 - X_A \cdot 1720 = 0;$$

$$F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 195 - X_B \cdot 1720 = 0.$$

Знаходимо реакції опор:

$$X_A = \frac{F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 1915}{1720} = \frac{265,64 \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 1915}{1720} = 71,40 \text{ Н};$$

$$X_B = \frac{F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 195}{1720} = \frac{265,64 \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 195}{1720} = 7,27 \text{ Н}.$$

Проводимо перевірку правильності розрахунків:

$$-F_n \cdot \cos 76,03^\circ + X_A - X_B = -265,64 \cdot \cos 76,03^\circ + 71,4 - 7,27 = 0,0008 \approx 0.$$

Сумарність реакцій в опорах

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Z_A^2} = \sqrt{71,4^2 + 165,37^2} = 180,13 \text{ Н};$$

$$R_B = \sqrt{X_B^2 + Z_B^2} = \sqrt{7,27^2 + 217,85^2} = 217,97 \text{ Н}.$$

Визначаємо згинаючі моменти:

– у вертикальній площині

в точці А

$$M_{32} = G_1 \cdot 0,195 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ \cdot 0,195 = (215 - 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 0,195 = -8,34 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

в точці С

$$M_{32} = (G_1 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 0,355 - Z_A \cdot 0,16 =$$

$$= (215 - 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 0,355 - 165,37 \cdot 0,16 = -41,65 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці *D*

$$M_{32} = (G_1 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 0,635 - Z_A \cdot 0,44 + P_1 \cdot 0,28 =$$

$$= (215 - 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 0,635 - 165,37 \cdot 0,44 + 71 \cdot 0,28 = -80,05 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці *E*

$$M_{32} = (G_1 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 0,915 - Z_A \cdot 0,72 + P_1 \cdot (0,56 + 0,28) =$$

$$= (215 - 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 0,915 - 165,37 \cdot 0,72 + 71 \cdot (0,56 + 0,28) = -98,57 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці *F*

$$M_{32} = (G_1 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 1,195 - Z_A \cdot 1,0 + P_1 \cdot (0,84 + 0,56 + 0,28) =$$

$$= (215 - 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 1,195 - 165,37 \cdot 1,0 + 71 \cdot (0,84 + 0,56 + 0,28) = -97,22 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці *H*

$$M_{32} = (G_1 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 1,475 - Z_A \cdot 1,28 + P_1 \cdot (1,1 + 0,84 + 0,56 + 0,28) =$$

$$= (215 - 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 1,475 - 165,37 \cdot 1,28 + 71 \cdot (1,1 + 0,84 + 0,56 + 0,28) = -75,98 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці *I*

$$M_{32} = (G_1 - F_n \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 1,755 - Z_A \cdot 1,56 + P_1 \cdot (1,38 + 1,1 + 0,84 + 0,56 + 0,28) =$$

$$= (215 - 265,64 \cdot \sin 76,03^\circ) \cdot 1,755 - 165,37 \cdot 1,56 + 71 \cdot 15 \cdot 0,28 = -34,86 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

– у горизонтальній площині:

в точці *A*

$$M_{32} = F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 0,195 = 265,64 \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 0,195 = 12,51 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

в точці *C*

$$M_{32} = F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 0,355 - X_A \cdot 0,16 =$$

$$= 265,64 \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 0,355 - 71,4 \cdot 0,16 = 11,32 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

в точці *D*

$$M_{32} = F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 0,635 - X_A \cdot 0,44 =$$

$$= 265,64 \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 0,635 - 71,4 \cdot 0,44 = 9,26 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці E

$$\begin{aligned} M_{32} &= F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 0,915 - X_A \cdot 0,72 = \\ &= 265,64 \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 0,915 - 71,4 \cdot 0,72 = 7,21 \text{ Н}\cdot\text{м}; \end{aligned}$$

в точці F

$$\begin{aligned} M_{32} &= F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 1,195 - X_A \cdot 1,0 = \\ &= 265,64 \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 1,195 - 71,4 \cdot 1,0 = 5,16 \text{ Н}\cdot\text{м}; \end{aligned}$$

в точці H

$$\begin{aligned} M_{32} &= F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 1,475 - X_A \cdot 1,28 = \\ &= 265,64 \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 1,475 - 71,4 \cdot 1,28 = 3,10 \text{ Н}\cdot\text{м}; \end{aligned}$$

в точці I

$$\begin{aligned} M_{32} &= F_n \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 1,755 - X_A \cdot 1,56 = \\ &= 265,64 \cdot \cos 76,03^\circ \cdot 1,755 - 71,4 \cdot 1,56 = 1,05 \text{ Н}\cdot\text{м}. \end{aligned}$$

Визначаємо приведений момент:

в точці A

$$M_{npA} = \sqrt{12,51^2 + 8,34^2} = 15,04 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці C

$$M_{npC} = \sqrt{11,32^2 + 41,65^2} = 43,16 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці D

$$M_{npD} = \sqrt{9,26^2 + 80,05^2} = 90,24 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці E

$$M_{npE} = \sqrt{7,21^2 + 98,57^2} = 98,83 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці F

$$M_{npF} = \sqrt{5,16^2 + 97,22^2} = 97,36 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці H

$$M_{npH} = \sqrt{3,1^2 + 75,98^2} = 76,04 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

в точці I

					МВГБ 00. 000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$M_{npI} = \sqrt{1,05^2 + 34,86^2} = 34,88 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

За проведеними розрахунками будуємо епюри згинальних моментів.

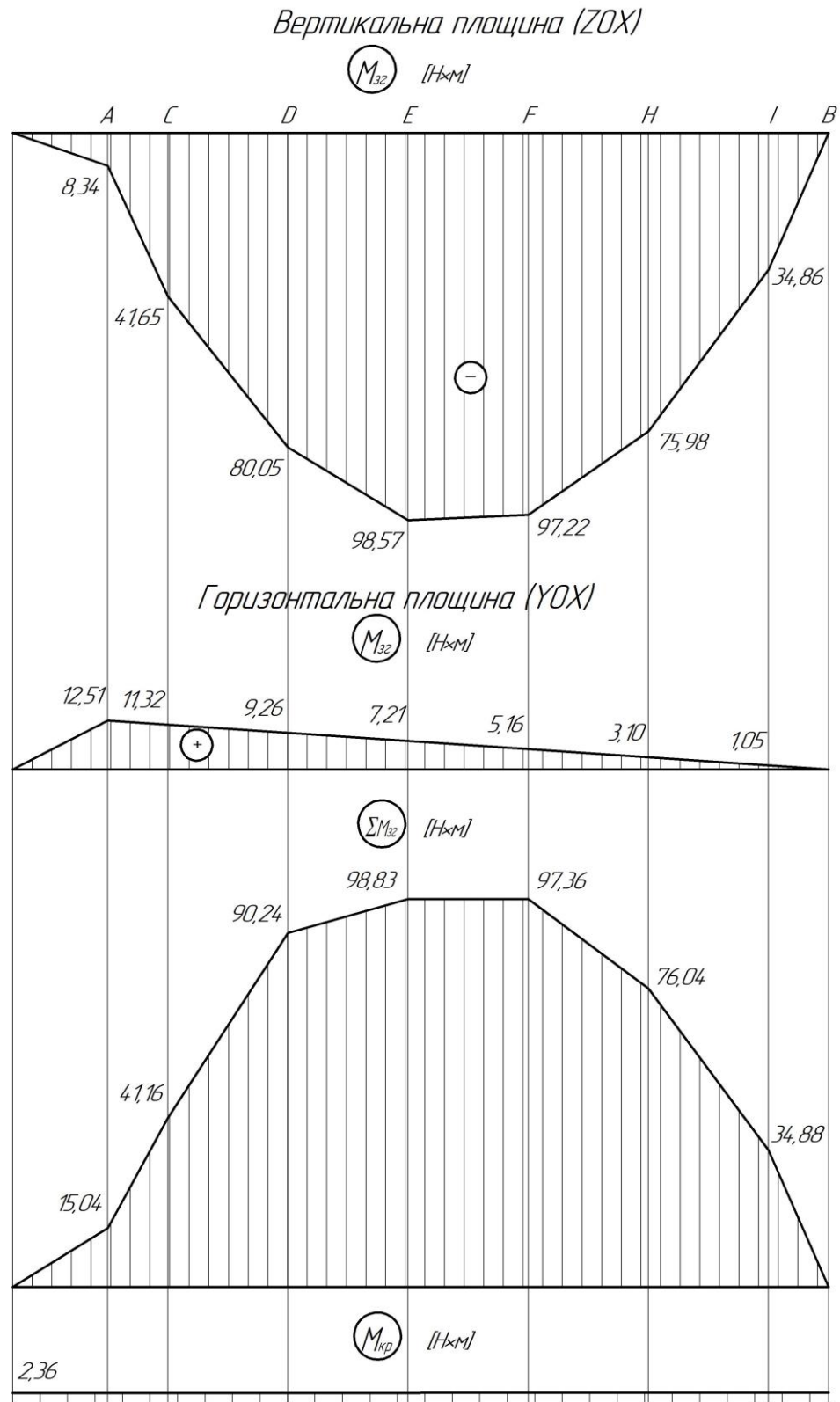


Рис. 4.6. Епюри моментів, що діють на вал вентилятора

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності валу на граничну витривалість.

Матеріал: Сталь 45 ГОСТ 1050–74

$\sigma_T=580$ МПа; $HB=241...293$;

$\sigma_B=850$ МПа.

Інші витривалості матеріалу валу:

при вигині

$$\sigma_{-1} = 0,42 \cdot \sigma_B = 0,42 \cdot 850 = 357 \text{ МПа};$$

при крученні

$$\tau_B = 0,58 \cdot \sigma_B = 0,58 \cdot 850 = 493 \text{ МПа}.$$

Перетин в точці E .

Визначаємо запас втомної міцності на вигин

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_{\mu\sigma} \cdot \varepsilon_n} \cdot \sigma_a} = \frac{357}{\frac{2,15}{0,79 \cdot 1} \cdot 24,97} = 5,25,$$

де K_σ – коефіцієнт концентрації напружень, $K_\sigma=2,15$ [15–16]

$\varepsilon_{\mu\sigma}$ – коефіцієнт впливу абсолютних розмірів при вигині, $\varepsilon_{\mu\sigma}=0,79$;

ε_n – коефіцієнт враховує чистоту поверхні, $\varepsilon_n=1$.

Напруження в перетині від вигину

$$\sigma_a = \frac{M_{32}}{W_{32}} = \frac{M_{32}}{0,1 \cdot d^3} = \frac{98,83}{0,1 \cdot 0,035^3} = 23,05 \text{ МПа}.$$

Визначаємо запас втомної міцності на кручення

$$n_\tau = \frac{\tau_B}{\zeta \cdot \frac{K_\tau}{\varepsilon \cdot \mu_\tau \cdot \varepsilon_n} \cdot 0,5\tau + \tau},$$

де K_τ – коефіцієнт концентрації напружень, $K_\tau=2,05$ [15–16];

напруження в перетині в точці E від кручення

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{2,36}{2 \cdot 0,1 \cdot 0,035^3} = 0,28 \text{ МПа};$$

$$W_{кр} = 2W_{зг};$$

$$n_{\tau} = \frac{493}{2 \cdot \frac{2,05}{0,75 \cdot 1} \cdot 0,5 \cdot 0,28 + 0,28} = 471,62;$$

$$n = \frac{5,25 \cdot 471,62}{\sqrt{5,25^2 + 471,62^2}} = 5,24.$$

Умова міцності виконується.

Приймаємо $d=35$ мм.

					МВГБ 00. 000 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЗБИРАННІ ВРОЖАЮ

5.1. *Заходи по забезпеченню безпечних умов праці на зернозбиральному комбайні*

Під час експлуатації зернозбирального комбайна можуть статися такі види аварій та нещасних випадків:

- опіки від частин та деталей з високою робочою температурою;
- ймовірність виникнення пожежі;
- удар електричним струмом під час роботи під лініями електропередач;
- при роботі на великих схилах можливе перевертання комбайна;
- поранення кінцівок та частин тіла елементами гострими частинами та огородженням.

Для унеможливлення виникнення вище вказаних та інших нещасних випадків і аварій при роботі на комбайні пропонується провести огородження небезпечних зон роботи згідно ГОСТ 12.2.042.

Огородження забезпечуються легкоз'ємними фіксаторами та пристроями для їх закріплення у відкритому положенні. Задні та бічні огородження закріплюються з використанням пружинних заклепок.

З метою попередження накопичення статичного струму застосовується заземлюючий ланцюг. Його місце кріплення позначається згідно ГОСТ 12.2.026 надписом “Заземлення”.

Бортові гальма призначені для використання у разі виникнення аварійної ситуації на машині. Гальмування ними виконується тільки в аварійних випадках.

Механізм регулювання кут нахилу рульового колеса дозволяє для зручного управління змінювати положення рульової колонки. Пристрій забезпечений влаштованою пам'яттю для забезпечення запам'ятовування положення рульової колонки регулювання нахилу, для забезпечення

швидкого переміщення її відкидання вперед для виходу з кабіни і повернення в зручне робоче положення.

Сидіння комбайнера підресорене. регулюється згідно маси комбайнера від 60 до 150 кг.

Блокування запуску дизеля при включеній на комбайні передачі передбачено застосування блокуючого пристрою, що вимикає подачу напруги на свічку підігріву двигуна.

На комбайні застосовуються наступні світлові прилади: ліхтарі освітлення дороги, вказівники та повторювачі поворотів, робочі фари, плафон у кабіни для її освітлення, габаритні ліхтарі, стоп-сигнали, ліхтар для освітлення номерного знаку.

ВИСНОВКИ

Гірчиця біла – важлива культура, не тільки аграрного виробництва в Україні, але і в світі. На підставі проведеного аналізу її технології вирощування було розроблено технологічну карту, яка передбачає, не тільки повну механізацію виробничих процесів на всіх операціях, але й наявності техніки в господарстві та ґрунтів площ, що відводяться для вирощування сільськогосподарських культур, з врахуванням сучасних технологій виконання окремих операцій. Це дозволить не тільки зберегти родючість ґрунтів, але й отримати більшу врожайність з мінімальними витратами.

В технологічній частині проведені розрахунки, які дозволять оптимізувати роботу агрегату при збиранні врожаю гірчиці білої та зменшити витрати при цьому.

В інженерній частині проведенні розрахунки вентилятора системи очистки, які підтверджують працездатність робочого органу після його модернізації.

В розділі охорони праці розроблені заходи щодо безпечної роботи під час роботи зернозбирального комбайна JOHN DEERE 9660 WTS.

Список використаної літератури

1. <https://propozitsiya.com/ua/girchychni-realiyi-ta-perspektyvy>
2. <https://superagronom.com/news/16238-viroschuvannya-girchitsi-biloyi-moje-zmenshiti-vitrati-na-dobryva-na-30-50>
3. <https://ias.pp.ua/технології-вирощування-сільськогосп/технологія-вирощування-білої-гірчиц/>
4. <https://agrarii-razom.com.ua/culture/girchicya-bila>
5. https://avers-agro.com.ua/ukr/borona_shlejfovaja_green_line_7_m
6. <https://web.archive.org/web/20190411065016/https://astartat.com.ua/Skif-280-Superior>
7. https://agrovektor.com/physical_product/549838-kombayn-zernouborochnyy-skif-280-superior.html
8. <https://www.5740.ltd.ua/john-deere-9640-9660-9680-wts.htm>
9. <https://www.deere.ua/assets/publications/index.html?id=b817872b#30>
10. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
11. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
12. Технологія механізованих робіт в рослинництві. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» та «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / Укладачі: С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, О.М. Васильковський, П.Г. Лузан, – Кіровоград: КНТУ, 2013. – 86 с.
13. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133

					<i>МВГБ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		37

«Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.

14. Сисолін П.В., Т.І. Рибак, Сало В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2: Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.

15. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2–е вид., переробл. – Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.

16. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. – Харків: НТУ «ХП», 2020. – 275 с.

17. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.

					<i>МВГБ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38

ДОДАТКИ

Лист № 1

Лист № 2

Лист № 3

Лист № 4

Лист № 5

Лист № 6

Лист № 7

Лист № 8

Лист № 9

Лист № 10

Лист № 11

Лист № 12

Лист № 13

Лист № 14

Лист № 15

Лист № 16

Лист № 17

Лист № 18

Лист № 19

Лист № 20

Лист № 21

Лист № 22

Лист № 23

Лист № 24

Лист № 25

Лист № 26

Лист № 27

Лист № 28

Лист № 29

Лист № 30

Лист № 31

Лист № 32

Лист № 33

Лист № 34

Лист № 35

Лист № 36

Лист № 37

Лист № 38

Лист № 39

Лист № 40

Лист № 41

Лист № 42

Лист № 43

Лист № 44

Лист № 45

Лист № 46

Лист № 47

Лист № 48

Лист № 49

Лист № 50

Лист № 51

Лист № 52

Лист № 53

Лист № 54

Лист № 55

Лист № 56

Лист № 57

Лист № 58

Лист № 59

Лист № 60

Лист № 61

Лист № 62

Лист № 63

Лист № 64

Лист № 65

Лист № 66

Лист № 67

Лист № 68

Лист № 69

Лист № 70

Лист № 71

Лист № 72

Лист № 73

Лист № 74

Лист № 75

Лист № 76

Лист № 77

Лист № 78

Лист № 79

Лист № 80

Лист № 81

Лист № 82

Лист № 83

Лист № 84

Лист № 85

Лист № 86

Лист № 87

Лист № 88

Лист № 89

Лист № 90

Лист № 91

Лист № 92

Лист № 93

Лист № 94

Лист № 95

Лист № 96

Лист № 97

Лист № 98

Лист № 99

Лист № 100

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Культура – гірчиця біла

Площа посіву – 100 га

Урожайність – 20 ц/га

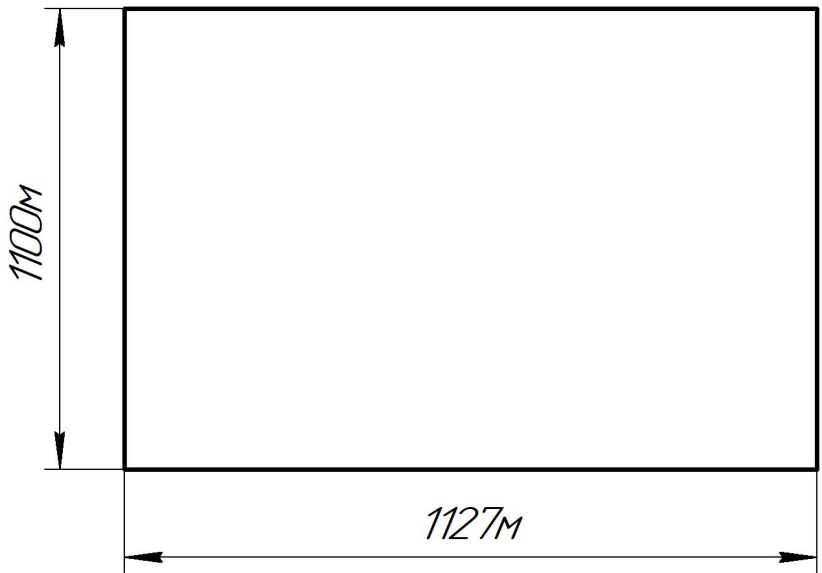
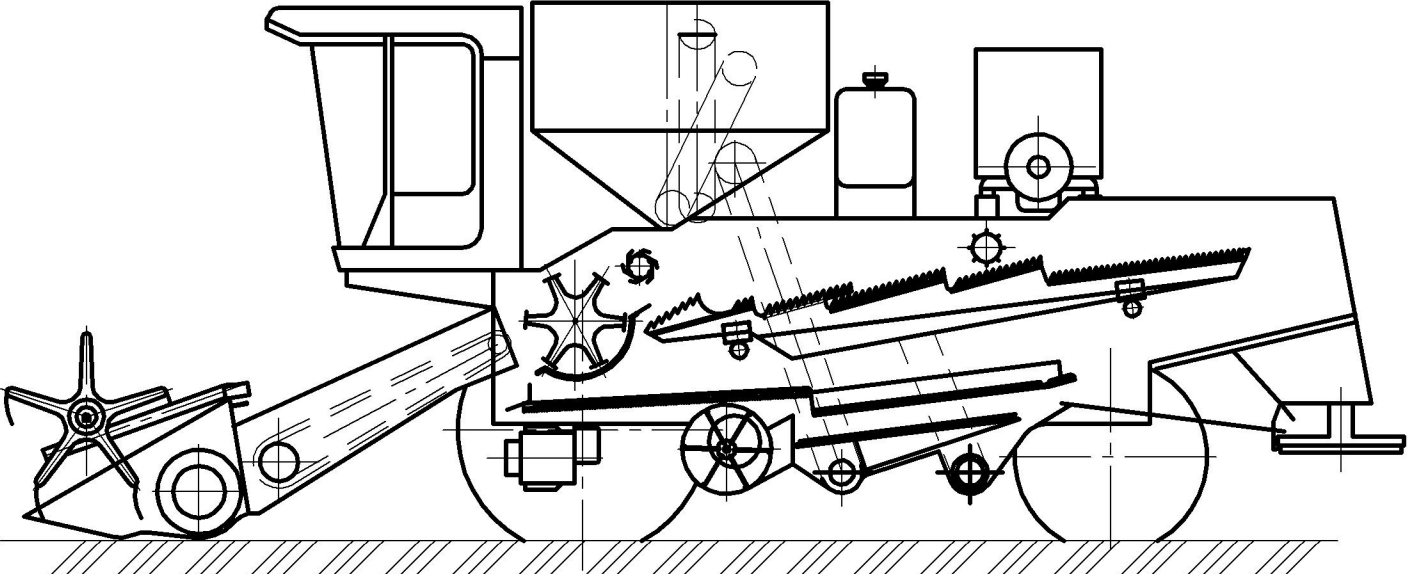
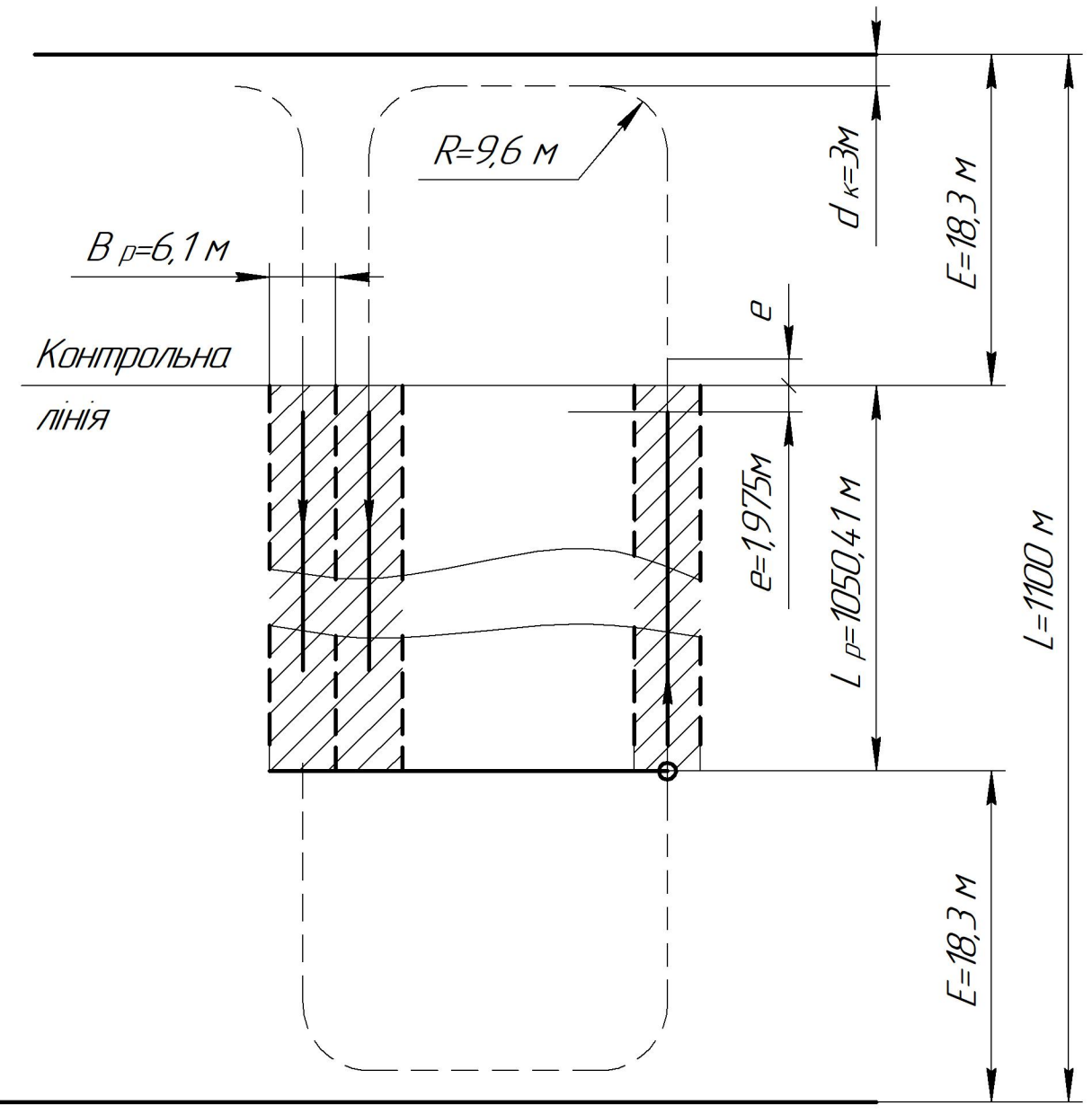
МВГБ 00. 001 ТЧ

№ п/п	Найменування технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Змінна норма виробітку
			трактори	с.-г. машини	
1	Чизелювання ґрунту на глибину 25 см	100 га	JOHN DEERE 8320R	ЧН-4,5	14 га
2	Навантажування мінеральних добрив	10 т	ЮМЗ-6	ПФ-0,5	240 т
3	Транспортування мінеральних добрив	10 т	МТЗ-80	ЗПТС-4	140 т
4	Глибоке ролушування ґрунту на глибину 35 см з одночасним внесенням мінеральних добрив	100 га	JOHN DEERE 8320R	ЧНУ-4	8 га
5	Передпосівна культивуація	100 га	JOHN DEERE 6175M	АГ-6	37 га
6	Боронування	85 га	JOHN DEERE 6175M	С-18+БЗСС-1	52 га
7	Підготовка гербіцидів	350 кг	JOHN DEERE 6175M	GREEN WAY 9 M	63 га
8	Навантаження мінеральних добрив	5 т	ЮМЗ-6	ПФ-0,5	240
9	Навантаження насіння	1,5 т	вручну		25 т
10	Транспортування мінеральних добрив та насіння	11,5 т	МТЗ-80	ЗПТС-4	140 т
11	Посів з внесенням мінеральних добрив	100 га	JOHN DEERE 8320R	GREAT PLAINS NTA-3510	12 га
12	Коткування	85 га	МТЗ-820	ККШ-6 ДЕМЕТРА	62 га
13	Боронування до появи сходів	85 га	JOHN DEERE 6175M	ЗГ-22+БЗТС-1,0	37 га
14	Навантаження гербіцидів	0,5 т	вручну		25 т
15	Транспортування гербіцидів	0,5 т	автомобілі		–
16	Транспортування води	20 т	автомобілі		–
17	Обпрізкування	100 га	МТЗ-820	ОП-3000	17 га
18	Навантаження інсектицидів	0,4 т	вручну		25 т
19	Транспортування інсектицидів	0,4 т	автомобілі		–
20	Транспортування води	20 т	автомобілі		–
21	Обпрізкування	100 га	МТЗ-820	ОП-3000	17 га
22	Обкошування країв	5 га	JOHN DEERE 9660WTS	JOHN DEERE 620F	7,7 га
23	Збирання врожаю	95 га	JOHN DEERE 9660WTS	JOHN DEERE 620F	7,7 га
24	Транспортування на тік	–	автомобілі		–
25	Очищення насіння	200 т	РБЦСМ-25		25 т
26	Транспортування у склад	180 т	автомобілі		–

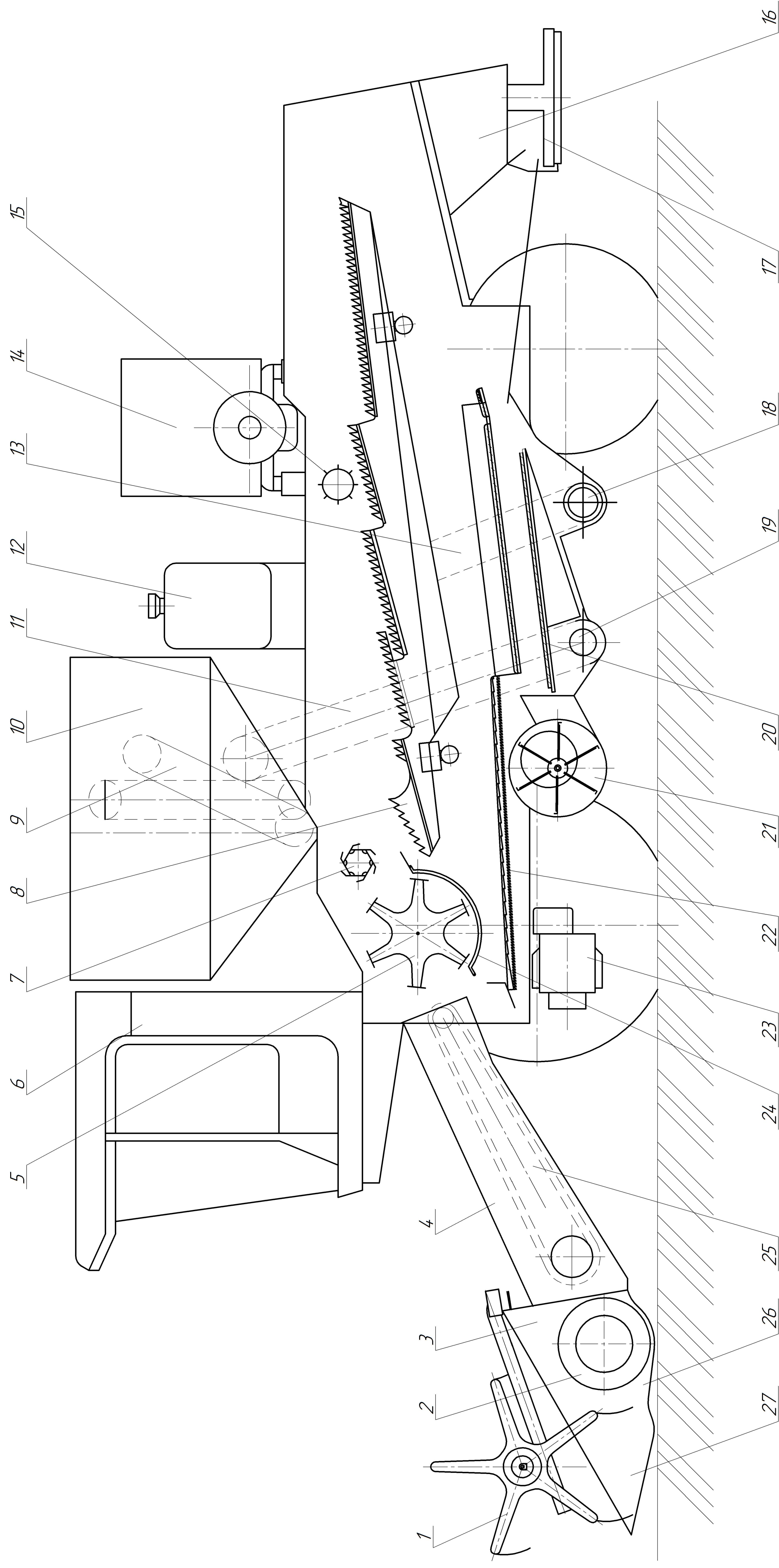
МВГБ 00. 001 ТЧ				
Ім'я	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Фамиченко			
Проб.	Мороз			
І.контр.				
Н.контр.	Мочок			
Уліб.	Усценко			
Технологічна карта				
–				
ЦНТУ				
гр. АІ-20-ЗСК				
Формат А1				

Операцино-технологічна карта
на збирання насіння гірчиці білої

МВГБ 00. 002 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 124 га; довжина гонів – 1100 м; величина підйому – 3°.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	1. Висота стерні в залежності від густини і висоти стеблостою в межах – 15–25 см. 2. Втрати насіння за жаткою: до 1% для прястоячих рослин, до 1,5% для полеглих. 3. Втрати насіння через недомолот не більше 1,5%. 4. Подрібнене насіння – не більше 1%.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Комбайн JOHN DEERE 9660WTS, робоча ширина захвату – 6,1 м, робоча швидкість агрегата – 1,97 км/год; мінімальний радіус повороту – 9,6 м; кінематична довжина агрегату – 6,39 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд комбайна і жатки. 2. Перевірити поверхні робочих органів жатки, загострення лез, кріплення вузлів. 3. Відрегулювати зазори між сегментами та вкладишами.	
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 18,3 м; оптимальна ширина заїмки – 91,5 м; кількість заїмок – 12 (11 шириною по 91,5 м 1 – шириною 120,78 м).	Схема руху одного циклу  L – довжина гонів L_p – робоча довжина заїмки E – ширина поворотної смуги e – довжина виїзду агрегату B_p – ширина захвату агрегату dk – кінематична ширина агрегату
Спосіб руху	Спосіб руху – заїмковий з петлевими поворотами	
Швидкість руху	Робоча швидкість – $v_p=1,97$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 66,08 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 1,057га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 7,69 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 7,28 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 34,39 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 264,48 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. На поверхні поля не допускається наявність незрізаних стебел рослин 2. Виконати 15–25 замірів втрат насіння по діагоналі заїмки. Втрати не повинні перевищувати 2% 3. Чистота насіння в бункері повинна бути не менше 25% 4. Подрібнення насіння не повинне перевищувати 1%.	

МВГБ 00. 002 Т4				Лист	Масо	Масштаб
Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Операцино-технологічна карта на збирання насіння гірчиці білої		
Розроб	Фомченко					
Проб.	Мороз					
І.контр.						
Н.контр.	Мороз			–		
Читб.	Лещенко					
				Лист	Листів	
				ЦНТУ		
				гр. АІ-20-ЗСК		
				Формат А1		



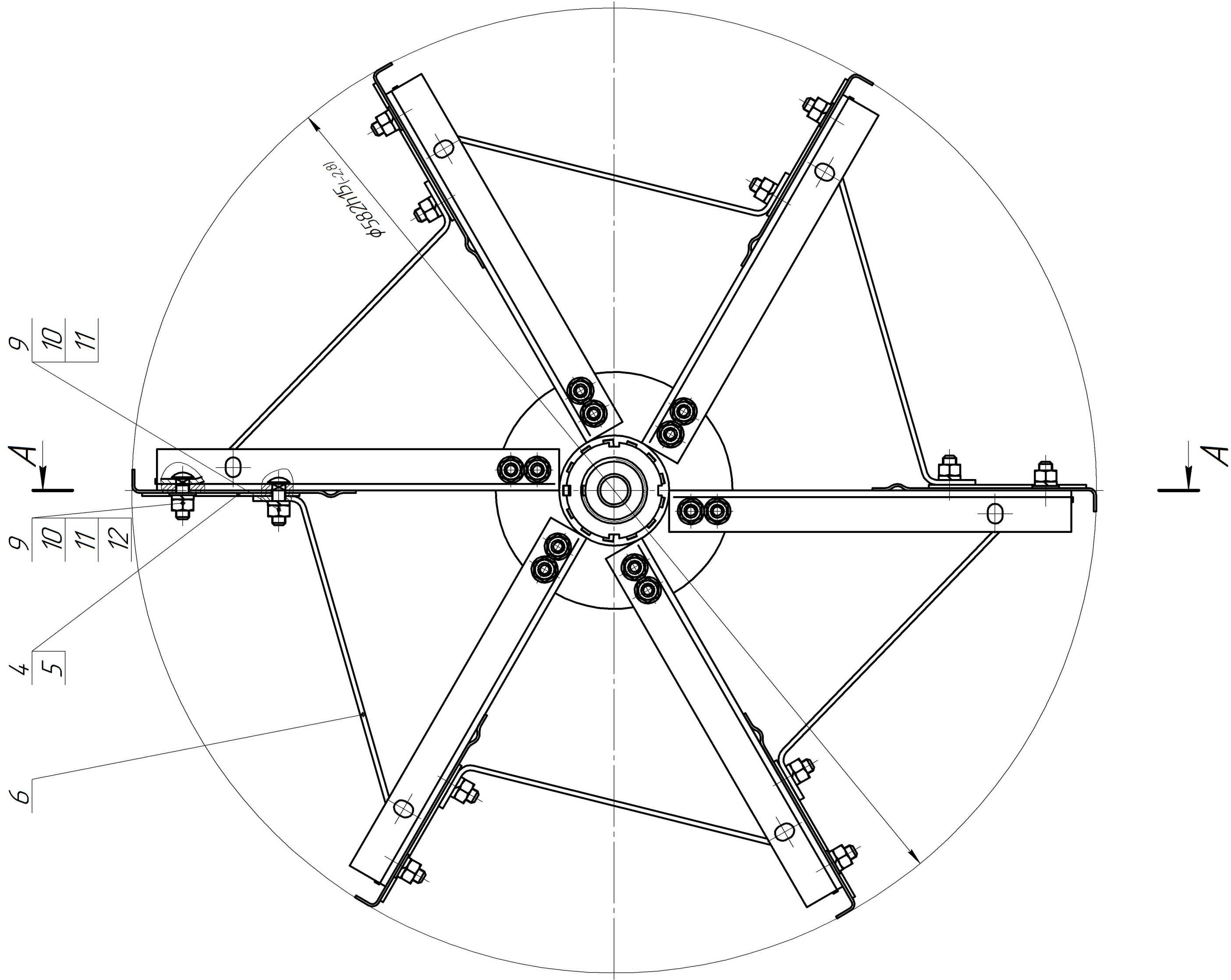
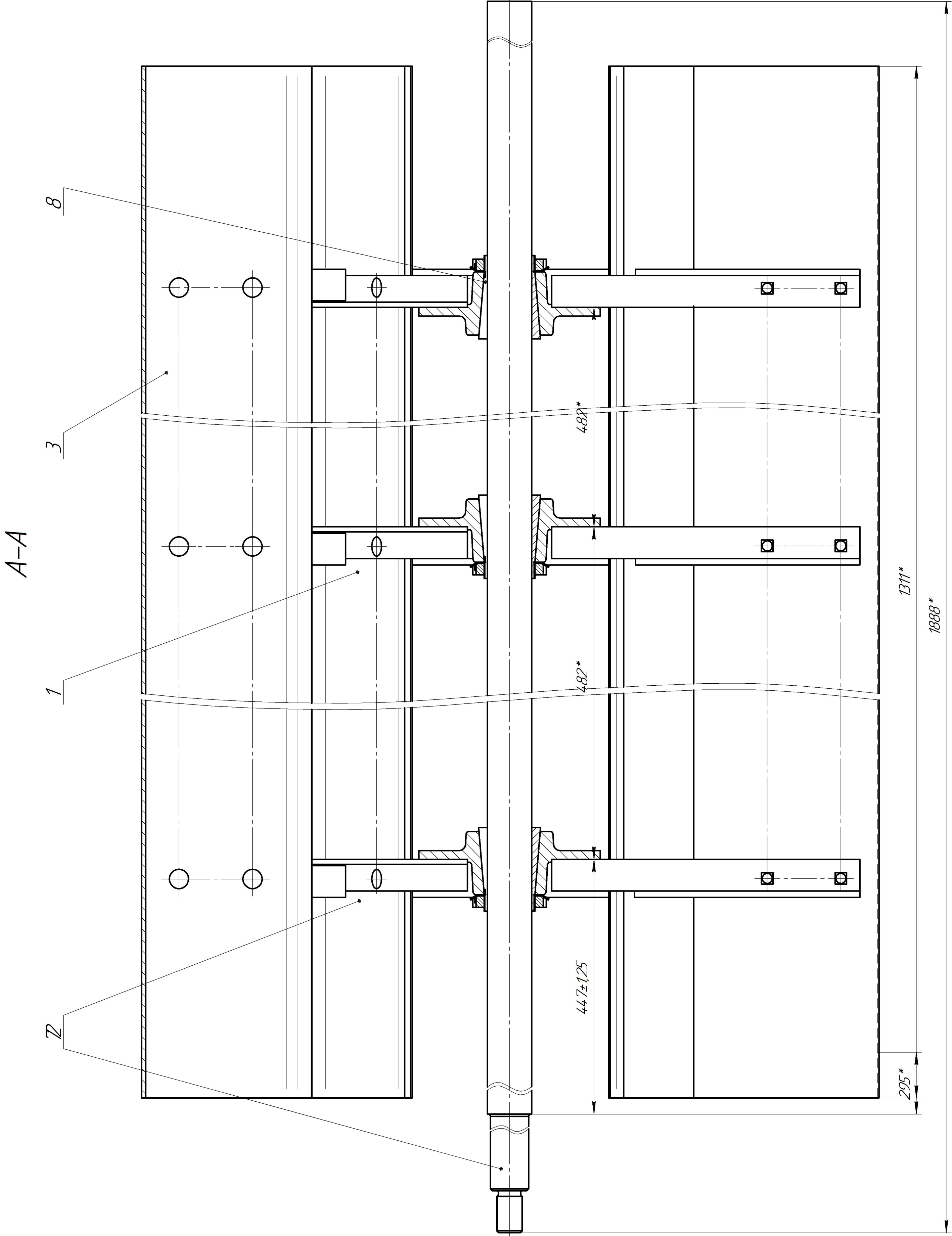
- 1 – матоволо
- 2 – шнек
- 3 – жатка
- 4 – похила камера
- 5 – молотильний барабан
- 6 – кабіна
- 7 – віддільний бітер
- 8 – соломотряс
- 9 – зерновий шнек

- 10 – зерновий дункер
11 – зерновий елеватор
12 – паливний бак
13 – колосовий елеватор
14 – двигун
15 – розпушувач соломи
16 – подріднювач
17 – розкидач полов
18 – колосовий шнек

- 19 – зерновий шнек
20 – решітний стан
21 – вентилятор
22 – транспортна дошка
23 – передній міст
24 – підбарання
25 – транспортер похилої камери
26 – різальний апарат
27 – мис

[illegible]

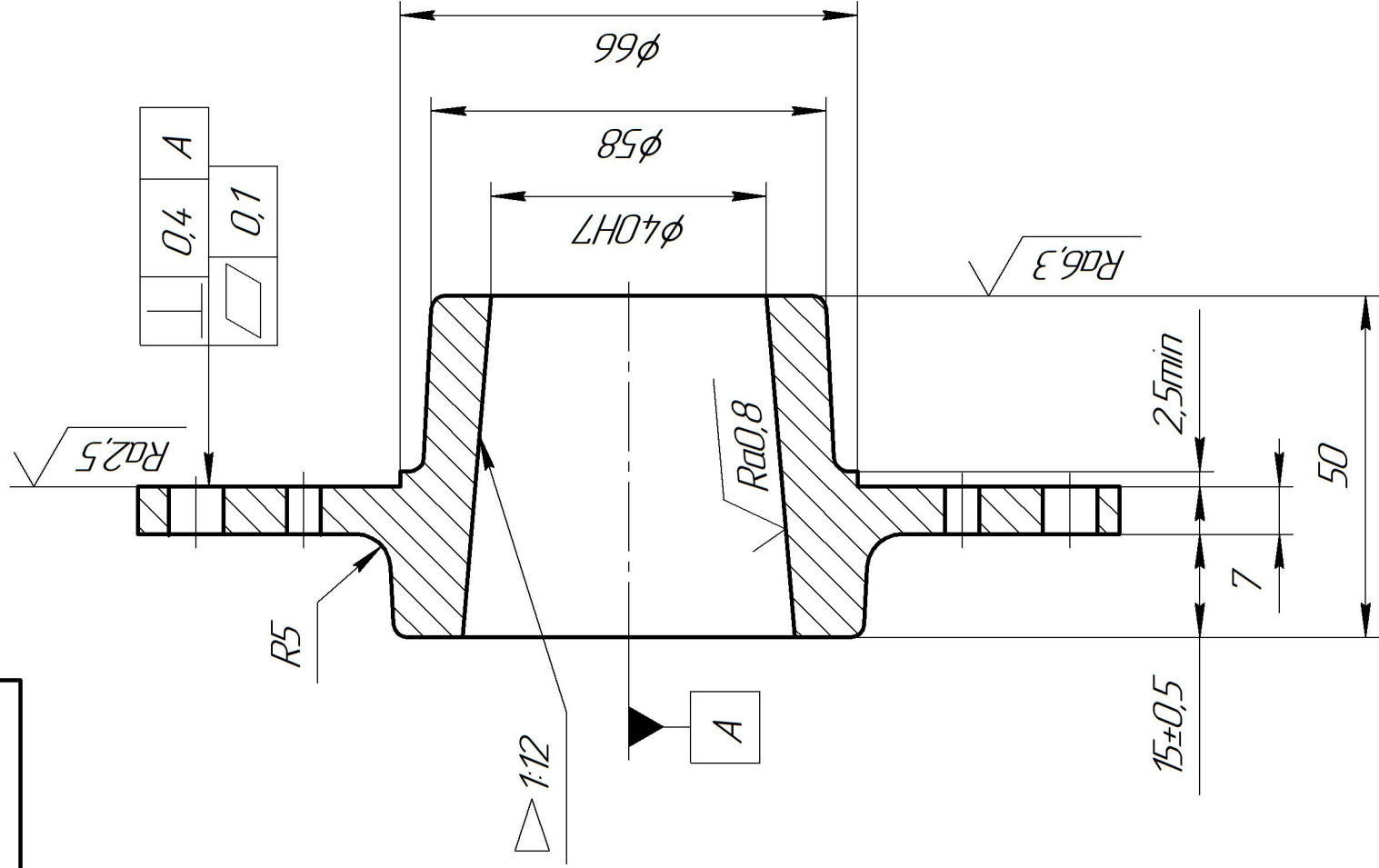
Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
Справ. №		A1			JDR 160. 000	Складальне креслення	1					
						Сборочные единицы						
			1	JDR 160. 010 СБ	Раструб	1						
			2	JDR 160. 020 СБ	Кожух нижній	1						
			3	JDR 160. 030 СБ	Ковпак правий	1						
			4	JDR 160. 040 СБ	Ковпак лівий	1						
			5	JDR 160. 050 СБ	Варіатор	1						
			6	JDR 160. 060 СБ	Датчик	1						
			7	JDR 160. 070 СБ	Заслінка	1						
			8	JDR 160. 080 СБ	Опора	1						
			9	JDR 160. 090 СБ	Кронштейн	1						
			10	JDR 160. 100 СБ	Крилич	1						
					Детали							
			11	JDR 160. 001	Зірочка	1						
					Стандартные изделия							
			12		Болт М6-6gx15.66.019 ГОСТ 7796-70	1						
			13		Підшипник 680307	2						
					ГОСТ 24850-81							
Подп. и дата		JDR 160. 000 СБ										
Инд. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вентилятор очистки			Лит.	Лист	Листов
		Разраб.	Фоміченко									
		Проб.	Мороз				ЦНТУ, гр. АІ-20-Зск					
		Н.контр.	Мачок									
		Утв.	Лещенко									



1*Размеры для доделок.
2. Статичный дисбаланс не больше 10,2 г.мм

JDR 160. 010 СБ				Место		Материал	
Крылат				Дет.	426	12	
				Лист	Лист	Лист	1
				ЦНТУ		ар. А1-20-Эск	
				Менеджер		Инженер	
				Учред.		Лист	
				Копировать		Формат А1	

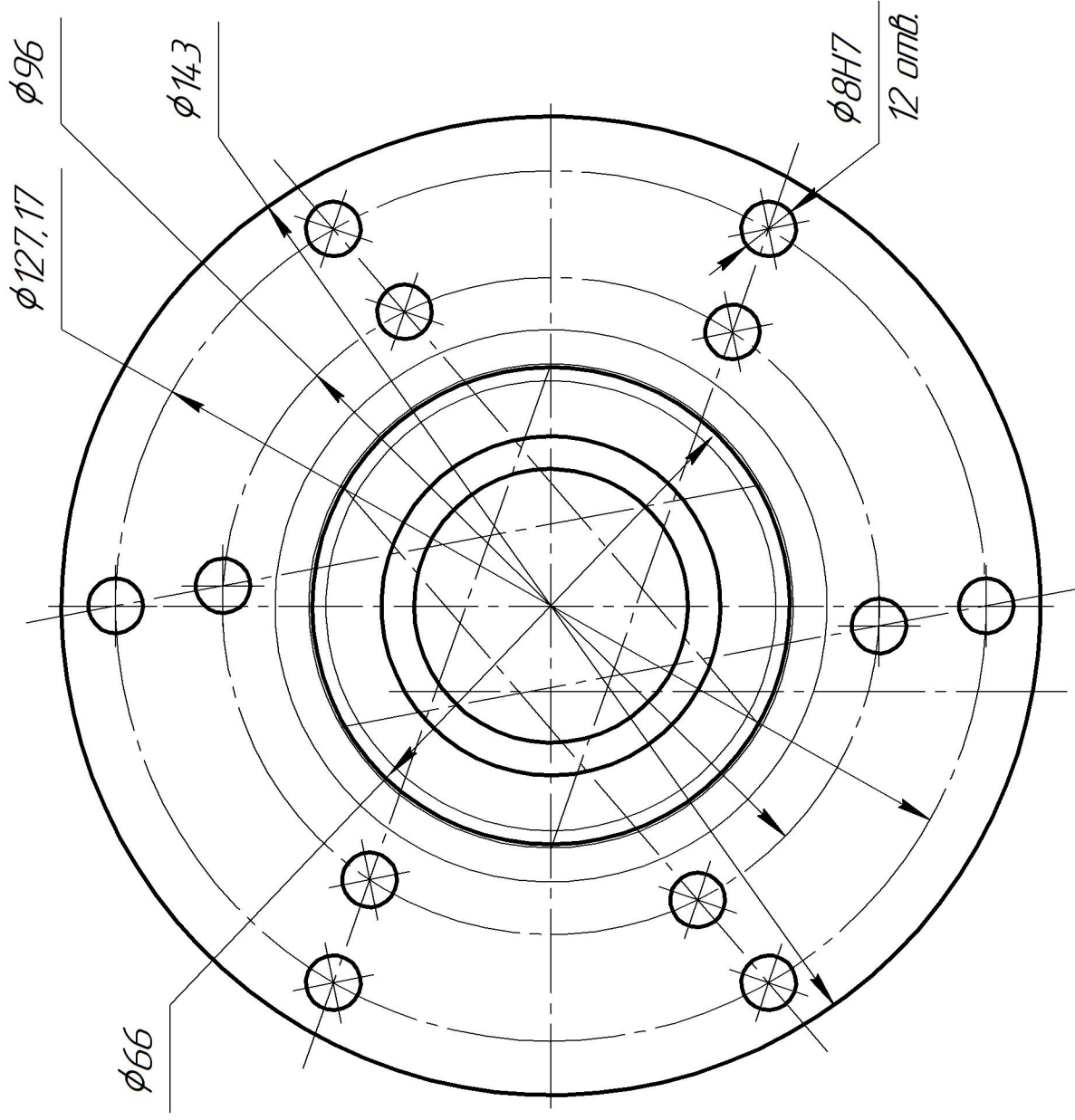
Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		A1			JDR 160. 010	Складальне креслення	1		
						Детали			
				1	JDR 160. 010. 701	Куттик	30		
				2	JDR 160. 010. 301	Маточина	5		
				3	JDR 160. 010. 401	Лопать	6		
				4	JDR 160. 010. 402	Пластина	30		
				5	JDR 160. 010. 403	Шаїда	60		
				6	JDR 160. 010. 404	Кожух	10		
				7	JDR 160. 010. 601	Вал	1		
						Стандартные изделия			
						Болт М6х-6дх25.66.019 ГОСТ 7783-81	60		
				9		Втулка розпірна ГОСТ 24850-81	5		
				10		Гайка М6-7Н.019 ГОСТ 5927-70	60		
				11		Гайка М39 019 ГОСТ 11871-88	5		
Инд. № подл.				12		Шаїда 6 65Г.019 ГОСТ 6402-70	30		
				13		Шаїда 6.01.019 ГОСТ 11270-78	60		
				14		Шаїда 2Н.64.03.019 ГОСТ 11872-89	5		
		JDR 160. 010							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Фоміченко				Лит.	Лист	Листов
		Проб.	Мороз						1
		Н.контр.	Мачок				ЦНТУ, гр. АІ-20-Зск		
		Утв.	Лещенко						
		Крилач вєтилятора							
		Копировал					Формат А4		



1. Небказані ливарні цхили 3°:

2. Невказані радіуси 2 мм.

3. Невказані граничні відхилення розмірів: $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$.

$$\sqrt{Ra_{125}(\checkmark)}$$


JDR 160. 010. 301

МАТРОЧКИНА

См. 35 Г.О.С. 1050-88

БЛНП

2D. A1-20-3CK

Копирован

формат	A3
--------	----

