

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:**

«Удосконалення технології вирощування соняшнику з
модернізацією комбайна John Deere 9750 STS»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-21-3ск

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Шевченко Максим Олегович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____Сергій МОРОЗ

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____Вадим БРЕДИХІН

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти Бакалавр

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Сергій ЛЕЩЕНКО

« » 2024 року

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

Шевченко Максима Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Удосконалення технології вирощування соняшнику з модернізацією
комбайна John Deere 9750 STS

2. Керівник роботи (проекту)

Мороз Сергій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент

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

3. Строк подання роботи до захисту 18.06.2024 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

Удосконалити технологію вирощування соняшника та підвищити
ефективність роботи комбайна John Deere 9750 STS

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–6	Мороз С.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	18.06.2024 р.	
2	Графічна частина	18.06.2024 р.	
3	Перевірка роботи на доброчесність	18.06.2024 р.	
4	Захист роботи	28–30.06.2024 р.	

Дата видачі завдання

«14» березня 2024 р.

Підпис керівника

_____ Сергій МОРОЗ
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«14» березня 2024 р.

Підпис здобувача _____

Максим ШЕВЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

Перв. примен.	№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание			
			1							
			2					Документація загальна		
			3							
			4					Заново розроблена		
Справ. №	5									
	6	A1	ТВС 00. 000 С2	Комбайн зернозбиральний	1					
	7			JOHN DEERE 9750 STS						
	8	A4	ТВС 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	42					
	9									
	10			Документація по						
	11			технологічній частині						
	12									
	13			Заново розроблена						
	14									
Підп. и дата	15	A1	ТВС 00. 001 Т4	Технологічна карта	1					
	16	A1	ТВС 00. 002 Т4	Операційно-технологічна	1					
	17			карта збирання соняшнику						
	18									
Инд. № ацкл.	19			Документація						
	20			по складальних одиницях						
	21									
Взам. инв. №	22			Заново розроблена						
	23									
	24	A1	ТВС 01. 020. 040 СБ	Решето верхнє	1					
Підп. и дата										
	ТВС 00. 000									
Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи		Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Шевченко							1	2
	Пров.	Мороз								
	И.контр.	Мачок								
	Утв.	Лещенко								
ЦНТУ, гр. АІ-21-ЗСК										

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1						
2			<u>Документація по деталях</u>			
3						
4			<i>Заново розроблена</i>			
5						
6	A2	<i>ТВС 01. 01. 201</i>	<i>Коромисло</i>	1		
7	A2	<i>ТВС 01. 04. 020. 401</i>	<i>Гредінка</i>	1		
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дцкл.	Подп. и дата	<i>ТВС 00. 000</i>	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
					<i>Лист</i>	
					2	

Зміст

	стор.
Вступ.....	6
2. Аналіз технології вирощування соняшнику з визначенням шляхів її удосконалення	7
3. Операційна технологія виконання збирання соняшнику.....	10
4. Інженерна частина.....	19
5. Охорона праці.....	38
Висновки	40
Список використаної літератури	41
Додатки.....	

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

ВСТУП

Соняшник та соняшникова олія мають великий попит на світових ринках. Зростання кількості населення на планеті створює постійний попит продукти харчування.

Соняшникова олія один з найдешевших продуктів з усіх видів олій, що виробляє та споживає людство. Вона високорентабельний продукт, що приносить своїм виробникам значні прибутки. Технології та техніка для виробництва соняшникової олії постійно удосконалюються.

Таким чином забезпечується високий попит для виробництва олії – на насіння соняшнику.

Виробники сільськогосподарської продукції користуються постійним високим попитом та набагато збільшили площі для вирощування цієї культури.

Для отримання високих врожаїв необхідно постійно удосконалювати технологію його вирощування: використовувати нові гібриди, застосовувати новітні технології проведення операцій та сучасну техніку, органічні добрива та засоби захисту рослин.

Вчасно проведені технологічні операції з дотриманням всіх агротехнічних вимог це половина успіху вирощування високих врожаїв сільськогосподарських культур.

					<i>ТВС 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>Шевченко</i>									6	42
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>							<i>ЦНТУ, гр. АІ-21-ЗСК</i>			
<i>Н. контр.</i>	<i>Мачок</i>										
<i>Затв.</i>	<i>Леценко</i>										

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Аналіз технології вирощування соняшнику

З кожним роком за соняшником все більше затверджується одне з чільних місць за зайнятими площами в Україні. Це пов'язано з неспадаючим попитом на світових ринках на соняшникову олія. Внаслідок цього ціни на неї постійно зростають. Соняшникова олія має нижчу вартість ніж олії з інших сільськогосподарських культур. Характерний приємний смак та яскраво виражений аромат відрізняють її від інших видів олій. Навіть населення країн з розвиним виробництвом оливкової олії стало надавати більше переваги соняшниковій олії.

Поступово наша країна увійшла до переліку країн найбільших виробників соняшникового насіння та вже кілька років займає перше місце з виробництва та експорту олії з нього.

Тому удосконалення технології його вирощування є актуальним не тільки зараз, але й у найближчому так і віддаленому майбутньому, тобто постійно потрібно враховувати та запроваджувати новітні досягнення науки та запроваджувати самі свіжі моделі техніки та технології. Це забезпечить зниження собівартості його вирощування, а значить будуть зростати прибутки у виробників.

Зазвичай після збирання попередника проводять поверхневий обробіток у два етапи з розривом між ними у 2–3 тижні. При першому обробітку глибина луцення дисковими луцильниками становить 5–6 см. Наступний обробіток проводять на глибину 14–16 см важкими дисковими боронами чи культиваторами: плоскорізом або важким. Другий обробіток можна замінити внесенням ґрунтового гербіциду.

В кінці літа чи на початку осені розкидають по поверхні поля мінеральні добрива, які заорюють зяблевою оранкою на глибину 22–25 см.

Перед настанням зими проводять культивуацію паровими культиваторами з приєднаними до них зубовими боронами.

Ранньою весною проводять закриття вологи з одночасним вирівнюванням поверхні полі, але тільки у раз того, що воно не проводилось восени. Якщо воно було проведено пізньої осені, то на весні боронування не проводять взагалі.

До передпосівної культивації проводять ранню культивуацію з використанням шлейф–борін.

Перед посівом насіння соняшнику проводять передпосівний обробіток з використанням культиваторів на глибину 8–10 см.

Сіють насіння соняшнику не пізніше ніж на наступний день після проведення передпосівного обробітку ґрунту. Для цього використовують просапні сівалки точного висіву. Глибина загортання залежить від вологості верхніх шарів. За достатньої вологості вона має становити 5–6 см, за недостатньої – 7–8 см. При цьому вносять стартову дозу мінеральних добрив.

Після посіву поле коткують кільчасто–шпоровими котками.

«Для знищення паростків бур'янів посіви боронують до та після появи сходів». У разі знаходження на поверхні поля великої кількості рослинних решток обробіток боронами не проводять.

Кількість міжрядних обробітків залежить від кількості бур'янів. З малої кількості проводять один, за великої – 2–3.

Під час вегетації рослин проводять їх підживлення мінеральними добривами та мікроелементами, а також обробляють для захисту від шкідників та хвороб.

Після дозрівання насіння та засихання кошиків проводять збір урожаю з використанням зернозбиральних комбайнів. Комбайни

обладнують або жниварками для скошування соняшника, або на зернові жниварки встановлюють пристосування для його збирання.

2.2. Шляхи удосконалення технології вирощування соняшнику

Багаторічні спостереження та дослідження показали, що в сучасних умовах при застосуванні класичної чи мінімальної технології обробітку ґрунту використання дискових луцильників недоцільно, а інколи навіть шкідливо для ґрунтів. Тому після збирання попередника пропонуємо провести обробіток комбінованим знаряддям. Це дозволить загорнути у верхні шари ґрунту рослинні рештки та частину стерні. При цьому буде зрізано коріння бур'янів, які залишаться на поверхні поля.

Замість розкидання мінеральних добрив по поверхні ґрунту та оранки на зяб пропонуємо провести глибоке розпушування з одночасним смуговим внесенням туків в оброблюваний шар. Для цього використаємо ґрунторозпушувач обладнаний пристосуванням для внесення мінеральних добрив.

Після прикочування посівів провести внесення ґрунтового гербіциду із загортанням його легкими зубовими боронами чи пружинною бороною. Це дозволить знищити паростки бур'янів та пригнітить їх насіння, що забезпечить рослинам культури розвиватися протягом тривалого періоду їх вегетації без шкідливого впливу бур'янів.

Для збирання врожаю замінюємо агрегат, що складається комбайна JOHN DEERE 9660WTS та жатки для збирання соняшнику Capello Helianthus 5700 агрегатом із зернозбирального комбайна John Deere 9750 STS та жатки для збирання соняшнику Capello Helianthus 7500.

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКУ

3.1. Розрахунок складу машинно–тракторного агрегату [19–21]

Виконаємо розрахунки з обґрунтування складу збирального агрегату. Урожайність соняшнику 36 ц/га (0,36 кг/м), величина підйому 3%. Агрегат за базовою технологією складається із комбайна JOHN DEERE 9660WTS (вага комбайна $G_k^{np} = 112,30$ кН), потужність двигуна – 234 кВт [16] та жатки для збирання соняшнику Capello Helianthus 5700 (вага $G_{np}^o = 17,66$ кН) [17], коефіцієнт опору коченню $f = 0,1$, робоча агротехнічна швидкість в межах 6...12 км/год; величина буксування $\delta = 13\%$, питома потужність на привід в дію робочих органів $N_n = 4,5$ кВт·с/кг. Агрегат за проектною технологією складається із зернозбирального комбайна John Deere 9750 STS [18] (вага комбайна $G_k^{np} = 133,25$ кН), потужність двигуна – 239 кВт та жатки для збирання соняшнику Capello Helianthus 7500 (вага $G_{np}^{np} = 23,54$ кН) [17].

«Робоча швидкість руху комбайнового агрегату:»

$$v_p = \frac{3,6 \cdot q_\phi}{B_k \cdot \beta \cdot U \cdot (1 + \delta_c)}, \quad (3.1)$$

де « B_k – конструктивна ширина захвату жатки, $B_{k1} = 5,7$ м, $B_{k2} = 8,0$ м;
 q_ϕ – продуктивність молотарки комбайна, $q_{\phi1} = 12$ кг/с, $q_{\phi2} = 18$ кг/с;
 β – коефіцієнт використання ширини захвату жатки, $\beta = 0,95$;
 U – урожайність культури, $U = 3,5$ т/га;
 δ_c – солемистість, $\delta_c = 1,5$.

Таким чином, робоча швидкість руху агрегату становить:»

$$v_{p1} = \frac{36 \cdot 12}{5,7 \cdot 0,95 \cdot 3,5(1 + 1,5)} = 9,11 \text{ км/год.}$$

$$v_{p2} = \frac{36 \cdot 18}{8 \cdot 0,95 \cdot 3,5(1 + 1,5)} = 9,74 \text{ км/год.}$$

«Перевіряємо можливість роботи зернозбирального комбайна при розрахованій швидкості і допустимій потужності завантаження двигуна за формулою»:

$$N_e = \frac{G_m \cdot v_p}{36 \cdot \eta_m \cdot \eta_o} + \frac{0,1(N_{nut} \cdot q_{nut} + N_{np\,xx} + N_{np\,доо})}{0,95_{np}}, \quad (3.2)$$

де R_m – опір переміщення комбайна по полю, кН;

$$R_m = G_m \left(f_m + \frac{i}{100} \right), \quad (3.3)$$

G_m – вага комбайна з жаткою

$$G_{m1} = 112,3 + 17,66 = 129,96 \text{ кН},$$

$$G_{m2} = 133,5 + 23,54 = 157,04 \text{ кН};$$

f_m – коефіцієнт опору коченню, $f_m=0,2$;

i – нахил поля, $i=3^\circ$

$$R_{m1} = 129,96 \left(0,2 + \frac{3}{100} \right) = 29,89 \text{ кН};$$

$$R_{m2} = 157,04 \left(0,2 + \frac{3}{100} \right) = 36,12 \text{ кН};$$

η_m – «коефіцієнт трансмісії, $\eta_m=0,93$;

η_o – коефіцієнт буксування, $\eta_o=0,87$;

N_{nut} – питома потужність, яка необхідна для приведення в дію робочих органів жатки, кВт, $N_{nut}=11,9$ кВт;

q_{nut} – допустима пропускна здатність, кг/с.

$N_{np\,xx}$, $N_{np\,доо}$ – витрати потужності на технологічний процес, на холостий хід механізмів комбайна і на привод допоміжних органів, кВт;

η_{np} – коефіцієнт корисної дії приводу робочих органів, $\eta_{np}=0,95$ »

$$N_{e1} = \frac{129,96 \cdot 9,11}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{0,1(11,9 \cdot 12 + 0 + 0)}{0,95} = 55,68 \text{ кВт};$$

$$N_{e1} = \frac{157,04 \cdot 9,74}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{0,1(11,9 \cdot 18 + 0 + 0)}{0,95} = 75,06 \text{ кВт.}$$

При номінальній потужності двигуна зернозбирального комбайна $N_{en1}=234 \text{ кВт}$ та $N_{en2}=239 \text{ кВт}$ виконується умова:

$$N_{en1}=234 \text{ кВт} > N_{e1}=55,68 \text{ кВт}; \quad N_{en2}=239 \text{ кВт} > N_{e2}=75,06 \text{ кВт.}$$

За визначеної швидкості агрегат буде працювати ефективно.

«Технологічна продуктивність комбайна»:

$$W_m = 0,1 \cdot v_a \cdot B; \quad (3.4)$$

$$W_m^{\delta} = 0,1 \cdot 9,11 \cdot 5,7 = 5,19 \text{ га/год};$$

$$W_m^{np} = 0,1 \cdot 9,74 \cdot 8 = 7,79 \text{ га/год};$$

Оперативна продуктивність визначається за виразом

$$W_{on} = W_m \cdot \tau, \quad (3.5)$$

де τ – коефіцієнт оперативної продуктивності

$$\tau = \frac{1}{1 + 0,1 \cdot t_{\text{доо}} \cdot v_p \cdot B}, \quad (3.6)$$

де $t_{\text{доо}}$ – допоміжний час, що розраховується за формулою

$$t_{\text{доо}} = \frac{100 \cdot t_{\text{нов}}}{z \cdot b \cdot L \cdot Y_n} + \frac{S}{G_3} t_{p3}, \quad (3.7)$$

де $t_{\text{нов}}$ – «час, що витрачається на поворот агрегату, $t_{\text{нов}} = 0,025 \text{ год}$;

b – ширина міжрядь, $b = 0,7 \text{ м}$;

L – довжина гонів, $L = 0,9 \text{ км}$;

Y_n – середня врожайність, $Y_n = 36 \text{ ц/га}$;

S – вихід зерна з кошиків, $S = 97 \%$;

G_3 – маса зерна у бункері, $G_3^{\delta} = 4,5 \text{ т}$, $G_3^{np} = 5,3 \text{ т}$;

t_{p3} – час на розвантажування бункеру, $t_{p3} = 0,04 \text{ год}$.

Таким чином»

$$t_{\text{доо}}^{\delta} = \frac{100 \cdot 0,025}{8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 60} + \frac{0,75}{4,5} \cdot 0,04 = 0,015 \text{ год};$$

$$t_{\text{дон}}^{\text{np}} = \frac{100 \cdot 0,025}{12 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 60} + \frac{0,75}{5,3} \cdot 0,04 = 0,011 \text{ год};$$

Тоді коефіцієнт оперативної продуктивності

$$\tau^{\delta} = \frac{1}{1 + 0,1 \cdot 0,015 \cdot 9,11 \cdot 5,7} = 0,928;$$

$$\tau^{\text{np}} = \frac{1}{1 + 0,1 \cdot 0,011 \cdot 9,74 \cdot 8} = 0,921.$$

Таким чином, оперативна продуктивність становить

$$W_{\text{он}}^{\delta} = 5,19 \cdot 0,928 = 4,97 \text{ га/год};$$

$$W_{\text{он}}^{\text{np}} = 7,79 \cdot 0,921 = 7,17 \text{ га/год}.$$

«Визначаємо змінну продуктивність агрегатів за формулою»:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (3.8)$$

де T_p – чистий робочий час, год

$$T_p = T_{\text{зм}} \cdot \tau, \quad (3.9)$$

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau=0,64$ »

$$T_p = 8 \cdot 0,64 = 5,12 \text{ год}.$$

$$W_{\text{зм}}^{\delta} = 0,1 \cdot 5,7 \cdot 9,11 \cdot 5,12 = 26,59 \text{ га/зм}.$$

$$W_{\text{зм}}^{\text{np}} = 0,1 \cdot 8 \cdot 9,74 \cdot 5,12 = 39,9 \text{ га/зм}.$$

Визначаємо витрати палива на 1 га обробітку, кг/га, за формулою:

$$Q_{\text{за}} = \frac{Q_{\text{зм}}}{W_{\text{зм}}}, \quad (3.10)$$

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

$$Q_{\text{за}} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_{\text{з}} \cdot T_{\text{з}}, \quad (3.11)$$

де Q_p , Q_x , $Q_{\text{з}}$ – відповідно годинна витрати палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках. Для комбайна JOHN DEERE 9660 WTS $Q_p=37,6$; $Q_x=21,7$; $Q_{\text{з}}=8,1$ кг/год. Для комбайна John Deere 9750 STS $Q_p=31$ кг/год; $Q_x=19,2$ кг/год; $Q_{\text{з}}=6,7$ кг/год;

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

$$T_x = T_z = \frac{T_{zm} - T_p}{2} = \frac{8 - 5,12}{2} = 1,44 \text{ год};$$

$$Q_{zm1} = 37,6 \cdot 5,12 + 21,7 \cdot 1,44 + 8,1 \cdot 1,44 = 235,42 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{zm2} = 31 \cdot 5,12 + 19,2 \cdot 1,44 + 6,7 \cdot 1,44 = 196,02 \text{ кг/зм}.$$

«Таким чином, витрати палива на 1 га становитимуть»:

$$Q_{ga}^b = \frac{235,42}{26,56} = 8,86 \text{ кг/га};$$

$$Q_{ga}^{np} = \frac{196,02}{39,9} = 4,92 \text{ кг/га}.$$

«Як видно з проведених розрахунків більш доцільно для збирання соняшнику використовувати агрегат до складу якого входять зернозбиральний комбайн John Deere 9750 STS, обладнаний жаткою для збирання соняшнику Capello Helianthus 7500, в якого більша продуктивність, а витрати палива, у порівнянні з агрегатом по базовій технології, менші».

3.2. Підготовка поля до роботи [19–21]

«В якості способу руху агрегату на полі обираємо загінковий всклад, а на кінцях загінок залишаємо смуги для розвороту агрегату.

Цей спосіб руху характерний першим петльовим поворотом, в той час як інші повороти – безпетльові. Визначаємо орієнтовну величину поворотної смуги при повороті (рис. 3.1)»:

– безпетльовому

$$E \approx 1,5R_{min}, \quad (3.12)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту, $R_{min} = 8,9$ м;

$$E = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ м};$$

– петльовому грушовидному

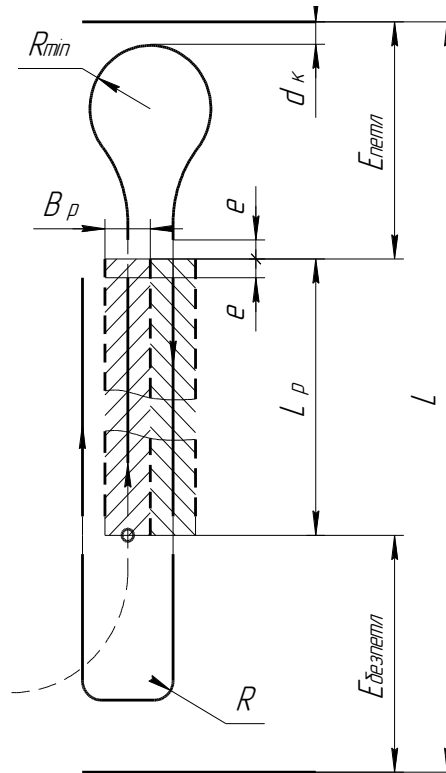


Рис. 3.1. Схема руху посівного агрегату в загінці

$$E = 3R_{\min} + L_a, \quad (3.13)$$

де L_a – «кінематична довжина агрегату, м.

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою»:

$$L_a = L_{\text{комб}} + L_{\text{пр}}, \quad (3.14)$$

де $L_{\text{комб}}$ – «кінематична довжина комбайна, $L_{\text{комб}} = 6,78$ м;

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

Отже,

$$L_a = 6,78 + 1,9 = 8,68 \text{ м};$$

$$E_{\text{нети}} = 3 \cdot 8 + 8,68 = 32,68 \text{ м}.$$

«Приймаємо ширину поворотної смуги кратною ширині захвату агрегату, щоб при наступному проходженні агрегат здійснював ціле число проходів»

$$E = K \cdot B_p, \quad (3.15)$$

де $K = \frac{E}{B_p},$

Отже

$$K_{петл} = \frac{32,68}{8} = 4,09;$$

$$K_{безпетл} = \frac{12}{8} = 1,5.$$

Приймаємо $K_{петл} = 5, K_{безпетл} = 2.$

Отже,

$$E_{петл} = 5 \cdot 8 = 40 \text{ м};$$

$$E_{безпетл} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}.$$

«Величина поворотних смуг при петльових грушовидних поворотах становить 40 м, а при безпетльових – 16 м.

Довжина виїзду агрегату залежить від розміщення робочих органів відносно центра агрегату. При використанні задньої навіски вона визначається за виразом:»

$$e = L_a; \quad (3.16)$$

$$e = 8,68 \text{ м}.$$

«Загінка – це ділянка поля призначена для роботи агрегату протягом двох—трьох змін. Для кожного агрегату відводять індивідуальну загінку. Щоб зменшити шлях холостих ходів ширину загінки беруть оптимальну, яка залежить від способу радіусу повороту.

Орієнтовну оптимальну ширину загінки при русі всклад і врозгін визначають за формулою»:

$$C_{opt} = \sqrt{L \cdot B_p + 16 \cdot R_{min}^2}, \quad (3.17)$$

де L – «довжина загінки, м;

B_p – робоча ширина захвату агрегату, $B_p = 8 \text{ м};$

R_{min} – мінімальний радіус повороту, $R_{min} = 8,9 \text{ м}.$

Таким чином

$$C_{onm} = \sqrt{900 \cdot 8 + 16 \cdot 8,9^2} = 92,02 \text{ м.}$$

«Узгодимо розміри загінки з робочою шириною машини. Для цього визначимо кількість проходів агрегату при проході однієї загінки»

$$n = \frac{C_{onm}}{B_p} = \frac{92,02}{8} = 11,5.$$

Приймаємо $n = 12$. Тоді

$$C = n \cdot B_p = 12 \cdot 8 = 96 \text{ м.}$$

«Кількість загінки визначаємо за формулою»

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (3.18)$$

де F – площа поля, $F = 102$ га;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 102}{900 \cdot 96} = 11,81 \text{ шт.}$$

«Отже, приймаємо на одному полі одинадцять загінки шириною $C_{1-11} = 96$ м і одну загінку шириною $C_{12} = C_{1-11} \cdot 0,81 = 77$ м.

Показником, який оцінює спосіб руху агрегату в загінці є коефіцієнт робочих ходів, який визначається за формулою»

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.19)$$

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

Робоча довжина загінки»

$$L_p = L - 4,5 \cdot R_{\min} - L_a; \quad (3.20)$$

$$L_x = 4,5R + 4 \cdot L_a, \quad (3.21)$$

$$L_p = 900 - 4,5 \cdot 8,9 - 8,68 = 851,27 \text{ м;}$$

$$L_x = 4,5 \cdot 8,9 + 4 \cdot 8,68 = 74,77 \text{ м.}$$

Тоді

$$K_p = \frac{851,27}{851,27 + 74,77} = 0,92.$$

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

Визначаємо тривалість одного циклу за формулою»:

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot v_a} + 2 \cdot t_n, \quad (3.22)$$

де t_n – час повороту в кінці загінки, $t_n = 1,5$ хв

$$T_u = \frac{12 \cdot 851,27}{10^2 \cdot 9,74} + 2 \cdot 1,5 = 13,49 \text{ хв} \approx 0,225 \text{ год.}$$

«Визначаємо технічну продуктивність за цикл»

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot v_a \cdot T_u \cdot \tau, \quad (3.23)$$

де τ – коефіцієнт використання робочого часу циклу, $\tau = 0,64$

$$W_u = 0,1 \cdot 8 \cdot 9,74 \cdot 0,225 \cdot 0,64 = 1,12 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_u = \frac{W_{зм}}{W_u}, \quad (3.24)$$

$$n_u = \frac{39,9}{1,12} = 35,63 \text{ цикл/зм.}$$

Витрати палива за цикл

$$Q_u = Q_{га} \cdot W_u, \quad (3.25)$$

$$Q_{зм} = 4,92 \cdot 1,12 = 5,51 \text{ кг/цикл.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис конструкції зернозбирального комбайна та напрямки вдосконалення його конструкції [18]



Рис. 4.1. Комбайн John Deere 9750 STS

Комбайн побудований за класичною схемою: рама, передній приводний міст, задній міст, похила камера, молотильний апарат, система очистки та домолоту, подрібнювач рослинних решток, енергетична установка, гідросистема, електрична система та електроніка, зерновий бункер з вивантажувальним шнеком, трансмісія, кабіна управління, система приводу робочих органів.

На відміну від класичної молотарки, в комбайні використовується аксіально–роторийний молотильний апарат, в наслідок чого немає потреби у використанні соломотрясу.

Для забезпечення рівномірної подачі хлібної маси перед роторним молотильним апаратом встановлено барабан–живильник. Маса подається на обмолот в сегмент кут якого складає 270° .

Система обмолоту STS (рис. 4.2) складається з трьох частин: розподіл і подача маси до зони обмолоту, обмолот основної маси та

кінцевий вимолот зерна з соломи. Підбарабання молотильного апарата 3-секційне. Використовуються решета з великими отворами, з малими отворами та пруткове.



Рис. 4.2. Система обмолоту STS комбайна John Deere 9750 STS

За молотильним апаратом встановлений подавальний барабан для перекидання рослинних решток до подрібнювача. Подрібнювач інерційний молоткового типу безпедірного різання. Після подрібнення рештки попадають до вентилятор розкидача, які роздувають їх по полю, смугою шириною біля 9 м. за потреби вони можуть вкладатися у валок позаду комбайна. Також можна укласти соломку у валок без її подрібнення.

Ножі жнивarki зрізають стебла. Мотовило спрямовує їх до шнека, котрий транспортує зрізану масу до центру жнивarki і пальцями, які є в його центральній частині, проштовхує до похилої камери. транспортер останньої захоплює її та подає до молотарки. Приймальний бітер якої спрямовує матеріал до роторного молотильного апарата, де проходить вимолот насіння соняшнику, яке разом з дрібними домішками просипається крізь решета до системи очистки. Вимолочене зерно з апарата просівається до транспортних шнеків, які подають його до системи очистки.

Лопатевий вентилятор створює повітряний потік, що проходить крізь вимолочену масу й виносить з неї легкі домішки до вентиляторів подрібнювача.

Очищена від легких домішок маса надходить на решета системи очистки. Крупні домішки йдуть сходом з верхнього решета назовні. На нижньому решеті відділяється недомолочена маса, яка потрапляє з решета до колосового шнека. Він транспортує її до колосового елеватора, котрий в сою чергу подає до домолочуючого пристрою. Після домолоту зернова маса подається на очистку повітряним потоком, що створює лопатевий вентилятор системи очистки. розподіл між решетами повітряного потоку відбувається в пропорції 20 до 80.

Очищене від домішок надходить до зернового шнека, який разом з зерновим елеватором та похилим шнеком транспортують його до зернового бункера, де воно накопичується. Після наповнення бункера за допомогою шнеків зерно засипається у кузова транспортних засобів, які вивозять його до місць накопичення чи реалізації.

На комбайнах серії STS встановлюються сервомотори регулювання зазору решіт з кабіни.

Розкидання соломи проводиться рівномірно на ширину до 9,15 м.

4.2. Технологічні розрахунки [22–23]

4.2.1. Визначення пропускної здатності молотильного апарата

Пропускна здатність молотильного апарата:

$$q = \sqrt{\frac{N(f_1 - f_2) \cdot M \cdot b \cdot \mu \cdot \delta_m \cdot l \cdot \eta \cdot \gamma \cdot g}{10 \cdot \pi \cdot D}}, \quad (4.1)$$

де N – «нормальна сила стискування, $N = 8$ Н;

f_1 – коефіцієнт тертя між хлібною масою і бичем барабана, $f_1 = 0,96$;

f_2 – коефіцієнти тертя між хлібною масою і декою, $f_2 = 0,86$;

M – кількість бичів, $M=12$ шт»;

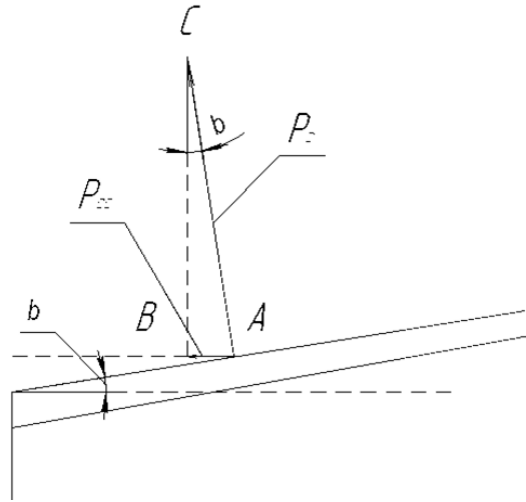


Рис. 4.3. Схема сил діючих на камеру ротора зі сторони обмолочуючої маси в повздовжній площині камери

b – «ширина бича, $b=0,055$ м;

μ – ступінь стиснення, $\mu = 6$;

δ_m – зазор на вході молотильного апарата, $\delta_m = 0,035$ м;

l – довжина барабану, $l = 3,13$ м;

η – коефіцієнт використання довжини барабану, $\eta = 0,98$;

γ – щільність хлібної маси. $\gamma = 56$ кг/м³;

D – діаметр молотильного барабана, $D = 0,75$ м»

$$q = \sqrt{\frac{8 \cdot (0,96 - 0,92) \cdot 12 \cdot 0,055 \cdot 6 \cdot 0,035 \cdot 3,13 \cdot 0,98 \cdot 56 \cdot 9,81}{10 \cdot 3,14 \cdot 0,75}} = 17,81 \text{ кг/с.}$$

Приймаємо, що пропускна здатність молотильного апарата становить 18 кг/с.

4.2.2. Визначення параметрів системи очистки

«Розміри очистки визначаються кількістю дрібного вороху, який надходить на очистку за одиницю часу»:

$$Q_g = q(1 - v \cdot \alpha), \quad (4.2)$$

де q – «подача в молотарку, кг/с;

v – коефіцієнт вмісту зерна в хлібній масі;

α – коефіцієнт, який залежить від режиму роботи молотильного апарата и вологості хлібної маси.

Визначаємо навантаження на очистку за вологості хлібної маси $W=15\%$ та коефіцієнту $\alpha=0,9$ »:

$$Q_{\varepsilon} = 18(1 - 0,4 \cdot 0,9) = 11,52 \text{ кг/с.}$$

Визначаємо потрібну площу решета очистки за допустимого питомого навантаження на решето $q_F=1,5 \dots 3,0 \text{ кг/(с} \times \text{м}^2)$:

$$F = \frac{Q_B}{q_F}, \quad (4.3)$$

$$F = \frac{11,52}{2,9} = 3,97 \text{ м}^2.$$

Визначаємо ширину решета, яка обмежується шириною молотарки B_M і становить:

$$B_p = (0,9 \dots 0,95) B_M, \quad (4.4)$$

$$B_p = 0,95 \cdot 1,67 = 1,59 \text{ м.}$$

За $B_M=1,59 \text{ м}$, довжина решета становить:

$$L = \frac{F}{B_p}, \quad (4.5)$$

$$L = \frac{3,97}{1,59} = 2,50 \text{ м.}$$

«Розміри нижнього решета приймаємо близькими до розміру верхнього.

Для отримання високої чистоти зерна ($\geq 98\%$) навантаження на одиницю ширини очистки не повинне перевищувати $q_B=1,5 \dots 1,7 \text{ кг/(с} \times \text{м)}$. Оскільки передбачена потім обробка зерна на стаціонарних зерноочисних пунктах, то знижуємо чистоту зерна до 96% , а навантаження на 1 м ширини очистки збільшуємо до $q_B=2,5 \dots 7,5 \text{ кг/(с} \times \text{м)}$. Тоді»:

$$q_B = \frac{Q_{\varepsilon}}{B} = \frac{11,52}{1,59} = 7,25 \text{ кг/(с} \times \text{м)}.$$

Визначене значення навантаження на одиницю ширини знаходиться в допустимих межах.

Приймаємо розміри верхнього решта – $B_p \times L = 1590 \times 2500$ мм.

Визначаємо довжину пальців подовжувача решета:

$$l_y = (0,15 \div 0,2) \cdot L = 2,5 \cdot 0,15 = 0,375 \text{ м.}$$

Відстань між пальцями подовжувача решета $12 \div 15$ мм, кут нахилу решіт до горизонту $0 \div 2^\circ$, кут нахилу пальців подовжувача $12 \div 15^\circ$. Амплітуда коливань решіт:

верхнього 60...80 мм;

нижнього 30...40 мм.

Частота коливань $260 \dots 300 \text{ хв}^{-1}$.»

4.2.3. 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.

Робоча швидкість повітряного потоку»

$$v_{pn} = v_{kp} \cdot \alpha_s. \quad (4.6)$$

α_s – коефіцієнт, $\alpha_s = 2,8$;

v_{kp} – критична швидкість витання, $v_{kp} = 6$ м/с

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

Витрати повітря Q_n для розділення збіжжя становлять:

$$Q_s = \frac{q_s}{k_1 \cdot \rho_n}, \quad (4.7)$$

де q_s – «кількість матеріалу, кг/с;

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

ρ_n – густина повітря, $\rho_n = 1,2 \text{ кг/м}^3$ »

$$Q_n = \frac{18}{0,25 \cdot 1,2} = 60 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Повний тиск, що створює вентилятор

$$h = h_c + h_o, \quad (4.8)$$

де h_c – статичний тиск, Па;

$$h_c = \frac{h_o(1 - k^2)}{k^2}, \quad (4.9)$$

h_o – динамічний тиск, Па

$$h_o = \frac{v_{pn}^2 \cdot \rho_n}{2}; \quad (4.10)$$

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

$k=0,5$

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

Тоді повний тиск

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

Теоретичний тиск (енергія 1 м³ повітря) становить

$$H_T = \frac{h}{\eta}, \quad (4.11)$$

де η – ККД вентилятора, $\eta=0,7$

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

Діаметр вхідного отвору D_o (рис. 4.4) визначається за формулою:

$$D_o = 2,57 \sqrt{\frac{\Delta \cdot \lambda_o \cdot Q_e}{\mu_o \cdot n(1 - \varphi_o)}}, \quad (4.12)$$

де Δ – коефіцієнт, $\Delta=0,55$;

λ_o – відношення D_o до D_1

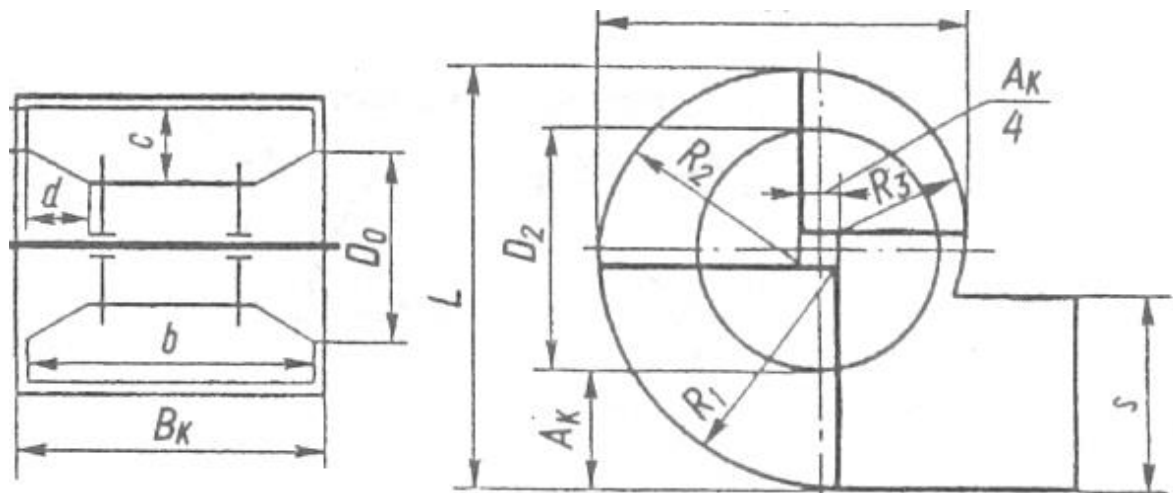


Рис. 4.4. Схема відцентрового вентилятора двобічного всмоктування

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

μ_0 – «коефіцієнт підтискування потоку, $\mu_0=1,0$;

n – частота обертання колеса вентилятора, $n=1200 \text{ хв}^{-1}$;

φ_0 – коефіцієнт попереднього закручування потоку, $\varphi_0=0,42$ »

$$D_o = 2,57 \sqrt{\frac{0,55 \cdot 1,9 \cdot 46,67}{1 \cdot 1200 \cdot (1 - 0,42)}} = 0,68 \text{ м.}$$

Знаходимо значення розміру зовнішнього діаметра колеса D_2

$$D_2 = \frac{60}{\pi \cdot n} \sqrt{\frac{H_T}{\varphi \cdot \rho_n}}, \quad (4.13)$$

де

$$\varphi = \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \operatorname{tg} \varepsilon_2} - \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot \operatorname{tg} \varepsilon_1}, \quad (4.14)$$

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»

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

Потужність, що витрачається на привід вентилятора N_ϵ

$$N_\epsilon = \frac{Q_\epsilon \cdot H_T}{\eta_n}, \quad (4.15)$$

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»

$$S = \frac{Q_\epsilon}{B_\epsilon \cdot v_{pn}}, \quad (4.16)$$

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

4.3. Силові розрахунки [22–23]

4.3.1. Визначення сил, що діють при обмолоті зернової маси

«Середнє колове зусилля на зубах барабана:

$$P = a_p q + b_p q^2, \quad (4.17)$$

де a_p – коефіцієнт, що залежить від зазору на вході і кута обхвату барабана підбарабанням, $a_p = 90 \dots 120 \text{ Н(кг/с)}^{-1}$;

b_p – коефіцієнт, що залежить від швидкості подачі маси до молотильного пристрою і зазорів на вході в молотильний простір,
 $b_p = 7 \dots 10 \text{ Н(кг/с)}^{-1}$ »

$$P = 250 \cdot 14 + 25 \cdot 14^2 = 8400 \text{ Н.}$$

Ця сила розподілена по колу в 360° .

Знайдемо зусилля, що діє на камеру ротора вздовж його осі

$$f = 1,2 f_0 + 0,5 / (b_0 b), \quad (4.18)$$

де f_0 – теоретичний коефіцієнт тертя,

$$f_0 = 0,25 + 0,8 \zeta, \quad (4.19)$$

де ζ – «відносний вміст вологи в стеблах рослин;

розміри зубів та планок $b_0 = 7 \text{ см}$, а $b = 5,5 \text{ см}$

Оскільки $f_{0_{\max}} = 0,52$, тоді»

$$f = 1,2 \cdot 0,52 + 0,5 / (7 \cdot 5,5) = 0,6382;$$

$$\alpha = \arctg 0,6382 = 32,5^\circ.$$

Рівнодіюча сила рівна:

$$P_p = P / \cos \alpha; \quad (4.20)$$

$$P_p = 8400 / \cos(32,5) = 9960 \text{ Н.}$$

Сила, що діє на ось ротора буде рівна:

$$P_{oc} = P_p \sin \beta, \quad (4.21)$$

де β – кут нахилу конуса камери ротора – $\beta = 9^\circ$

$$P_{oc} = 9960 \cdot \sin 9^\circ = 1558,08 \text{ Н.}$$

Така ж сила діє на ротор (барабан).

4.3.2. Розрахунок стійкості комбайна

«Проведемо розрахунок на поперечну стійкість комбайна. На комбайн в поперечно–вертикальній площині діють наступні сили: вага комбайна; сили інерції комбайна; реакція ґрунту; сила вітру (рис. 4.5).»

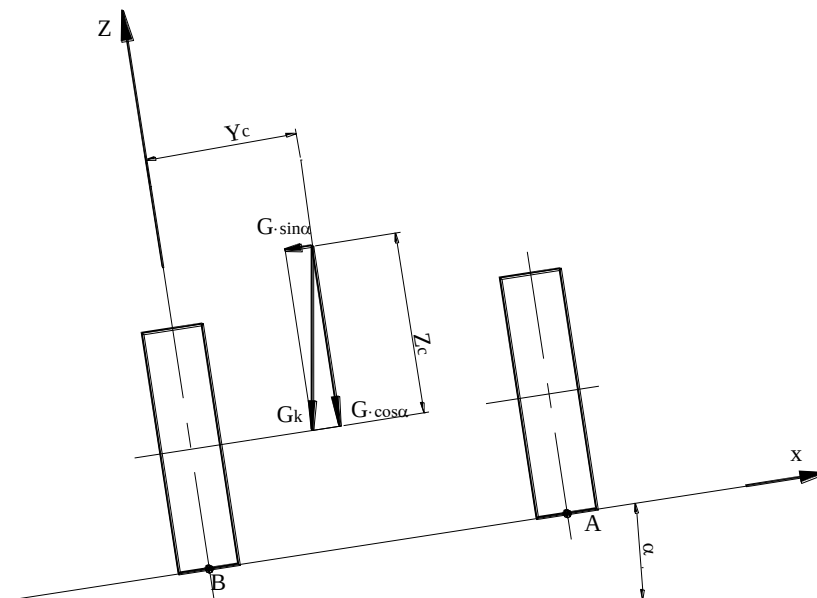


Рис. 4.5. Поперечна стійкість комбайна

«Сила ваги комбайна прикладена в центрі тяжіння, координати якого визначаються конструкцією комбайна з урахуванням заповнення бункера зерном. При поворотах комбайна на нього діють відцентрові сили інерції.

Визначаємо кут γ :»

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{b}{2 \cdot a},$$

де b – величина колії, $b=2800$ мм.;

a – відстань між осями коліс, $a=3775$ мм

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{b}{2 \cdot a};$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{2800}{2 \cdot 3775} = 20^\circ.$$

Визначимо граничний кут нахилу α , при якому нерухомий комбайн не перевертається:

$$\alpha_1(\text{вправо}) = \operatorname{arctg} \left(\left((a - X_c) \cdot \operatorname{tg} \gamma + Y_c \right) \cdot \frac{\cos \gamma}{Z_c} \right);$$

$$\alpha_1(\text{вправо}) = \operatorname{arctg} \left(\left((3775 - 994,8) \cdot \operatorname{tg} 20^\circ + (-63,997) \right) \cdot \frac{\cos 20^\circ}{1697} \right) = 27,695^\circ;$$

$$\alpha_2(\text{вліво}) = \arctg \left(\left((a - X_c) \cdot \operatorname{tg} \gamma + Y_c \right) \cdot \frac{\cos \gamma}{Z_c} \right);$$

$$\alpha_1(\text{вправо}) = \arctg \left(\left((3775 - 994,8) \cdot \operatorname{tg} 20^\circ - (-63,997) \right) \cdot \frac{\cos 20^\circ}{1697} \right) = 30,785^\circ.$$

«Комбайн зберігає стійкість у поперечно–вертикальній площині при максимальному куті нахилу $30,785^\circ$.

Проведемо розрахунок на поздовжню стійкість комбайна. Як відомо, центр тяжіння в комбайні зміщений вправо і вперед по ходу руху. Тому, перекидання комбайна в подовжньо–вертикальній площині (рис. 4.6) важливіше, коли комбайн рухається під уклон.»

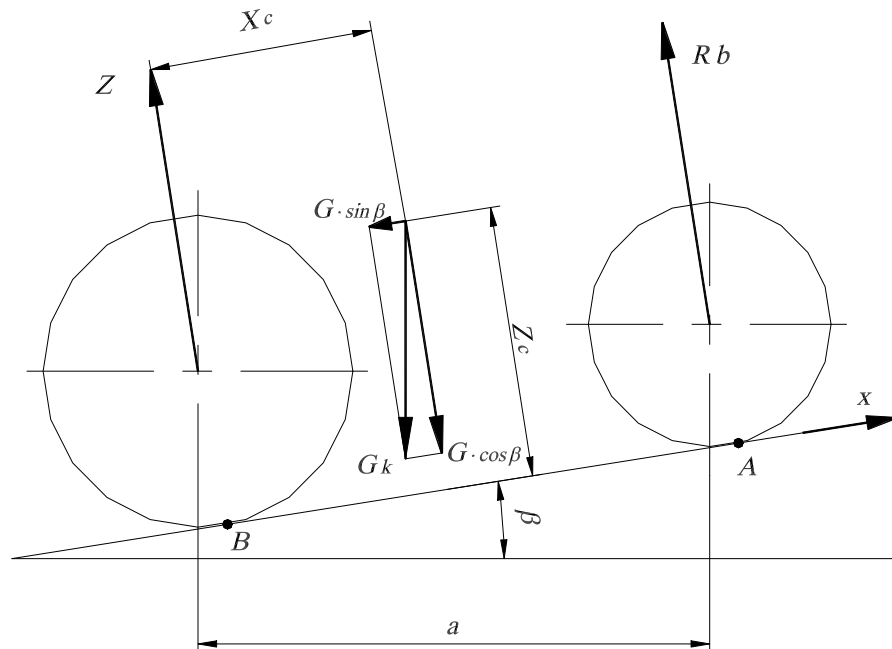


Рис. 4.6. Схема сил, що діють на комбайн у поздовжньо–вертикальній площині

Визначаємо кут поздовжньої стійкості:

$$\beta = \arctg \left(\frac{X_c}{Z_c} \right) = \arctg \left(\frac{994,8}{1697} \right) = 20,3793^\circ;$$

$$\beta = \arctg \left(\frac{a - X_c}{Z_c} \right) = \arctg \left(\frac{3775 - 994,8}{1697} \right) = 38,6^\circ.$$

Максимальний кут нахилу, при якому забезпечується поздовжня стійкість комбайна дорівнює $58,6^\circ$.

4.4. Розрахунок деталей на міцність [24]

4.4.1. Розрахунок підвіски верхнього решета

«На підвіску у вертикальній площині діє зусилля від суми сили ваги решета та зернового вороху, що знаходиться на його поверхні і становить»

$$T = 0,25(G_p + q_b \times L) = 0,25(42,69 + 8,55 \times 1,621) \times 9,82 = 138,83 \text{ Н.}$$

Також на підвіску діє сила інерції $P_{ін}$ при зміні напрямку руху решета у горизонтальній площині.

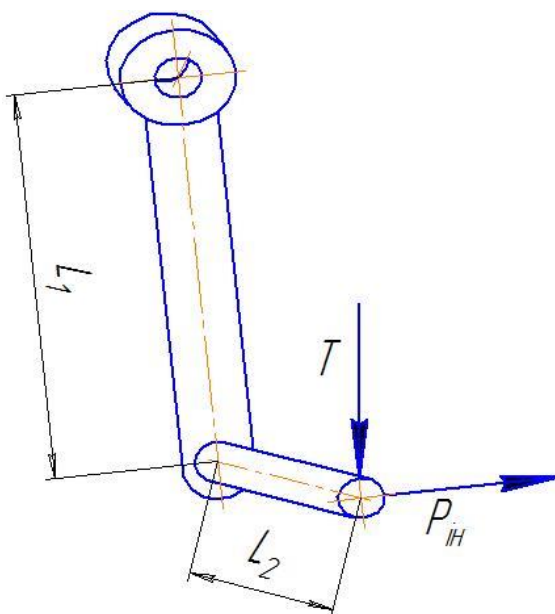


Рис. 4.7. Схема сил, що діють на підвіску

Для знаходження значення сили інерції визначимо швидкість руху решета та максимальне його прискорення в точках його крайнього положення.

Для знаходження швидкості руху решета знаходимо радіус кривошипа

$$r = \frac{k \cdot g}{\omega^2}, \quad (4.22)$$

де k – показник кінематичного режиму, $k=2,8$;

ω – кутова швидкість кривошипа.

Оскільки частота коливань відповідає частоті обертання кривошипа, то приймаємо, що $n=300 \text{ хв}^{-1}$.

Тоді

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 300}{30} = 31,4 \text{ с}^{-1}.$$

Таким чином

$$r = \frac{2,8 \cdot 9,82}{31,4^2} = 0,028 \text{ м.}$$

Лінійна швидкість крайньої точки кривошипа становить:

$$v = \omega r = 31,4 \cdot 0,028 = 0,88 \text{ м/с.}$$

Знайдемо прискорення в крайніх точках положення верхнього решета

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0}, \quad (4.23)$$

де v_0 – початкова швидкість руху, $v_0=0$;

t – час, за який верхнє решето переходить з початкового положення в крайнє, с;

t_0 – початковий час, $t_0=0$.

Знайдемо час, за який верхнє решето переходить з початкового положення в крайнє

$$t = \frac{60}{2 \cdot n} = \frac{60}{2 \cdot 300} = 0,1 \text{ с.}$$

Тоді

$$a = \frac{0,88 - 0}{0,1 - 0} = 8,8 \text{ м/с}^2.$$

Знаходимо значення сили інерції верхнього решета

$$P_{ин} = 0,25(G_p + q_b \cdot L) \cdot a = 0,25(42,69 + 8,55 \cdot 1,621) \cdot 8,8 = 124,41 \text{ Н.}$$

Будуємо епюру згинальних моментів від сили у вертикальній площині

Ділянка 1

при $X=0$; $M=0$;

при $X=l=60$ мм; $M=138,83 \cdot 60 \cdot 10^{-3}=8,83$ Н·м.

Ділянка 2

Сила P_{in} не дає моменту щодо осі X , тому, що вона рівнобіжна цієї осі.

Отже, епюра щодо осі рівнобіжна.

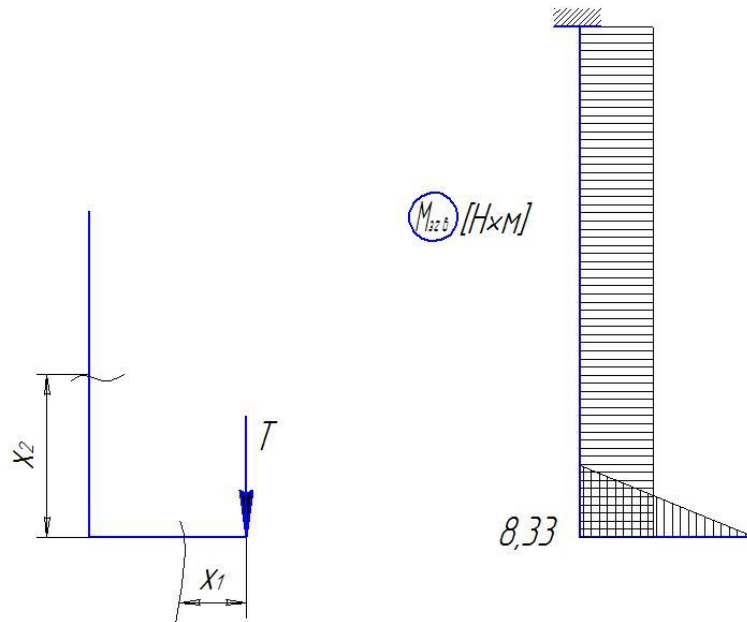


Рис. 4.8. Розрахункова схема в вертикальній площині

Будуємо епюру згинальних моментів у горизонтальній площині

Ділянка 1

при $X_1=0$; $M=P_{in} \cdot x=0$;

при $X_1=l=60$ мм; $M=124,41 \cdot 60 \cdot 10^{-3}=7,46$ Н·м.

Ділянка 2

при $X_2=0$; $M=0$;

при $X_2=L_1=236$ мм; $M=124,41 \cdot 236 \cdot 10^{-3}=29,36$ Н·м.

Будуємо епюру крутного моменту.

Ділянка 1.

На ділянці крутний момент не діє.

Ділянка 2.

Перенісши силу P_{in} в точку С виникає крутний момент

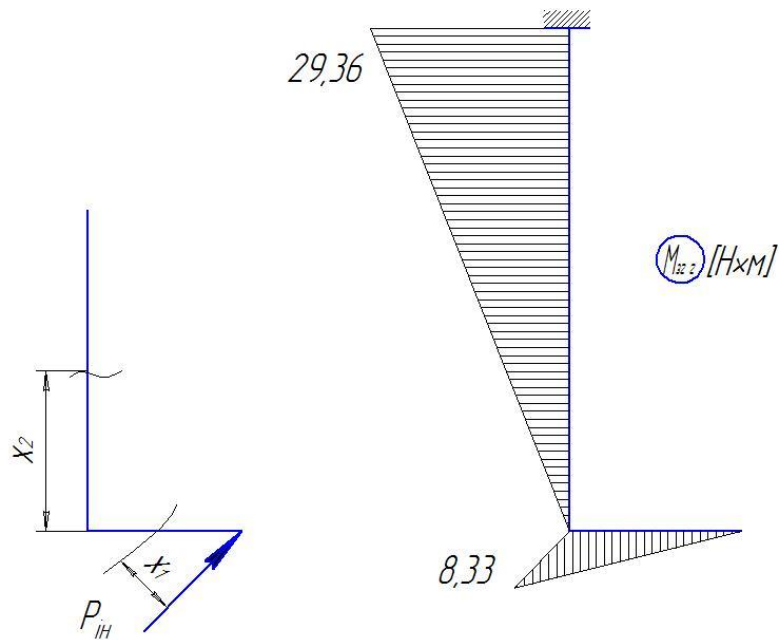


Рис. 4.9. Розрахункова схема у горизонтальній площині

$$M_{кр} = P_{in} \cdot L_1 = 124,41 \cdot 0,236 = 29,36 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

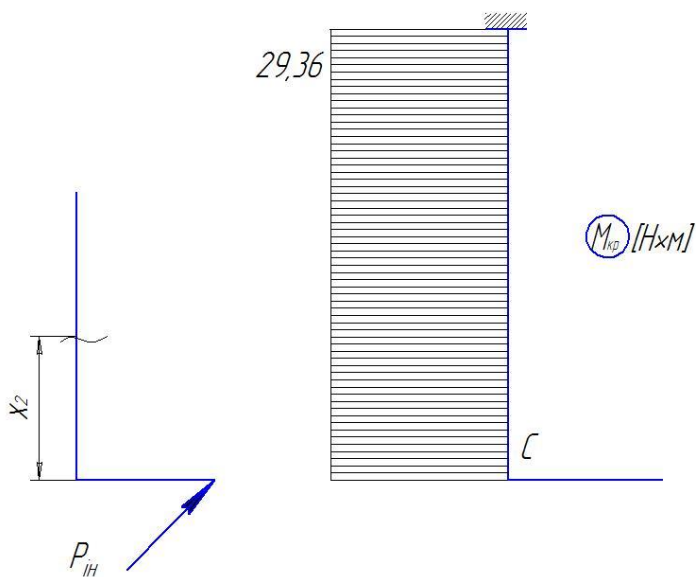


Рис. 4.10. Розрахункова схема крутного моменту

Будуємо загальну епюру згинаючих і крутних моментів.

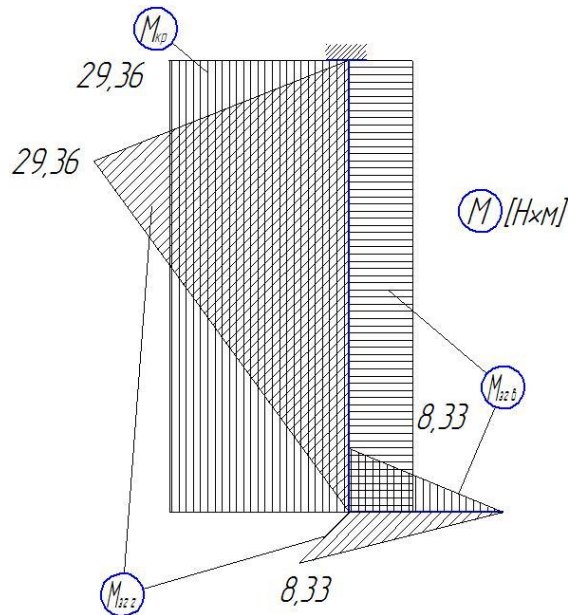


Рис. 4.11. Епюра згинаючих і крутних моментів

Знайдемо сумарний згинальний момент у точках

у точці А: $M_{\text{сум}} = \sqrt{M_{\text{зг}}^2 + M_{\text{кр}}^2} = 0;$

у точці С: $M_{\text{сум}} = \sqrt{8,33^2 + 29,36^2} = 30,52 \text{ Н}\cdot\text{м}.$

Максимальний згинальний момент буде в точці С.

Підвіска виготовлення зі Сталі 35–а–2 ГОСТ 1050–74, у якої $\sigma_s=540$ МПа, межа текучості $\sigma_T=320$ МПа і межа втоми при симетричному циклі $\sigma_1=300$ МПа, $\tau_1=140$ МПа.

Діаметр осі в небезпечному перерізі $\varnothing 20$ мм.

Визначаємо номінальну напругу на осі підвіски від вигину і кручення

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M}{W} = \frac{M}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{32 \cdot 30,52 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20^3} = 38,86 \text{ МПа},$$

$$\tau_{\text{max}} = \frac{M_{\text{кр. max}}}{W_p} = \frac{16 \cdot 29,36 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20^3} = 18,84 \text{ МПа}.$$

Приймаємо теоретичний коефіцієнт концентрації напруг за графіком:

$$g_\delta=0,48$$

$$\frac{P}{d} = \frac{2}{0,35} = 0,057$$

Можна прийняти $\alpha_s=1,75$:

$$k_\sigma = 1 + g_\sigma \cdot (\alpha_s - 1) = 1 + 0,48 \cdot (1,75 - 1) = 1,36,$$

де g_σ – коефіцієнт чутливості.

Коефіцієнт, що враховує якість обробки поверхні, визначаємо за графіком, $\beta=0,875$.

Приймаємо коефіцієнт запасу міцності з урахуванням динамічності рівним $n_\sigma=3$.

Знаходимо ефективний коефіцієнт концентрації напруги для деталі.

$$(k_\sigma)_d = \frac{k_\sigma}{\beta \cdot \varepsilon} = \frac{1,36}{0,875 \cdot 0,75} = 2,07,$$

де ε – коефіцієнт впливу абсолютно розмірів, знаходимо за графіком, $\varepsilon=0,75$.

Визначаємо запас міцності на вигині

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{(K_\sigma)_d \cdot \sigma_a + \psi \cdot \sigma_c} = \frac{300}{1,36 \cdot 38,86 + 0} = 4,83.$$

де $\psi_\sigma=0$ і $\psi_\tau=0$ [13, табл.24], для сталі $\sigma_s=350\text{--}550$ МПа.

Так, як запас міцності для знакоперемінних навантажень загальний, то коефіцієнт запасу міцності повинний бути $n=1,7\text{--}3,0$, тоді міцність підвіски забезпечена.

4.4.2. Розрахунок зварного з'єднання

Визначаємо довжину швів приєднання осі до підвіски при дії сил T та P_{in} .

Вид зварки – ручна дугова електродами Е 42.

За довідковими даними знаходимо для сталі Ст 3 (вісь) допустимі напруження $[\sigma_p]=160$ МПа та $[\sigma_p']=0,9 \cdot 160=144$ МПа.

Допустимі напруження в зварному шві при зрізі

$$[\tau'] = 0,65 [\sigma_p] = 0,65 \cdot 160 = 104 \text{ МПа.}$$

З рівняння напружень при зрізі в небезпечному перерізі

$$\tau = F / (0,7 \kappa l) \leq [\tau'],$$

де κ – катет шва, м;

l – довжина шва

$$l = \pi \cdot r = 3,14 \cdot 0,01 = 0,314 \text{ м.}$$

Отримуємо:

$$\tau = 138,83 / (0,7 \cdot 8 \cdot 0,314) = 78,95 \text{ МПа.}$$

$$\tau = 78,95 \text{ МПа} \leq [\tau'] = 104 \text{ МПа.}$$

Умова виконується міцність забезпечена

					ТВС 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		37

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Інструкція з охорони праці [25–26]

До управління зернозбиральним комбайном допускаються особи віком від 18 років, які пройшли підготовку та отримали посвідчення на право керувати таким видом техніки та навчання з охорони праці, не мають протипоказань за станом здоров'я.

«Перед роботою на комбайні перевіряють наявність і справність інструменту і пристосувань, засобів протипожежного захисту, термосу з питною водою, аптечки першої допомоги, системи сигналізації, освітлення, предметів особистої гігієни. Треба очистити від пилу і бруду робоче місце, протерти скло кабіни, відрегулювати сидіння по своїй масі і зросту інструкції, встановити необхідну кількість фар, достатню для освітлення фронту роботи або ділянки при русі в нічний час.»

Для роботи в нічну зміну комбайн заздалегідь заправляють водою і ПММ. Категорично забороняється заправляти його паливом на місці збору врожаю. Комбайн до роботи в нічний час слід особливо ретельно готувати. Обов'язково перевірити працездатність освітлювальних пристроїв і налаштувати їх.

Перед виїздом в поле необхідно пересвідчитися в справності гальм, рульового управління, гідросистеми, електроустаткування, механізмів жниварки, ходової частини.

«Під час роботи необхідно постійно спостерігати за справним станом захисних огорожень, карданних, зубчастих і ремінних передач, справною роботою механізмів жниварки, підбирача і молотарки; станом ізоляції електричних дротів, накопиченням на гарячих деталях двигуна зернового пилу, за сигналами і показниками контрольно–вимірювальних приладів.

Категорично забороняється працювати з несправним рульовим управлінням та несправною гальмівною системою.

Шини з наскрізними ушкодженнями і зношеним малюнком протектора підлягають заміні.

При працюючому двигуні і робочих органах суворо забороняється усувати технологічні збої. Перед початком руху комбайна або увімкненням робочих органів плід подати застережний звуковий сигнал і дочекатись залишення помічником небезпечної зони.

Суворо забороняється знаходитися стороннім особам на працюючому комбайні.

Для безпечної роботи комбайна максимально допустимий ухил поля не повинен перевищувати 15°, а для холостого переїзду – 10°, а швидкість руху має бути в межах 3–4 км/год.

Після зупинки комбайну перевести в нейтральне положення важіль коробки передач, а молотарку – вимкнути.

Для уникнення опіків гарячою водяною парою необхідно відкривати кришку водяного радіатора тільки після його охолодження.

Забороняється рухатися під лініями електропередач якщо відстань до неї від найвищої точки комбайна менша ніж 2 м.

Для попередження пожежі забороняється:

✓ «починати прибирання в масиві великої площі, нерозбитому на ділянки денного вироблення (30–50 га) поздовжніми і поперечними покосами шириною не менше 8 м і без проорювання посередині покосу шириною не менше 4 м, а також за відсутності наготові трактора з плугом для швидкої опашки поля у випадку пожежі»;

✓ «вносити конструктивні зміни в комбайн без узгодження з органами державного пожежного нагляду;

✓ вивантажувати зерно з комбайнів в машини, вихлопні труби яких не обладнані іскрогасниками;

✓ палити, робити зварювальні роботи, застосовувати усі види відкритого вогню в хлібних масивах на відстані менше 30 м від них».

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено удосконалення технології вирощування соняшника, метою якої є зменшення затрат ручної праці при вирощуванні та отримання якомога більшого врожаю.

Оновлена технологія складена з урахуванням досвіду ефективного використання техніки з виконання операцій при вирощуванні обраної культури.

В проектній технології, з метою зменшення витрат, використовується накопичений досвід проведення комплексу раціональних операцій при вирощуванні соняшника.

В інженерній частині проведені розрахунки системи очистки зернозбирального комбайна.

В розділі охорони праці викладена коротка інструкції з профілактики нещасних випадків при роботі з комбайном.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

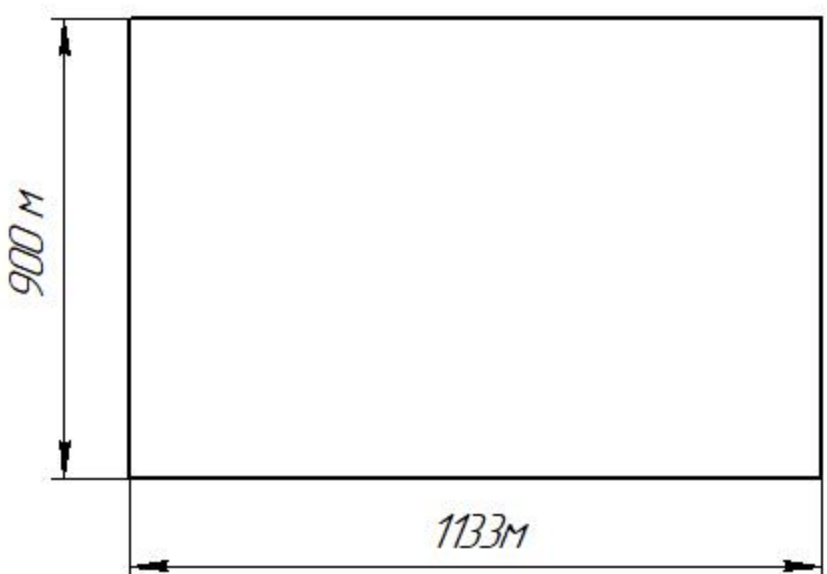
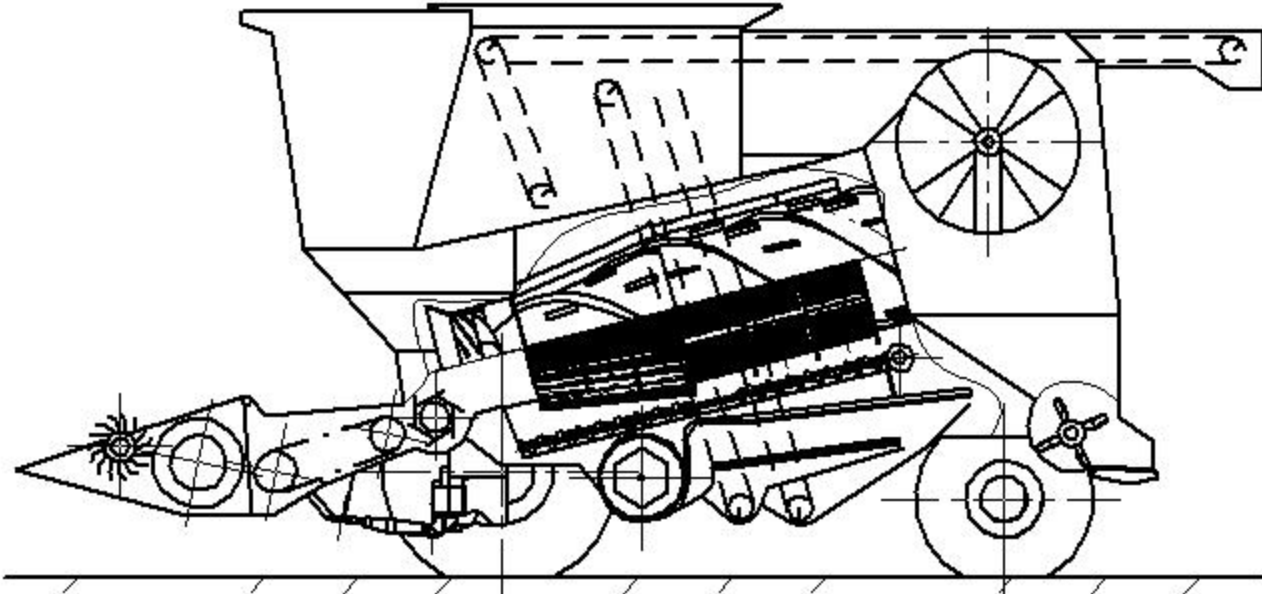
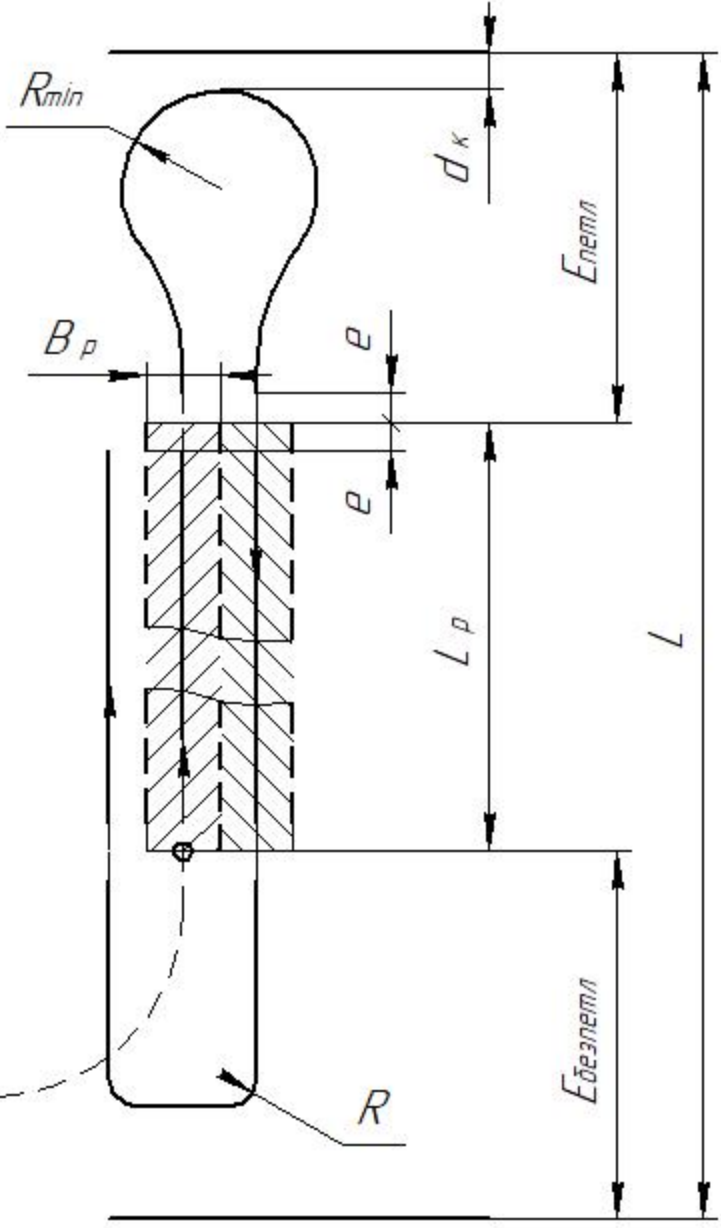
1. <https://agribusinessinukraine.com>
2. <http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-sonjashniku-430.html>
3. <https://www.farming.org.ua/Технологія%20вирощування%20соняшнику%20Агроконсалтинг.html>
4. <https://agroexp.com.ua/uk/vozdelyivanie-podsolnechnika-klassicheskaya-tehnologiya>
5. <http://vnis.com.ua/useful-information/publications/The-Features-of-sunflower-growing-by-the-classical-technology/>
6. <https://evrosem.ua/uk/classic/>
7. <https://agroantal.com.ua/semena/semena-podsolnukha/brand-is-euralis-and-tekhnologiya-vyrashchivaniya-is-express>
8. <https://expertseeds.com.ua/ua/articles/tekhnohiiia-vyroshchuvannia-soniashnyku/>
9. <https://growex.ua/blog/sonyashnik-pid-granstar>
10. <https://reacom.com.ua/ua/news/tekhnologii-vyrashchivaniya-podsolnechnika/>
11. <https://superagronom.com/blog/263-klasika--zavjdi-v-modi-osoblivosti-viroschuvannya-sonyashniku-za-klasichnoyu-tehnologiyeyu>
12. <https://vivatagrovan.com/korucni-ctatti/statti/tehnologia-vuroshyvanna-sonahnuky/>
13. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19400-intensyvna-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-soniashnyku.html>
14. <https://ag-seed.com.ua/tekhnohii-vyroshchuvannia-soniashnyka/>
15. <https://healthysoil.in.ua/systema-zakhystu-vrozhayu-sonyashnyka-pry-vertikal'nomu-obrobitku-hruntu/>
16. <https://www.5740.ltd.ua/john-deere-9640-9660-9680-wts.htm>
17. <https://neoagro.com.ua/zhatka-sonyashnikova-helianthus.html>
18. <https://agrotender.com.ua/board/post-286884>

19. Машиновикористання в землеробстві/ В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
20. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. –К.: Вища шк., 1995. –237 с.: іл.
21. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу Машиновикористання у рослинництві для студентів спец.– 8.130102 Агрономія / Укл. Лузан П.Г., Осипов І.М., Мороз С.М., Мартиненко С.В., Глобенко Г.О. – Кіровоград: КНТУ, 2004.– 56 с.
22. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ. навч. зал. із спец. „Машини та обладн. с.–г. вир–ва”/ За ред. М.І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва/ П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.: іл.
23. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.: іл.
24. 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.
25. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003.– 408 с.
26. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.

ДОДАТКИ

ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА
ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКУ

ТВС 00. 00ТЧ

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 102 га; довжина гонів – 900 м; величина підйому –3°.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Повнота зрізання стедел не менше 98,5%. Повнота збирання кошиків не менше 98%, довжина подріднених часток – 80–150 мм, втрати насіння після комбайна не більше 2%.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Зернозбиральний комбайн John Deere 9750 STS та соняшникова жниварка Capello Helianthus 7500 робоча ширина захвату – 8 м; мінімальний радіус повороту – 8,9 м; кінематична довжина агрегату – 8,68 м. Підготовка агрегату: - Провести щозмінний технічний огляд комбайну - Відрегулювати зазор між відрибними пластинами - Перевірка гостроти лез різального апарату та подріднювача. - Відрегулювати машину на задану висоту зрізу - Перевірити стан очисників качанів	Склад агрегату  Комбайн JOHN DEERE 9750 STS Соняшникова жатка CAPELLO HELIANTHUS 7500
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги: – з петлевидним розворотом – 40 м; – з безпетлевидним поворотом – 16 м	Схема руху одного циклу  L – довжина гонів, L_p – робоча довжина заїмки, $E_{петл}$ – ширина поворотної смуги з петлевидним поворотом, $E_{безпетл}$ – ширина поворотної смуги з безпетлевидним поворотом, e – довжина виїзду агрегату, B_p – ширина захвату агрегату, d_k – кінематична ширина
Спосіб руху	Спосіб руху – заїнковий всклад	
Швидкість руху	Робоча швидкість – $V_p=9,74$ км/год.	
Показники організації процесу	- Тривалість циклу –13,49 хв. - Технічна продуктивність за цикл – 1,12 га/цикл. - Змінна продуктивність агрегату – 39,9 га/зм. - Кількість циклів за зміну – 35,63 цикл/зм. - Витрати палива на 1 га – 4,92 кг/га. - Витрати палива за зміну – 196,02 кг/зм.	
Контроль за якістю	- Повноту зрізання стедел визначають шляхом підрахунку їх залишків на полі на контрольних ділянках і взяття відношення до загальної кількості. - Якісну оцінку подріднення листостеблової маси визначають шляхом контрольних заборів подрідненої маси та визначення довжини часток за допомогою вимірювальних приладів.	

Лист 1

Стор. №

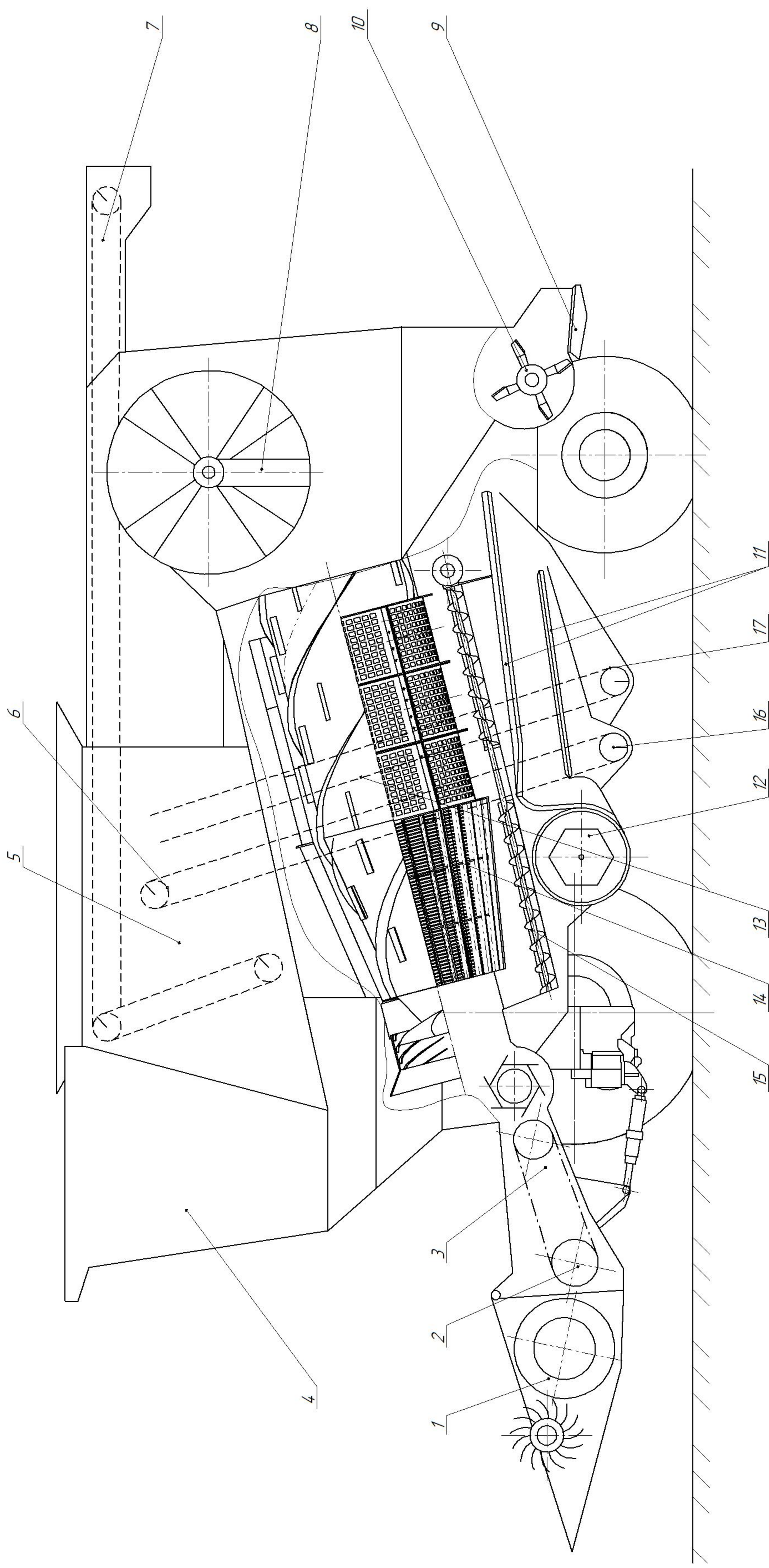
Лист 1

Лист 1

Лист 1

Лист 1

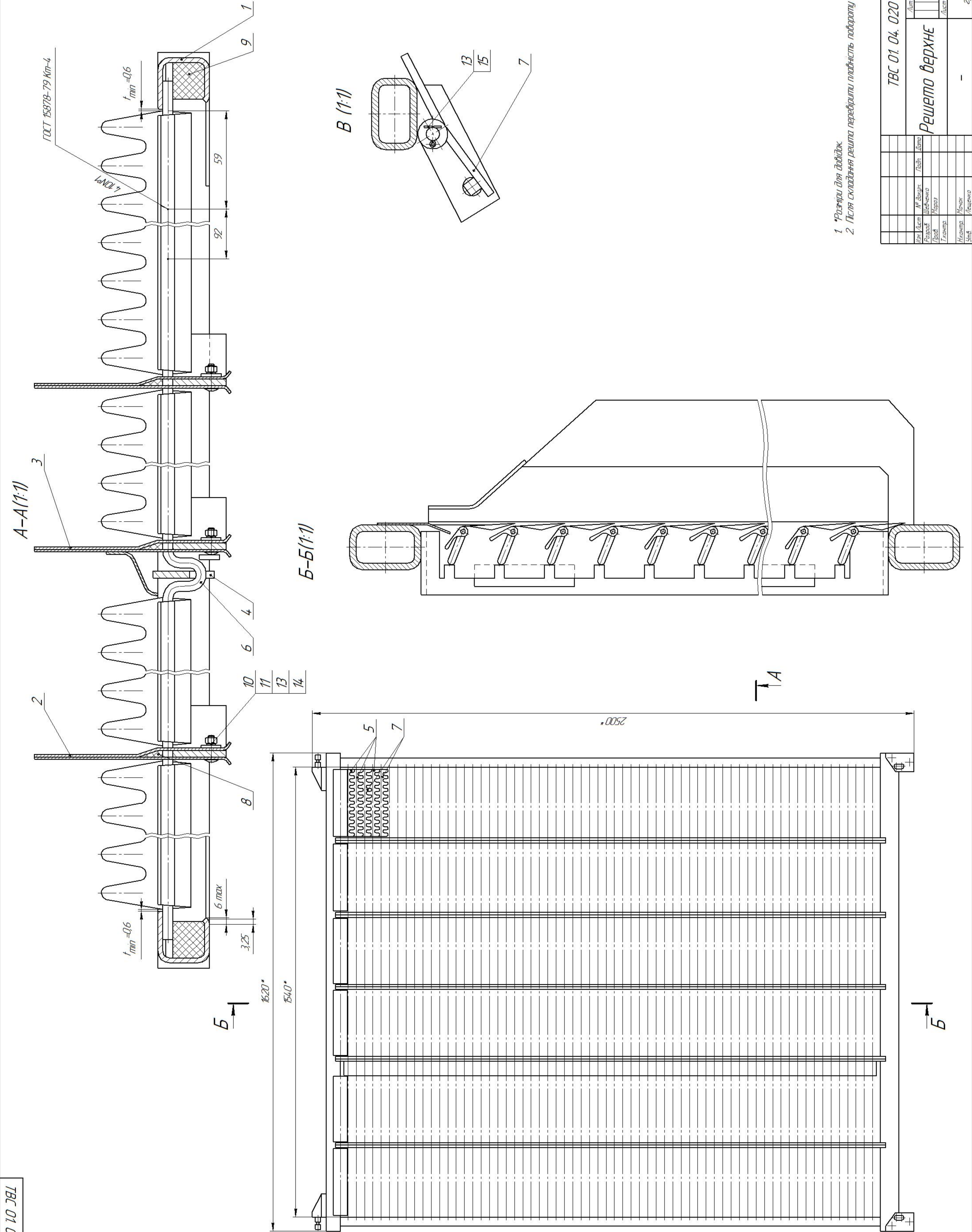
ТВС 00. 00ТЧ					
Лист	Маса	Масштаб	Операційно-технологічна карта збирання соняшнику		
Лист	Маса	Масштаб	Лист 1		
Лист	Маса	Масштаб	ЦНТУ		
Лист	Маса	Масштаб	гр. АІ-21-ЗСК		
Лист	Маса	Масштаб	Формат А1		



- 1 – Жалпақ саныншықада
- 2 – Похила камера
- 3 – Транспартер
- 4 – Кабина
- 5 – Бункер зернодйі
- 6 – Зернодйі елеватор
- 7 – Висерузімді түрлеродйі
- 8 – Дйігун з вентиляторам
- 9 – Розмйідан солончй
- 10 – Розмйідан рослйіннчй реслпак
- 11 – Реслпак сенарация
- 12 – Вентилятор
- 13 – Раптор
- 14 – Камера ротатора
- 15 – Транспартерный шнек
- 16 – Зернодйі шнек
- 17 – Колосовый шнек

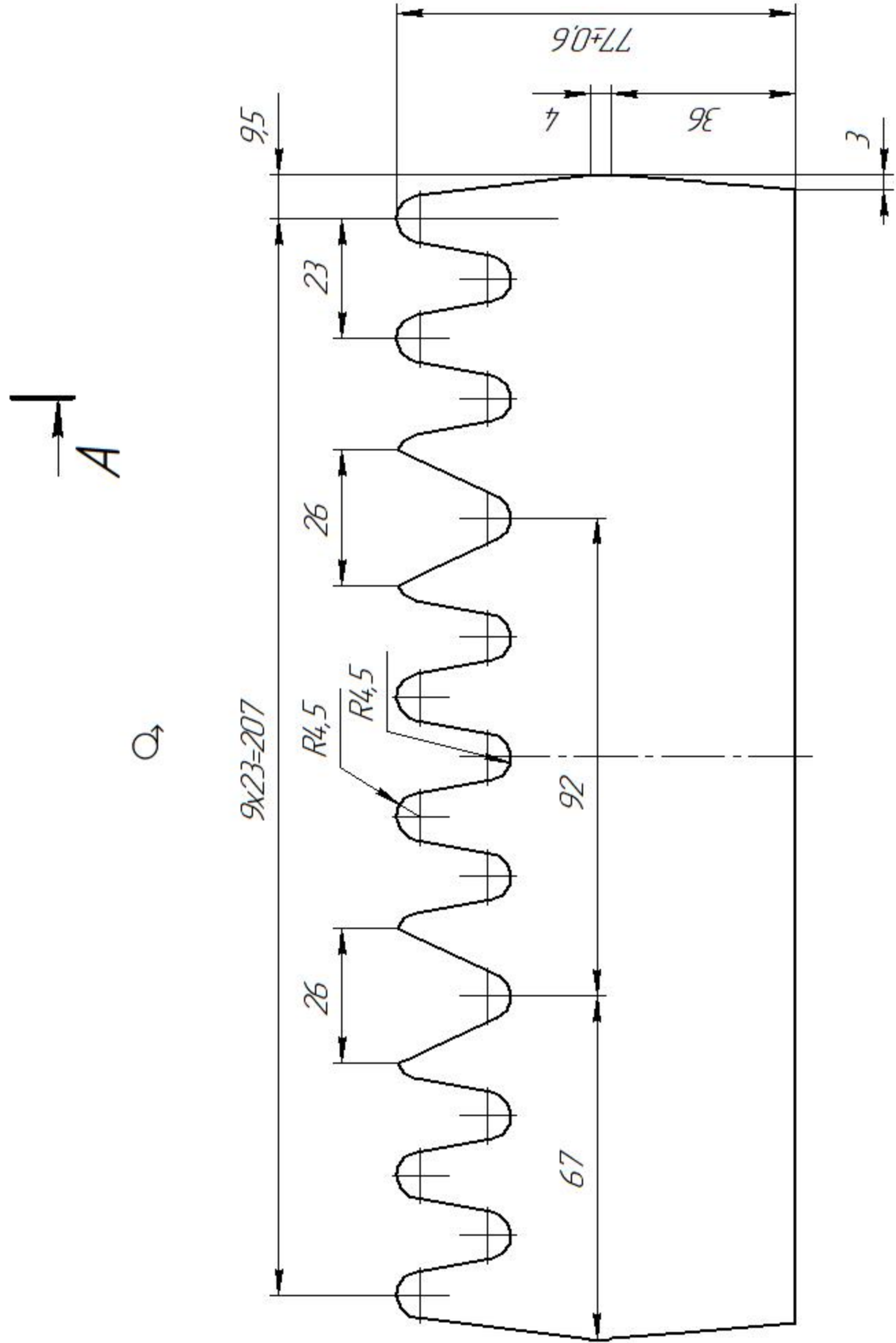
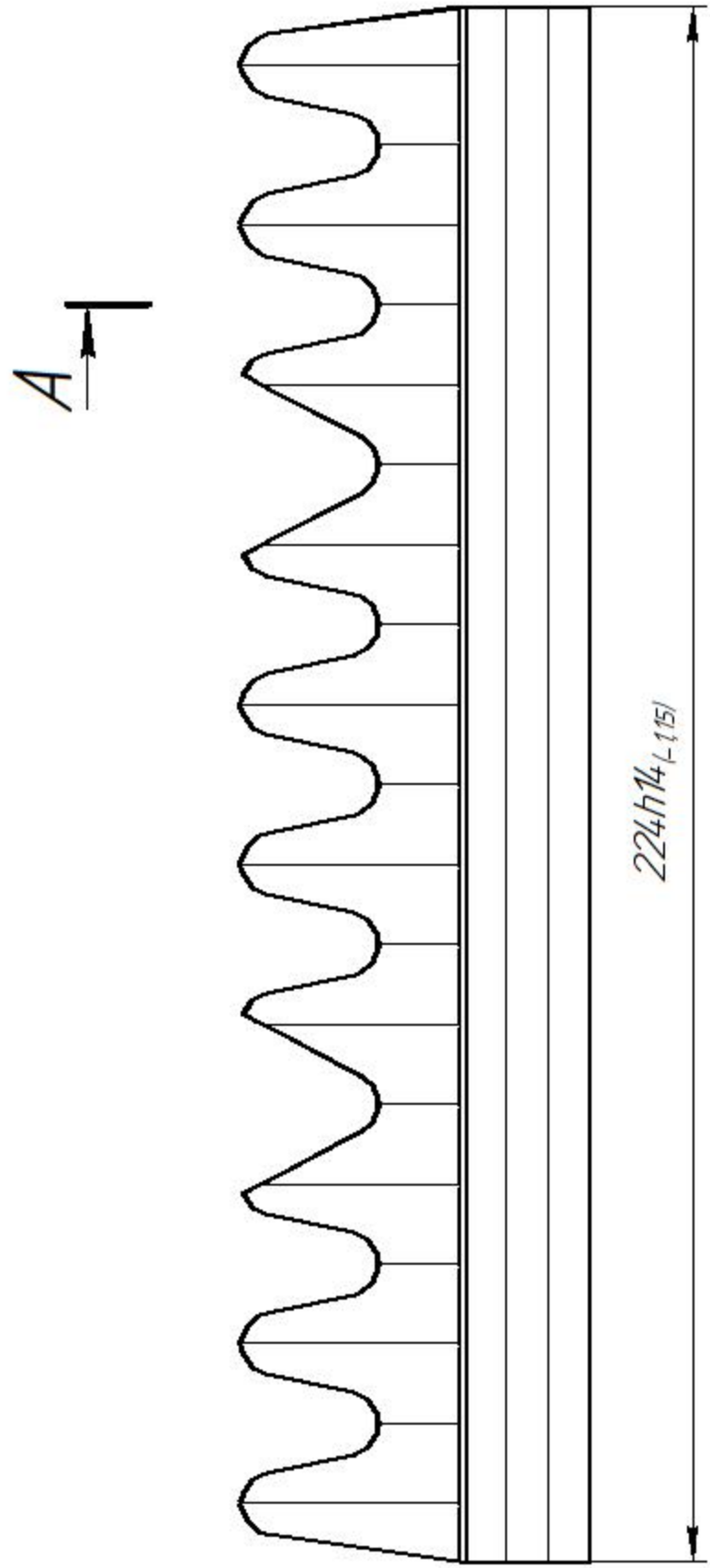
[illegible]

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						<u>Документація</u>			
		A1			РСМ 01. 04. 020	Сборочный чертеж	1		
						<u>Складальні одиниці</u>			
		A2	1	РСМ 01. 04. 020. 010 СБ	Рама	1			
		A2	2	РСМ 01. 04. 020. 020 СБ	Притискач	4			
		A2	3	РСМ 01. 04. 020. 030 СБ	Притискач	1			
		A3	4	РСМ 01. 04. 020. 040 СБ	Планка	1			
						<u>Деталі</u>			
		A3	5	РСМ 01. 04. 020. 401	Гребінка	120			
		A3	6	РСМ 01. 04. 020. 601	Вісь	41			
Подп. и дата		A3	7	РСМ 01. 04. 020. 402	Гребінка	126			
		A4	8	РСМ 01. 04. 020. 001	Ущільнювач	4			
		A3	9	РСМ 01. 04. 020. 001	Брус	2			
						<u>Стандартні вироби</u>			
			10		Болт М6×16 ГОСТ 7802-81	20			
			11		Гайка М6-6Н ГОСТ 5915-70	20			
					Шайби ГОСТ 11371-78				
			12		С.6×14	20			
			13		С.10.01	1			
		Подп. и дата		ТВС 01. 020. 040					
Изм.	Лист			№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Шевченко								
Пров.	Мороз								
И.контр.	Мачок								
Утв.	Лещенко								
Решето верхнє					Лит.	Лист	Листов		
						1	2		
Решето верхнє					ЦНТУ				
					гр. АІ-21-ЗСК				



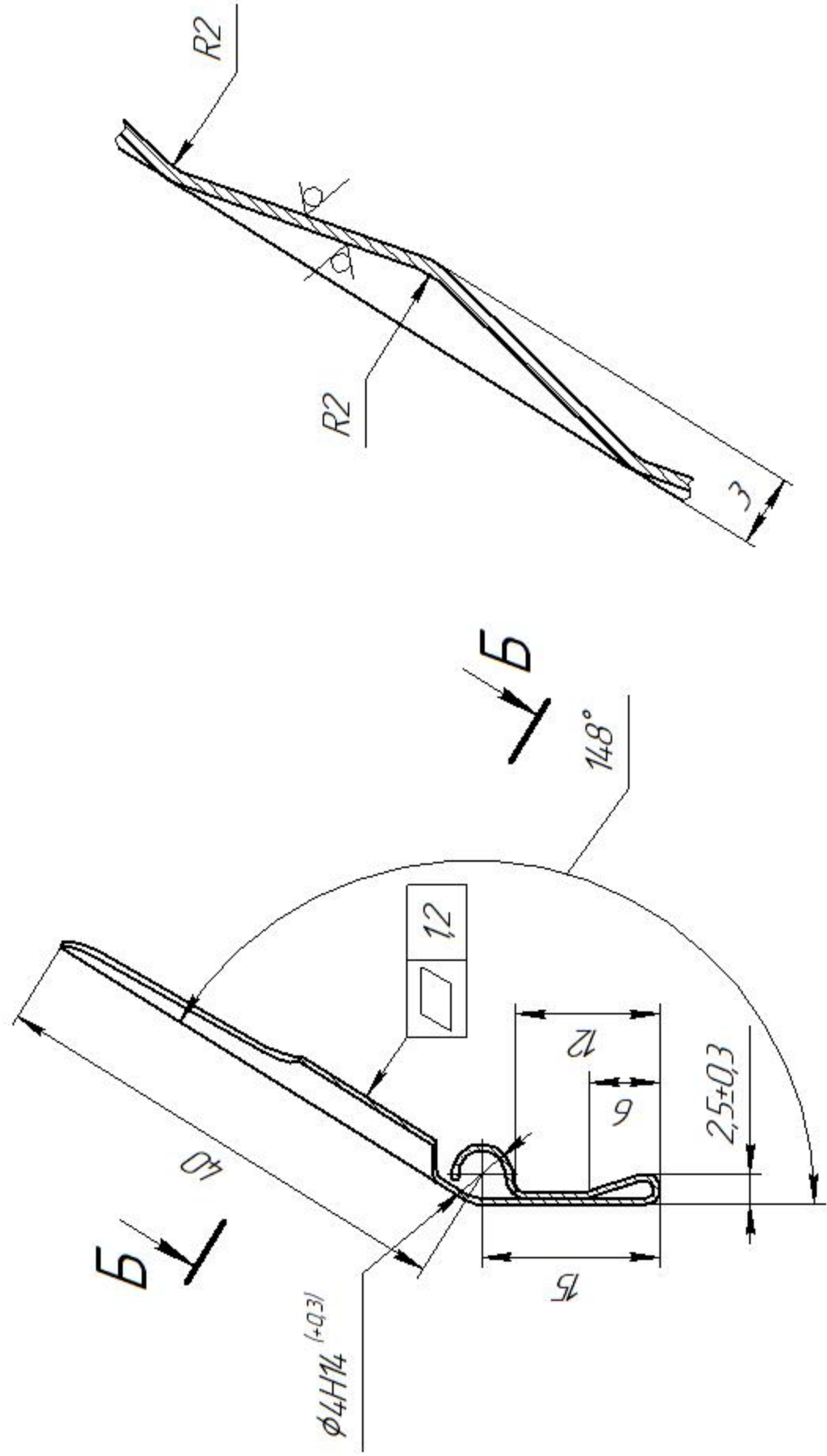
1 *Размеры для деталей.
2 После складывания решета перевернуть пластинку подбороту гребёнок.

ТВС 01.04.020 СБ				Лист		Масса		Масштаб	
Решето верхнее				Лист		4.269		15	
				Лист		деталь		ЦНТУ	
				Лист		деталь		ар. АИ-21-ЭЛК	
-				Лист		Масштаб		Формат А1	



A-A(2:1)

B-B(4:1)



1. Неказані граничні відхилення розмірів: отворів – Н14, валів – h14, інших – $\pm \frac{IT14}{2}$.
2. Неказані радіуси згинів 1 мм.

Місц. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Спроб. №

Лист. примен.

ТВС 01.04.020.401

Гредінка

ЦНТУ

ар. АІ-31-ЗСК

Формат А2

