

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

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

ДИПЛОМНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Удосконалення технології вирощування озимого ячменю з
дослідженням та вдосконаленням зернового шнека комбайна New
Holland TC5.80»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи АІ-22МЗ(1,4)
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____Заблоцький Сергій Ігорович
« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____Сергій МОРОЗ
« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент
доцент, канд. техн. наук
_____Біловод Олександра Іванівна
« ____ » _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Центр заочної та дистанційної освіти

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти Магістр

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 ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Заблоцького Сергія Ігоровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Удосконалення технології вирощування озимого ячменю з дослідженням та
вдосконаленням зернового шнека комбайна New Holland TC5.80

2. Керівник роботи (проекту)

Мороз Сергій Миколайович, канд. техн. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 15.01.2024 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) _____

Підвищення ефективності вирощування кукурудзи

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	15.01.2024 р.	
2	Графічна частина	15.01.2024 р.	
3	Захист роботи	23.01.2024 р.	

Дата видачі завдання

« 10 » жовтня 2023 р.

Підпис керівника

_____ Мороз С.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 10 » жовтня 2023 р.

Підпис здобувача

_____ Заблоцький С.І.
(прізвище та ініціали)

Перв. примен.		№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
		1						
		2			Документация общая			
		3						
		4			Заново розроблена			
Справ. №		5						
		6	A4	МВОЯ 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	46		
		7						
		8			Документація			
		9			з технологічної частини			
		10						
		11			Заново розроблена			
		12						
		13	A1	МВОЯ 00. 001 ТЧ	Технологічна карта	1		
		14	A1	МВОЯ 00. 002 ТЧ	Операційно-технологічна	1		
Подпн. и дата		15			карта на збирання зерна			
		16			озимого ячменю			
		17						
		18			Документація			
		19			з наукової частини			
Инв. № дубл.		20						
		21			Заново розроблена			
		22						
Взам. инв. №		23	A1	МВОЯ 00. 001 НЧ	Мета, задачі, об'єкт та	1		
		24			предмет досліджень			
Подпн. и дата								
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подпн.	Дата	МВОЯ 00. 000 ВП	
		Разраб.	Заблюцький					
		Пров.	Мороз					
		Н.контр.	Мачок					
		Утв.	Лещенко					
Відомість роботи						Лит.	Лист	Листов
							1	2
						ЦНТУ		
						гр. АІ-22МЗ(1,4)		

		№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание	
		1							
		2	A1	МВОЯ 00. 002 НЧ	Огляд конструкцій	1			
		3			систем сепарації				
		4			зернозбиральних комбайнів				
		5	A0	МВОЯ 00. 003 НЧ	Результати теоретичних	1			
		6			досліджень				
		7							
		8			Документація				
		9			по сборочным единицам				
		10							
		11			Заново розроблена				
		12							
		13	A1	ННС 60. 000 СБ	Шнек	1			
		14							
Підп. і дата		15			Документація по деталям				
		16							
		17			Заново розроблена				
		18							
Інв. № дідл.		19	A2	ННС 59. 101	Шків	1			
		20	A3	ННС 60. 401	Стрічка	1			
		21	A3	ННС 60. 601	Вал	1			
Взам. інв. №		22							
		23							
		24							
		25							
Підп. і дата		26							
		27							
		28							
		29							
Інв. № подл.									
					МВОЯ 00. 000 ВП				Лист
									2
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата					

Зміст

	стор.
Вступ.....	6
2. Технологічна частина	7
3. Наукова частина	19
4. Охорона праці.....	39
5. Економічна частина	41
Висновки	42
Список використаної літератури	43
Додатки.....	

ВСТУП

Зернові культури були першими культурами, які почали вирощувати люди.

Зернові культури можна умовно поділити на дві групи: зерно першої групи використовується, переважно, для виробництва продуктів харчування людей, зерно другої, також переважно, – для виробництва кормів сільськогосподарським тваринам та птахам.

Ячмінь як культуру людство почало вирощувати близько 10000 років тому на території Близького Сходу, більше відомий як Золотий Півмісяць.

Ячмінь використовується як сировина для виробництва ячної та перлової круп, пива, віскі, сурогату кави та для приготування кормів тваринам.

Технологія вирощування ячменю давно відпрацьована.

В Україні вирощуються як ярий ячмінь так і озимий.

Урожай ячменю, як і інших зернових культур збирається зернозбиральними комбайнами. Стійка суха погода під час жнив, як наслідок зміни клімату, дозволяє збирати урожай способом прямого комбайнування без скошування хлібостою у валки.

					<i>МВОЯ 00. 000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Пояснювальна записка</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Заблоцький</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Мачок</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Леценко</i>							
						<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
							6	46
						<i>ЦНТУ, гр. АІ-22МЗ(1,4)</i>		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Після розформування колгоспів і радгоспів та розпаювання їх земельних угідь в Україні змінилася структура посівних площ відведених під вирощування сільськогосподарських культур [1].

На це вплинуло запровадження в середині країни ринку сільськогосподарської продукції та поява великої кількості нових господарств. Таким чином змінилася кон'юнктура продукції ринку.

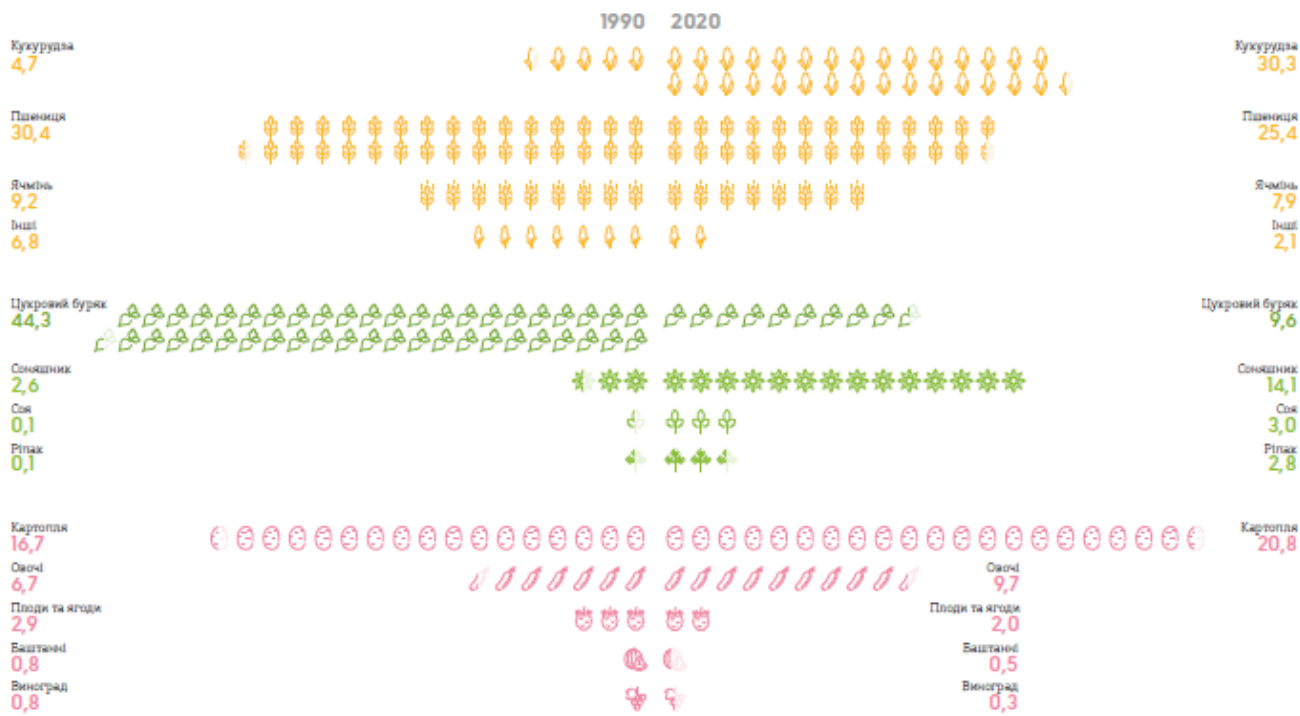


Рис. 2.1. Виробництво сільськогосподарських культур в Україні в 1990 та 2020 р.

Зменшення об'ємів зібраної продукції зернових та зернобобових культур пов'язано з насиченням внутрішнього ринку. Крім того українське зерно на зовнішніх ринках має невисоку ціну не тільки через низьку собівартість його вирощування, а й через його нижчу якість.

Однак в середині країни високий попит на зерно ячменю забезпечується великою кількістю виробників пива та значними об'ємами його виробництва.

2.1. Технології вирощування озимого ячменю

Проведемо аналіз технологій вирощування озимого ячменю, що описані в літературі та запропоновані селекціонерами, визначимо їхні недоліки й переваги.

Класична технологія передбачає лушення стерні попередника лушчильниками на глибину 6–8 см та повторення цієї операції через 2–3 тижні після появи бур'янів. Після цього вносять мінеральні добрива шляхом їх розкидання по поверхні ґрунту. Їх одразу загортають у його верхні шари за допомогою поверхневої культивзації [2–18].

В період між внесенням мінеральних добрив і до проведення зяблевої оранки проводять обробіток поверхні поля паровими культиваторами обладнаними коточками та зубовими боролами для забезпечення її чистоти від бур'янів [2–18].

До початку вересня проводять оранку [2–18].

За достатньої вологи у ґрунті проводять передпосівний обробіток важкими культиваторами чи комбінованими знаряддями [2–18].

З мінімальним розривом у часі, але не більше 1 дня проводять посів зерновими сівалками [2–18].

Сходи підживлюють азотними добривами на другому і третьому етапах їх осінньої вегетації для стимулювання формування вузлів кущення, кореневої системи, пагонів, і густоти посівів [2–18].

Ранньою весною проводять боронування посівів з метою видалення хворих рослин, листя та бур'янів [2–18].

Також проводять підживлення рослин мінеральними добривами шляхом їх розкидання по поверхні поля розкидачами [2–18].

Для захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників проводять обробіток посівів ЗЗР з використанням малооб'ємних обприскувачів [2–18].

За настання повної стиглості зерна та його вологості не більше 15% проводять збирання врожаю зернозбиральними комбайнами [2–18].

Зібраний урожай везуть на склад, де його спочатку очищують від різного виду домішок, а потім закладають на зберігання.

Міжрядний обробіток та підживлення мінеральними добривами – основні операції з огляду за посівами [2–18].

Велику популярність набуває технологія мінімального обробітку ґрунту, яка дозволяє зменшити кількість операцій його обробітку. Так лущення та культивуацію можна замінити обробітком комбінованим агрегатом, оранку – безполицевим обробітком, а замість передпосівної культивуації та посіву зерновими сівалками для посіву використати зернову сівалку обладнану гофрованими вертикальними дисками – колтерами. Крім того замінити агрегат, що складається з трактора та малооб’ємного обприскувача сільськогосподарським дроном для внесення рідких добрив та ЗЗР [2–18].

Поступового поширення набувають технології вирощування культур без обробітку – No-Till, Strip-Till тощо. За цими технологіями взагалі не проводиться обробіток ґрунту [2–18].

No-Till передбачає розкидання рослинних решток при збиранні врожаю по поверхні поля. Для висіву насіння у борозну сівалка перерізає чи розгортає в боки рослинні рештки перед дводисковим сошником, який створює ложе для насіння. Після висіву воно засипається ґрунтом. Переваги цієї технології – накопичення ґрунтом вологи у верхніх його горизонтах під шаром мульчі та значне зменшення операцій з обробітку ґрунту, внаслідок чого відбувається значна економія на поливі та витратах людської праці. Її недоліки: поступове збільшення ущільнення ґрунту, поширення хвороб та шкідників у шарі мульчи, використання сівалок з більшою масою, тракторів з великою потужністю та у кілька разів більше застосування ЗЗР [2–18].

Strip-Till передбачає розпушування смуги поверхні поля шириною 25 см. Вона поєднала переваги обробітку ґрунту (прогрів і просушування) із його захистом. Це пояснюється тим, що розпушується лише смуга для внесення насіння. Також, на відміну від попередньої, мінеральні добрива

можна вносити у потрібний шар ґрунту. Розпушування поверхні поля смугами шириною 25 см при вирощуванні на ньому технічних культур протягом трьох років забезпечить його розпушування по всій площі на глибину 25–30 см, що сприяє зменшенню їх щільності та руйнує високу щільність підорних горизонтів. В подальшому це сприятиме проникненню у більш глибокі шари ґрунту повітря, вологи та решток рослин для розкладання яких потрібні мікроорганізми, бактерії та хробаки [2–18].

Недоліками цієї технології є застосування сівалок ще вищої вартості, через їх ще більшу масу ніж для No–Till, та тракторів з великою потужністю. Крім цього потрібно обов’язково використовувати навігаційні прилади, за допомогою яких знаходять раніше оброблені смуги та міжряддя. Strip–Till не забезпечує ефект від впровадження на важких та вологих ґрунтах. Такі ґрунти з низькою сипкістю вимагають тривалого та ретельного підходу при застосуванні цієї технології [2–18].

2.2. Удосконалення технологічної карти на вирощування озимого ячменю

На підставі проведеного аналізу встановлено, що озимий ячмінь доцільно вирощувати після таких попередників як ранні зернові чи зерно–бобові культури, в тому ультраранньостиглі сорти сої.

З врахуванням розмірів мульчі, що отримується від подрібнення рослин цих культур доцільно замінити лушення обробітком комбінованим агрегатом. Це дозволить не тільки залишити частину стерні на поверхні поля, але й насити ґрунт рештками органіки на глибину до 20 см. Також цей обробіток забезпечить верхній шар структурним, на відміну від дискових знарядь, що сприяє значному зменшенню вітрової ерозії.

Операції розкидання мінеральних добрив та зяблевої оранки замінюємо глибоким розпушенням ґрунту з одночасним внесенням ним мінеральних добрив у оброблені шари.

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

Передпосівну культивуацію та посів зерновими сівалками замінюємо на посів стерньовими зерновими сівалками, що обладнанні колтерами.

Замість використання малооб'ємних обприскувачів використаємо сільськогосподарські дрони.

Пропонуємо замінити зернозбиральний комбайн JOHN DEERE 9660WTS комбайном New Holland TC5.80. Він має двигун з меншою потужністю, а значить і менше витрачає палива.

2.3. Розрахунки машинного агрегату

Розділимо поле, на якому вирощується озимий ячмінь, на дві частини. Проводимо жнива способом прямого комбайнування за повної стиглості зерна. Одну частину поля комбайном – JOHN DEER 9660WTS, а іншу – комбайном New Holland TC5.80 [23].

Ширину захвату жатки B_p обраховуємо за виразом [19–21]:

$$B_p = \frac{10 \cdot q_s}{U(1 + \delta_c)}, \quad (2.1)$$

де q_s – маса 1 м валка, кг [19–21];

$$q_s = \frac{3,6 \cdot q_\phi}{v_{cp}}, \quad (2.2)$$

де q_ϕ – фактична пропускна здатність молотарки [19–21],

$$q_\phi = q \cdot K_{\delta\omega\omega}, \quad (2.3)$$

q – пропускна здатність молотарки для нормальних умов збирання прямостоячих незасмічених посівів, що мають кондиційну вологість 14–16% рослинної маси, $q_1=14$ кг/с, $q_2=16$ кг/с [19–21];

$K_{\delta\omega\omega}$ – коефіцієнт, що враховує соломистість, вологість і засміченість рослинної маси [19–21]

$$K_{\delta\omega\omega} = K_\delta - K_\omega - K_z, \quad (2.4)$$

де K_δ – коефіцієнт, що враховує соломистість [19–21]

$$K_{\delta} = 1,5 - 0,3 \cdot \delta_c, \quad (2.5)$$

де δ_c – солемистість, $\delta_c=1,2$ [19–21]

$$K_{\delta} = 1,5 - 0,3 \cdot 1,2 = 1,14;$$

K_{ω} – коефіцієнт, що враховує вологість [19–21]

$$K_{\omega} = 0,05 \cdot (0,948 - 0,195 \cdot \delta_c)(\omega - 20), \quad (2.6)$$

де ω – вологість, $\omega=15\%$

$$K_{\omega} = 0,05 \cdot (0,948 - 0,195 \cdot 1,2)(16 - 20) = -0,1428;$$

K_z – коефіцієнт, що враховує забур'яненість [19–21]

$$K_z = 0,02 \cdot z \cdot (0,48 - 0,32 \cdot (\delta_c - 1)), \quad (2.7)$$

де z – забур'яненість, $z=15\%$

$$K_z = 0,02 \cdot 15 \cdot (0,48 - 0,32 \cdot (1,2 - 1)) = 0,1248.$$

Таким чином:

$$K_{\delta\omega z} = 1,44 + 0,1428 - 0,1248 = 1,458.$$

Фактична пропускна здатність становить [19–21]:

$$q_{\phi 1} = 14 \cdot 1,458 = 20,412 \text{ кг/с};$$

$$q_{\phi 2} = 16 \cdot 1,458 = 23,328 \text{ кг/с}.$$

Швидкість руху [19–21]

$$v_p = \frac{3,6 \cdot q_{\phi}}{B_k \cdot \beta \cdot U \cdot (1 + \delta_c)}, \quad (2.8)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату жатки, $B_{k1}=7,6$ м, $B_{k2}=6,1$ м [22–23];

β – коефіцієнт використання ширини захвату жатки, $\beta=0,95$ [19–21];

U – урожайність культури, т/га [19–21];

δ_c – солемистість (відношення соломи до насіння) [19–21].

Таким чином

$$v_{p1} = \frac{36 \cdot 20,412}{7,6 \cdot 5 \cdot 0,95 \cdot (1 + 1,2)} = 9,25 \text{ км/год.}$$

$$v_p^M = \frac{36 \cdot 23,328}{6,1 \cdot 5 \cdot 0,95 \cdot (1+1,2)} = 13,17 \text{ км/год.}$$

Тоді маса валка становить

$$q_{\epsilon 1} = \frac{3,6 \cdot 20,412}{9,25} = 7,94 \text{ кг;}$$

$$q_{\epsilon 2} = \frac{3,6 \cdot 23,328}{13,17} = 6,38 \text{ кг.}$$

Визначаємо робочу ширину захвату жатки

$$B_{p1} = \frac{10 \cdot 7,94}{5 \cdot (1+1,2)} = 7,22 \text{ м;}$$

$$B_{p2} = \frac{10 \cdot 6,38}{5 \cdot (1+1,2)} = 5,8 \text{ м.}$$

Приймаємо $B_{p1}=7,22$ м, $B_{p2}=5,8$ м.

Допустима потужність завантаження двигуна [19–21]:

$$N_e = \frac{R_m \cdot v_p}{36\eta_m \cdot \eta_\sigma} + \frac{0,1 \cdot (N_{nut} \cdot q_{nut} + N_{np_{xx}} + N_{np_{oon}})}{\eta_{np}}, \quad (2.9)$$

де R_m – опір переміщення комбайна по полю, кН [19–21]

$$R_m = G_m \left(f_m + \frac{i}{100} \right), \quad (2.10)$$

G_m – вага комбайна з жаткою, $G_{m1}=153,23$ кН, $G_{m2}=126,16$ кН [19–21];

f_m – коефіцієнт опору коченню, $f_m=0,2$ [19–21];

i – кут нахилу поверхні поля, $i=3^\circ$ [19–21]

$$R_{m1} = 153,23 \left(0,2 + \frac{3}{100} \right) = 35,24 \text{ кН;}$$

$$R_{m2} = 126,16 \left(0,2 + \frac{3}{100} \right) = 29,02 \text{ кН;}$$

η_m – коефіцієнт трансмісії, $\eta_m=0,93$ [19–21];

η_σ – коефіцієнт буксування, $\eta_\sigma=0,87$ [19–21];

N_{num} – питома потужність на привод робочих органів жатки, кВт,
 $N_{num1}=11,9$ кВт. $N_{num2}=11,0$ кВт [19–21];

$N_{прхх}$, $N_{прдоп}$ – витрати потужності на технологічний процес, на холостий хід механізмів комбайна і на привод допоміжних органів, кВт [19–21];

$\eta_{пр}$ – коефіцієнт корисної дії приводу робочих органів, $\eta_{пр}=0,95$ [19–21]

$$N_{e1} = \frac{35,24 \cdot 9,25}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{11,9 \cdot 14,0 + 0 + 0}{10 \cdot 0,95} = 28,73 \text{ кВт};$$

$$N_{e2} = \frac{29,02 \cdot 13,17}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{11,0 \cdot 16,0 + 0 + 0}{10 \cdot 0,95} = 31,65 \text{ кВт}.$$

Перевіряємо виконання умови використання потужності двигуна зернозбирального комбайна $N_{en1}=224$ кВт та $N_{en2}=152$ кВт:

$$N_{en1}=224 \text{ кВт} > N_{e1}=28,73 \text{ кВт}; \quad N_{en2}=152 \text{ кВт} > N_{e2}=31,65 \text{ кВт}.$$

При обраних швидкостях агрегати будуть працювати ефективно.

Змінна продуктивність [19–21]:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (2.11)$$

де T_p – чистий робочий час, год [19–21]

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.12)$$

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau=0,8$ [19–21]

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

$$W_{зм1} = 0,1 \cdot 7,22 \cdot 9,25 \cdot 5,6 = 38,41 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм2} = 0,1 \cdot 5,8 \cdot 13,17 \cdot 5,6 = 42,78 \text{ га/зм}.$$

Витрати палива на 1 га обробітку, кг/га [19–21]:

$$Q_{за} = \frac{Q_{зм}}{Q_{зм}}, \quad (2.13)$$

де $Q_{зм}$ – витрата палива за зміну, кг/зм [19–21]

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_3 \cdot T_3, \quad (2.14)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно, годинна витрати палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках. Для комбайна JOHN DEERE 9600 $Q_p=40,7$; $Q_x=25,7$ $Q_z=10,7$ кг/год. Для комбайна New Holland TC5.80 $Q_p=36,4$; $Q_x=20,4$; $Q_z=8,1$ кг/год [41–42];

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

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

$$Q_{зм1} = 40,7 \cdot 5,6 + 25,7 \cdot 0,7 + 10,7 \cdot 0,7 = 253,4 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{зм2} = 36,4 \cdot 5,6 + 20,4 \cdot 0,7 + 8,1 \cdot 0,7 = 223,79 \text{ кг/зм.}$$

Таким чином, витрати палива на 1 га становитимуть:

$$Q_{га1} = \frac{215,67}{38,41} = 6,6 \text{ кг/га};$$

$$Q_{га2} = \frac{223,79}{42,78} = 5,23 \text{ кг/га.}$$

2.4. Розробка операційно–технологічної карти на збирання зерна озимого ячменю

Для скошування хлібостою у валки обираємо загінковий спосіб руху агрегату з безпетлевими поворотами [19–21].

Ширина поворотної смуги [19–21]:

$$E = 3R_{min} + L_m, \quad (2.15)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту, для жатки $R_{min}=5,8$ м;

L_m – кінематична довжина машини, $L_m=7,75$ м

$$E = 3 \cdot 5,8 + 7,75 = 25,15 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги повинна бути кратною робочої ширині захвату [19–21]

$$E = K \cdot B_p, \quad (2.16)$$

де K – це кратність [19–21]

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{25,15}{5,8} = 4,34.$$

Приймаємо $K=5$.

Тоді

$$E = 5 \cdot 5,8 = 29,0 \text{ м.}$$

Оптимальна ширина загінки [19–21]:

$$C_{onm} = \sqrt{16 \cdot R_{min}^2 + B_p L}, \quad (2.17)$$

де L – довжина загінки, $L=1300$ м

$$C_{onm} = \sqrt{16 \cdot (6,1)^2 + 2 \cdot 5,8 \cdot 1300} = 125,2 \text{ м.}$$

$$C'_{onm} = K \cdot B_p \cdot [19–21]$$

Тобто

$$K = \frac{125,2}{5,8} = 21,59. \text{ Приймаємо } 22.$$

Таким чином: $C'_{onm} = 22 \cdot 5,8 = 127,6$ м.

Кількість загінок [19–21]

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (2.18)$$

де F – площа поля, $F=132$ га;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 132}{1300 \cdot 127,6} = 7,96 \text{ шт.}$$

Тоді:

$$C_{1-7} = 127,6 \text{ м;} \quad C_8 = C_{1-7} \cdot 0,96 = 127,6 \cdot 0,96 = 122,5 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів [19–21]

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.19)$$

де L_p, L_x – робоча довжина загінки і холостого ходу [19–21]

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (2.20)$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (2.21)$$

де l – довжина виїзду агрегату [19–21]

$$l = 0,5L_a = 0,5 \cdot (5,8 + 7,75) = 6,775 \text{ м};$$

$$L_p = 1300 - 2 \cdot 29 = 1242 \text{ м};$$

$$L_x = 6 \cdot 5,8 + 2 \cdot 6,775 = 48,35 \text{ м};$$

$$K_p = \frac{1242}{1242 + 48,35} = 0,962.$$

Коефіцієнт вказує на високе використання робочого часу.

Тривалість одного циклу [19–21]:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 \cdot v_p} + 2t_n, \quad (2.22)$$

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

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 1242}{10^2 \cdot 13,17} + 2 \cdot 2 = 15,32 \text{ хв} = 0,255 \text{ год.}$$

Технічна продуктивність за цикл [19–21]:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (2.23)$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,8 \cdot 13,17 \cdot 0,255 \cdot 0,8 = 1,56 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну [19–21]:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}. \quad (2.24)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{42,78}{1,56} = 27,42 \text{ ц/зм.}$$

Виконані розрахунки використовуємо для складання операційно-технологічної карти.

2.5. Висновки. Постановка мети і задач досліджень

Під час аналізу було встановлено напрямки удосконалення технології вирощування озимого ячменю та машини, що можуть бути використані для проведення обраних операцій.

Для перевірки доцільності обраних напрямків впровадження змін технології заплановано провести дослідження, що підтвердять чи спростують доцільність змін.

Проведемо дослідження, що дозволять виявити вплив конструктивних та технологічних параметрів на витрати енергії приводу зернового шнека комбайна. Для цього сформуємо мету та задачі досліджень, встановимо їх об'єкт і предмет.

Мета дослідження: підвищення якості роботи зернозбирального комбайна та зменшення витрат енергії на привід.

Задачі досліджень:

1. Дослідити витрати енергії на привід в роботу органів зернозбирального комбайна.
2. Встановити вплив конструктивно–технологічних параметрів зернового шнека на витрати енергії його привода.

Об'єкт дослідження: процес роботи зернового шнека зернозбирального комбайна.

Предмет дослідження: конструктивні та технологічні параметри зернового шнека зернозбирального комбайна.

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Огляд приймально–розподільних пристроїв

Проведемо аналіз конструкцій систем сепарації та очищення зернозбиральних комбайнів [24–27].

Один з лідер виробництва комбайнів у світі компанія CLAAS пропонує на ринку моделі кількох сімейств.

Сімейство комбайнів з найменшою продуктивністю представляють комбайни EVION [24].

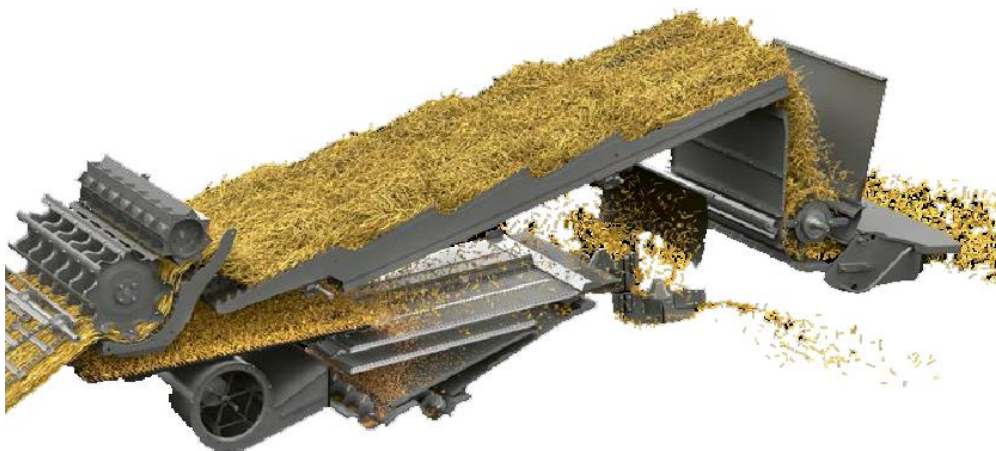


Рис. 3.1. Системи обмолоту, сепарації та очищення комбайна CLAAS EVION

Молотарка комбайнів має класичну конструкцію. Її особливістю є система очищення підбарабання від застряглих в ньому лусок та остюків.

До сімейства комбайнів з дещо більшою продуктивністю входять моделі LEXION 6700 та 6800 (рис. 3.2–3.3). На відміну молодших моделей в цих комбайнах до молотильного апарату входять 2 молотильних барабани, прискорювач подачі хлібної маси та відбійний ротор [25].

Комбайни наступних двох сімейств мають гібридні молотильні апарати, до складу яких входять як і бильні барабани так і роторні.

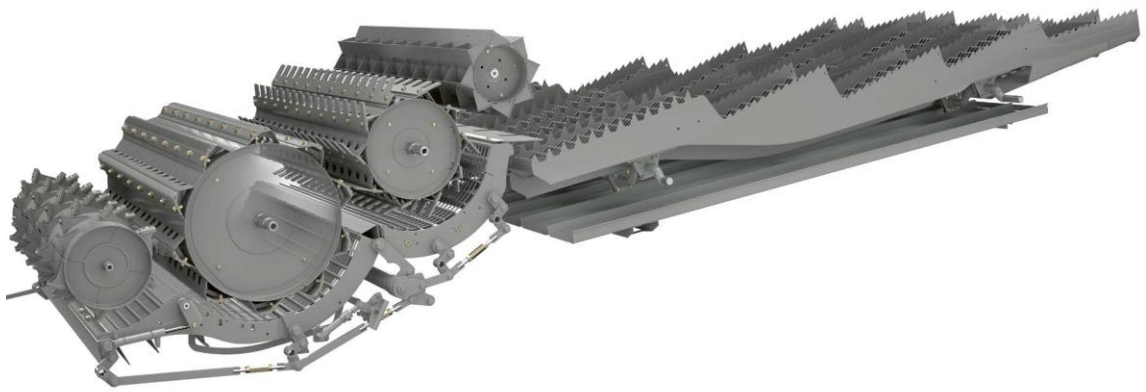


Рис. 3.2. Системи обмолоту та сепарації комбайнів CLAAS LEXION 6700 та 6800

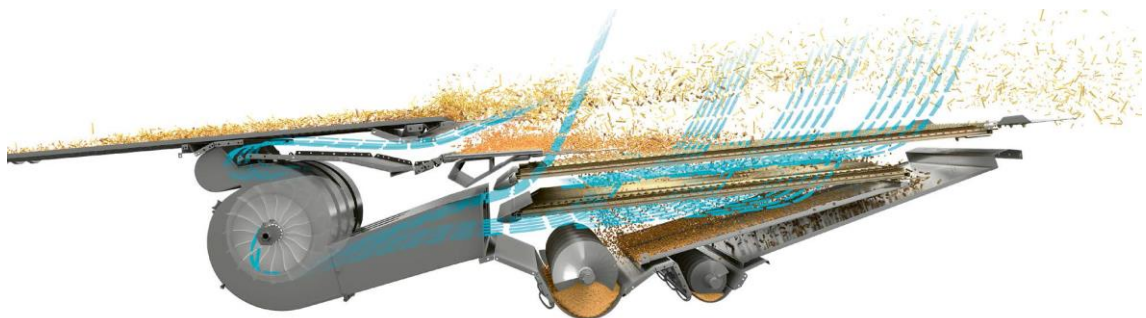


Рис. 3.3. Система очищення комбайнів CLAAS LEXION 6700 та 6800

Молотильний апарат комбайнів TRION 700 складається з барабана—прискорювача, молотильного барабана та розподільчого бітера, за яким встановлено 1 чи 2 роторних молотильних апарата [26].

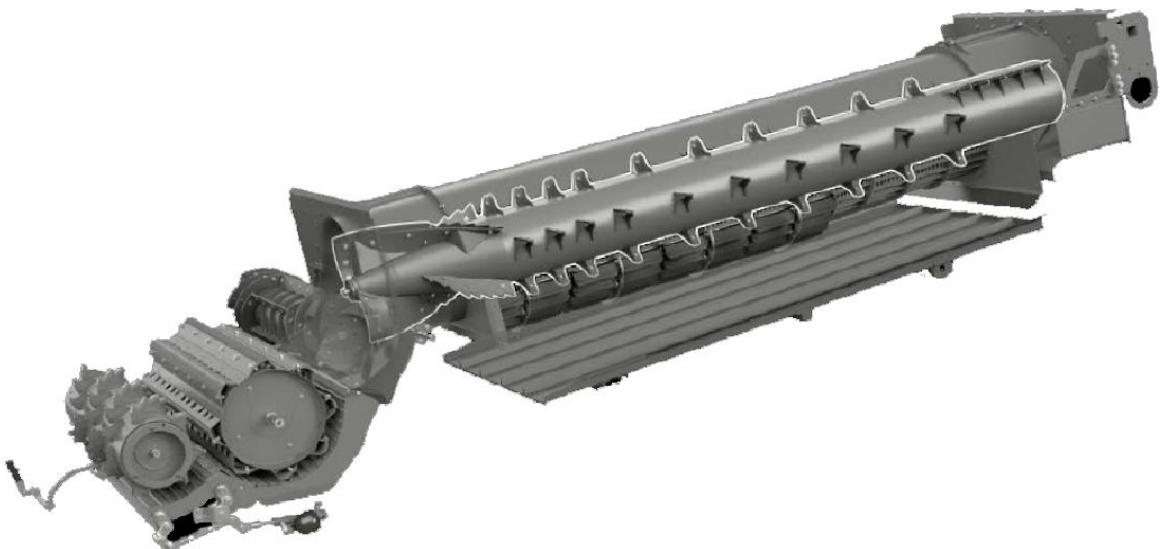


Рис. 3.4. Системи обмолоту та сепарації комбайнів CLAAS TRION 700

Сімейство найпотужніших комбайнів цього виробника представляють моделі CLAAS LEXION 7600 та 8700. Схема компоновки барабанів, бітерів та роторів у них ідентична до моделей попереднього сімейства. Відмінність полягає у їх конструкція та розмірах. На відміну від попередніх моделей на цих комбайнах використовують по два роторних молотильних апарата [27].

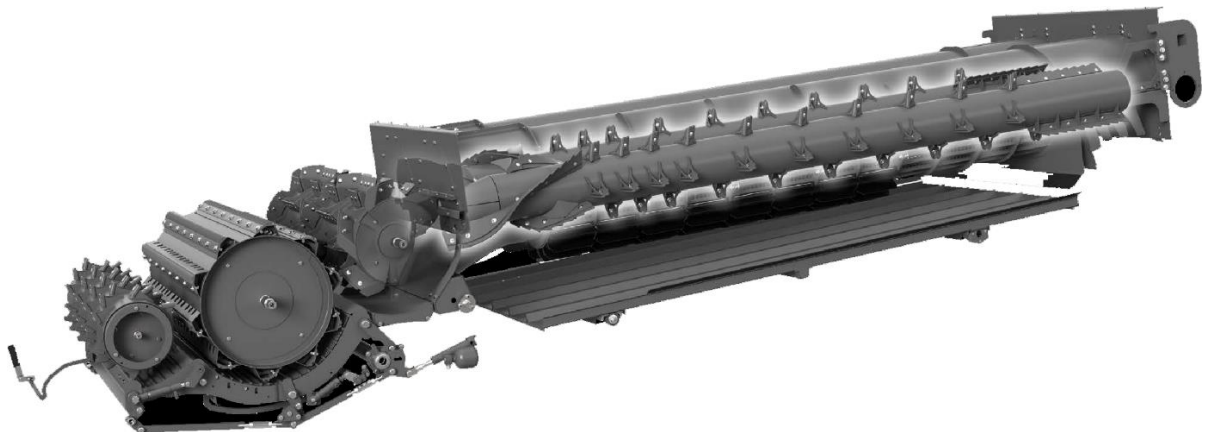


Рис. 3.5. Системи обмолоту та сепарації комбайнів CLAAS LEXION 7600 та 8700

В моделях сімейств комбайнів TRION 700, LEXION 6700 й 6800 та LEXION 7600 і 8700 використовують одну уніфіковану систему очистки вимолоченого зерна (рис. 3.3) [25–27].

Інший відомий виробник сільськогосподарської техніки JOHN DEERE пропонує сільськогосподарським виробникам зернозбиральні комбайни серій Т, S та Х, відповідно, продуктивністю 50 т/год, 75 т/год і 100 т/год [28–31].

Комбайни серії Т залишилися останніми представниками машин з клавішним соломотрясом. Компанія все більше уваги приділяє розвитку лінійки комбайнів з аксіально–роторним молотильним апаратом [28].

На відміну від класичної конструкції бильних молотильних апаратів в цій серії використовуються крім бильного барабана два відбійних бітера та зубчатий барабан, діаметр якого збільшено з 660 мм до 800 мм (рис. 3.6). Також виробник збільшив на 8° кут обхвату барабану підбарабанням [29].



Рис. 3.6. Системи обмолоту та сепарації комбайнів JOHN DEERE серії Т

Система очистки вимолоченого зерна – класична для виробника конструкція, що доведена до ідеалу багатьма поколіннями конструкцій машин, яка складається з розташованих поздовжньо з нахилом передньої частини шнеків, стрясної дошки з прутковими подовжувачами, під котрою розташований діаметральний вентилятор, решітного стану, що складається з рамки, боковин, між якими встановлені верхнє колосове жалюзійне та нижнє пробивне решета. Під решетами встановлені зерновий шнек, що подає вимолочене зерно до зернового елеватора, та колосовий, що подає

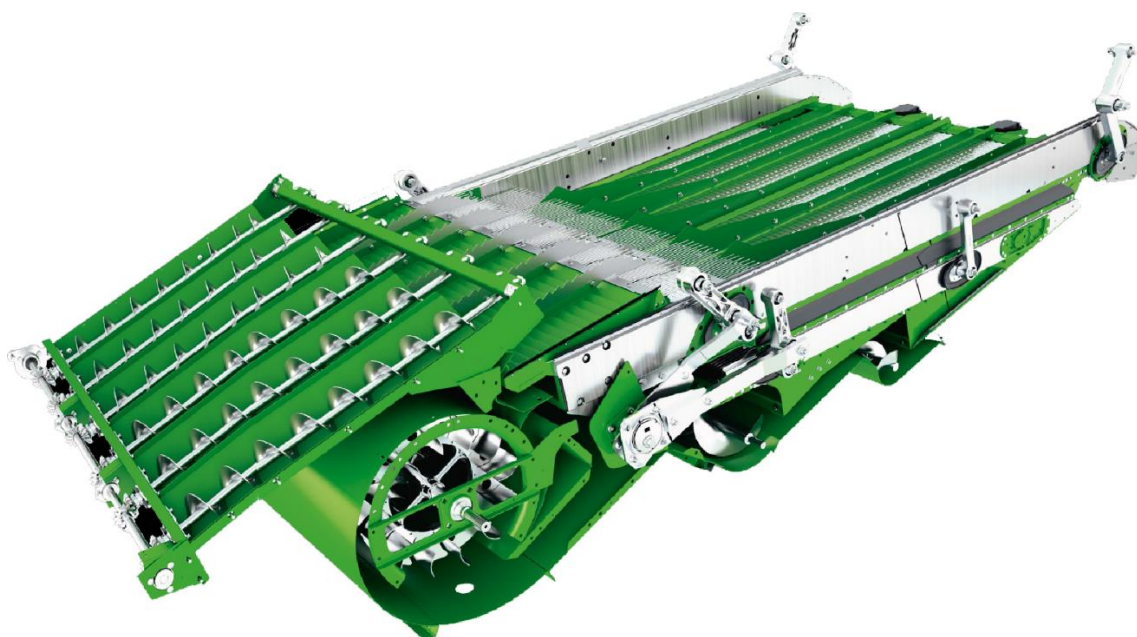


Рис. 3.7. Система очищення комбайнів JOHN DEERE серії Т

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВОЯ 00. 000 ПЗ

Арк.

22

недомолочені колоски до домолочуючого пристрою [29].

На відміну від серії Т у комбайнів серій S та X використовуються аксіально–роторні молотильні апарати, котрі мають різні конструкції [30–31].

Так у моделей серії S перед молотильним апаратом встановлено зубчастий ротор–прискорювач, що подає хлібну масу на обмолот. Повний вихід соломи з обмолоту відбувається за 5 обертів ротора. За молотильним апаратом встановлено планчастий барабан з підбарабанням для виділення з соломи вимолоченого зерна, що не встигло просіятися через решета апарата. Крім виділення зерна з соломи цей барабан спрямовує її до бітера подрібнювача рослинних решток [30].

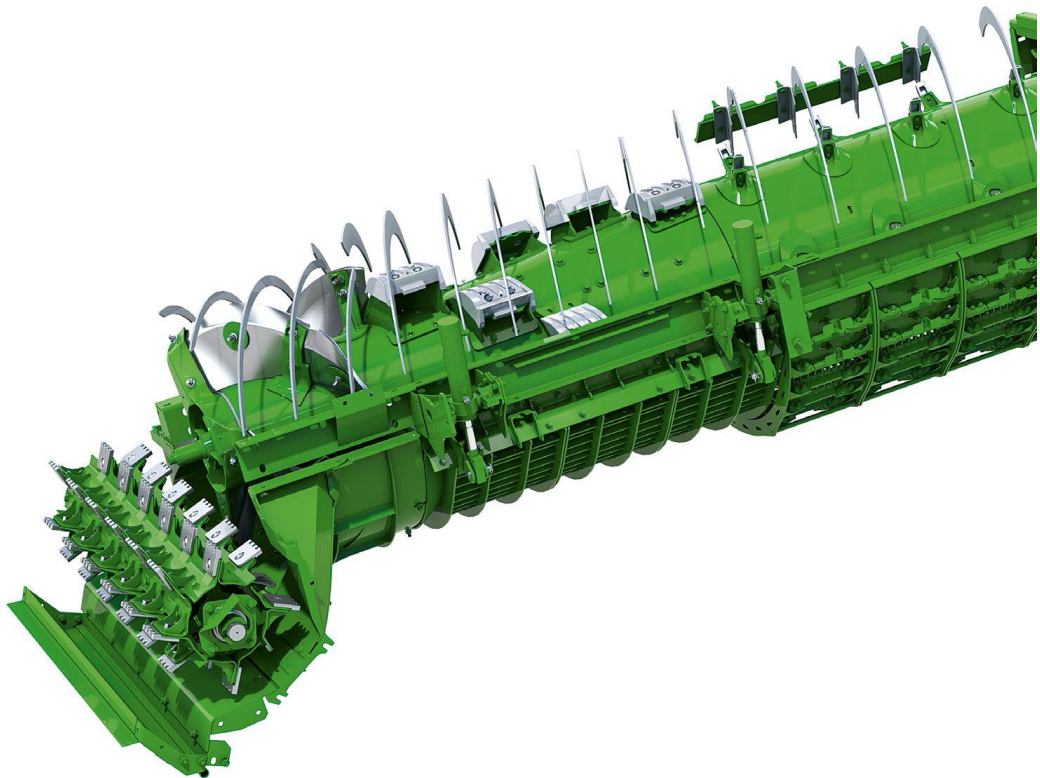


Рис. 3.8. Системи обмолоту та сепарації комбайнів JOHN DEERE серії S

Система очистки моделей серії S відрізняється від системи серії Т. так за шнеками становлено дуже коротеньку стрясну дошку, до якої приєднано верхнє жалюзійне решето з прутковими подовжувачами, що

встановлено над переднім краєм верхнього зернового решета. Воно допомагає подавати вимолочене зерно на решітний стан ще більш тонким шаром та краще розподіляти його між частинами системи очищення. Така конструкція системи очищення дозволяє виділити із загальної маси до 40% вільного зерна перед подачею на решітний стан [30].

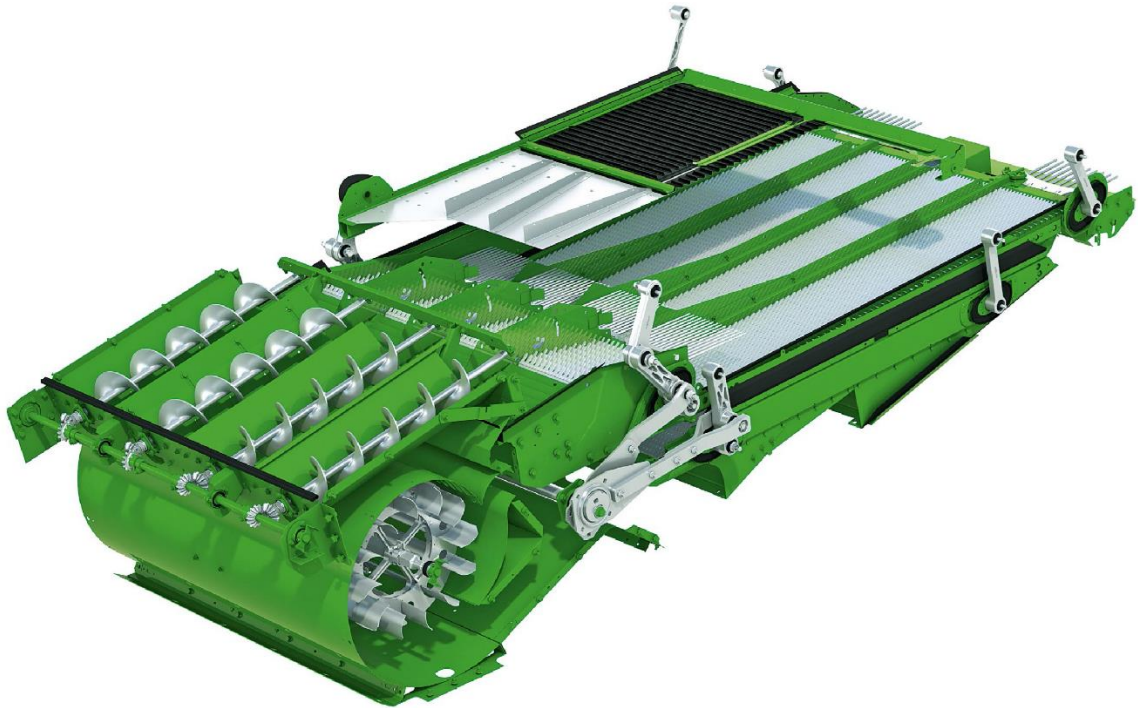


Рис. 3.9. Система очищення комбайнів JOHN DEERE серії S

Крім того в просторі між задньою секцією ротора та верхнім решетом встановлено скатну дошку, що вловлює все виділене крізь решето молотильного апарата зерно й спрямовує його до передньої частини решіт системи очищення. Це дозволяє уникнути втратам зерна [30].

Легкі домішки видуваються назовні та розподіляються роторами. Очищене зерно потрапляє до зернового шнека, що спрямовує його до зернового елеватор й далі потрапляє до зернового бункеру. Невимолочені колоски колосовими шнеком та елеватором спрямовується до домолочуючого пристрою, звідки обмолочена маса рівномірно подається до системи очищення [30].

У моделей серії X, на відміну від серії S використовуються замість

одного два ротори, але меншого діаметру, що обертаються назустріч один іншому. Правий обертається проти годинникової стрілки, а лівий – за годинниковою стрілкою. Відрізняється й конструкція прискорюючого бітера, у середній частині якого встановлені шнекові стрічки V-подібним чином. За роторами, як і у моделей серії S, встановлено вивантажувальний бітер з підбарабанням для остаточного виділення непросіяного зерна [31].

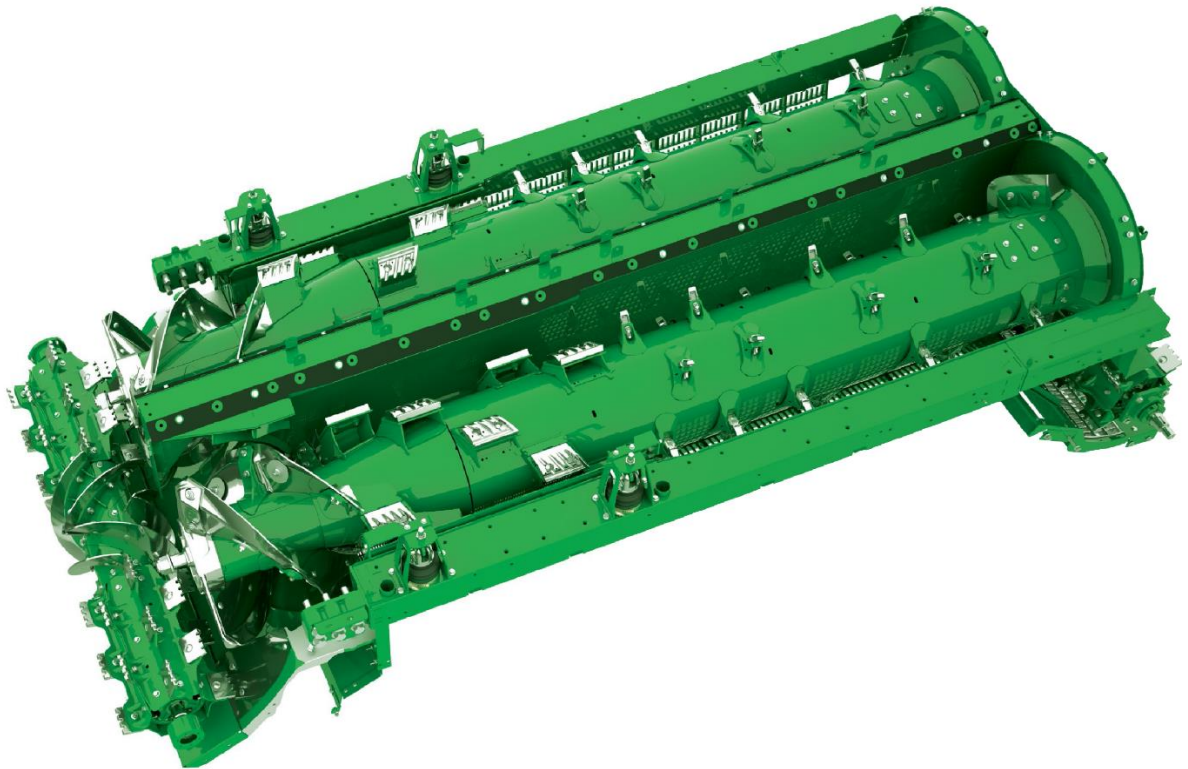


Рис. 3.10. Системи обмолоту та сепарації комбайнів JOHN DEERE серії X

На відміну від комбайнів попередніх серій в моделях серії X для транспортування виділеного зерна в системі очищення не використовуються шнеки. Зерно, що просіялося крізь решета передньої частини молотильного апарата, потрапляє безпосередньо на транспортну стрясну дошку, в кінці якої розташоване верхнє жалюзійне решето з прутковими подовжувачами, що теж встановлене над переднім краєм верхнього зернового решета та допомагає подавати вимолочене зерно на решітний стан тонким шаром. На відміну від попередньої серії, в просторі

між задньою секцією ротора та верхнім решетом встановлено замість скатної дошки стрясну, котра вловлює та спрямовує до передньої частини решіт системи очищення виділене зерно [31].



Рис. 3.11. Система очищення комбайнів JOHN DEERE серії X

Компанія Massey Ferguson випускає 4 серії моделей комбайнів: MF ACTIVA, MF ACTIVA S, MF BETA та MF IDEAL [32–35].

В моделях комбайнів серії ACTIVA використовується класичний бильний молотильний апарат [32].

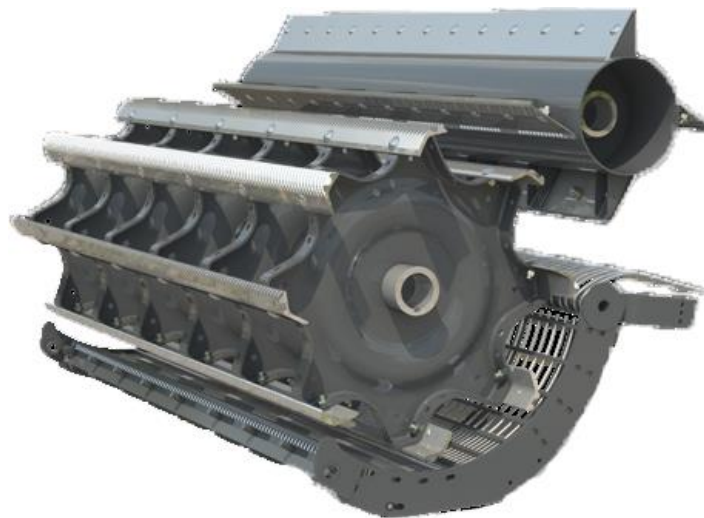


Рис. 3.12. Система обмолоту та сепарації комбайна серії ACTIVA

В моделях комбайнів серії ВЕТА використовується комбінований молотильний апарат, що складається з бильного та зубового барабанів між якими встановлено чотирьох лопатевий бітер. Для виділення з хлібної маси вимолоченого зерна в апараті встановлено 4 решета. Бильний барабан посилено квадратними брусами, що встановлені між билами. Це дозволяє не тільки збільшити міцність та жорсткість конструкції барабана, але й збільшити момент його інерції, що забезпечує стабільну частоту його обертання й покращує тим самим роботу [33].

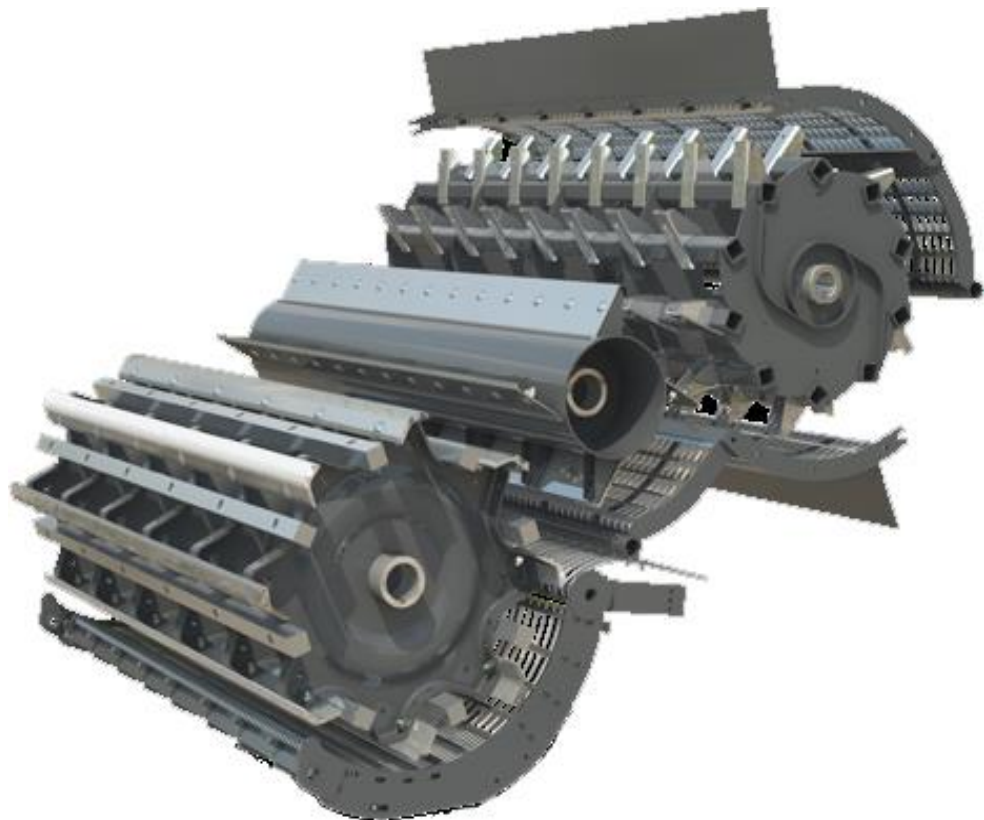


Рис. 3.13. Система обмолоту та сепарації комбайна серії ВЕТА

В комбайнах серії АСТІВА S використовується удосконалений молотильний апарат серії ВЕТА, в якому за зубовим барабаном встановили ще один такий самий зубовий барабан. Така конструкція молотильного апарата, на думку розробників, дозволяє значно збільшити його продуктивність [34].

В цих трьох серіях комбайнів виробник використовує уніфіковану систему очищення вимолоченого зерна, яка своєю конструкцією

відрізняється від всіх попередніх конструкцій. В ній замість транспортуючих органів встановлено подовжені клавіші соломотряса, передня частина яких встановлена не за молотильним апаратом, а під ним. Таким чином виробнику вдалося відмовитися від одного чи кількох робочих органів, що подають вимолочене зерно до системи очищення, котрі він замінив одним універсальним [34].

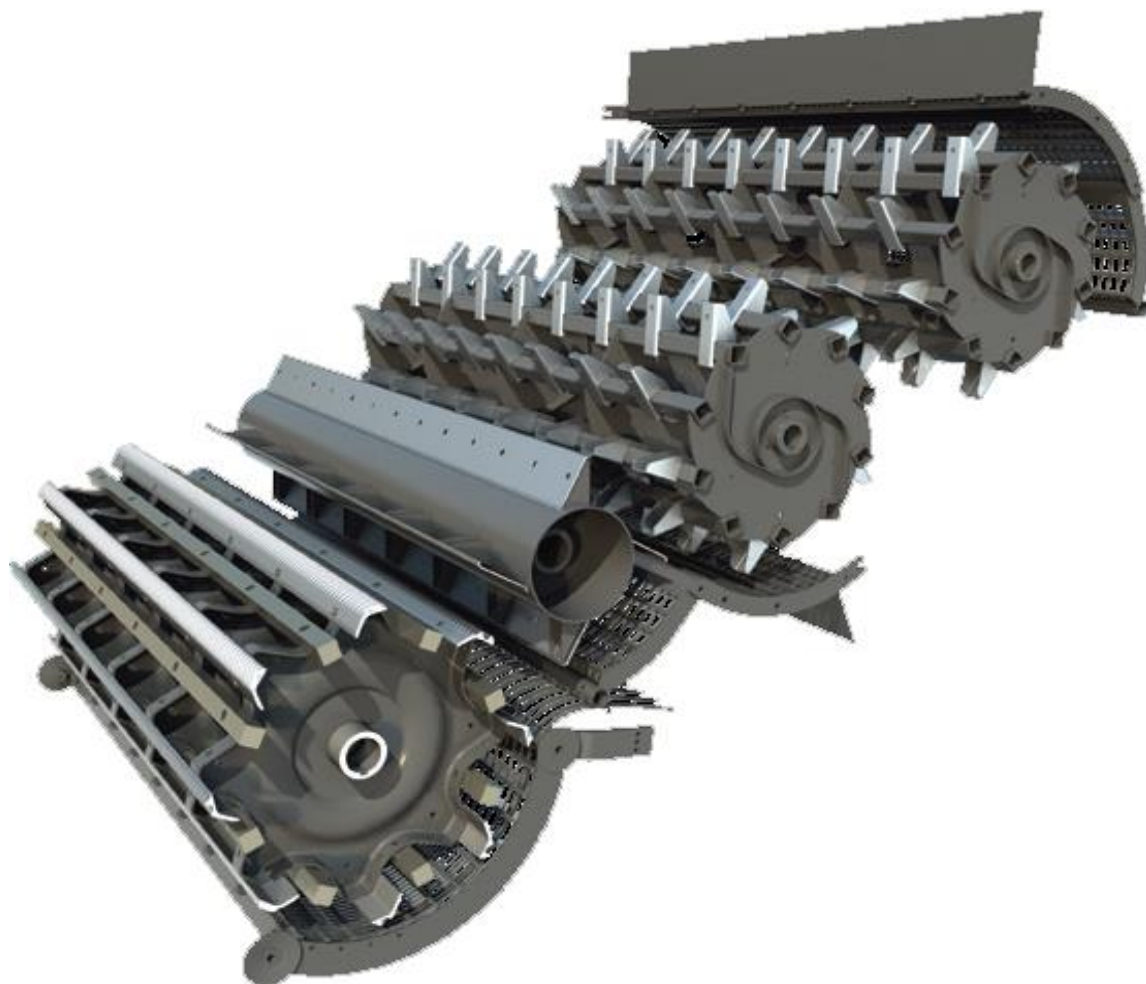


Рис. 3.14. Системи обмолоту та сепарації комбайна серії ACTIVA S

У моделях серії IDEAL використовується роторний молотильний апарат, який в залежності від потужності встановленого комбайні двигуна може бути з одним чи двома роторами [35].

Система очищення комбінована і чимось подібна до системи комбайнів серії X JOHN DEERE. В ній також встановленні напрямні лотки та скатна дошка. Але зерно з напрямних лотків потрапляє на кінець

стрясної дошки, а з прямої дошки – на її початок (рис.3.17) [35].



Рис. 3.15. Будова комбайна серії IDEAL

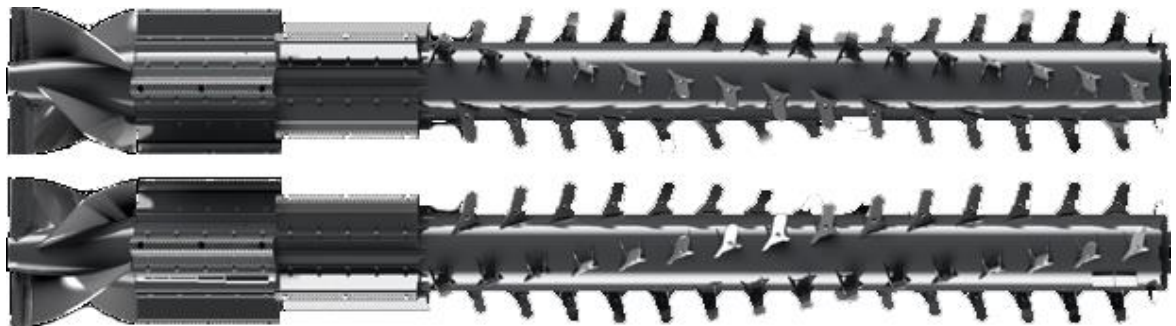


Рис. 3.16. Ротори системи обмолоту комбайна серії IDEAL

Ще один відомий виробник компанія DEUTZ-FAHR випускає зернозбиральні комбайни двох серій 6000 та 7000. Комбайни між собою відрізняються розмірами та встановленими на них двигунами, але мають одну й ту ж конструкцію [36–37].

Молотильний апарат складається 8-ми планчастого бильного барабана, за яким встановлено відбійний бітер та зубчастий барабан. Нижній простір під ними охоплений підбарабаннями. За молотильним апаратом розташований клавішний соломотряс, клавіші якого не мають дна. Під ним встановлено напрямний лоток, що спрямовує вимолочене зерно до стрясної дошки. До неї прикріплене проміжне решето, що нависає над переднім краєм верхнього решета решітного стану [36–37].



Рис. 3.17. Система очищення комбайна серії IDEAL

Повітряний потік створює потужний турборотор (рис. 3.19) [36–37].

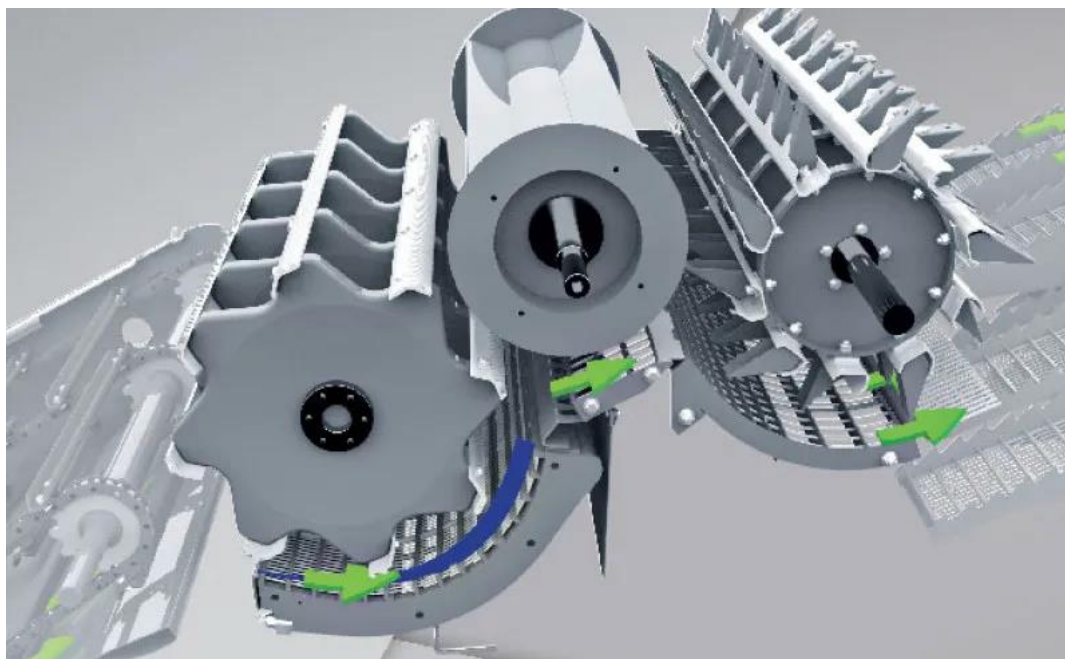


Рис. 3.18. Системи обмолоту та сепарації комбайнів DEUTZ-FAHR

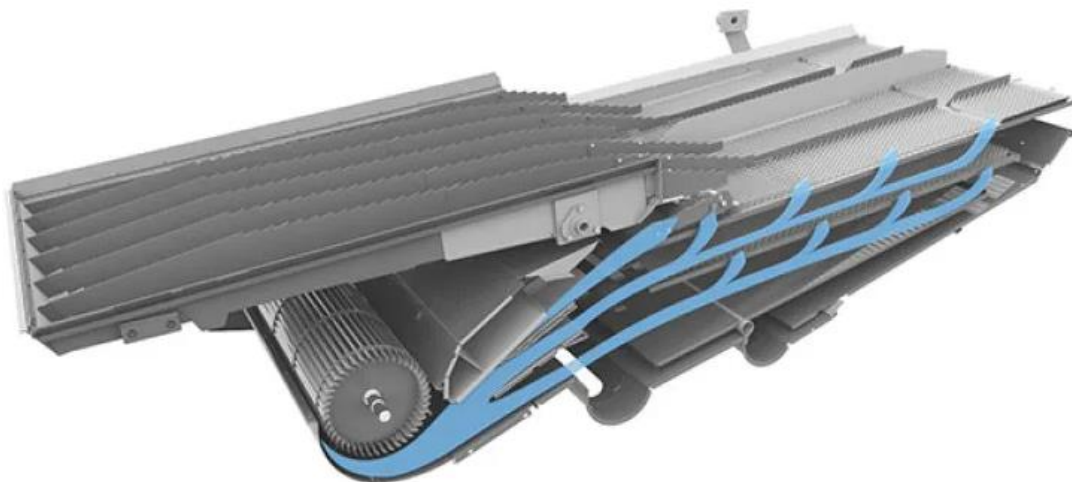


Рис. 3.19. Система очищення комбайнів DEUTZ-FAHR

Ще один відомий виробник сільськогосподарської техніки компанія Case IH випускає комбайни Axial-Flow серій 140, 150, 160 та 250. В цих комбайнах використовується один і той же молотильний апарат та та ж сама система очищення вимолоченого зерна [38].

Молотильний апарат – аксіально-роторний апарат з одним барабаном. Система очистки дещо схожа до систем серій T та S JOHN DEERE, в яких для подачі вимолоченого зерна на очищення використовуються шнеки. Але на відміну від них Case IH не використовує стрясну дошку. Тобто шнеки одразу подаються зерно на початок верхнього решета решітного стану [38].

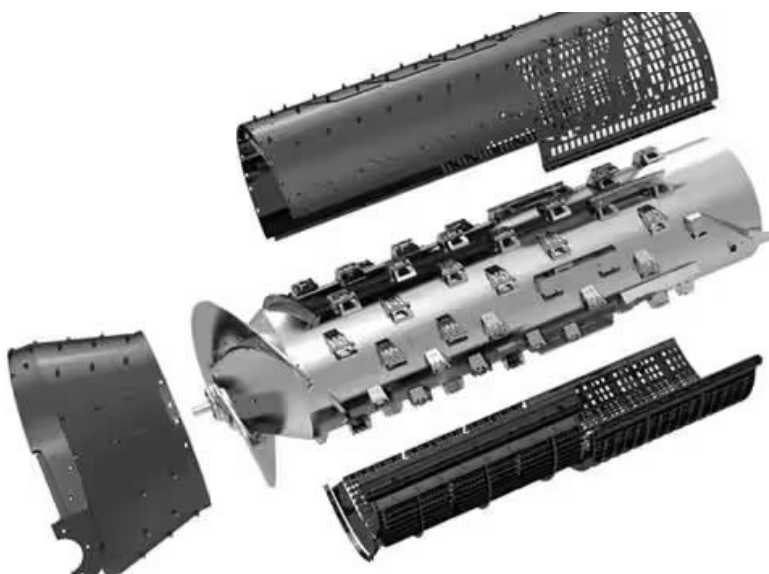


Рис. 3.20. Системи обмолоту та сепарації комбайнів Axial-Flow

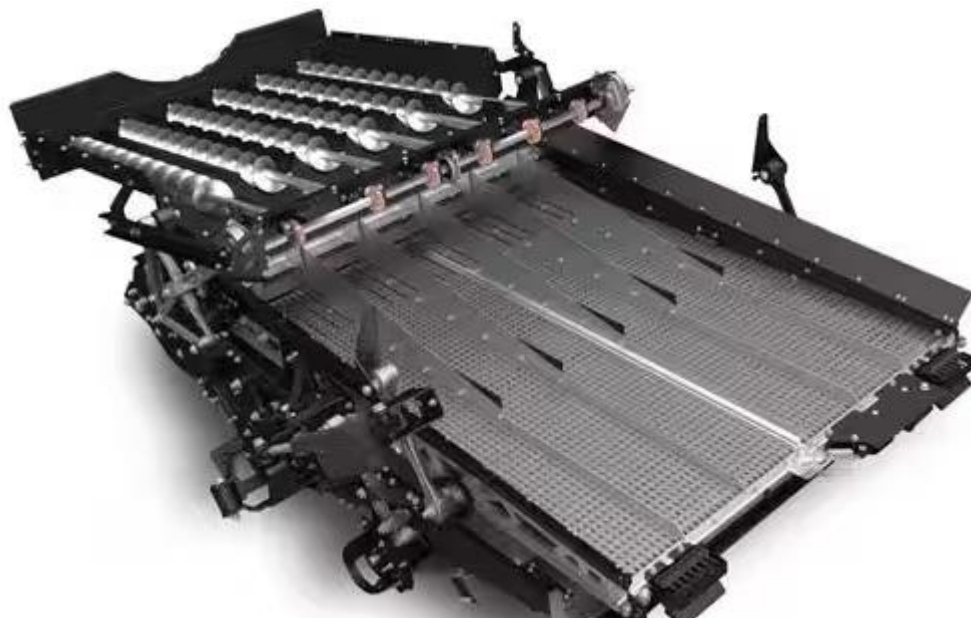


Рис. 3.21. Системи очищення комбайнів Axial-Flow

Ще один лідер світового сільськогосподарського машинобудування компанія NEW HOLLAND випускає комбайни серій TC, CH, CR та CX [39–42].

Система обмолоту моделей серії TC з бильного та зубового барабанів між якими встановлено відбійний ротор. Під ними встановленні пруткові підбарабання. Вимолочене зерно транспортується до решітного стану стрясною дошкою. Під її задньою частиною та над передньою частиною верхнього решета встановлене проміжне жалюзійне решето [39].



Рис. 3.22. Системи обмолоту, сепарації та очищення комбайнів NEW HOLLAND серії TC

У моделей іншої серії CX в системі обмолоту використали ще один відбійний бітер. Також змін зазнала й система очистки. Зерно, що виділилося бильним барабаном попадає на нижню стрясну дошку й транспортується до верхнього решета. Зерно, що виділилося зубовим барабаном та на соломотрясі попадає на верхню стрясну дошку. Завдяки такому розділенню кожний потік надходить на повітряну очистку тонким шаром. Це дозволяє підняти продуктивність повітряної очистки та покращити її ефективність [39].

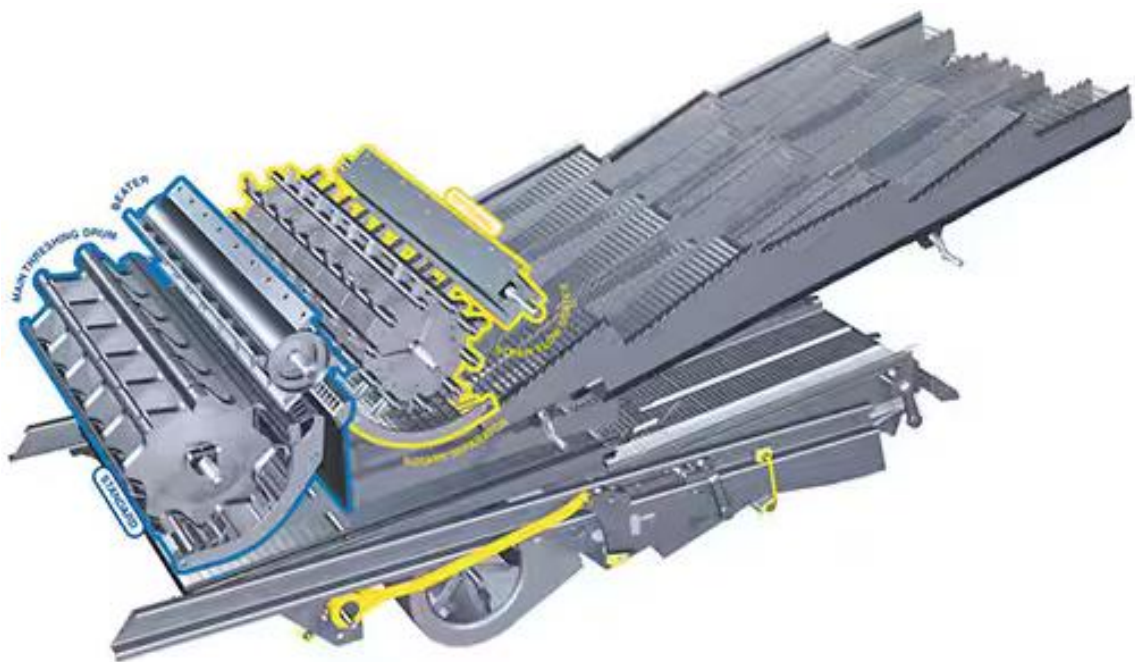


Рис. 3.23. Системи обмолоту, сепарації та очищення комбайнів NEW HOLLAND серії CX

В моделях серії CR, на відміну від попередніх моделей цього виробника замість барабанного молотильного апарата використовується гібридна молотильна установка, яка складається з поєднання бильного апарата та встановленого за ним роторного. Таке поєднання дозволило використати сильні сторони обох типів молотильних апаратів [40].

До системи очистки входять: вентилятор, дві стрясні дошки, скатний лоток та решітний стан з двома решетами [40].

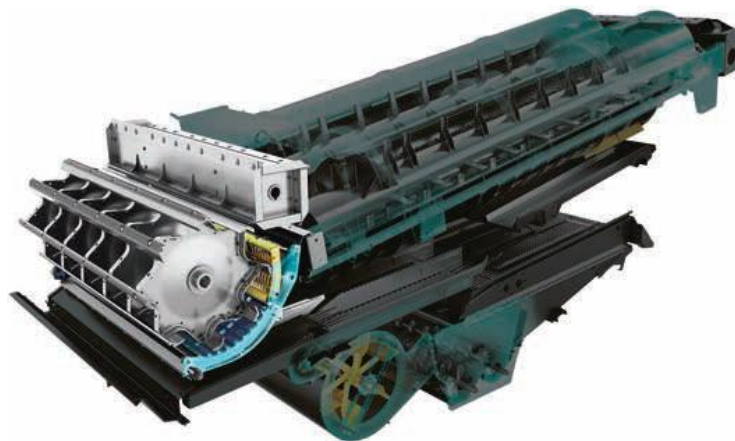


Рис. 3.24. Системи обмолоту, сепарації та очищення комбайнів CX 5000 та CX 6000

Молотильний апарат моделей серії CR відноситься до аксіально роторного типу з двома роторами та встановленого за ними розпушуючого бітера з підбарабанням для сепарації вимолоченого зерна від соломистої маси [41].

Під його передньою частиною встановлено стрясну дошку для транспортування на очищення виділеного зерна, яке спочатку потрапляє на проміжне решето, а потім на верхнє. Проміжне решето встановлене під задньою частиною стрясної дошки і одночасно на передньою частиною верхнього решета Зерно що просіялося крізь решета задньої частини апарата потрапляє на проміжне решето, а те що з відбійного бітера – безпосередньо на верхнє решето [42].

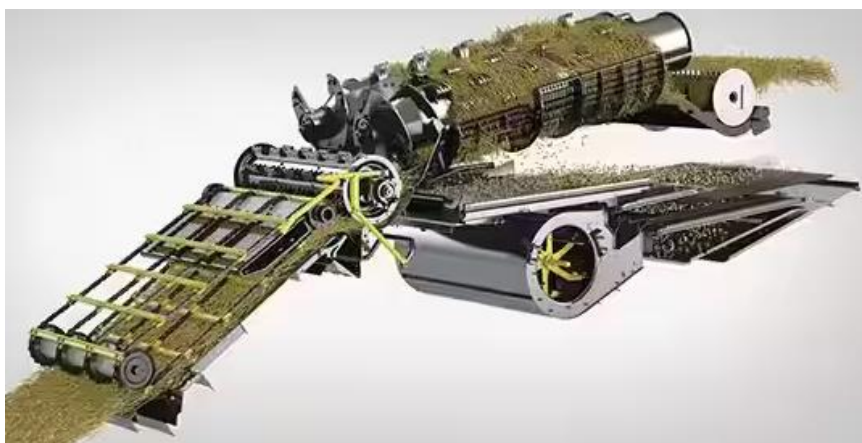


Рис. 3.25. Системи обмолоту, сепарації та очищення комбайна CR10.90

Таким чином в аналізі були розглянуті сучасні моделі різних виробників, що визначають напрямки розбитку зернозбиральних комбайнів.

Зрозуміло, що найбільшого впливу навантаженням піддаються деталі молотильних апаратів. Але не менше піддаються зношенню інші елементи систем комбайна, на які припадають великі навантаження. До таких відноситься зерновий шнек, який під час роботи піддається різному виду навантажень, основними з яких є опір переміщенню матеріалу під дією сил ваги та тертя як по жолобу, так і по робочій поверхні стрічки шнека.

Тому проведемо дослідження впливу цих та інших факторів на витрати енергії при роботі зернового шнека.

3.2. Визначення потужності на привод зернового шнека

Проведемо визначення потужності на привод шнекового транспортера без врахування опорів підшипників.

де N_1 – потужність, що витрачається на переміщення вантажу [43–45]

$$N_1 = \frac{v_0 \cdot G (\sin \beta + \mu_2 \cos \beta) \operatorname{tg}(\alpha_0 + \rho_1)}{75}, \quad (3.1)$$

де v_0 – швидкість центра тиску вантажа на шнек

$$v_0 = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot n}{60}, \quad (3.2)$$

де D_0 – діаметр кола, на якому лежить центр тиску вантажа на шнек

$$D_0 = (0,7 \div 0,8) D, \quad (3.3)$$

де D – діаметр шнека;

n – частота обертання шнека

$$n = \frac{Q}{47 \cdot D^2 \cdot \psi \cdot S \cdot \gamma \cdot c}, \quad (3.4)$$

Q – продуктивність шнека;

S – крок шнека

$$S = \pi \cdot D \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.5)$$

де L – довжина шнека;

G – вага вантажу, що знаходиться у ринві;

$$G = \frac{60 \cdot Q \cdot L}{3,6 \cdot S \cdot n}, \quad (3.6)$$

де L – довжина шнека;

β – кут нахилу шнека відносно горизонту;

μ_2 – коефіцієнт тертя вантажу по внутрішній поверхні ринви;

ρ_1 – кут тертя вантажу по поверхні шнека;

α_0 – кут підйому гвинтової лінії, що проходить через центр тиску вантажа на шнек

$$\alpha_0 = \frac{S}{\pi \cdot D_0}. \quad (3.7)$$

Кут тертя вантажу по поверхні шнека [43–45]

$$\operatorname{tg} \rho_1 = \mu_1, \quad (3.8)$$

де μ_1 – коефіцієнт тертя вантажу по поверхні шнека.

Підставимо значення виразів (3.3)–(3.8) у (3.2) й отримаємо

$$N_1 = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot Q \cdot L (\sin \beta + \mu_2 \cos \beta) \operatorname{tg} (\alpha_0 + \rho_1)}{270 \cdot S}, \quad (3.9)$$

Потужність на валу шнека [43–45]:

$$N = \frac{N_1 \cdot k}{1,36 \cdot \eta}, \quad (3.10)$$

$$N = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot Q \cdot L \cdot k (\sin \beta + \mu_2 \cos \beta) \operatorname{tg} (\alpha_0 + \rho_1)}{367,2 \cdot S \cdot \eta}. \quad (3.11)$$

Підставимо у цей вираз дані технічних характеристик розглянутих вище комбайнів та побудуємо графічну залежність витрат потужності на привод зернового шнека від його продуктивності.

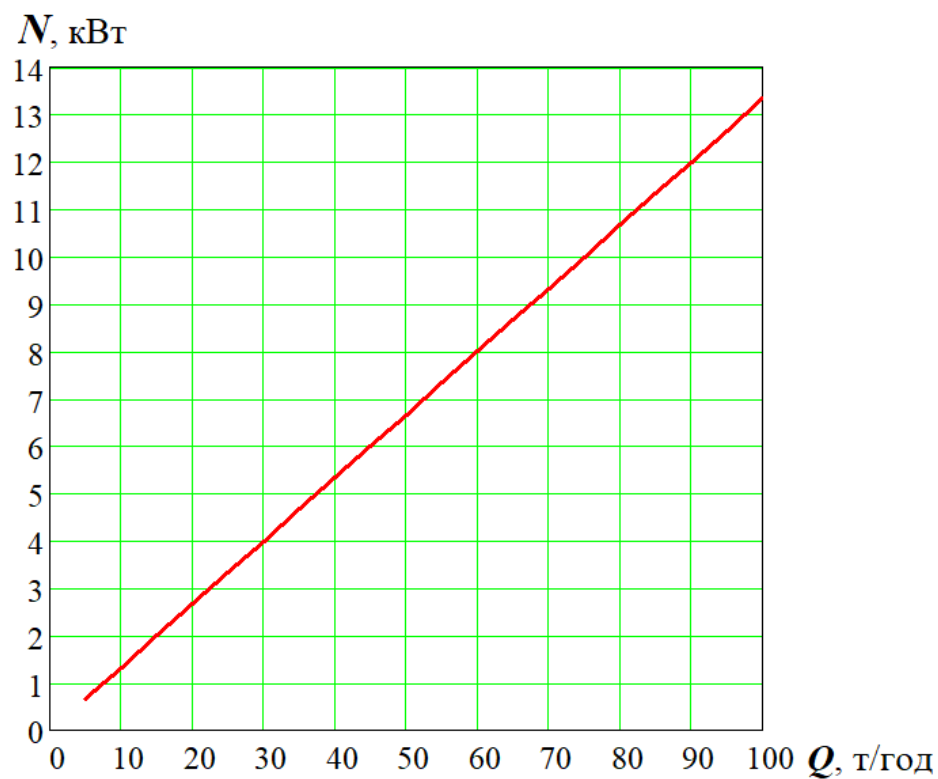


Рис. 3.26. Витрати потужності на привод однострічкового зернового шнека



Рис. 3.27. Витрати потужності на привод двохстрічкового зернового шнека

Як видно з графіків залежності витрат потужності на привід зернового шнека при подачі зерна до зернового елеватора комбайна прямопропорційні його продуктивності. Зі збільшенням продуктивності зростає потужність на привод шнека.

Як видно з графіків витрати потужності на роботу двохстрічкового шнека за однакової продуктивності будуть меншими ніж у однострічкового, внаслідок зменшення опору матеріалу при транспортуванні. Таким чином доцільно використати в конструкції зернозбирального комбайна двохстрічковий шнек.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Інструкція з охорони праці при підготовці до і під час роботи зернозбирального комбайна [46–48]

До роботи на зернозбиральних комбайнах допускаються особи, що досягли повноліття, пройшли й успішно завершили навчання та отримали право керувати зернозбиральними агрегатами, перебувають у тверезому стані та пройшли медичний огляд.

До початку роботи необхідно перевірити справність та роботопридатність органів управління та керування зернозбиральним комбайном, справність гальм, фіксацію коліс та тиск у їхніх шинах, наявність медичної аптечки, засобів протипожежної безпеки, освітлення, роботу системи сигналізації, наявність і справність інструменту й пристосувань.

Під час руху комбайна до поля та назад з нього, а також під час роботи в кабіні допускається перебування тільки комбайнера.

Під час вивантаження зерна в кузов транспортного засобу забороняється перебування в ньому будь-яких осіб.

Під час роботи комбайна періодично проводити його огляд з метою виявлення несправностей та дефектів його робочих органів та систем.

У разі необхідності проводити очищення від пилу та бруду робочих органів та систем з високою робочою температурою для запобігання пожежі.

Перед проведенням огляду та усуненням несправностей чи поломок необхідно вимкнути всі робочі органи та вимкнути двигун.

Очищення робочих органів та систем проводити з використанням засобів захисту рук, очей із застосуванням спеціального інструменту.

Забороняється передавати керування комбайном стороннім особам залишати його без керування чи покидати кабіну під час його роботи.

Дистанція під час роботи на полі між зернозбиральними агрегатами повинна бути в межах не менше 50 м.

Не допускається перегрів двигуна під час роботи комбайна.

В разі виникнення пожежної небезпеки негайно відвести комбайн від неприбраної частини поля, повідомити про пожежу та почати негайне її приборкання.

У разі появи диму, сторонніх шумів, іскрінні електрообладнання, негайно зупинити комбайн.

Забороняється заправка комбайна паливом на полі.

Забороняється тютюнопаління в кабіні, при проведенні оглядів чи усуненні несправностей та заправляння паливом.

Забороняється розводити вогонь та користуватися ним біля комбайна.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Доцільність від впровадження змін у залежить від кількох факторів та зводиться до економії коштів чи отримані прибутку.

Проведемо більш простий підрахунок – економію коштів від економії вартості палива внаслідок заміни комбайна JOHN DEER 9660WTS комбайном New Holland TC5.80.

Економія палива на 1 га площі поля становить

$$6,6 - 5,23 = 1,37 \text{ кг.}$$

Кількість зекономленого палива зі всієї площі поля

$$130 \cdot 1,37 = 178,1 \text{ кг.}$$

Найменша ціна для нашого регіону 1 л палива становить 48 грн/л.

Таким чином, вартість зекономленого палива встановитиме:

$$\frac{48 \cdot 178,1}{0,88} = 9660 \text{ грн.}$$

Отриманий результат має позитивне значення оскільки економія становитиме

$$\frac{6,6 - 5,23}{6,6} \cdot 100\% = 20,78\%.$$

					МВОЯ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено удосконалення технології вирощування озимого ячменю, яка передбачає отримання врожаю з найменшими затратами ручної праці.

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

В проектній технології використовується досвід проведення раціональних операцій з метою зменшення витрат при вирощуванні озимого ячменю.

В науковій частині проведені дослідження виявлення залежностей витрат потужності на привід зернового шнека від навантаження.

Запропоновані в проекті технологічні зміни дозволяють одержати економію коштів та зменшення собівартості робіт більше ніж на 20%.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. <https://agribusinessinukraine.com>
2. <https://latifundist.com/blog/read/2743-no-till-strip-till-ili-mini-till-cto-luchshe-dlya-ekologii-i-produktivnee-dlya-agrariya>
3. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/9006-notill-pid-zernovi-kultury.html>
4. <https://www.syngenta.ua/hyvidotm-revolyuciyna-tehnologiya-viroshchuvannya-ozimogo-yachmenyu>
5. <https://agrosep mash.ua/uk/osoblivosti-viroshhuvannya-ozimogo-yachmenyu/>
6. <https://superagronom.com/articles/354-viroschuvannya-yachmenyu-osoblivosti-tehnologiyi>
7. <https://www.eridon.ua/poslugi-ta-servisi/tehnologichna-pidtrimka/sistemy-zaschity-i-pitaniya-selskohozyajstvennyh-kultur/yachmin-ozimij>
8. <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyiraschivaniya-kanadskoy-pshenitsyi>
9. https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agronomija/tehn_vur_prod_rosl_I_chastuna/2_8/2_8.htm
10. https://tetra-agro.com.ua/news/viroshhuvannya_ta_zivlennya_yachmenyu_sekreti_uspixu
11. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/172-ozymyi-iachmin.html>
12. <https://agrarii-razom.com.ua/culture/yachmin-ozimiy>
13. <https://www.xpert.com.ua/ozumuy-yachmin.html>
14. <https://buklib.net/books/34353/>
15. <https://agro-liga.com/tehnologiya-pravilnogo-posivu-yachmenyu/>
16. <https://agrosience.com.ua/plant/33-sivba-ozymogo-yachmenyu>

17. https://olis.com.ua/press-centre/statti/yachmen-ozimiy-18-ua/?utm_source=googleads&utm_medium=cpc&utm_campaign=IW / PMax / Ukraine / Зерноочисна машина Загальні запити / 15.09.22&utm_content=&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI2s7p7InagwMVhkhBAh0H6gnbEAAAYASAAEgKKEfD_BwE
18. <https://agroapp.com.ua/uk/blog/ozimij-yachmin-texnologiya-viroshhuvannya-normi-ta-termini-visivu/>
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. <http://a-tera.com.ua/models/zernova-zhatka-new-holland-varifeed/>
23. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/582-rekomendatsii-do-zbyrannia-rannikh-zernovykh-ta-zernobobovykh.html>
24. <https://www.claas.ua/produktsiya/zyernozbiralni-kombajni/lexion-8700-7600>
25. <https://www.claas.ua/produktsiya/zyernozbiralni-kombajni/lexion-6800-6700>
26. <https://www.claas.ua/produktsiya/zyernozbiralni-kombajni/trion-ua>
27. <https://www.claas.ua/produktsiya/zyernozbiralni-kombajni/evion>
28. <https://www.deere.ua/uk/комбайни/>
29. <https://www.deere.ua/uk/комбайни/серія-t/>
30. <https://www.deere.ua/uk/комбайни/серія-s/>
31. <https://www.deere.ua/uk/комбайни/серія-x/>

32. https://www.masseyferguson.com/uk_ua/product/combine-harvesters/mf-activa.html
33. https://www.masseyferguson.com/uk_ua/product/combine-harvesters/mf-beta.html
34. https://www.masseyferguson.com/uk_ua/product/combine-harvesters/mf-activa-s.html
35. https://www.masseyferguson.com/uk_ua/product/combine-harvesters/mf-ideal.html
36. <https://www.deutz-fahr.com/uk-ua/зернозбиральні-комбайни/c6000-серія>
37. <https://www.deutz-fahr.com/uk-ua/зернозбиральні-комбайни/серія-c7000>
38. <https://www.caseih.com/emea/ua-ua/продукти/harvesting>
39. <https://agriculture.newholland.com/eu/uk-ua/equipment/products/зернозбиральні-комбайни-та-жатки/cx5000-cx6000-elevation>
40. <https://agriculture.newholland.com/eu/uk-ua/equipment/products/зернозбиральні-комбайни-та-жатки/cx7-and-cx8-tier-4b>
41. <https://agriculture.newholland.com/eu/uk-ua/equipment/products/зернозбиральні-комбайни-та-жатки/cr-stage-v-найпродуктивніший-комбайн-у-світі>
42. <https://agriculture.newholland.com/eu/uk-ua/equipment/products/combine-harvesters/ch>
43. Дережа О.О. Машины непрерывного транспорта. – Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2016. – 108 с.
http://www.tsatu.edu.ua/tm/wp-content/uploads/sites/14/posibnyk_mnrr.pdf
44. 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: Машины для рільництва/ П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.: іл.

45. 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.
46. 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.
47. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002. – 320 с.
48. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.

ДОДАТКИ

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Культура - озимий ячмінь
Площа - 100 га
Урожайність - 50,0 ц/га

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Змінна норма виробітку	Витрати праці, людхгод
		трактор, комбайн	с.-г. машина, знаряддя		
Обробіток комбінованим знаряддям, 6-8 см	100 га	CASE 110 JX	CEUS 4000-TX	38,4 га	16,66
Підготовка мінеральних добрив	6 т	вручну		28 т	14,98
Завантаження мінеральних добрив	30 т	MT3-80	ПЕ-35	42 т	4,97
Транспортування мінеральних добрив до 5 км	30 т	автомобілі		10 т	21
Глибоке розпушення з внесенням мінеральних добрив	100 га	NH T7315	ЧНУ-4	16 га	35
Протруєння насіння	24 т	-	ПС-10А	40 т	8,40
Підготовка мінеральних добрив	8 т	вручну		3,5 т	15,99
Транспортування насіння в поле 10 км	24 т	автомобілі		-	-
Транспортування мінеральних добрив у поле до 10 км	8 т	автомобілі		-	-
Завантаження насіння у сівалку	24 т	автозавантажувач		-	-
Завнтаження добрив у сівалку	8 т	автозавантажувач		-	-
Сівба з внесенням добрив	100 га	NH T7315	CPH-2000F	55,3 га	10,99
Коткування посівів	100 га	NH T7315	ЗККШ-6	76 га	9,21
Підготовка гербіцидів	0,30 т	вручну		3,5 т	15,99
Завантаження гербіцидів	0,30 т	вручну		3,5 т	15,99
Підготовка води	0,16 т	вручну		3,5 т	15,99
Транспортування води та гербіцидів у поле до 10 км	0,46 т	автомобілі		-	-
Обробіток посівів від хвороб, бур'янів та шкідників	100 га	DJI Agras T-40		121 га	23,33
Обкошування та прокошування	5 га	New Holland TC5.80		42,78	11,61
Збирання зерна	95 га	New Holland TC5.80		42,78	11,61
Транспортування зерна до 10 км	475 т	автомобілі		-	-
Первинна очистка зерна	475 т	-	БСХ-100	420 т	225
Очистка насіння	35 т	-	БСХ-100	210 т	52,50
Навантаження насіння	24 т	-		-	-
Транспортування насіння у склад	24 т	автомобілі		-	-
Розвантаження насіння ускладі	24 т	автомобілі		-	-

Перв. примен.

Справа. №

Підп. и дата

Унів. № подл.

Взам. инв. №

Инов. № дубл.

МВОЯ 00. 001 ТЧ

Технологічна карта

Лист. 1

Масштаб

ЦНТУ гр. АІ-22МЗ(1,4)

Формат А1

Схема поля

1015 м

1300 м

Схема руху одного циклу

$R=5,8\text{ м}$

$B_p=5,8\text{ м}$

Контрольна лінія

$d_k=2,9\text{ м}$

$E=29\text{ м}$

$e=3,875\text{ м}$

$L_p=124,2\text{ м}$

$L=1300\text{ м}$

$E=29\text{ м}$

- довжина гонів
- робоча довжина загінки
- ширина поворотної смуги
- довжина виїзду агрегату,
- ширина захвату агрегату,
- кінематична ширина агрегату

1448. № nadř.	Nadř. u dčma	Barok udi. №	1448. № dčm	Nadř. u dčma	Gradiš. №	Plavč. pojmen.

МЕТА, ЗАДАЧІ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета дослідження: підвищення якості роботи зернозбирального комбайна та зменшення витрат енергії на привід.

Задачі досліджень:

1. Дослідити витрати енергії на привід в роботу органів зернозбирального комбайна.
2. Встановити вплив конструктивно-технологічних параметрів зернового шнека на витрати енергії його привода.

Об'єкт дослідження: процес роботи зернового шнека зернозбирального комбайна.

Предмет дослідження: конструктивні та технологічні параметри зернового шнека зернозбирального комбайна.

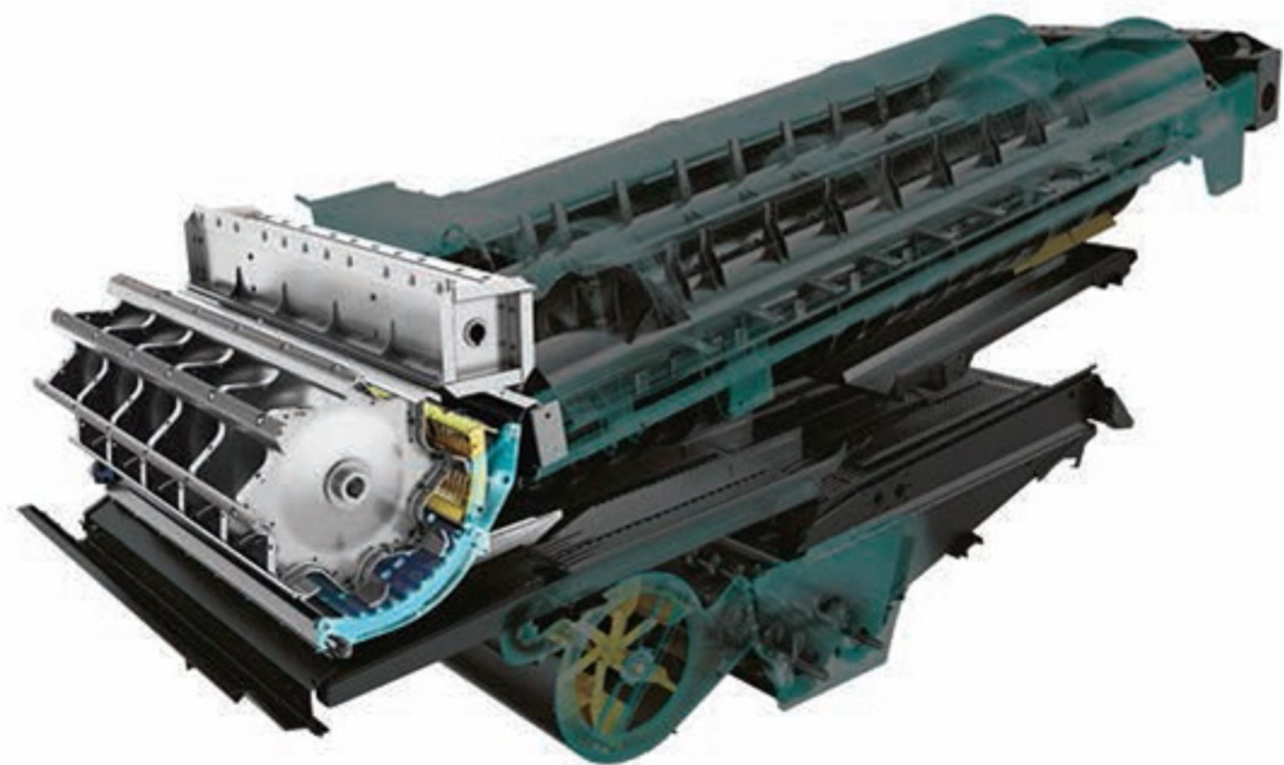
[illegible]

Справ. №	Лев. примеч.
----------	--------------

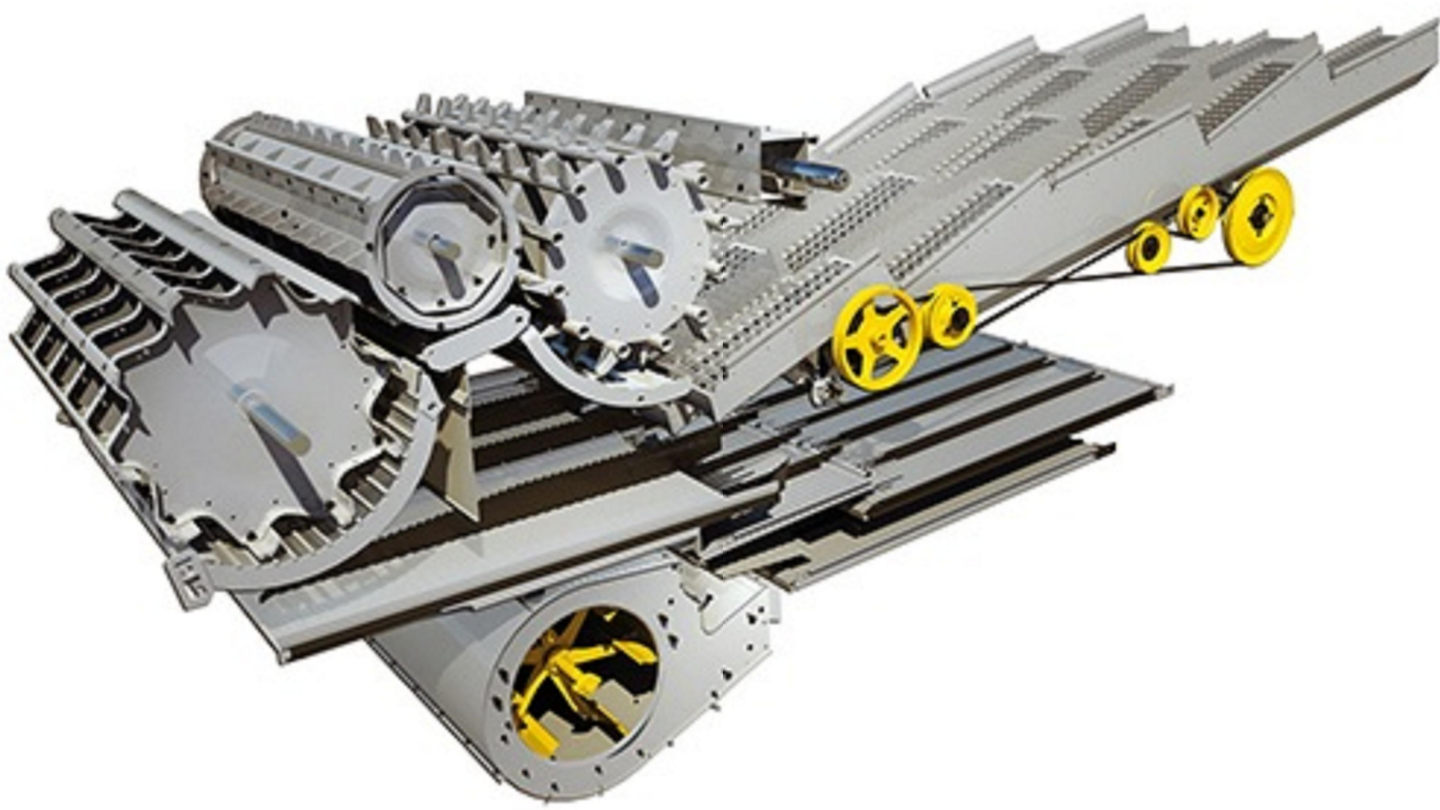
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

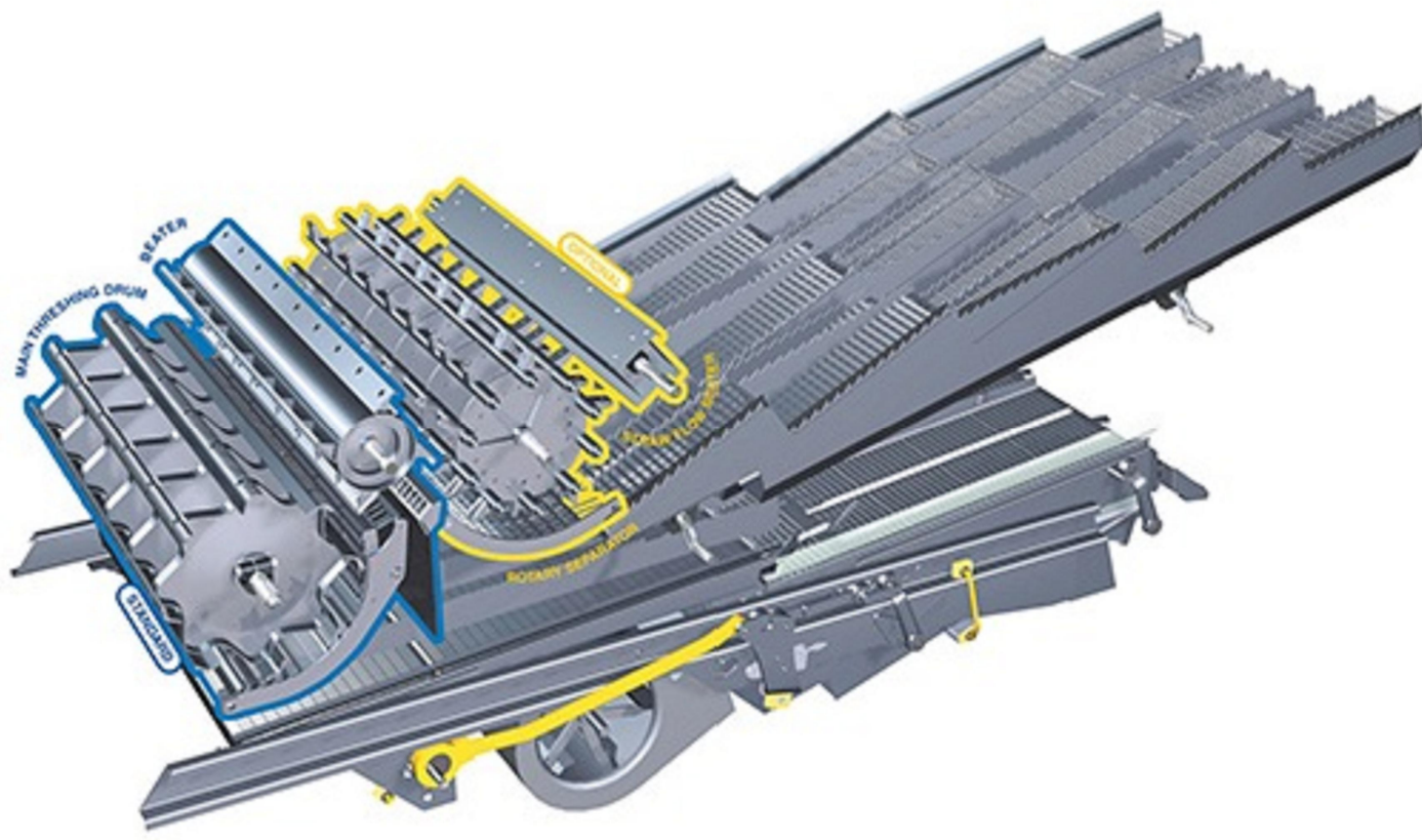
МВОЯ 00. 002 НЧ



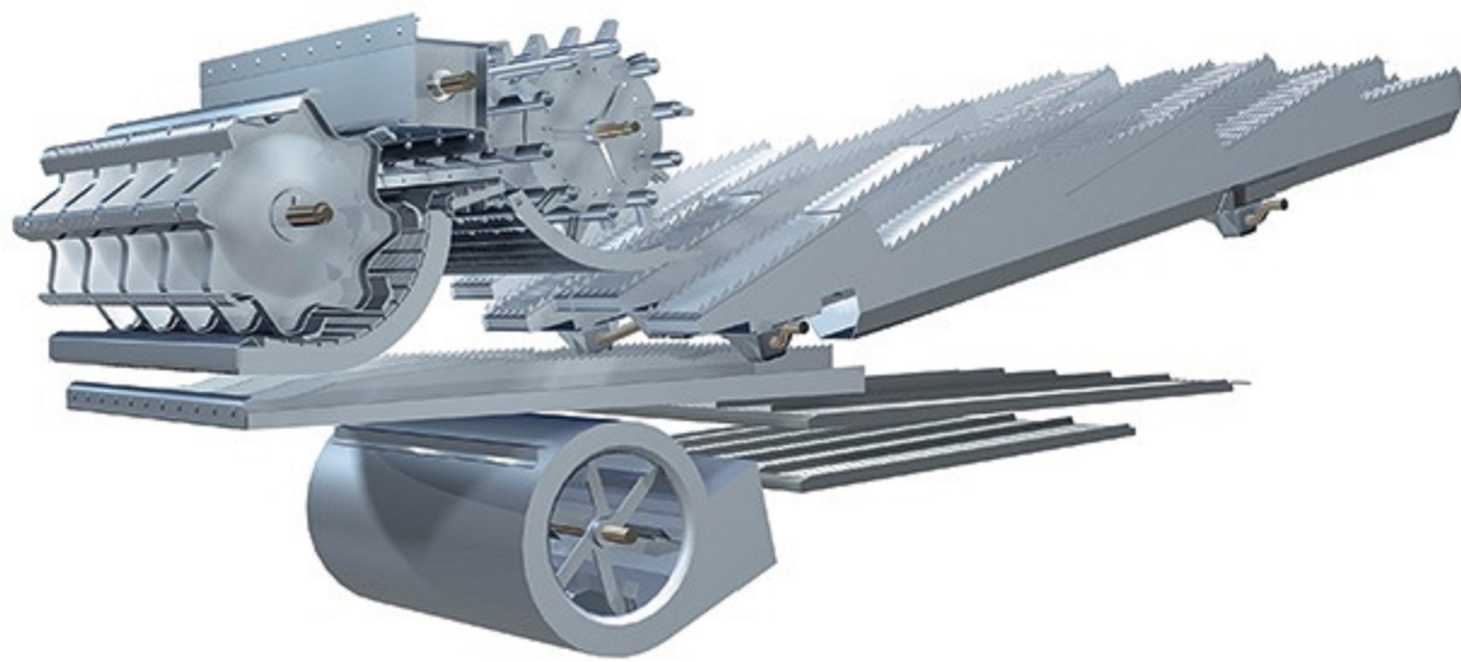
Комбайни серії CH,
New Holland



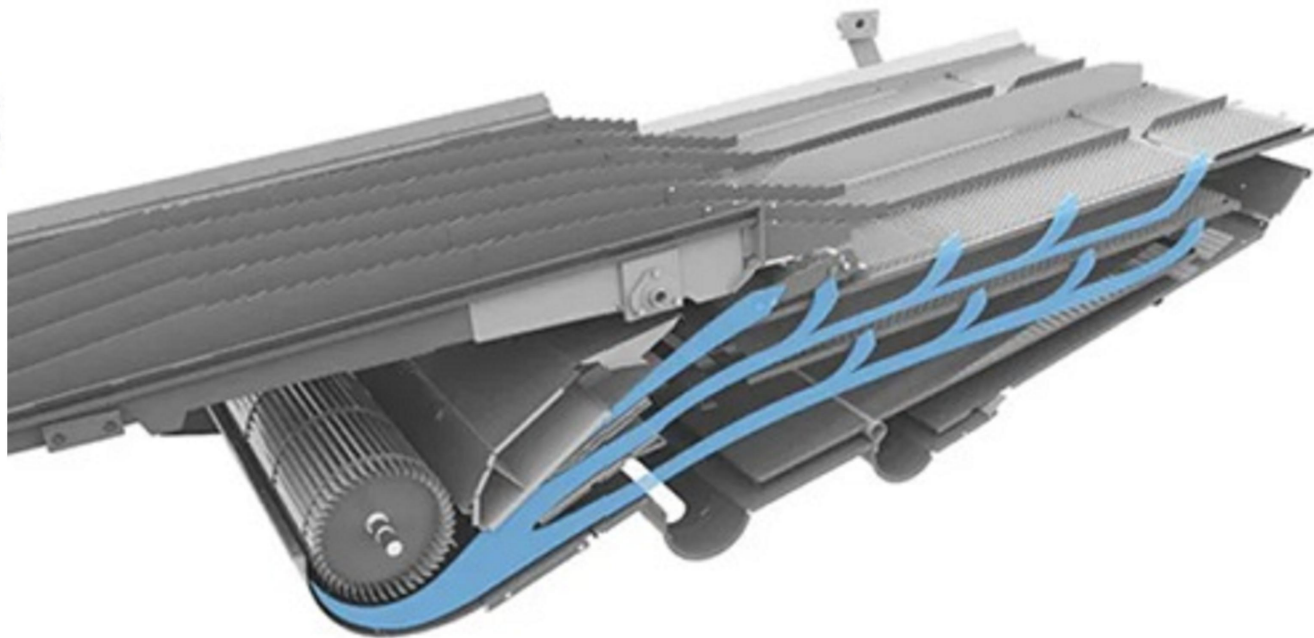
Комбайни серії
CX7 TA CX8,
New Holland



Комбайни CX5000
та CX6000 Elevation,
New Holland



Комбайни серії TC,
New Holland



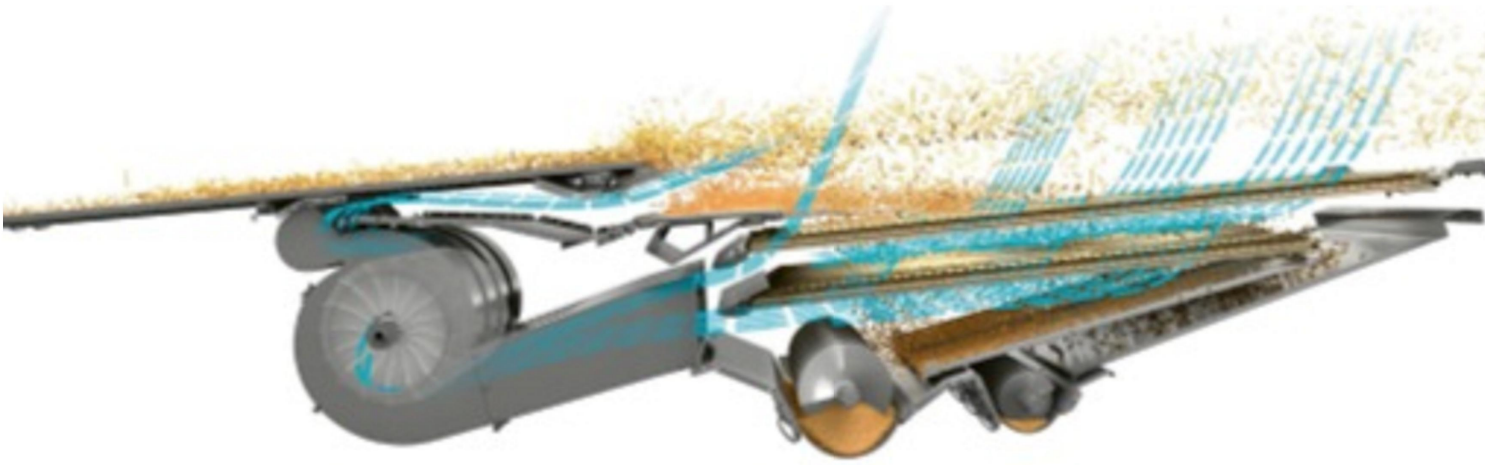
Комбайни серії C6000,
DEUTZ-FAHR



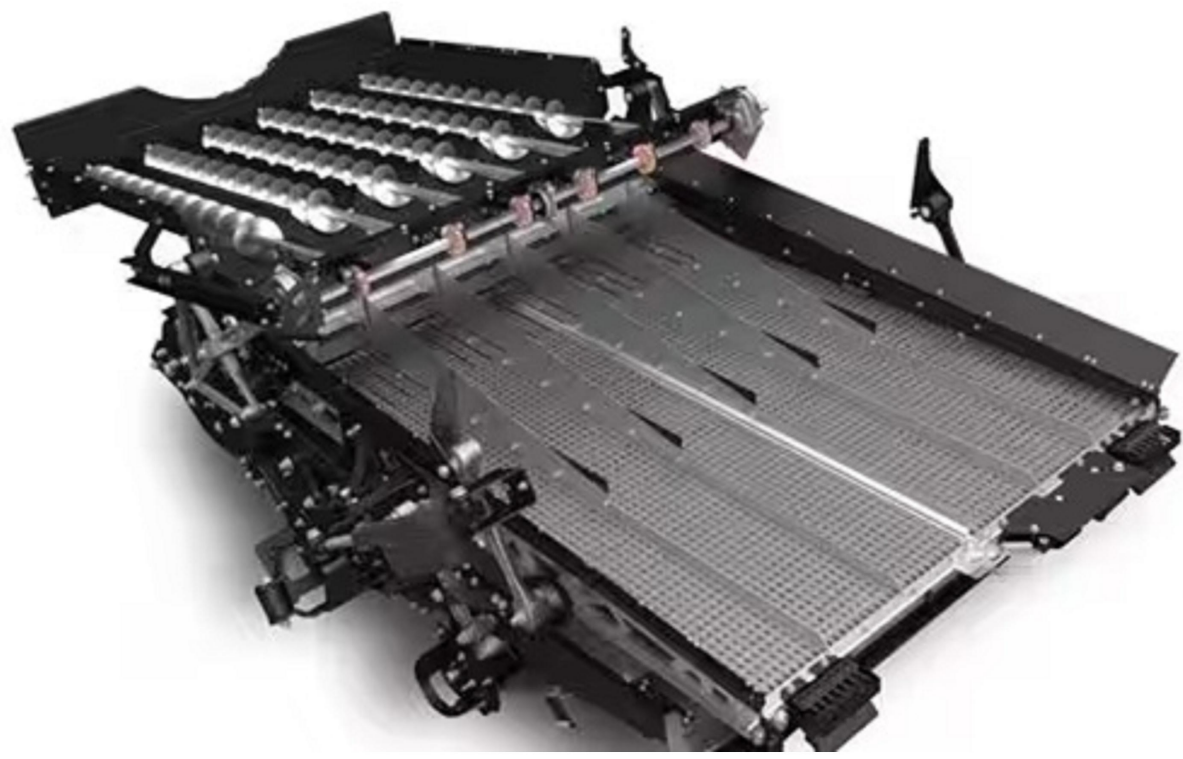
Комбайни серії MF IDEAL,
Massey Ferguson



Комбайни EVION,
CLAAS



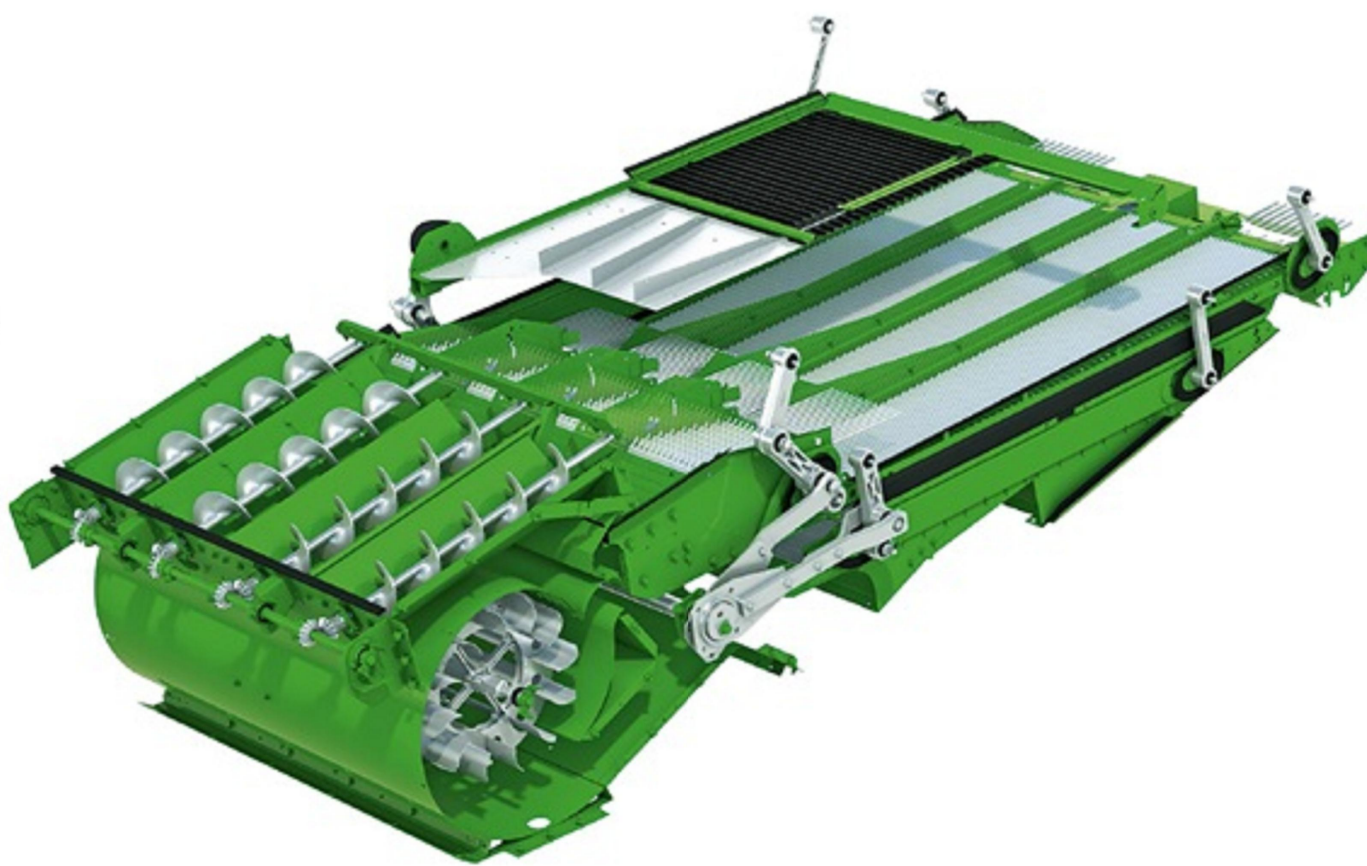
Комбайни LEXION
серії 6700, CLAAS



Комбайни AXIAL-FLOW,
CASE IH



Комбайни серії T,
John Deere



Комбайни серії S,
John Deere



Комбайни серії X,
John Deere

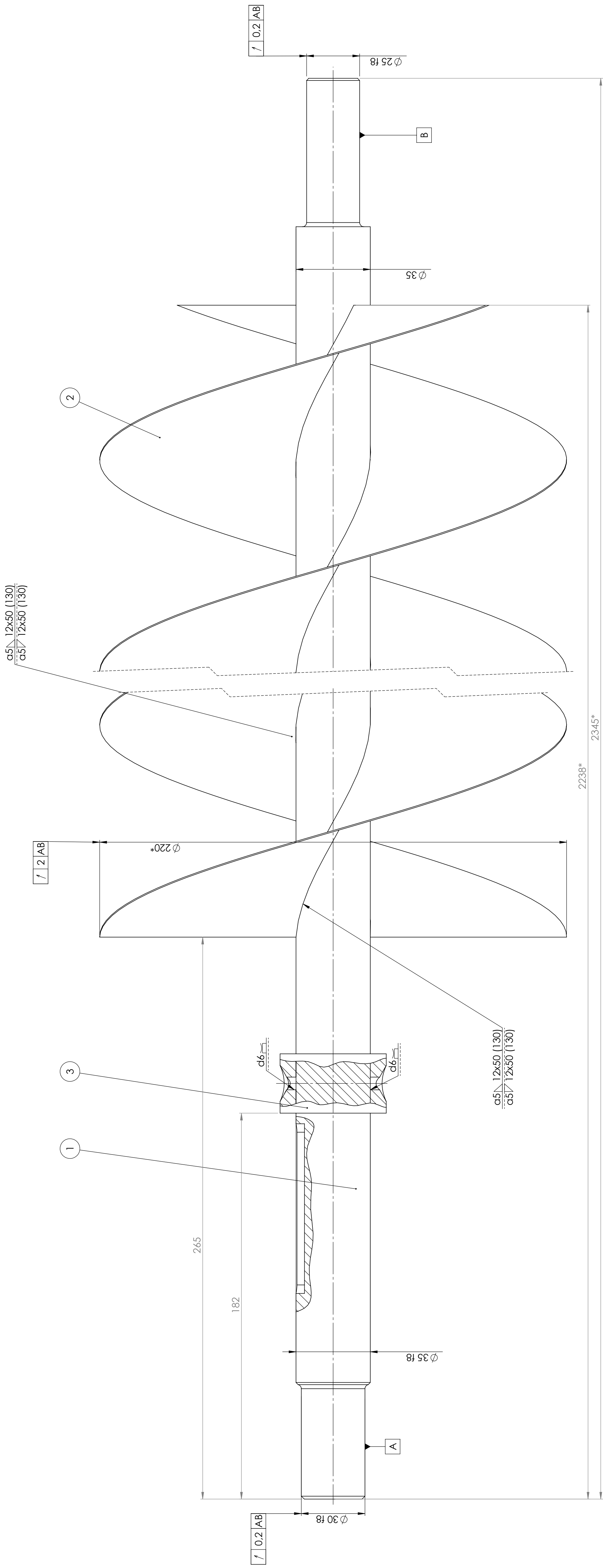
Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10
Лист 11 з 11
Лист 12 з 12
Лист 13 з 13
Лист 14 з 14
Лист 15 з 15
Лист 16 з 16
Лист 17 з 17
Лист 18 з 18
Лист 19 з 19
Лист 20 з 20
Лист 21 з 21
Лист 22 з 22
Лист 23 з 23
Лист 24 з 24
Лист 25 з 25
Лист 26 з 26
Лист 27 з 27
Лист 28 з 28
Лист 29 з 29
Лист 30 з 30
Лист 31 з 31
Лист 32 з 32
Лист 33 з 33
Лист 34 з 34
Лист 35 з 35
Лист 36 з 36
Лист 37 з 37
Лист 38 з 38
Лист 39 з 39
Лист 40 з 40
Лист 41 з 41
Лист 42 з 42
Лист 43 з 43
Лист 44 з 44
Лист 45 з 45
Лист 46 з 46
Лист 47 з 47
Лист 48 з 48
Лист 49 з 49
Лист 50 з 50
Лист 51 з 51
Лист 52 з 52
Лист 53 з 53
Лист 54 з 54
Лист 55 з 55
Лист 56 з 56
Лист 57 з 57
Лист 58 з 58
Лист 59 з 59
Лист 60 з 60
Лист 61 з 61
Лист 62 з 62
Лист 63 з 63
Лист 64 з 64
Лист 65 з 65
Лист 66 з 66
Лист 67 з 67
Лист 68 з 68
Лист 69 з 69
Лист 70 з 70
Лист 71 з 71
Лист 72 з 72
Лист 73 з 73
Лист 74 з 74
Лист 75 з 75
Лист 76 з 76
Лист 77 з 77
Лист 78 з 78
Лист 79 з 79
Лист 80 з 80
Лист 81 з 81
Лист 82 з 82
Лист 83 з 83
Лист 84 з 84
Лист 85 з 85
Лист 86 з 86
Лист 87 з 87
Лист 88 з 88
Лист 89 з 89
Лист 90 з 90
Лист 91 з 91
Лист 92 з 92
Лист 93 з 93
Лист 94 з 94
Лист 95 з 95
Лист 96 з 96
Лист 97 з 97
Лист 98 з 98
Лист 99 з 99
Лист 100 з 100

				МВОЯ 00. 002 НЧ			
				Огляд конструкцій систем очищення зернозбиральних комбайнів			
				Лист 1 з 1			
				ЦНТУ			
				зр. АІ-22М3(14)			
				Формат А1			

Справ. №	
Лев. примен.	

Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------

ИВБ. № 0027.



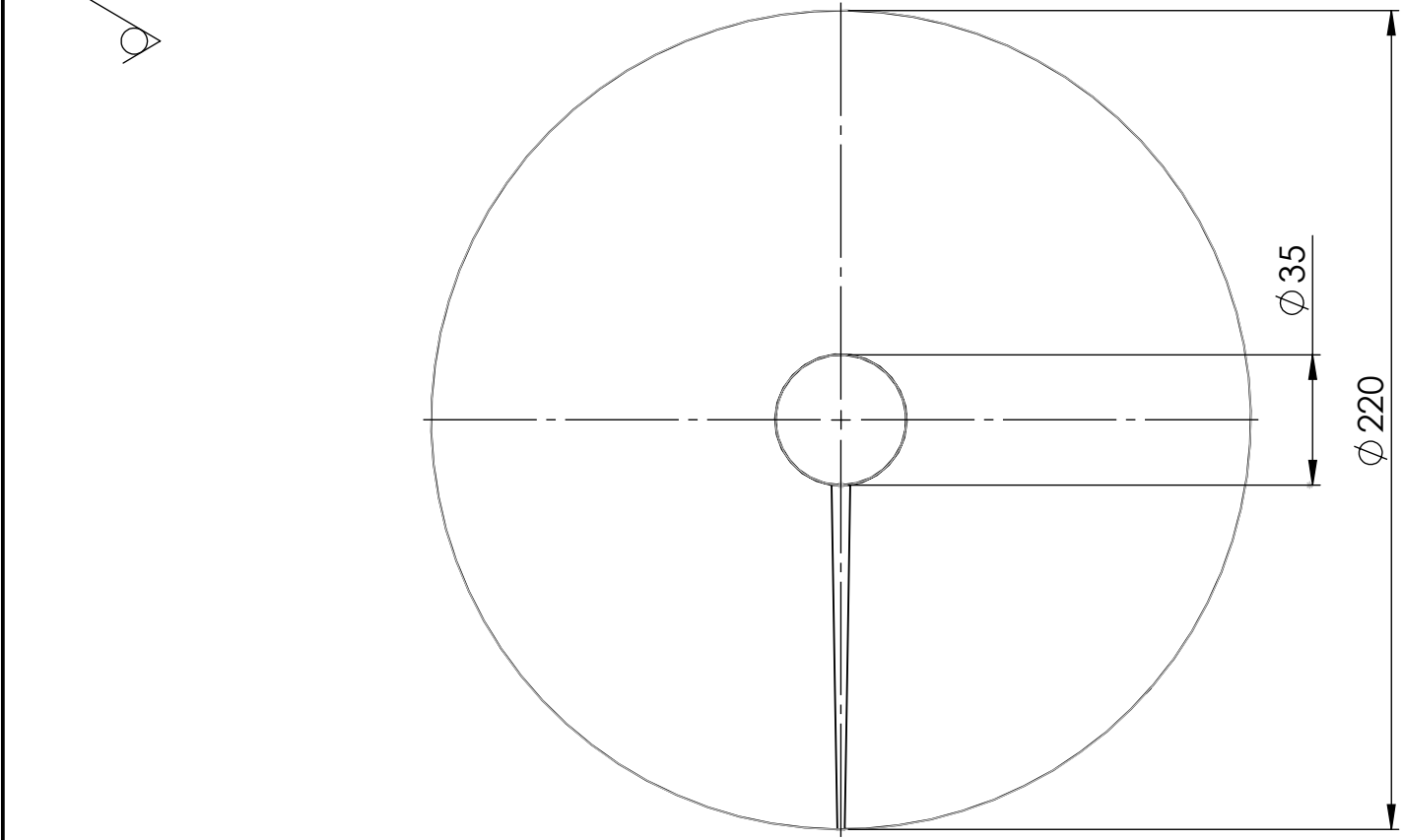
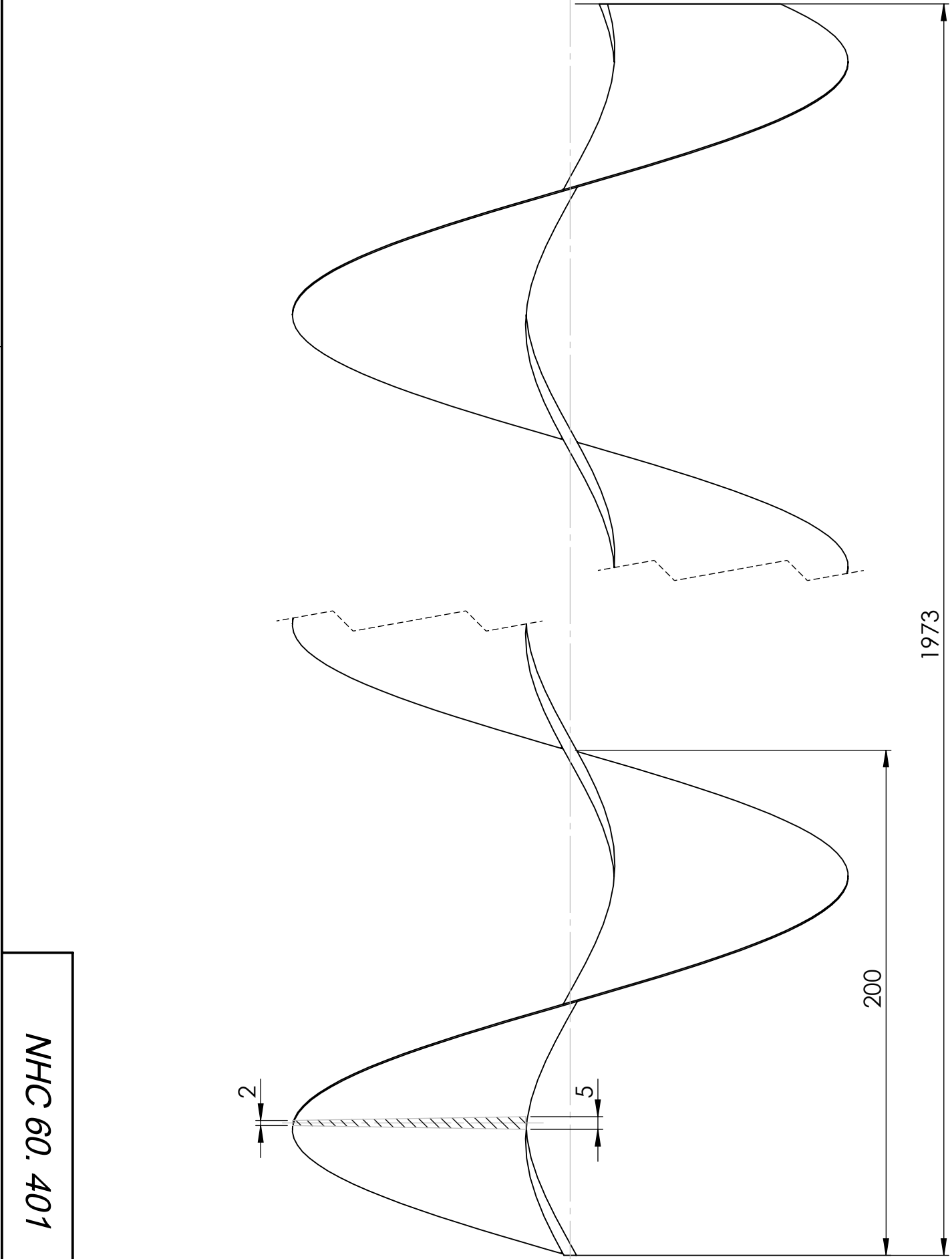
ПОЗИЦИЯ	ПОЗНАЧЕНИЯ	ОПИС	КЛ-ТЬ
1	ННС 60. 601		1
2	ННС 60. 401		2
3	ННС 60. 602		1

1. Напрямок навілки стрічок - правий.
2. Кінці спіралі необхідно зварити.
3. Невказані граничні відхилення розмірів - ІТ14 / 2.
4. Зварні шви визначені відповідають до DIN EN ISO 2553: 2017.
5. Деформації на ділянках вола та гвинта шнека не допускаються.

[illegible]

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

ННС 60. 401



1. Напрямок навивок стрічки гвинтового шнека правий.
2. Невказані граничні відхилення розмірів - ПТ14; валів - ПТ14;
інші - $\frac{ПТ14}{2}$.

ННС 60. 401												
Стрічка										Лит.	Масса	Масштаб
											5,028	1:20
										Лист		Листов 1
В1-5Х92 ГОСТ 103- 2006 Смуга 20-2-Т ГОСТ 10 50-08										ЦНТУ гр. АІ-22МЗ(1,4)		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата								
Разраб.		Заблюцький										
Пров.		Мороз										
Т. контр.												
Н. контр.		Мачок										
Утв.		Лещенко										

