Центральноукраїнський національний технічний університет
Міністерство освіти і науки України
Агротехнічний факультет
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою СГМ
д.т.н., професор
_____ Микола СВІРЕНЬ
«___» _____2021 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за ступенем вищої освіти «Бакалавр»

на тему:

«Механізація вирощування ярого ячменю з модернізацією комбайна John Deere 9860 STS»

Виконав студент V курсу групи АІ-18СК(З)
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Олександр ТЕМЧЕНКО
«____»_____2021 р.
Керівник проекту
професор, канд. техн. наук
_____ Сергій МОРОЗ
«_____» _____2021 р.
Рецензент _____
_____

м. Кропивницький

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

_____ Микола СВІРЕНЬ

«___» _____ 2021 року

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

Темченка Олександра Сергійовича

1. Тема роботи: «**Механізація вирощування ярого ячменю з модернізацією комбайна John Deere 9860 STS**»

2. Керівник роботи: Мороз С.М., к.т.н., доцент

3. Строк подання студентом роботи до захисту: 20.06.2021 року

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту): Удосконалити технологію вирощування ярого ячменю та підвищити ефективність роботи комбайна John Deere 9860 STS

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	С. Мороз		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка	10.06.2021	
	Графічна частина	15.06.2021	
	Захист роботи	20.06.2021	

Дата видачі завдання

«12» березня 2021 р.

Підпис керівника _____ Сергій МОРОЗ

Завдання прийнято до виконання

«12» березня 2021 р.

Підпис здобувача _____ Олександр ТЕМЧЕНКО

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Приме-чание
1						
2			Документация общая			
3						
4			Заново розроблена			
5						
6	А4	МВЯЯ 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	41		
7						
8			Документація по			
9			технологічній частині			
10						
11			Заново розроблена			
12						
13	А1	МВЯЯ 00. 001 ТЧ	Технологічна карта	1		
14	А1	МВЯЯ 00. 002 ТЧ	Операційно-технологічна	1		
15			карта збирання зерна			
16			ярого ячменю			
17						
18			Документація по			
19			інженерній частині			
20						
21			Заново розроблена			
22						
23	А1	9860 00. 000 С2	Комбайн зерноздиральний	1		
24			John Deer 9860 STS			

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Темченко		
Пров.		Мороз		
Н.контр.		Осипов		
Утв.		Свірень		

МВЯЯ 00. 000

Відомість кваліфікаційної роботи

Лит.	Лист	Листов
	1	2

ЦНТУ, гр. АІ-18(СК)(З)

Копировал

Формат А4

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Приме-чание
1						
2			Документация по деталям			
3						
4			Заново розроблена			
5						
6	А3	9860 12. 070. 401	Планка	1		
7	А3	9860 12. 070. 402	Планка	1		
8	А2	9860 12. 070. 403	Накладка	1		
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВЯЯ 00. 000	Лист 2

Копировал Формат А4

Зміст

1. Вступ 6

2. Аналіз технології вирощування ярого ячменю

з визначенням шляхів її удосконалення 7

3. Операційна технологія збирання зерна ярого ячменю..... 14

4. Інженерна частина 23

5. Охорона праці при збиранні врожаю ярого ячменю 35

6. Висновки 38

Список використаної літератури 39

Додатки

ВСТУП

Сільське господарство України на сьогоднішній день є однією з бюджетоутворюючих галузей економіки країни.

Впровадження нової техніки, нових технологій, сортів та видів сільськогосподарських культур, порід тварин оперативно реагувати виробників аграрної продукції на виклики ринку. Однак різні галузі сільського господарства знаходяться на різних стадіях розвитку. Найбільший прогрес спостерігається у рослинництві. У тваринництві – навпаки згортання галузі. Це пов'язано з потребою вкласти на початковому етапі дуже великих коштів, з постійними великими затратами енергії та дуже значним, у порівнянні з рослинництвом, терміном окупності капітальних кладень.

У рослинництві в основному вирощуються культури з малими вкладеннями та високою окупністю. До таких відносяться кукурудза, соняшник, озимі пшениця та ячмінь, ярий ячмінь та соя. Господарства менше стали виділяти площ під посіви ріпаку.

Ярий ячмінь аграрії Україні вирощують для продовольчих, кормових і технічних потреб. Однак основний його обсяг використовується для виробництва різних видів кормів.

Ячмінь, поряд з цим, є важливою продовольчою культурою. З нього виробляють перлову та ячну крупу, яка міститься 9–11% білка, 82–85% крохмалю. Також борошно ячменю використовують як домішку до пшеничного або житнього борошна при випіканні хліба.

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Технологія вирощування ярого ячменю [1–2]

2.1.1. Обробіток ґрунту

Щоб отримати високий урожай цієї сільськогосподарської культури необхідно дотримуватись відповідного способу обробітку ґрунту, який повинен враховувати: кліматичні та погодні умови, агротехнологічні карти на кожне поле сівозміни, родючість ґрунтів і рельєф місцевості. В залежності від попередників обирають основний та передпосівний обробітки.

Проводити оранку ґрунту для посіву ярого ячменю краще восени, оскільки оранка навесні знижує урожай ярого ячменю на 10–30% [4]. В той час як оранка виконана після збирання попередника забезпечує краще накопичення та зберігання вологи в посушливі роки осінньо–весняних опадів [4]. Оранку здійснюють на глибину 25–27 см [1–12]. Строки її проведення суттєво впливають на врожайність культури, що пояснюється забезпеченням умов для життєдіяльності мікроорганізмів, що розкладають органіку [4]. Оранка ґрунту у вересні – на початку жовтня забезпечує ці умови. Це сприяє нагромадженню в ґрунті більше поживних елементів та знищенню бур’янів як восени так і навесні [4]. Отже оранку краще здійснити восени ніж навесні.

У якості передпосівного обробітку ґрунту слід проводити рано навесні боронування та культивацію. У випадку коли весна холодна та затяжна, то відразу проводять культивацію, а боронування не проводять. За звичайних умов, щоб створити оптимальну для сівби структуру посівного шару, достатньо провести у два сліди боронування й передпосівну культивацію з боронуванням [4].

Глибина обробітку не більше 3 см, максимальне кришення ґрунту, знищення бур‘янів. Операція виконує агрегат з трактора, зчіпки та борін ЗБЗСС–1,0 [1–12].

2.1.2. Система удобрення

Короткий період вегетації ячменю висуває підвищені вимоги щодо рівня живлення мінеральними речовинами. Викликано це дуже швидким засвоєнням поживних речовин. За їх споживанням ячмінь майже не відрізняється від інших озимих та ярих зернових культур. Ячмінь використовує для формування хлібостою (100 кг) приблизно: 1–1,5 кг P_2O_5, 2–2,5 кг K_2O та 2,5–3 кг азоту [5]. Ячмінь споживає головні елементи протягом вегетації нерівномірно. Найбільша потреба в них виникає на початку стеблоутворення – в період кущення та у період закладання, формування і наливу зерна [5].

2.1.3. Сівба

Відомо, що урожайність будь–якої культури можна підвищити, якщо сіяти крупне насіння. Це дозволяє підвищити збір зерна більше ніж на 350 кг/га [1–12]. При цьому в зерні поліпшується якість та екстрактивність, накопичується набагато більше поживних речовин. Тобто це сприяє розвитку молодих рослин, зародженню та розвитку міцної кореневої системи. Вони раніше кущаться, виходять у трубку й колосяться.

Насіння починає проростати за температури 1–2 °С. Оптимальна температура для росту – 20–22 °С [1–12]. Однак затяжна холодна весна негативно впливає на вегетацію рослин.

Початок сівби визначають сприятливі чи не сприятливі кліматичні умови. Сівбу проводять за умови стиглості ґрунту. Це сприяє кращій роботі сільськогосподарських машин та не забиває робочі органи прилиплим ґрунтом [1–12]. Це слід врахувати, особливо, за умов нестачі

вологи у період, коли вона з ґрунту може швидко випаровуватися [1–12]. Її нестача знижує польову схожість насіння [1–12]. Відставання від строків посіву будь–якої культури, особливо в умовах Степу, обов'язково призводить до зменшення урожаю та зниження якості зерна [1–12].

Норма висіву насіння формує густоту стеблостою. При цьому вводять поправки на господарську придатність і масу 1000 насінин [1–12]. На багатих агрофонах висівають 3,5–4 млн шт/га, на середніх 4,0–4,5 млн шт/га, на бідних 4,5–5,0 млн шт./га [1–12]. На своєчасні, дружні і повні сходи суттєво впливає глибина загортання насіння. Біологічні особливості росту і розвитку кореневої системи та рослин враховуються під час посіву [1–12]. На глибині 2–3 см ячмінь утворює вузол кущення [1–12]. Тому глибина його загортання повинна становити 3–4 см за вологих умов на важких ґрунтах та 4–5 см при нестачі вологи на більш легких ґрунтах [1–12]. Велика глибина загортання насіння значно розтягує у часі процеси росту, значно збільшує час проростання, а частина паростків пошкоджується гнильними мікроорганізмами не досягнувши поверхні ґрунту [1–12]. Польова схожість насіння знижується також за малої глибини його загортання, внаслідок чого також збільшується нерівномірність сходів [1–12].

Рівномірність розподілу насіння по площі у значній мірі впливає на продуктивність зернових колосових [1–12]. Це дозволяє рослинам найефективніше використовувати воду, поживні речовини та сонячну енергію [1–12].

2.1.4. Догляд за посівами

Особливу увагу під час догляду за посівами потрібно звертати на те, щоб засіяні площі були закотковані кільчасто–шпоровими котками, особливо в посушливі роки [1–12]. Коткування дозволяє зменшити висихання ґрунту на глибині загортання насіння та прискорює його

проростання [1–12]. Це сприяє появі повних і дружніх сходів. Завдяки післяпосівному коткуванню створюються кращі умови для більш раннього утворення вторинної кореневої системи, а отже ліпшого розвитку рослин [1–12].

Для захисту рослин ярого ячменю в період активної вегетації від таких хвороб, як борошниста роса, гельмінтоспоріозні плямистості (смугаста, темно–бура, сітчаста), застосовують фунгіциди [1–12]. Для знищення бур'янів в посівах ярого ячменю в фазу кущення застосовують гербіциди, а починаючи з фази вихід в трубку можливе застосування лише препаратів з групи похідних хлорфенілсечовини [1–12].

За умов помірної теплої погоди для обмеження розвитку шкідників (п'явиці, попелиці, трипсів, клопа шкідливої черепашки та інших) доцільно внести препарати перетроїдної групи [1–12]. За умов спекотної погоди, кращий ефект матимуть фосфорорганічні препарати типу. Також можливе застосування вище зазначених препаратів в половинних дозах за одночасного їх внесення [1–12].

2.1.5. Збирання

Правильне визначення початку збирання і режиму обмолоту дуже важливі щоб зібрати якісне зерно [1–12]. Завчасне збирання призводить до значного погіршення якостей зерна ячменю [1–12]. На це негативно впливає підвищений вміст білка.

Розвиток техніки та технологій у сільському господарстві дозволяє відмовитися від збирання врожаю двофазним способом, яке починають у фазі воскової стиглості та за вологості зерна 28–30% [1–12,].

Однофазний спосіб збирання обирають за повної стиглості зерна, коли його вологість зменшується до 14–17% [1–12]. При цьому потрібно постійно контролювати режим обмолоту, щоб повністю виключити травмування зерна. Для мінімізації втрат тривалість оптимального періоду

збирання ячменю має складати 4–6 днів [1–12]. При перестоюванні хлібостою спостерігається поникнення та надломування соломини від ваги колосу. Втрати через несвоєчасність можуть сягати більше 15–20% [1–12]. Зерно, яке надходить з поля, підлягає терміновій первинному очищенню та, за потреби, сушінню до 14–15% [1–12]. У зв'язку з потребою закінчення проходження процесів утворення високомолекулярних білків не можна збирати ячмінь у недозрілому стані [1–12].

Із зернових культур ячмінь найбільш не стійкий до осипання: зерно в колосі утримується слабо [1–12]. Під час дощів в нього легко обламується колосовий стрижень та стебло. На п’ятий день після настання повної стиглості зерна втрати врожаю ярого ячменю можуть становити 300–400 кг/га, а на десятий – понад 500 кг/га [1–12]. При цьому знижується також його якість. Зерно у повній стиглості має більше крохмалю [1–12]. Збирання ячменю на десятий день після початку повної стиглості знижує масу 1000 зерен на 2–4 г і натуру – на 4–10 г/л [1–12]. Тому правильне визначення збиральної стиглості зерна має важливе значення.

2.2. Вибір способу збирання врожаю ярого ячменю

Так як ячмінь займає значну площу, розглянемо способи збирання врожаю ярого ячменю.

Важливий фактор збільшення валу зерна ярого ячменю –запобігання його втрат під час жнив. Скорочення їх терміну та звести втрати зерна до мінімуму можна за правильного використання роздільного способу збирання та розумним його поєднанням з прямим комбайнуванням [1–12].

Роздільне збирання проводять в два етапи. Спочатку хлібну масу косять жатками і складають у валки. Через 2–3 доби, коли вологість зерна зменшиться до 16–17%, їх обмолочують комбайнами, які обладнуються підбирачами [1–12].

Цей спосіб використовують при збиранні забур'яненних посівів і тих, що легко осипаються, з гущиною понад 300 стебел на 1 м^2 і висотою не нижче 60 см [1–12]. Скошувати у валки при цьому способі починають у фазі середини воскової стиглості ярого ячменю, за 30–35% вологості зерна.

Висоту зрізу встановлюють в залежності від щільності і висоти хлібостою, товщини й міцності стебел рослин, засміченості та виду бур'янів, а також якості обробітку поля. Від висоти стерні залежить її несуча здатність, тим вища інтенсивність просихання валків [1–12]. Чим вище вища стерня, тим краще він провітрюється, швидше просихає. Однак несуча здатність стерні зменшується із збільшенням її висоти, тобто граничне навантаження (кг/м^2), при якому зминаються стебла.

Для Степової зони, в роки зі звичайною вологістю повітря, висота стерні становить 15–18 см, а з метою прискорення просихання валків після випаду опадів за підвищеної вологості її збільшують до 20–25 см [1–12].

Перевага роздільного способу збирання врожаю порівняно з прямим комбайнуванням полягає в тому, що його починають проводити за 5–6 діб раніше [1–12]. В цей час закінчується надходження пластичних речовин в зерно, але продовжуються біохімічні процеси, що сприяють фізичному дозріванню [1–12]. Порівняно з прямим комбайнуванням вологість зерна за цим способом збирання врожаю зменшується на 5–8% [1–12].

Тривале зберігання хлібів у валках, особливо якщо в цей час йдуть дощі, сприяє зменшенню врожаю та погіршенню технологічної якості зерна [1–12]. Наприклад, знижується скловидність.

Тому передчасне скошування у валки призводить до отримання щуплого зерна та втрати врожаю через недобір, запізніле – зводить нанівець всі переваги даного способу і супроводжується значними втратами [1–12].

Для більш швидкого та високоякісного збирання доцільно застосовувати пряме комбайнування. Чисті від бур'янів, зрідженні посіви з

гущиною менше 300 стебел на 1 м^2, низькорослі та з підсівом трав збирають прямим комбайнуванням [1–12]. За негоди та повної стиглості зерна даний спосіб також більш бажаний, оскільки за вказаних умов колосся на корені підсихає швидше, ніж у валках [1–12].

Пряме комбайнування починають за умови досягнення повної стиглості зерна (вологість 16–18%) [1–12]. За невеликий період (5–6 діб) біологічний врожай і якість зерна на корені суттєво не змінюються, але потім зменшується кількість врожаю, оскільки посилюється осипання зерна з колосків, ламаються стебла та колосся, знижується якість зерна: зменшується маса 1000 зерен, об'ємна маса, схожість, погіршуються борошномельні та хлібопекарські властивості [1–12].

Незалежно від способів урожай ярого ячменю необхідно зібрати в стислий термін – за 7–8 днів [1–12].

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНА ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

3.1. Основні агротехнічні вимоги до збирання зерна ярого ячменю

Агротехнічними вимогами регламентується робота різних видів валкових жаток. Стосовно їх роботи висовуються вимоги до наступних показників [1–12]:

- не повинно бути не зрізаних стебел;
- висота зрізаних стебел має бути 6–8 см залежно від гущини і висоти хлібостою;
- допустима полеглість для довгостеблових хлібів до 55%, для короткостеблових до 20%;
- втрати за жниваркою комбайна допускаються до 1% для прямостоячих хлібів і 1,5% для полеглих;
- чистота зерна у бункері має бути не нижче 95%;
- при прибиранні зернових загальні втрати зерна через недомолот і з соломою мають бути не більше 1,5%;
- дроблення не повинне перевищувати 1% для насінного зерна, 2% для продовольчого.

3.2. Розрахунок операційно–технологічної карти на збирання зерна ярого ячменю

Таким чином, в новій технології вирощування ярого ячменю розділимо всю площу, на якій вона вирощується, на дві частини. Збирати врожай будемо прямим комбайнуванням у фазі повної стиглості насіння з однієї частини комбайном John Deere 9560 STS, а іншу – комбайном John Deere 9860 STS [13].

3.2.1. Аналітичний розрахунок агрегатів

Робоча швидкість руху комбайнового агрегату [14–19]:

$$v_p = \frac{3{,}6 \cdot q_ф}{B_к \cdot \beta \cdot U \cdot (1+\delta_c)}, \qquad (3.8)$$

де $B_к$ – конструктивна ширина захвату жатки, $B_{к1}$=7,6 м, $B_{к2}$=9,15 м;

$q_ф$ – продуктивність молотарки комбайна, $q_{ф1}$=12 кг/с, $q_{ф1}$=18 кг/с;

β – коефіцієнт використання ширини захвату жатки, β=0,95;

U – урожайність культури, U=4,6 т/га;

δ_c – соломистість, δ_c=1,5.

Таким чином, робоча швидкість руху агрегату становить:

$$v_{p1} = \frac{36 \cdot 12}{7{,}6 \cdot 0{,}95 \cdot 4{,}6(1+1{,}5)} = 5{,}02 \text{ км/год.}$$

$$v_{p2} = \frac{36 \cdot 18}{9{,}15 \cdot 0{,}95 \cdot 4{,}6(1+1{,}5)} = 6{,}48 \text{ км/год.}$$

Перевіряємо можливість роботи зернозбирального комбайна при розрахованій швидкості і допустимій потужності завантаження двигуна за формулою [14–19]:

$$N_e = \frac{R_м \cdot \upsilon_p}{36\eta_м \cdot \eta_\sigma} + \frac{0{,}1 \cdot \left(N_{пит} \cdot g_{пит} + N_{пр_{хх}} + N_{пр_{доп}}\right)}{\eta_{пр}}, \qquad (3.9)$$

де $R_м$ – опір переміщення комбайна по полю, кН;

$$R_м = G_м\left(f_м + \frac{i}{100}\right), \qquad (3.10)$$

$G_м$ – вага комбайна з жаткою, $G_{м1}$=153,5 кН, $G_{м2}$=180 кН;

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

i – нахил поля, i=3°

$$R_{м1} = 153{,}5\left(0{,}2 + \frac{3}{100}\right) = 35{,}31 \text{ кН}; \qquad R_{м1} = 180\left(0{,}2 + \frac{3}{100}\right) = 41{,}4 \text{ кН};$$

$\eta_м$ – коефіцієнт трансмісії, $\eta_м$=0,93;

η_σ – коефіцієнт буксування, η_σ=0,87;

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

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

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

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

$$N_{e1} = \frac{153,5 \cdot 5,02}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{0,1\left(11,9 \cdot 12 + 0 + 0\right)}{0,95} = 41,48 \text{ кВт};$$

$$N_{e1} = \frac{180 \cdot 6,48}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{0,1\left(11,9 \cdot 18 + 0 + 0\right)}{0,95} = 62,59 \text{ кВт}.$$

При номінальній потужності двигуна зернозбирального комбайна N_{en1}=194,85 кВт та N_{en2}=276,74 кВт виконується умова:

N_{en1}=194,85 кВт> N_{e1}=41,48 кВт; N_{en2}=276,74 кВт> N_{e2}=62,59 кВт.

При вибраній швидкості агрегат буде працювати ефективно.

Визначаємо змінну продуктивність агрегатів за формулою [14–19]:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (3.11)$$

де T_p – чистий робочий час, год.;

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.12)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, $T_{зм}$=7 год.;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, τ=0,8

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год};$$

$$W_{зм1} = 0,1 \cdot 7,6 \cdot 5,02 \cdot 5,6 = 21,37 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм2} = 0,1 \cdot 9,15 \cdot 6,48 \cdot 5,6 = 33,2 \text{ га/зм}.$$

Визначаємо витрати палива на 1 га обробітку, кг/га, за формулою [14–19]:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{Q_{зм}}, \quad (3.13)$$

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_з \cdot T_з, \qquad (3.14)$$

де Q_p, Q_x, $Q_з$ – відповідно годинна витрати палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках. Для комбайна John Deere 9560 STS Q_p=38,4; Q_x=24,5; $Q_з$=10 кг/год. Для комбайна John Deere 9860 STS Q_p=42,7; Q_x=26,6; $Q_з$=10,9 кг/год;

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

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

$$Q_{зм1} = 38,4 \cdot 5,6 + 24,5 \cdot 0,7 + 10 \cdot 0,7 = 239,19 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{зм2} = 42,7 \cdot 5,6 + 26,6 \cdot 0,7 + 10,9 \cdot 0,7 = 257,39 \text{ кг/зм}.$$

Тоді витрати палива на 1 га становитимуть:

$$Q_{га1} = \frac{239,19}{21,37} = 11,19 \text{ кг/га}; \qquad Q_{га2} = \frac{257,39}{33,2} = 7,75 \text{ кг/га}.$$

Таким чином, доцільно використовувати комбайн John Deere 9860 STS

3.3. Підготовка агрегату до роботи

Якість скошування ярого ячменю залежить від технологічної наладки жаток.

Для нормальної роботи різального апарата вкладиші пальців повинні лежати в одній площині [14–19]. При необхідності пальці підгинають трубою або легкими ударами молотка. Зазори між сегментами і вкладишами повинні бути: в передній частині – до 0,8 мм, в задній 0,3–1,5 мм [14–19]. Зазор між притискними лопатками і сегментами допускається до 0,5 мм [14–19]. Його регулюють переміщенням притискної лапки [14–19].

Висоту зрізування встановлюють за допомогою гідроциліндрів з кабіни комбайна. Регулюють положення мотовила.

Мотовило встановлюють перед різальним апаратом. Положення мотовила за висотою регулюють гідроциліндрами. При цьому кромки граблин повинні захоплювати стебла в центрі їх маси або дещо вище, приблизно на відстані 2/3 довжини стебла від лінії зрізу [14–19].

Кут нахилу пальців граблин змінюють переставленням кріплення вушка механізму нахилу граблин до сектора повзуна, при цьому граблини значно нахиляють назад (третій або четвертий отвір) [14–19].

Частоту обертання мотовила змінюють у межах 22–62 $хв^{-1}$ клинопасовим варіатором [14–19]. Її приймають такою, щоб колова швидкість граблин в 1,2–1,8 рази перевищувала поступальну швидкість руху агрегату [14–19].

3.4. Підготовка поля до роботи

Продуктивність комбайнових агрегатів в значній мірі залежить від стану і підготовки поля. Нерівна, гребениста поверхня негативно впливає на роботу агрегатів.

Поле, де буде виконуватися скошування, не пізніше чим за 10 днів до початку робіт оглядають і встановлюють нагляд за ними, щоб своєчасно розпочати косіння.

При огляді поля визначають стан хлібостою, очікувану врожайність, стадії і рівномірність дозрівання хлібів, засміченість, рельєф, стан доріг. Засмічені перешкоди усувають або позначають вішками [14–19].

Для скошування хлібостою обираємо затінковий спосіб руху агрегату з безпетлевими поворотами [14–19].

Визначають черговість косіння загінок і складають план–маршрут роботи агрегатів [14–19].

Для роботи жаток поле розбивають на загінки так, щоб їх довжина була в 5–8 разів більше ширини, а площа відповідала денній продуктивності агрегату [14–19].

Орієнтовну величину поворотної смуги визначаємо за формулою [14–19]:

$$E = 3R_{min} + L_м, \tag{3.15}$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту, для жатки R_{min}=9,15 м;

$L_м$ – кінематична довжина машини, $L_м$=3,95 м.

Тоді ширина розворотної смуги становить:

$$E = 3 \cdot 9{,}15 + 3{,}95 = 31{,}4 \text{ м.}$$

Враховуючи те, що ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату робочої машини та оскільки [14–19]:

$$E = K \cdot B_p, \tag{3.16}$$

де K – це кратність

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{31{,}4}{9{,}15} = 3{,}43.$$

Приймаємо K=4.

Після округлення отримуємо:

$$E = 4 \cdot 9{,}15 = 36{,}6 \text{ м.}$$

Оптимальну ширину загінки визначаємо за формулою [14–19]:

$$C_{опт} = \sqrt{16 \cdot R_{min}^2 + B_p L}, \tag{3.17}$$

де L – довжина загінки, L=800 м

$$C_{опт} = \sqrt{16(9{,}15)^2 + 2 \cdot 9{,}15 \cdot 900} = 133{,}45 \text{ м;}$$

$$C'_{опт} = K \cdot B_p;$$

$$K = \frac{133{,}45}{9{,}15} = 14{,}58, \text{ приймаємо 15.}$$

Отже: $C'_{опт} = 15 \cdot 9{,}15 = 137{,}25$ м.

Кількість загінок визначаємо за формулою [14–19]:

$$n_з = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \tag{3.18}$$

де F – площа поля, F=165 га;

$$n_з = \frac{10^4 \cdot 165}{900 \cdot 137,25} = 13,36 \text{ шт.}$$

Отже, приймаємо на одному полі шістнадцять загінок шириною $C_{1–12}$=137,25 м і одну загінку шириною

$$C_{13} = C_{1–12} \cdot 1,36 = 137,25 \cdot 1,35 = 186,66 \text{ м.}$$

Показником, який оцінює спосіб руху агрегату в загінці є коефіцієнт робочих ходів, який визначається за формулою [14–19]:

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

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

Для гонового способу руху:

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (3.20)$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (3.21)$$

де l – довжина виїзду агрегату

$$l = 0,5L_a = 0,5 \cdot (3,35 + 3,95) = 3,55 \text{ м;}$$

$$L_p = 900 - 2 \cdot 36,6 = 826,8 \text{ м;}$$

$$L_x = 6 \cdot 9,15 + 2 \cdot 3,55 = 61,6 \text{ м.}$$

Тоді

$$K_p = \frac{826,8}{826,8 + 61,6} = 0,93.$$

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

3.5. Робота агрегату

Для роботи жатки гоновим способом необхідно обкосити краї поля та розкосити поле на загінки двома зустрічними проходами, тобто зробити валки. Внаслідок частих зупинок жаток з технологічних причин, доцільно організувати роботу кожної жатки в окремій загінці.

В залежності від кліматичних умов та стану ярого ячменю висоту зрізу можна змінювати в межах від 15 до 25 см.

При скошуванні сильно засмічених і спутаних посівів встановлюють різальний апарат з двома ножами та стеблепідіймачі (ліфтери).

На схилах жаткові агрегати повинні працювати вздовж нього.

3.6. Контроль якості виконання операції

Основна вимога до якості – відсутність втрат врожаю. Втрати насіння за жаткою і висотою зрізання перевіряють квадратною рамкою із сторонами в 1 м [14–19]. Її накладають по діагоналі поля через кожні 200–300 м [14–19]. В цих квадратах заміряють середню висоту стерні і підраховують кількість насіння, яке осипалося [14–19]. Зібране насіння (середню кількість з усіх розрахунків) зважують, отриману масу в грамах множать на 10 і отримують втрати насіння в кілограмах на 1 га площі поля.

3.7. Розробка операційної технологічної карти на збирання ярого ячменю

Виконуємо розрахунки показників організації виконання операції.

Визначаємо тривалість одного циклу за формулою [14–19]:

$$T_ц = \frac{12L_p}{10^2 \cdot v_p} + 2t_n, \qquad (3.22)$$

де L_p – робоча довжина загінки;

t_n – час повороту в кінці загінки, t_n=1,5–2 хв.

$$T_ц = \frac{12 \cdot 826,8}{10^2 \cdot 6,48} + 2 \cdot 2 = 19,31 \text{ хв.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл за формулою [14–19]:

$$W_ц = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_ц \cdot \tau, \qquad (3.23)$$

де B_p, v_p, τ – використовуємо з попередніх розрахунків;

$T_ц$ – час циклу, $T_ц$=0,32 год.

$$W_ц = 0,1 \cdot 9,15 \cdot 6,48 \cdot 0,32 \cdot 0,8 = 1,52 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну визначаємо за формулою [14–19]:

$$n_ц = \frac{W_{зм}}{W_ц}. \quad (3.24)$$

$$n_ц = \frac{33,2}{1,52} = 21,84 \text{ ц/зм.}$$

Виконані розрахунки розрахунково–пояснювальної записки використовуємо в операційній технологічній карті.

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис конструкції зернозбирального комбайна та напрямки вдосконалення його конструкції



Рис. 4.1. Комбайн John Deere 9860 STS

4.1.2. Будова машини

Жатка та похила камера

Похила камера має 6 регулювань – як в поперечному, так і поздовжньому напрямках, що забезпечує максимальну пристосованість до стану культури і рельєфу поля. Регулювання кута жатки забезпечує паралельність днища жатки полю, при установці шин з нештатної розмірністю або при зменшенні тиску в шинах для збільшення зчеплення з ґрунтом [13].

Система обмолоту STS

Подача барабана–живильника забезпечує рівномірне живлення головного ротора масою. Подача маси відбувається на сегменті в 270°. Система обмолоту STS (рис. 4.2) складається з трьох частин: на першій ділянці забезпечується розподіл і подача маси до зони

обмолоту, на другій знаходяться 27 молотильних зубів, що обмолочують основну масу та на третій відбувається кінцевий обмолот зерна в соломі [13].

У комбайнах STS реалізована ступінчаста асиметрична камера ротора (рис. 4.3), що вивільняє хлібну масу поступово, коли її ворушіння зростає в міру молотіння [13].



Рис. 4.2. Система обмолоту STS комбайна John Deere 9860

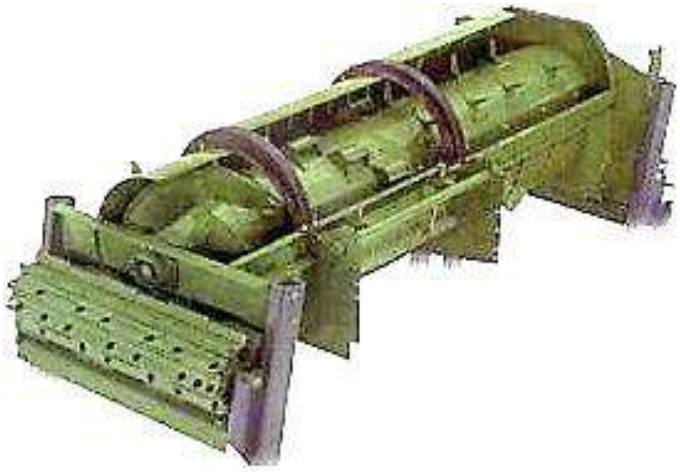


Рис. 4.3. Ступінчаста асиметрична камера ротора

Після головного ротора встановлено подавальний барабан, який транспортує масу від ротора до соломоподрібнювача. Барабан

складається з 5 лопатей. Підбарабання буває 3 видів: з крупнокомірковим дротовим, дрібнопористе дротове і пруткове [13].

Система сепарації

Система сепарації складається з транспортних шнеків, попереднього сепарації, решіт грубого та тонкого сортування, роторного вентилятора. Роторна конструкція вентилятора забезпечує щільний потік повітряної маси. Повітряний потік розподіляється між решетами в пропорції 20 до 80 [13].

Попередній очищувач видаляє до 40% полови. Таким чином, розвантажуються головні решета [13].

Встановлені пластинчасті універсальні решета.

На комбайнах серії STS встановлюються сервомотори регулювання зазору решіт з кабіни [13].

Соломоподрібнювач

Солома укладається у валки або подрібнюється. Комбайн обладнаний соломоподрібнювачем з можливістю розкидання в сторони соломи або одним загальним потоком [13].

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

Загальний принцип роботи комбайна

Ножі жниварки зрізають стебла після чого мотовило укладає їх на платформу жниварки, шнек транспортує зрізану хлібну масу до центру жниварки і пальцями, які є в центральній частині, проштовхує у похилий камеру, де стебла подаються транспортером. Вже в корпусі самого комбайна перед молотильним барабаном є каменевловлювач, в який під дією гравітації із хлібної маси випадають камінці. Далі іде подача до молотильного барабану де проводить обмолот колосків, вимолочене зерно, полова та дрібні домішки просипаються крізь решета на транспортувальну решітку. Вентилятором під решето подається повітря, потоком повітря зерно очищається від легких домішок. Солома по

соломотрясу надходить до подрібнювача. Очищене зерно зсипається в камеру зернового шнека, який подає зерно в бункер [13].

4.2. Визначення продуктивності агрегату

4.2.1. Розрахунок завантаження комбайна, визначення його робочої швидкості

Робоча ширина захвату жатки визначається пропускною здатністю q молотарки комбайна, його середньою робочою швидкістю $V_{м\cdot ср}$, середньою врожайністю збираної культури Q і співвідношенням між зерном і соломою в хлібній масі (З:С). Для забезпечення максимального завантаження молотарки ширина захвату має бути рівна [20–22]:

$$B = \frac{\nu \cdot q}{Q \cdot v_{м\cdot ср}}, \qquad (4.1)$$

де B – ширина захвату жатки, м;

q – пропускна здатність молотарки комбайна, кг/с;

Q – середня врожайність збираної культури, кг/м^2;

$v_{м\ сер}$ – середня робоча швидкість комбайна, м/с;

ν – коефіцієнт, який визначає вміст зерна в хлібній масі і визначається за співвідношенням

$$\nu = \frac{З}{З + С}. \qquad (4.2)$$

При $З$:$С$=1:1,5 $\qquad \nu = \frac{1}{1+1,5} = 0,4.$

Так, при середній врожайності Q=0,46 кг/м^2 (46 ц/га), $З$:$С$=1:1,5 (ν=0,4) максимальній ширині захвату жатки B=9,15 м і пропускної здатності молотарки q=18 кг/с необхідна робоча швидкість агрегату

$$v_{м\cdot ср} = \frac{0,4 \cdot 18}{0,46 \cdot 9,15} = 1,71 \text{ м/с}.$$

Значення врожайності в розрахунках приймемо в межах $Q_{\min} = 0,2$; $Q_{\max} = 0,6$ кг/м^2.

Знаючи найбільше і найменше значення врожайності можна розрахувати необхідний діапазон швидкостей руху комбайна [20–22]:

$$v_{м\max} = \frac{q \cdot \nu}{B \cdot Q_{\min}}; \quad v_{м\min} = \frac{q \cdot \nu}{B \cdot Q_{\max}}. \tag{4.3}$$

$$v_{м\max} = \frac{18 \cdot 0,4}{9,15 \cdot 0,2} = 3,93 \text{ м/с}; \qquad v_{м\min} = \frac{18 \cdot 0,4}{9,15 \cdot 0,6} = 1,31 \text{ м/с}.$$

Отже при відношенні зерна до соломи *З*:*С*=1:1,5 приймаємо ширину захвату жатки *В*=9,15 м. При зміні врожайності від $Q_{\min} = 0,2$ кг/м^2 до $Q_{\max} = 0,6$ кг/м^2, діапазон швидкостей змінюється від 1,31 м/с до 3,93 м/с.

Технологічна продуктивність збирального агрегату:

$$W_T = 0,1 \cdot B \cdot \nu = 0,1 \cdot 9,15 \cdot 4,72 = 4,32 \text{ га/год}, \tag{4.1}$$

де B – ширина захвату агрегату – 9,15 м;

ν – середня робоча швидкість агрегату – 4,72 км/год;

Оперативна продуктивність визначається за виразом [20–22]:

$$W_{ОП} = W_T \cdot \eta = 4,32 \cdot 0,6 = 2,59 \text{ га/год}, \tag{4.2}$$

де η – коефіцієнт, що враховує втрати часу з реальними паузами, зупинками, що необхідні для виконання допоміжних операцій – 0,6.

Експлуатаційна продуктивність пов‘язана з технологічним рівнянням:

$$W_E = W_T \cdot K_E = 4,32 \cdot 0,54 = 2,33 \text{ га/год} \tag{4.3}$$

де K_E – коефіцієнт використання експлуатаційного часу

$$K_E = \eta \cdot \eta' = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54 \tag{4.4}$$

де $\eta' = 0,85 \ldots 0,92$ – коефіцієнт, що враховує експлуатаційні затримки.

Фактична продуктивність збирального агрегату залежить від його технічної та технологічної досконалості, а також, у більшій мірі, від погодних умов та досконалості організації його використання.

Пропускна здатність молотильного барабана (подача) [20–22]:

$$q = \Delta \cdot \eta \cdot \gamma \cdot \upsilon_1 \cdot l, \qquad (4.5)$$

де Δ – товщина потоку хлібної маси на вході в молотильний апарат;

l – довжина барабану;

η – коефіцієнт використання довжини барабану;

υ_1 – швидкість хлібної маси на вході в молотильний апарат;

γ – щільність хлібної маси.

Забивання молотильного апарата не відбудеться, якщо бич надасть порції хлібної маси m', яка припадає на його частку, імпульс $P \cdot \Delta t$, що дорівнює або є більшим за кількість руху $m' \cdot \upsilon_1$, який мала ця порція у своєму русі до входження в молотильний апарат, тобто [20–22]

$$P \cdot \Delta t \geq m' \cdot \upsilon_1 \qquad (4.6)$$

Порція хлібної маси, яка потрапила в молотильний зазор, піддається дії: нормальної сили стискування N; сили тертя $f_1 N$, що виникає у зоні контакту між бичем барабана та порцією хлібної маси і спрямованої по дотичній до барабана у бік його обертання; сили тертя $f_2 N$, яка виникає у зоні контакту між порцією хлібної маси та планкою деки, спрямованої у бік, протилежний руху хлібної маси (рис. 4.4) [20–22].

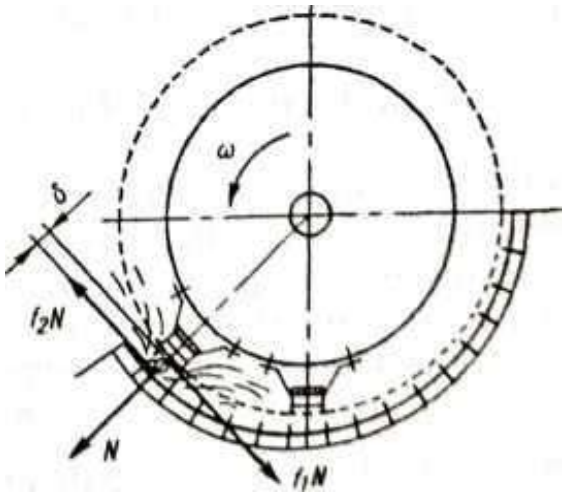


Рис. 4.4. Схема дії сил на порцію хлібної маси в молотильному зазорі

Обидві сили тертя створюють момент, який прагне повернути порцію хлібної маси, але через мале значення молотильного зазору $\delta_м$ цим моментом можна знехтувати. Тоді імпульс сили, який надається бичем порції хлібної маси, буде [20–22]:

$$P \cdot \Delta t = (f_1 N - f_2 N)\Delta t \geq m' \cdot \upsilon_1, \qquad (4.7)$$

де $\Delta t = b / \upsilon$ – час ударної дії бича барабана на порцію (b – робоча ширина бича; υ – колова швидкість барабана);

f_1 та f_2 – коефіцієнти тертя між хлібною масою, бичем барабана і декою;

$m' = q \cdot t / g$ – маса порції, яка припадає на один бич;

$t = \pi D / (M \cdot \upsilon)$ – час між проходженням двох сусідніх бичів;

D – зовнішній діаметр барабана;

M – кількість бичів на барабані;

g – прискорення вільного падіння.

Тобто:

$$N(f_1 - f_2)(b / \upsilon) \geq q \cdot \pi \cdot D \cdot \upsilon_1 / (M \cdot \upsilon \cdot g). \qquad (4.8)$$

Визначивши значення υ_1, з формули; $\upsilon_1 = q/(\Delta \cdot l \cdot \gamma \cdot \eta)$ і підставивши в останній вираз, одержимо [20–22]:

$$N(f_1 - f_2)b \geq q^2 \cdot \pi \cdot D / (\Delta \cdot l \cdot \eta \cdot \gamma \cdot M \cdot g) \qquad (4.9)$$

Нехай $\Delta = \mu \cdot \delta_м$, де μ – ступінь стиснення хлібної маси в молотильному апараті. Значення μ залежить від фізико–механічних властивостей обмолочувальної культури. Для переміщення хлібної маси у молотильному зазорі без зупинок і забивання воно не повинне перевищувати допустимих значень для даної культури (стебел пшениці $\mu = 6 - 7$).

З останнього виразу можна визначити пропускну здатність (подачу) молотильного апарата [20–22]:

$$q = \sqrt{10^{-1} \cdot N(f_1 - f_2) \cdot b \cdot \mu \cdot \delta_m \cdot l \cdot \eta \cdot \gamma \cdot \mu \cdot g / (\pi \cdot D)}, \qquad (4.10)$$

де $N = 8$ Н; $f_1 = 0{,}96$; $f_2 = 0{,}86$; $\mu = 6{,}5$; $\delta_м = 0{,}025$ м; $\eta = 0{,}98$; $D = 0{,}75$ м

$$q = \sqrt{\frac{10^{-1} \cdot 8 \cdot (0{,}96 - 0{,}92) \cdot 5 \cdot 6{,}5 \cdot 0{,}016 \cdot 3{,}124 \cdot 0{,}98 \cdot 46 \cdot 9{,}15 \cdot 9{,}8}{3{,}14 \cdot 0{,}75}} = 17{,}86$$

кг/с.

4.3. Розрахунок сили на роторі та камері ротора

Знайдемо силу, що діє на ротор та камеру ротора зі сторони молотильної маси. Використаємо формулу для знаходження середнього колового зусилля на зубах барабана прирівнявши конусну частину ротора до барабану з діаметром рівним середньому діаметру конуса. При цьому внесемо поправки, що враховують особливість роботи ротора [20–22]:

$$P = a_p q + b_p q^2, \qquad (4.11)$$

де a_p – коефіцієнт, що залежить від зазору на вході і кута обхвату барабана підбарабанням;

b_p – коефіцієнт, що залежить від швидкості подачі маси до молотильного пристрою і зазорів на вході в молотильний простір.

Для молотильних пристроїв з діаметром барабанів $D = 650 - 750$ мм та кутом обхвату 110…140° при швидкості подачі маси до барабану 3…3,5 м/с маємо:

$$a_p = 90\ldots120 \text{ Н(кг/с)}^{-1},$$

$$b_p = 7\ldots10 \text{ Н(кг/с)}^{-1}.$$

У нас $D = 750$ мм на вході та 360° обхвату,

$a_p = 250$ Н(кг/с)$^{-1}$,

$b_p = 25$ Н(кг/с)$^{-2}$,

$q = 14$ кг/с.

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

Ця сила розподілена по колу в 360°.

Знайдемо зусилля, що діє на камеру ротора по осі. Для цього колове зусилля P розкладемо або точніше знайдемо зусилля спрямоване під кутом використовуючи коефіцієнт тертя соломи по сталі для вологості 27–37%

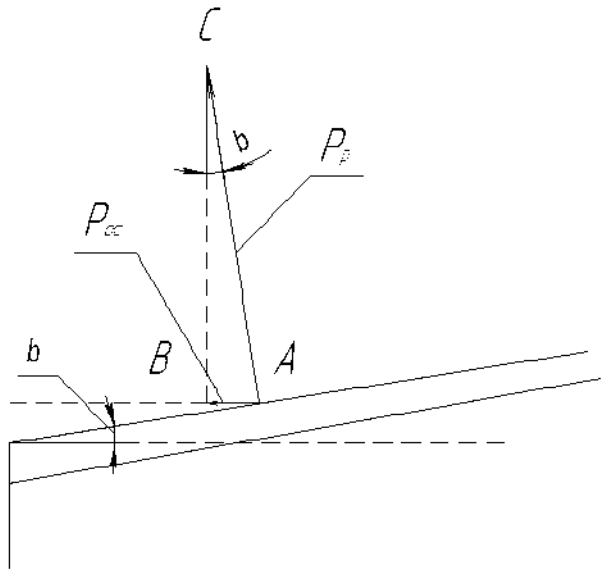


Рис. 4.5. Схема сил. що діють на камеру ротора здовж її осі

$$f = 1,2\, f_0 + 0,5 / (b_0 b), \tag{4.12}$$

де f_0 – теоретичний коефіцієнт тертя,

$$f_0 = 0,25 + 0,8\zeta, \tag{4.13}$$

де ζ – відносний вміст вологи в соломі.

Тому $f_{0мах} = 0,52$ та b_0, b розміри зубів та планок в см.

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

Тангенс кута тертя рівний 0,6382 звідки кут тертя рівний 32,5°.

Рівнодіюча сила рівна:

$$P_p = P / cos(32,5), \tag{4.14}$$

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

Сила, що діє на ось ротора буде рівна:

$$P_{ос} = P_p sin\ \beta, \tag{4.15}$$

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

$$P_{ос} = 9960 \cdot sin 9° = 1558,08 \text{ Н}.$$

Така ж сила діє на ротор (барабан).

4.4. Розрахунок деталей на міцність

Розрахуємо на міцність гвинтову пару, що приводить до руху кожух. Гвинтова пара розраховується на зминання різьби від осьового зусилля $P_{ос}$ [23]

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{P_{ос}}{\pi \psi_н \psi_h [\sigma_{см}]}}, \tag{4.29}$$

де $\psi_н$ – коефіцієнт висоти гайки;

$\psi_н$ – коефіцієнт висоти різьби;

$\sigma_{см}$ – допустиме напруга на зминання, МПа.

$P_{ос}$ приймаємо рівним 10 кН враховуючи можливі перевантаження при забиванні ротора та попадання в нього сторонніх предметів:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{10000}{\pi \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 6}} = 18,8 \text{ мм}. \tag{4.30}$$

Для збільшення запасу міцності приймаємо діаметр більше рівній різьбі 30×6 – Упорна різьба S 30×6.

Передаточне число гвинтової пари:

$$i = s_м / s_r, \tag{4.31}$$

де $s_м$ – колове переміщення маховика, м;

s_r – переміщення гайки (гвинта), м;

або за іншою формулою

$$i = (\pi d_м) / p, \tag{4.32}$$

де $d_м$ – діаметр маховика, мм.;

p – хід гвинта.

$$i = \pi \cdot 30 / 6 = 15,7 .$$

На зміну зазору на 1 мм потрібно 6,4 мм зсуву кожуха. Для цього потрібно зробити переміщення маховика на $S_M = 6,4 \cdot 15,7 = 100,48$ мм. Число обертів маховика буде:

$$n = s_м / (\pi \cdot d_м) \tag{4.33}$$

$$n = \frac{100,48}{\pi \cdot 30} = 1,07 \text{ обертів.}$$

Тобто на зміну зазору на 1 мм потрібно 1,07 обертів маховика гвинтової пари. Для зручності регулювання потрібно щоб приводна шестерня здійснювала 2 оберти на 1 мм зміни зазору. Звідси передаточне число буде $u = 1,87$.

Розрахуємо підшипникові опори

Потрібну динамічну вантажопідйомність можна порівняти з паспортною підшипника 7314А ГОСТ 27365–87, $C_n = 208$ кН [23]:

$$C = P \sqrt[p]{L / (a_1 a_2)} \tag{4.34}$$

де P – еквівалентне навантаження, Н;

L – ресурс, млн. об.;

p – 3,33;

a_1 – коефіцієнт надійності;

a_2 – узагальнений коефіцієнт спільного впливу якості металу і умов експлуатації.

Еквівалентне навантаження для радіально–упорних підшипників [23]:

$$P = (XVF_r + YF_a) \cdot K_б K_т , \tag{4.35}$$

де F_r та F_a – радіальне і осьове навантаження, Н;

X та Y – коефіцієнти радіального і осьового навантаження;

V – коефіцієнт обертання;

$K_б$ – коефіцієнт безпечності;

$K_т$ – температурний коефіцієнт

$$P = (1 \cdot 1 \cdot 1911{,}5 + 0) \cdot 1{,}5 \cdot 1 = 2{,}8 \text{ кН};$$

$$C = 2{,}8 \sqrt[3{,}33]{10^6 / (1 \cdot 0{,}9)} = 183 \text{ кН};$$

$$C_п = 208 \text{ кН} > C = 183 \text{ кН}.$$

Умова виконується, роботоздатність підшипника забезпечена.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЗБИРАННІ ВРОЖАЮ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

До управління зернозбиральним комбайном допускаються особи не молодше 18 років, які мають посвідчення на право управління цією технікою, пройшли медичний огляд і навчання з охорони праці [24].

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 [24].

Для роботи в нічну зміну комбайн заздалегідь заправляють водою і ПММ. Заправляти його паливом на місці збору врожаю забороняється. Особливо ретельно слід готувати комбайн до роботи в нічний час. Перевірити роботу і налаштування фар, щоб забезпечити йому добру видимість фронту роботи і робочих органів машини [24].

Перед виїздом в поле комбайнер і його помічник повинні переконатися в справній роботі рульового управління, гальм, електроустаткування, механізмів жниварки, ходової частини [24].

Під час роботи необхідно стежити за справністю захисних огороджень, 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. Не працювати з несправним рульовим управлінням, з несправною гальмівною системою. Шини з наскрізними ушкодженнями і зношеним малюнком протектора необхідно замінити [24].

Не усувати технологічні збої при працюючих органах і двигуні. Необхідно переконатися, що після усунення поломки або збою помічник знаходиться у безпечному місці. Перш ніж включити робочі органи або почати рух комбайна, подати звуковий сигнал і почекати, поки помічник не вийде з небезпечної зони. Неузгодженість дій комбайнера і його помічника часто стає причиною нещасного випадку – наїзду або захвату [24].

На працюючому комбайні забороняється знаходитися стороннім людям [24].

Необхідно пам'ятати, що максимально допустимий ухил поля, на якому може безпечно працювати зернозбиральний комбайн, складає 5°, а для холостого переїзду – 10°, при цьому швидкість руху має бути не більше 3–4 км/год [24].

Після зупинки комбайну важіль коробки передач має бути встановлений в нейтральне положення, а молотарка – вимкнена. Щоб уникнути опіків, кришку водяного радіатора відкривати тільки після його охолодження [24].

Перш ніж поїхати під лінією електропередачі, необхідно переконатися, що відстань до неї від найвищої точки комбайна складає більше 2 м. Якщо ця відстань менша, то проїзд небезпечний [24].

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 напоготові трактора з плугом для швидкої опашки поля у випадку пожежі [24];
- ✓ вносити конструктивні зміни в комбайн без узгодження з органами державного пожежного нагляду [24];

✓ вивантажувати зерно з комбайнів в машини, вихлопні труби яких не обладнані іскрогасниками [24];

✓ палити, робити зварювальні роботи, застосовувати усі види відкритого вогню в хлібних масивах на відстані менше 30 м від них [24].

ВИСНОВКИ

Ярий ячмінь – одна з головних культур, не тільки сільськогосподарського виробництва України, але і в світі.

На підставі проведеного аналізу технології її вирощування було розроблено технологічну карту вирощування, яка передбачає, не тільки повну механізацію виробничих процесів на всіх операціях, але й стан 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 ярого ячменю та зменшити витрати при цьому.

В інженерній частині проведенні розрахунки молотильного апарата, які підтверджують працездатність робочого органу після його модернізації.

В розділі охорони праці розроблені заходи щодо безпечної роботи під час збирання врожаю ярого ячменю з використанням зернозбирального комбайна John Deere 9860 STS.

Список використаної літератури

1. Технология производства продукции растениеводства/ Фирсов И.П., Соловьев А.М., Раскутин О.А. и др.; Под. ред. И.П. Фирсова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 432 с.: ил.

2. Петров П. В. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. / Петров П. В., Посполітак Т. Є., Юркевич Є. О. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 268 с.

3. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч.2 / [Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.]. −К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.

4. http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/234-iachmin-iaryi-suchasni-tekhnolohii-vyroshchuvannia.html

5. https://te.1lib.limited/book/3193177/90cbfa

6. https://superagronom.com/articles/354-viroschuvannya-yachmenyu--osoblivosti-tehnologiyi#:~:text=Ярий%20ячмінь%20краще%20за%20все,західних%20областей%203-4%20см

7. https://superagronom.com/articles/160-7-plyusiv-viroschuvannya-yarogo-yachmenyu-uspishniy-dosvid-gospodarstva-lische

8. http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-jarogo-jachmenyu-412.html

9. https://agrodopomoga.com.ua/uk/news/jarovoj-jachmen-tehnologija-vyraschivanija

10. https://propozitsiya.com/ua/yachmin-yariy-realizaciya-potencialu-produktivnosti

11. https://agrovio.com.ua/article.php?id=26

12. https://pidru4niki.com/78629/agropromislovist/intensivna_tehnologiya_viroschuvannya_yachmenyu_yarogo

13. https://www.5740.ltd.ua/john-deere-sts-9560-9660-9880.htm

14. Хробостов С.Н. Эксплуатация машинно–тракторного парка. Изд. 2–е, перераб. и доп.– М.: Колос, 1973.– 607 с.

15. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. –К.: Вища шк., 1995. –237 с.: іл.

16. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.

17. 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.

18. 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.

19. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.

20. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет. Под ред. Б.Г.Турбина, П. 1967.

21. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. Под ред. Е.Е. Босого. М., 1977.

22. 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.

23. Кузьмін А.В. та ін. Розрахунки деталей машин: Довідковий посібник, М, 1986.

24. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.

ДОДАТКИ

Технологічна карта

Культура – ярий ячмінь
Площа – 100 га
Урожайність – 46,0 ц/га

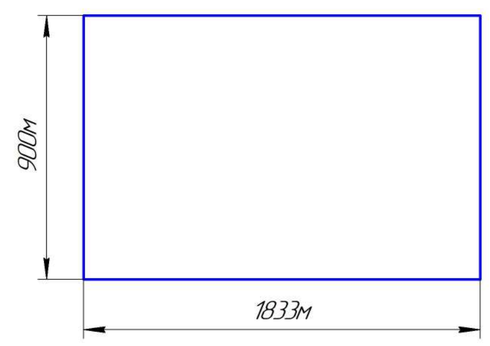
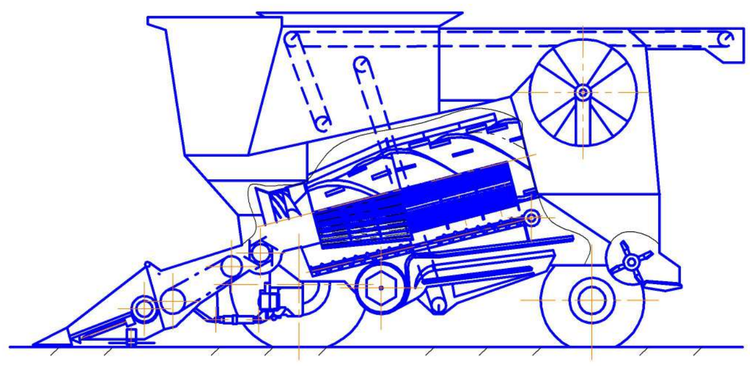
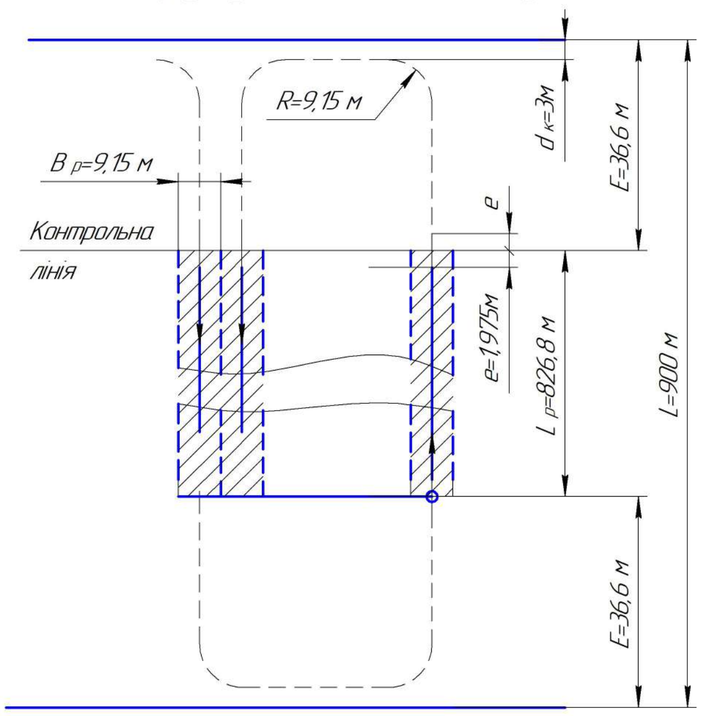
Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал				Змінна норма виробітку	Витрати праці, люд.×год.
		трактор, комбайн	с.-г. машини, знаряддя	трактористи		робітники ручної праці			
				кількість	розряд	кількість	розряд		
Підготовка мінеральних добрив	6 Т	вручну		–	–	4	II	28 Т	14,98
Завантаження мінеральних добрив	30 Т	МТЗ-80	ПЕ-35	1	II	–	–	4,2 Т	4,97
Транспортування мінеральних добрив до 5 км	30 Т	МТЗ-80	ПЕ-35	1	IV	–	–	10 Т	21
Розпушування грунту з внесенням мінеральних добрив, 35 см	100 га	JD 8320R	ЧНУ-4,5	1	IV	–	–	17 га	20,58
Підвоз води для приготування розчину гербіцида,	20 Т	МТЗ-80	ЗЖВ-1,8	1	III	–	–	8,4	16,66
Приготування розчину і заправка агрегату	4,0 Т	вручну		–	–	1	III	12	23,31
Внесеня гербіциду в грунт	100 га	МТЗ-80	ОВТ-1,0	1	III	–	–	23	30,45
Передпосівна культивація, 6-8 см	100 га	NH T6080	КПС-4	1	IV	–	–	30 га	23,33
Транспортування насіння в поле, до 10 км	24 т	автомобілі		–	–	–	–	–	–
Підготовка мінеральних добрив	8 т	вручну		–	–	1	III	3,5 Т	15,99
Транспортування мінеральних добрив у поле, до 10 км	8 т	МТЗ-80	2ПТС-4	1	III	–	–	10 Т	5,60
Завнтаження насіння у сівалку	24 т	автозавантажувач		–	–	–	–	–	–
Завантаження добрив у сівалку	8 т	вручну		–	–	1	III	4,5 га	12,44
Сівба з внесенням добрив	100 га	NH TD5.110	СЗ-3,6	1	IV	1	III	55,3 га	10,99
Коткування посівів	100 га	NH T7.315	ККП-6	1	III	–	–	76 га	9,21
Підживлення посівів добривами	100 га	NH T7.315	ОП-2000	1	IV	1	III	24 га	58,33
Обробіток посівів від хвороб, бур'янів та шкідників	100 га	NH T7.315	ОП-2000	1	V	–	–	30 га	23,33
Обкошування і прокошування	5 га	John Deere 9860STS		1	IV	–	–	29,12 га	1,20
Збирання зерна	95 га	John Deere 9860STS		1	IV	–	–	30,74 га	11,61
Транспортування зерна до 10 км	450 т	автомобілі		–	–	–	–	–	–
Первинна очистка зерна на току	450 т	–	ЗАВ-40	–	–	3	III	200 Т	225
Очистка насіння	35 т	–	ОВС-25	–	–	3	III	140 Т	52,50
Навантаження насіння	24 т	–	ЗМ-30	–	–	2	III	60 Т	3,73
Транспортування насіння в склад	24 т	автомобілі		–	–	–	–	–	–
Розвантаження насіння в складі	24 т	вручну		–	–	1	II	30 Т	5,60

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВЯЯ 00. 001 ТЧ			
Разраб.		Темченко			Технологічна карта	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Мороз					–	–
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.		Осипов			–	ЦНТУ, гр. АІ-18-3СК		
Утв.		Свірень						

Копировал Формат А1

Операційно-технологічна карта на збирання зерна ярого ячменю

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 165 га; довжина гонів – 900 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 зерна за жаткою: до 1% для прястоячих хлібів, до 1,5% для полеглих. 3. Втрати зерна через недомолот не більше 1,5%. 4. Дроблення зерна – не більше 1%.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Комбайн JOHN DEERE 9860STS, робоча ширина захвату – 9,15 м, робоча швидкість агрегата – 6,48 км/год; мінімальний радіус повороту – 9,15 м; кінематична довжина агрегату – 5,75 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 – 36,6 м; оптимальна ширина загінки – 137,25 м; кількість загінок – 13 (12 шириною по 137,25 м; 1 – шириною 186,66 м).	Схема руху одного циклу 
Спосіб руху	Спосіб руху – загінковий з безпетлевими поворотами	L – довжина гонів Lр – робоча довжина загінки E – ширина поворотної смуги e – довжина виїзду агрегату, Bр – ширина захвату агрегату, dк – кінематична ширина агрегату
Швидкість руху	Робоча швидкість – v_p=6,48 км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 19,31 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 1,52га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 33,2 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 21,84 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 7,75 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 257,39 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. На поверхні поля не допускається наявність незрізаних стебел рослин 2. Виконати 15–25 замірів втрат зерна по діагоналі загінки. Втрти неповинні перевищувати 2% 3. Чистотзерна в бункері повинна бути не менше 25% 4. Подрібнення зерна не повинне перевищувати 1%.	

Перед. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

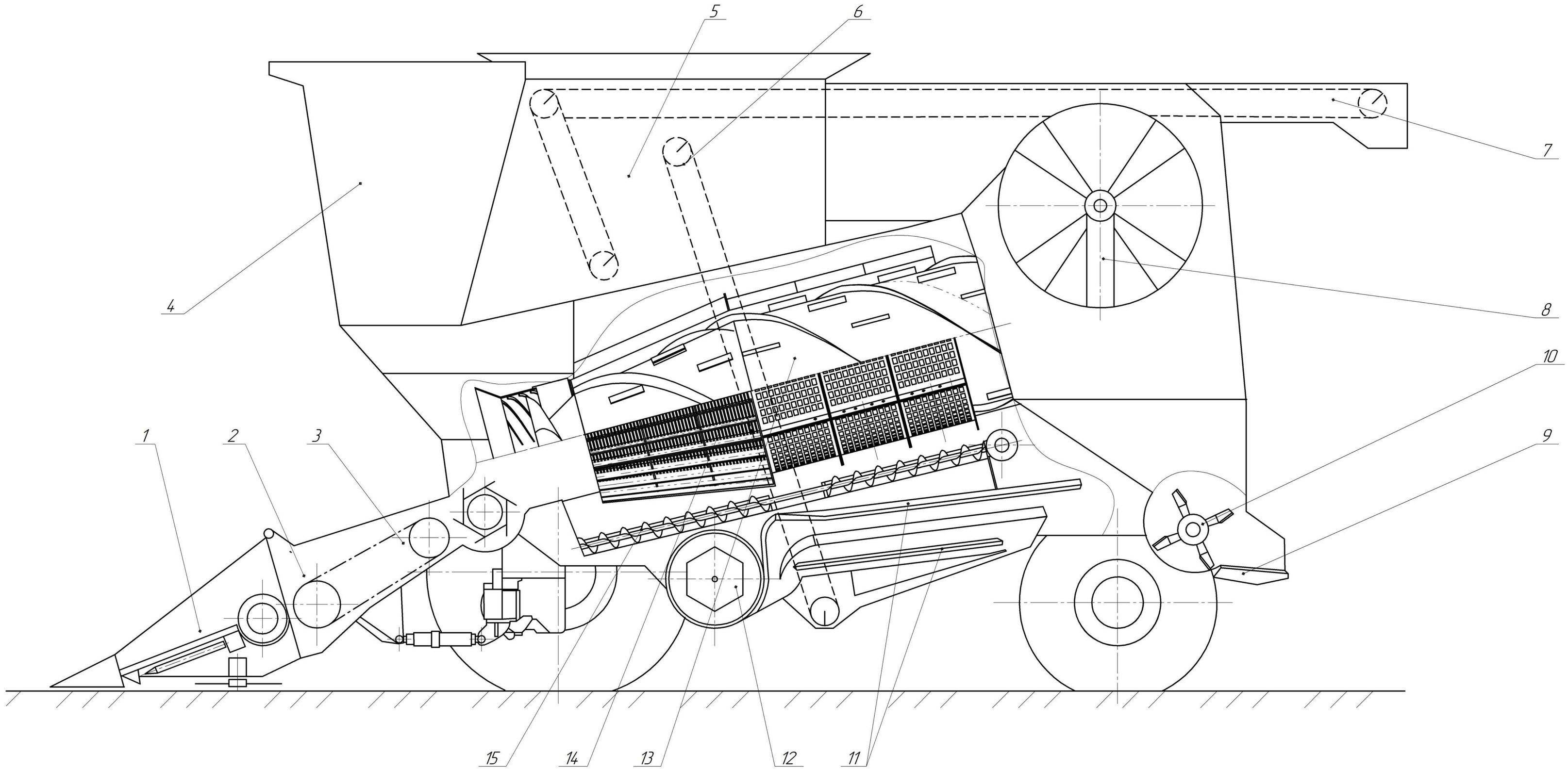
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВЯЯ 00. 002 ТЧ			
Разраб.		Темченко			Операційно-технологічна карта на збирання зерна ярого ячменю	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Мороз					–	–
Т.контр.						Лист	Листов	
Н.контр.		Осипов			–	ЦНТУ, гр. АІ–18–3СК		
Утв.		Сівень						

Копировал

Формат А1

9860 00. 000 С2



1 – Жатка кукурудзозбиральна.
2 – Похила камера
3 – Транспортер
4 – Кабіна
5 – Бункер зерновий
6 – Зерновий елеватор
7 – Вигрузний трубопровід
8 – Двигун з вентилятором
9 – Розкидач солами
10 – Розкидач рослинних решток
11 – Решіта сепарації
12 – Вентилятор
13 – Ротор
14 – Камера ротора
15 – Транспортувальний шнек

					9860 00. 000 С2		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Комбайн зернозбиральний John Deere 9860STS	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Темченко					–	–
Пров.		Мороз				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.		Осипов			–	ЦНТУ гр. АІ-18-3СК		
Утв.		Сорень						

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

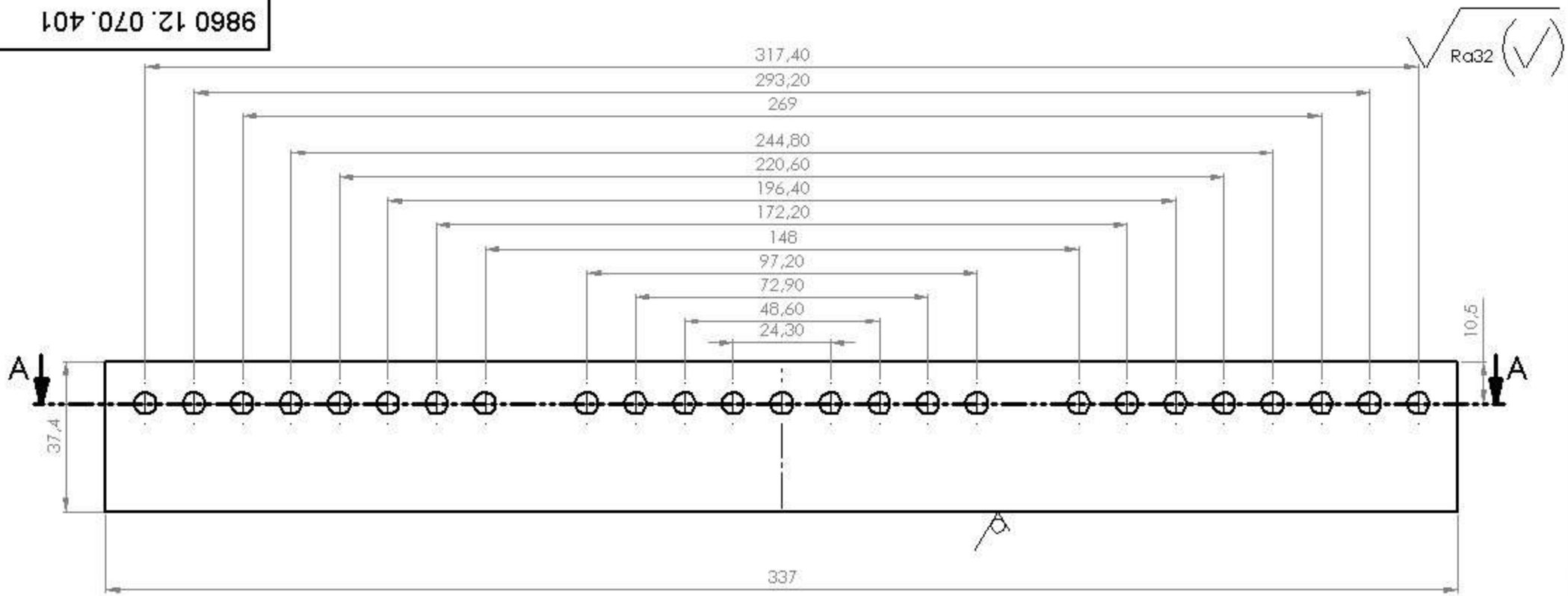
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

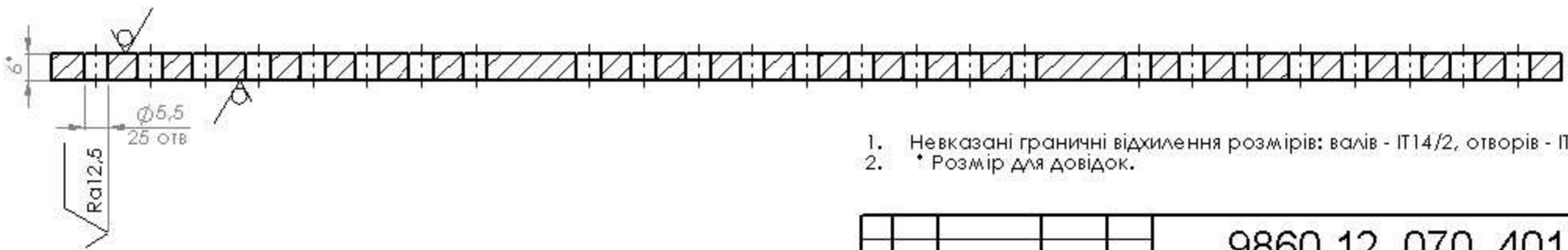
Подп. и дата

Инв. № подл.

9860 12. 070. 401



А-А



1. Невказані граничні відхилення розмірів: валів - IT14/2, отворів - IT14/2.
2. * Розмір для довідок.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Темченко		
Пров.		Мороз		
Т. контр.				
Н. контр.		Осипов		
Утв.		Свірень		

9860 12. 070. 401

Планка

Лит.	Масса	Масштаб
	0,567	1:1

Лист | Листов 1

Штаба 38х6 ГОСТ19903-74 / 20 ГОСТ 1050-74

ЦНТУ гр. АІ-18СК(3)

Копировал

Формат А3

Справ. №

Подп. и дата

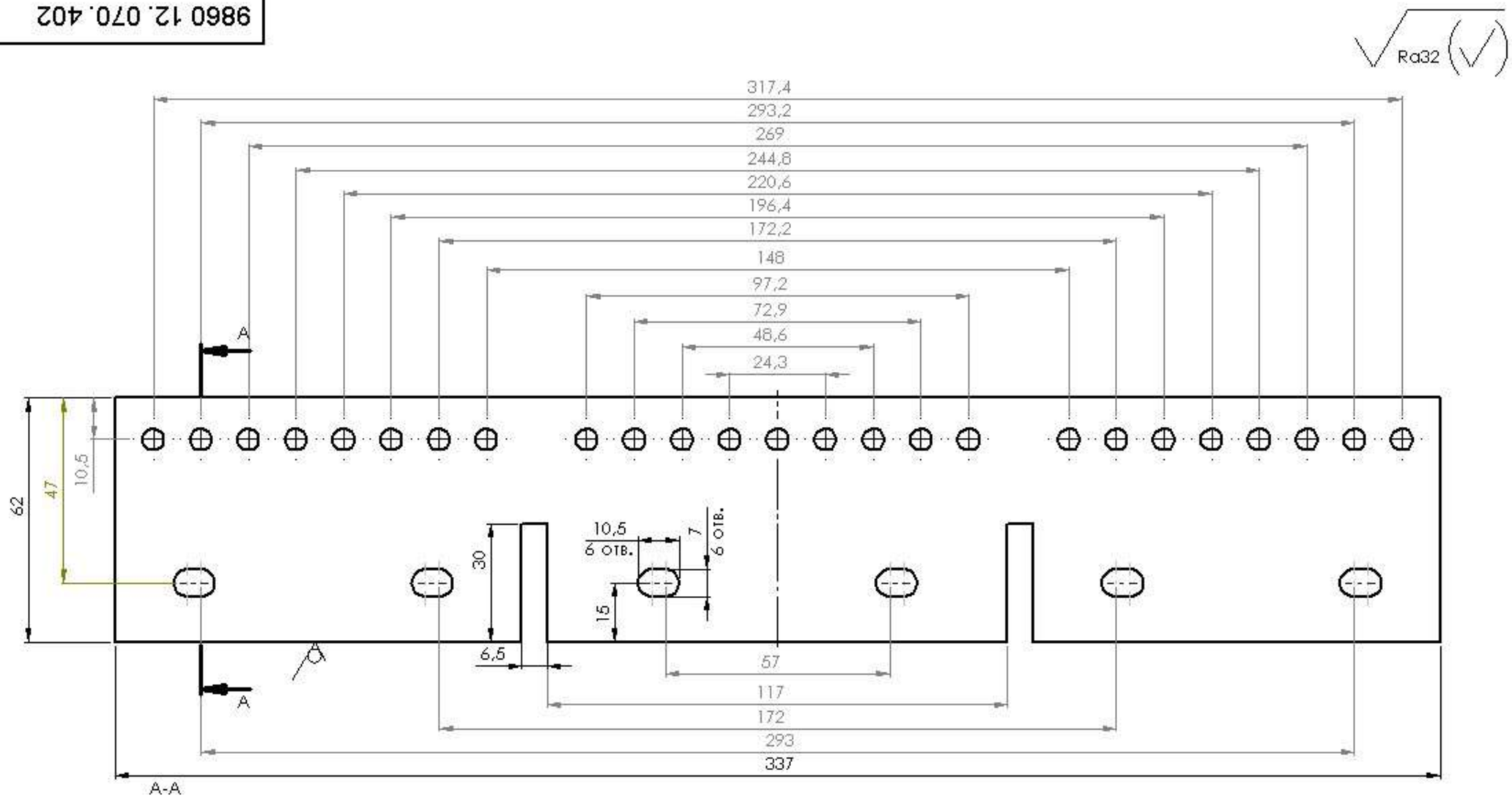
Инв. № дубл.

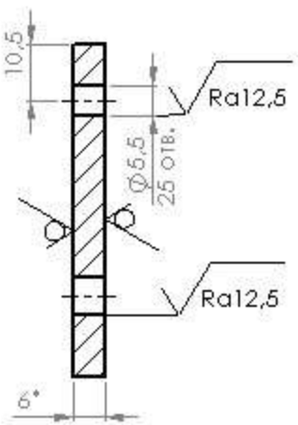
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

9860 12. 070. 402





1. Невказані граничні відхилення розмірів: валів - IT14/2, отворів - IT14/2.
2. * Розмір для довідок.

Зам.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Темченко		
Пров.		Мороз		
Т. контр.				
Н. контр.		Осипов		
Утв.		Свірень		

9860 12. 070. 402

Планка

Лит.	Масса	Масштаб
	0,922	1:1

Лист | Листов 1

Штаба 65х6 ГОСТ19903-74 / 20 ГОСТ 1050-74

ЦНТУ гр. АІ-18СК(3)

Копировал

Формат А3

Справ. №

Подп. и дата

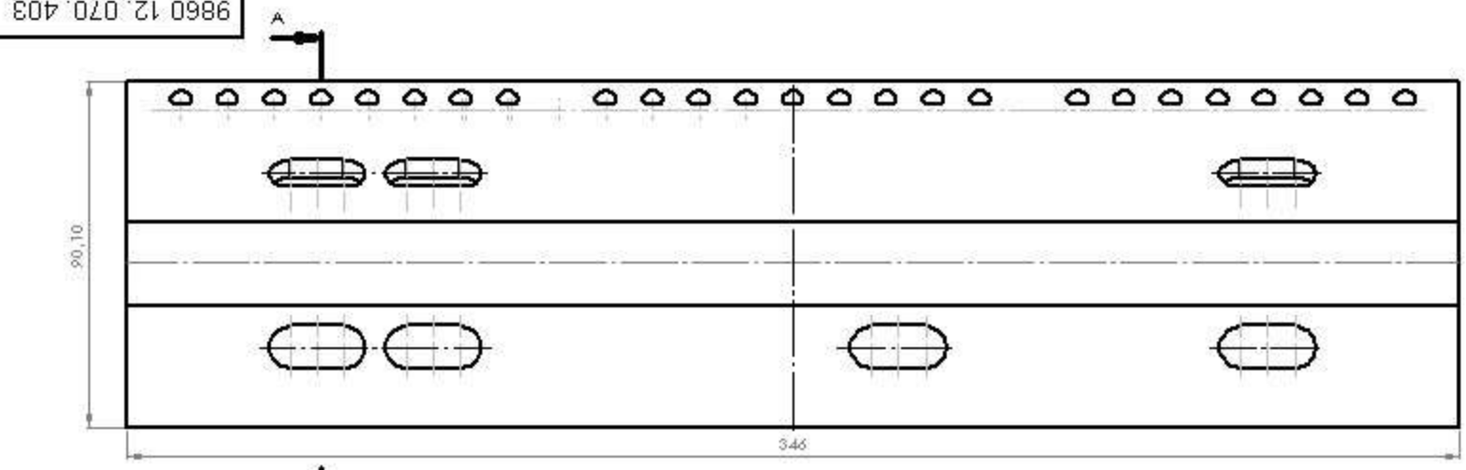
Инв. № дубл.

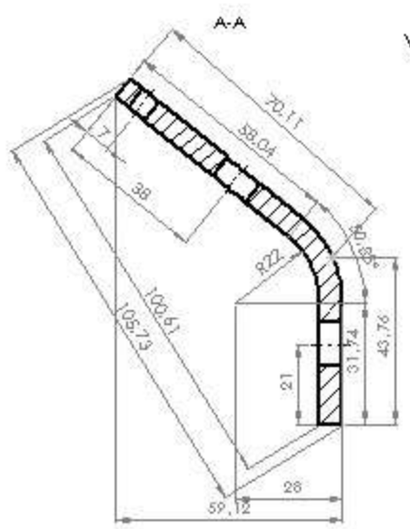
Взам. инв. №

Подп. и дата

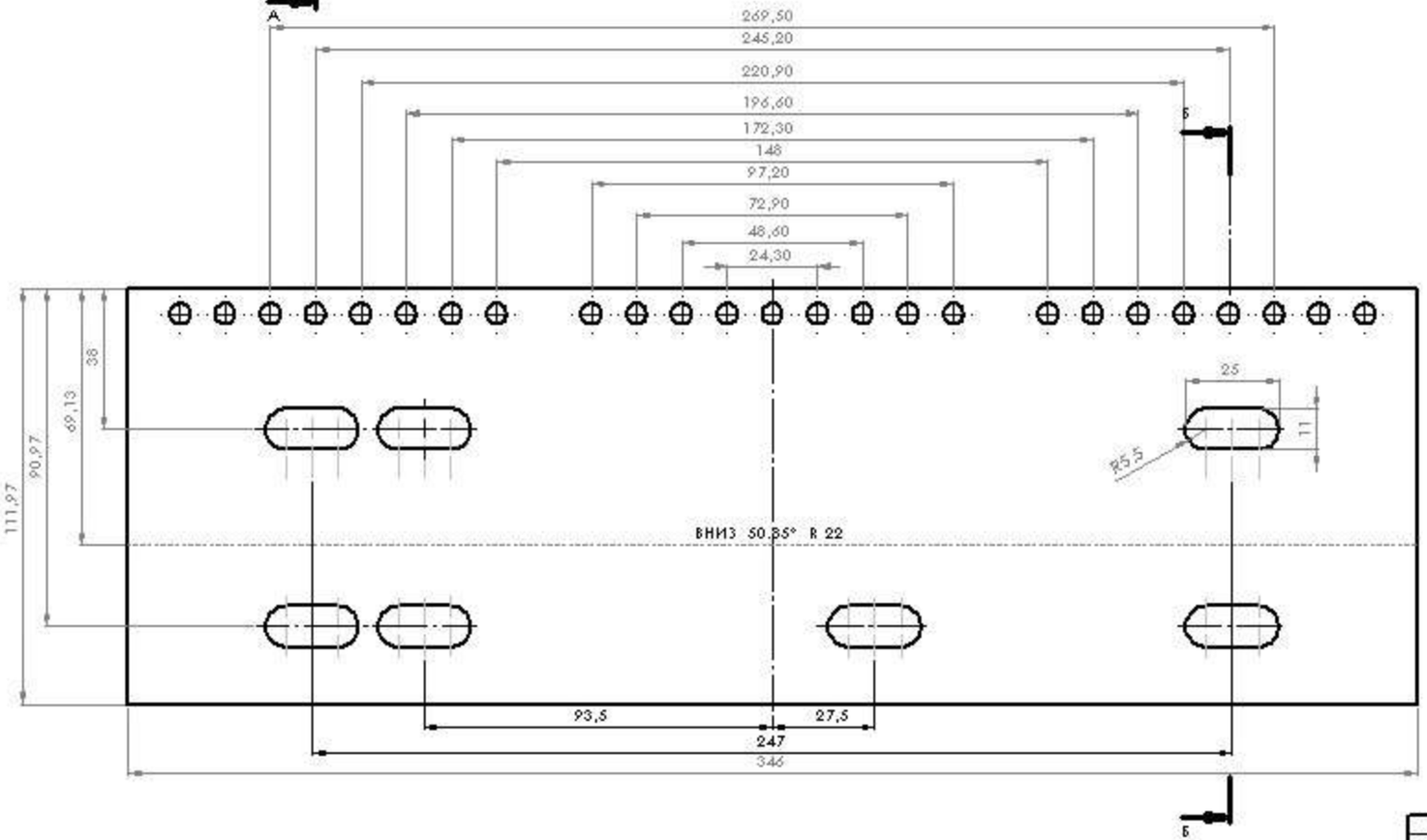
Инв. № подл.

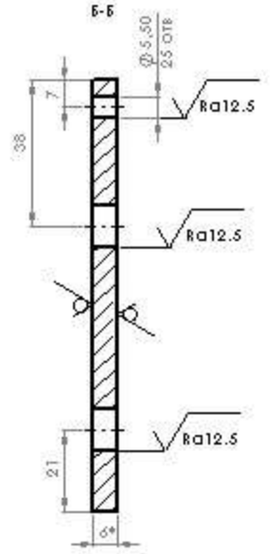
9860 12. 070. 403





Ra32





1. Невказані граничні відхилення розмірів: валів - IT14/2, отворів - IT14/2.
2. * Розмір для довідок.

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	9860 12. 070. 403
Разраб.		Темненко			Накладка
Пров.		Морос			
Т. контр.					
Н. контр.		Осипов			
Утв.		Сєрень			

Лит.	Масса	Масштаб
	1,719	1:1
Лист	Листов 1	

Сталь 115х6 ГОСТ19903-74
20 ГОСТ 1050-74

ЦНТУ
гр. АІ-18СК(3)

Копировал

Формат А2

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