

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2026 р.

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

«Механізація вирощування озимої пшениці з
модернізацією обчислюючого барабану комбайна».

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-22-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Шутко Владислав Сергійович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____Руслан КІСІЛЬОВ

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____Дмитро ГОЛУБ

« ____ » _____ 2026 р.

Кропивницький

Перв. примен.	№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание			
			1					Документація загальна		
			2							
			3					Знову розроблена		
			4							
			5	A4				БР 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	1
			6							
			7						Документація по	
			8						технологічній частині	
			9						Знову розроблена	
Справ. №	№	Формат								
			10							
			11	A1	ЖОН 00. 001 ТЧ	Технологічна карта	1			
			12							
			13	A1	ЖОН 00. 002 ТЧ	Операційна карта на	1			
			14			збирання пшениці				
			15							
			16			Документація по				
			17			інженерній частині				
			18			Знову розроблена				
Подп. и дата	№	Формат								
			19							
			20	A1	ЖОН 00. 000 С2	Жатка	1			
			21			обчислююча ЖОН-4				
			22							
			23	A0	ЖОН 00. 010 СБ	Обчислюючий барабан	1			
			24							
			25							
			26							
			27							
Подп. и дата	№	Формат								
			28							
			29							
			30							
			31							
			32							
			33							
			34							
			35							
			36							
Подп. и дата	№	Формат								
			37							
			38							
			39							
			40							
			41							
			42							
			43							
			44							
			45							
Подп. и дата	№	Формат								
			46							
			47							
			48							
			49							
			50							
			51							
			52							
			53							
			54							
Подп. и дата	№	Формат								
			55							
			56							
			57							
			58							
			59							
			60							
			61							
			62							
			63							
Подп. и дата	№	Формат								
			64							
			65							
			66							
			67							
			68							
			69							
			70							
			71							
			72							
Подп. и дата	№	Формат								
			73							
			74							
			75							
			76							
			77							
			78							
			79							
			80							
			81							
Подп. и дата	№	Формат								
			82							
			83							
			84							
			85							
			86							
			87							
			88							
			89							
			90							
Подп. и дата	№	Формат								
			91							
			92							
			93							
			94							
			95							
			96							
			97							
			98							
			99							
Подп. и дата	№	Формат								
			100							
			101							
			102							
			103							
			104							
			105							
			106							
			107							
			108							
Подп. и дата	№	Формат								
			109							
			110							
			111							
			112							
			113							
			114							
			115							
			116							
			117							
Подп. и дата	№	Формат								
			118							
			119							
			120							
			121							
			122							
			123							
			124							
			125							
			126							
Подп. и дата	№	Формат								
			127							
			128							
			129							
			130							
			131							
			132							
			133							
			134							
			135							
Подп. и дата	№	Формат								
			136							
			137							
			138							
			139							
			140							
			141							
			142							
			143							
			144							
Подп. и дата	№	Формат								
			145							
			146							
			147							
			148							
			149							
			150							
			151							
			152							
			153							
Подп. и дата	№	Формат								
			154							
			155							
			156							
			157							
			158							
			159							
			160							
			161							
			162							
Подп. и дата	№	Формат								
			163							
			164							
			165							
			166							
			167							
			168							
			169							
			170							
			171							
Подп. и дата	№	Формат								
			172							
			173							
			174							
			175							
			176							
			177							
			178							
			179							
			180							
Подп. и дата	№	Формат								
			181							
			182							
			183							
			184							
			185							
			186							
			187							
			188							
			189							
Подп. и дата	№	Формат								
			190							
			191							
			192							
			193							
			194							
			195							
			196							
			197							
			198							
Подп. и дата	№	Формат								
			199							
			200							
			201							
			202							
			203							
			204							
			205							
			206							
			207							
Подп. и дата	№	Формат								
			208							
			209							
			210							
			211							
			212							
			213							
			214							
			215							
			216							
Подп. и дата	№	Формат								
			217							
			218							
			219							
			220							
			221							
			222							
			223							
			224							
			225							
Подп. и дата	№	Формат								
			226							
			227							
			228							
			229							
			230							
			231							
			232							
			233							
			234							
Подп. и дата	№	Формат								
			235							
			236							
			237							
			238							
			239							
			240							
			241							
			242							
			243							
Подп. и дата	№	Формат								
			244							
			245							
			246							
			247							
			248							
			249							
			250							
			251							
			252							
Подп. и дата	№	Формат								
			253							
			254							
			255							
			256							
			257							
			258							
			259							
			260							
			261							
Подп. и дата	№	Формат								
			262							
			263							
			264							
			265							
			266							
			267							
			268							
			269							
			270							
Подп. и дата	№	Формат								
			271							
			272							
			273							
			274							
			275							
			276							
			277							
			278							
			279							
Подп. и дата	№	Формат								
			280							
			281							
			282							
			283							
			284							
			285							
			286							
			287							
			288							
Подп. и дата	№	Формат								
			289							
			290							
			291							
			292							
			293							
			294							
			295							
			296							
			297							
Подп. и дата	№	Формат								
			298							
			299							
			300							
			301							
			302							
			303							
			304							
			305							
			306							
Подп. и дата	№	Формат								
			307							
			308							
			309							
			310							
			311							
			312							
			313							
			314							
			315							
Подп. и дата	№	Формат								
			316							
			317							
			318							
			319							
			320							
			321							
			322							
			323							
			324							
Подп. и дата	№	Формат								
			325							
			326							
			327							
			328							
			329							
			330							
			331							
			332							
			333							
Подп. и дата	№	Формат								
			334							
			335				</			

					№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание	
					1							
					2	A1	БР 00. 030 СБ	Гвинтовий механізм	1			
					3			колеса				
					4							
					5			Документація по				
					6			деталях				
					7							
					8			Знову розроблена				
					9							
					10	A3	БР 00. 010. 401	Планка	1			
					11							
					12	A3	БР 00. 010. 402	Гребінка	1			
					13							
					14	A3	БР 00. 030. 601	Цапфа ліва	1			
Підп. і дата					15							
					16	A3	БР 00. 030. 602	Гвинт	1			
					17							
					18							
Інв. № дубл.					19							
					20							
					21							
					22							
Взам. інв. №					23							
					24							
					25							
					26							
Підп. і дата					27							
					28							
					29							
Інв. № подл.												
					Ізм.	Лист	№ док-м.	Підп.	Дата	БР 00. 000 ВП		Лист

ЗМІСТ

стор.

1. Вступ.....	
2. Аналіз технології вирощування озимої пшениці з подальшим напрямом удосконалення.....	
3. Операційна технологія збирання пшениці.....	
4. Інженерна частина.....	
5. Охорона праці.....	
6. Висновки.....	
Список літератури.....	
Додатки	

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Україна традиційно є аграрною державою, тому подолання економічної кризи значною мірою пов'язане з відродженням і розвитком сільськогосподарського виробництва. Саме ефективне функціонування аграрного сектору є важливою передумовою забезпечення продовольчої безпеки та підвищення добробуту населення. Впровадження сучасних, високопродуктивних технологій вирощування і обробітку основних сільськогосподарських культур, а також раціональне використання вітчизняної техніки сприятимуть збільшенню валового національного продукту та підвищенню рівня життя населення України.

В умовах економічної нестабільності особливого значення набуває розроблення нових технологій, які дають змогу ефективно й економно використовувати кожний гектар орних земель, раціонально застосовувати мінеральні добрива та максимально результативно використовувати фінансові ресурси, спрямовані на розвиток сільськогосподарського виробництва.

Для отримання високих урожаїв необхідно забезпечити рослини всіма життєво важливими факторами зовнішнього середовища. Це можливо за умови ефективного використання матеріальних, трудових і ґрунтово-кліматичних ресурсів, а також впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Відомі обчисувальні жатки застосовують переважно для обчисування рису та насінневих коробочок льону. Разом із тим значні площі сільськогосподарських угідь України зайняті зерновими колосовими культурами, тому вдосконалення технологій їх збирання безпосередньо на корені залишається актуальним і перспективним напрямом.

					БР 00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Шутко			Вступ			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кісільов								
Реценз.										
Н. Контр.		Артеменко								
Затверд.		Васильковський								
						ЦНТУ, гр. АІ-22-1				

Оскільки якість збирання врожаю зернових колосових культур за допомогою існуючих обчисувальних жаток ще не повністю відповідає сучасним вимогам, постає завдання розроблення проекту комплексної механізації вирощування озимої пшениці з модернізацією конструкції барабану вибраної нами жатки ЖОН-4.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ З ПОДАЛЬШИМ НАПРЯМОМ УДОСКОНАЛЕННЯ.

2.1. Аналіз існуючих технологій вирощування озимої пшениці

Основний обробіток ґрунту. У сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон для вирощування зернових культур застосовують диференційований обробіток ґрунту. При цьому раціонально поєднують глибокий, звичайний і поверхневий обробіток, використовуючи полицеві, плоскорізальні, дискові, голчасті, комбіновані та інші ґрунтообробні знаряддя.

У багатьох регіонах основою підготовки ґрунту залишається традиційна технологія, що передбачає застосування луцильників або дискових борін, полицевих плугів, парових культиваторів, а також інших простих і комбінованих машин для передпосівного обробітку. Водночас, навіть за відсутності проявів ерозії ґрунтів, дедалі ширшого поширення набуває використання безполицевих і чизельних плугів, а також застосування поверхневого основного обробітку ґрунту під зернові культури.

У районах, де спостерігається вітрова або водна ерозія, широко впроваджують ґрунтозахисні та вологозберігаючі технології, що ґрунтуються на використанні спеціалізованих комплексів машин.

Луцнення. З метою збереження вологи в ґрунті, подрібнення післяжнивних решток, розпушення верхнього шару, підрізання бур'янів і стимулювання проростання їх насіння, а також для якісного кришіння скиби та зменшення опору плуга під час оранки застосовують луцнення стерні. Для цього використовують дискові луцильники на легких і середніх ґрунтах, дискові борони - на важких ґрунтах, а також на полях після багаторічних трав і грубостеблових культур. За наявності багаторічних бур'янів застосовують лемішні луцильники або плоскорізи.

Крім того, під час луцнення ґрунту знищується значна частина збудників хвороб і шкідників сільськогосподарських культур.

Обробіток поля дисковими знаряддями проводять на глибину 6-10 см,

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тоді як лемішними - до 18 см. При цьому відхилення середньої глибини лущення від заданого значення не повинно перевищувати 2 см.

Оранка. Своєчасне та якісне проведення оранки з обертанням скиби забезпечує загортання в ґрунт добрив, пожнивних решток, сходів і насіння бур'янів, а також сприяє поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту, його водного, повітряного і теплового режимів.

Найефективніше виконувати оранку лемішними плугами, обладнаними культурними, напівгвинтовими або гвинтовими полицями. Під час підготовки ґрунту під сівбу озимих культур плуги з 4, 5 і 6 корпусами оснащують спеціальними пристроями ПВР-2,3, а плуги з 7, 8 і 9 корпусами — пристроями ПВР-3,5.

Ці пристрої оснащені клиноподібними та кільчасто-шпоровими дисками. У процесі роботи клиноподібні диски створюють значний тиск, заглиблюються у ґрунт на 15–17 см, ущільнюють його нижні шари, руйнують великі брили та спрямовують дрібніші частки під дію кільчасто-шпорових дисків.

На перезволожених ґрунтах замість пристроїв ПВР до плугів доцільно приєднувати зубові борони.

Основними способами руху агрегатів під час оранки є петльовий спосіб із чергуванням загонів «взгін» і «врозгін», а також безпетлевий комбінований спосіб.

Основний обробіток ґрунту комбінованими агрегатами. Для здійснення безполицевого обробітку ґрунту на глибину в межах 8-16 см під сівбу озимих зернових культур, а саме після непарових попередників, рекомендується використання комбінованих агрегатів АКП-5 і АКП-2,5. Вони тільки за один прохід створюють повну підготовку ґрунту, тобто: верхній шар розпушується сферичними або голчастими дисками (голчасті диски поставляються за замовленням фермера), потім нижній шар - плоскорізами з одночасною функцією підрізання бур'янів та рослинних решток; і нарешті, поверхня поля вирівнюється спеціальним органом - вирівнювачем, а нижні

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шари ґрунту ущільнюються та прикочуються, при цьому верхній горизонт має можливість додаткового подрібнення кільчасто-шпоровими дисками.

Далі, для обробітку важких ґрунтів на глибину від 6 до 12 см під озимі культури є доцільність застосовувати комбінований агрегат, що обладнаний активними робочими органами, наприклад АКР-3,6. Він одночасно створює розпушування, потім фрезерування з подрібненням рослинних решток, а також мульчування самої поверхні та вирівнювання загального рельєфу ґрунту.

Ефективність застосування ґрунтообробних комбінованих агрегатів суттєво залежить від правильної технологічної наладки під конкретну операцію.

У агрегатів АКП-5 та АКП-2,5 це максимально досягається шляхом регулювання тяги начіпної системи трактора для встановлення рами в горизонтальне положення, відповідним переміщенням лівого та правого опорних коліс по відмітках на стояках, а також регулюванням положення конструкції дискових секцій, групи плоскорізальних ножів та вирівнювача у вертикальній площині.

Щілювання. В умовах інтенсивного землеробства зростання врожайності зернових та інших культур обмежується ущільненням нижніх шарів ґрунту ходовими системами сільськогосподарських машин на глибину до 60 см і більше. Через це знижується здатність ґрунту накопичувати, утримувати та віддавати вологу, що негативно впливає на водний режим. Крім того, посилюється дія водної ерозії, а в замкнутих пониженнях ділянок, особливо на посівах озимих культур, рослини пригнічуються і частково гинуть.

Ряд проблем, пов'язаних із ущільненням ґрунту та зниженням його водоутримуючої здатності, ефективно вирішує метод щілювання. Для цього застосовують щілювачі такої марки, зокрема ЩП-3-70, ЩН-2-140 та інші.

Щілювач ґрунту ЩП-3-70 оснащений двома типами робочих органів: для щілювання зябу та посівів зернових культур (див. рис. 2.1), а схема

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розміщення робочих органів наведена на рисунку 2.2.

Ефективність щілювання значною мірою залежить від правильного розташування робочих органів. Для обробітку зябу ножі-долота встановлюють під кутом 22-25°, а для озимих культур - 10-12°. Глибина щілювання зябу може досягати 60 см, озимих культур це 40-45 см у Степу та 30-40 см у Лісостепу і на Поліссі. Схили рекомендується обробляти впоперек або вздовж горизонталей місцевості для запобігання ерозії та забезпечення рівномірного розпушування.

Снігозатримання. Відомо, що кожен сантиметр снігового покриву при таненні дає на 1 га 30-35 т води. На ділянках із ущільненим снігом швидкість потоку талої води знижується в 15-20 разів, а змивання ґрунту десь у 4-5 разів порівняно з ділянками, де сніг не ущільнювався.

Найбільш ефективним і водночас економічним способом затримання та ущільнення снігу є формування на поверхні поля валків. Для цього застосовують снігові валкоутворювачі марки СВШ-10, СВШ-7 та СВУ-2,6, які агрегуються з тракторами відповідних класів 5; 3 та 3-5.

Снігові вали формують упоперек панівних вітрів, а на схилах - уздовж горизонталей. При товщині снігового покриву до 20 см відстань між валками має становити 6-7 м, а при більшому покриві - у 15-20 разів перевищувати висоту снігового валу.

На площах із посівами озимини використання валкоутворювачів недоцільне, оскільки це може спричинити утворення льодової кірки, особливо по слідах трактора та місцях розміщення валків, що в результаті може призвести до випрівання сходів.

Далі, основний спосіб руху агрегатів при операції снігозатриманні є човниковий. У процесі такої операції досліджують якісний показник щодо утворення валків, а саме за прямолінійністю валків та відстанню між ними.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Високу ефективність під час передпосівного обробітку також демонструє причіпний культиватор КПЗ-9,7. Його робочі органи розпушувального типу розташовані у чотири ряди, що сприяє якісному обробітку ґрунту. Наявність вирівнювальної дошки та роторних борінок дозволяє сформувати вирівняний дрібногрудочкуватий верхній шар ґрунту. Це створює сприятливі умови для якісної сівби, загортання насіння на оптимальну глибину та забезпечує дружні сходи.

Підготовка насіння і процес сівби. Протруювання та інкрустація насіння є важливими етапами підготовки посівного матеріалу. Насіння, доведене до посівних кондицій, обробляють заздалегідь, але не пізніше ніж за 2–3 тижні до сівби хімічними препаратами для захисту від шкідників і хвороб. Для виконання цієї операції застосовують протруювачі ПС-30, ПС-10А, ПСШ-5, а також спеціалізовані комплекси обладнання для протруювання та інкрустації - КПС-10 і КПС-40.

Сівба є однією з найважливіших операцій у системі інтенсивної технології вирощування зернових культур, оскільки рівень її виконання значною мірою впливає на майбутню врожайність.

Зернові колосові та зернобобові культури висівають різними способами: рядковим із шириною міжрядь 15 см, вузькорядним - 7,5 см, а також перехресним, який застосовується досить рідко. У районах, де спостерігається вітрова ерозія, перевагу надають сівбі по стерні з міжряддям 22,8 см.

Для висіву зернових культур використовують відповідні зернові сівалки. Під час проведення сівби одночасно формують постійні технологічні колії, що забезпечують якісне виконання наступних операцій догляду за посівами. Зазвичай застосовують технологічні колії шириною 1,8 або 1,35 м із доріжками відповідно 0,45 і 0,3 м. Водночас колію шириною 1,35 м з доріжками 0,3 м використовують нечасто.

У минулих роках деякі господарства практикували створення одномаркерної колії, яка формувалася шляхом перекриття лише 18-го висівного апарата сівалок типу СЗ-3,6А. У цьому випадку агрегати для

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

догляду за посівами рухаються по колії правим колесом або гусеницею трактора. Застосування одномаркерної колії сприяє зменшенню впливу водної та вітрової ерозії на доріжках, а також знижує їх заростання бур'янами.

Догляд за посівами. Агрегати, які обслуговують операцію - внесення добрив, як правило підтримували трактори класу 1,4. Головна вимога – це збалансований рух по технологічних коліях, утворених при сівбі.

Збирання і післязбиральна обробка врожаю. Спосіб збирання зернових культур обирають з урахуванням агрокліматичних умов, стану посівів та забезпеченості господарства технічними засобами. Залежно від цих факторів застосовують однофазний спосіб (пряме комбайнування) або двофазний, який передбачає укладання хлібної маси у валки з подальшим її обмолотом.

Роздільне збирання має низку переваг. Воно дає змогу розпочати збиральні роботи на 5-7 днів раніше, підвищує продуктивність комбайнів на 20-25 %, зменшує втрати зерна від осипання, що особливо важливо для культур з нерівномірним досяганням (горох, гречка, просо). Крім того, поліпшується якість зерна та зменшується обсяг робіт на токах. Рекомендовані обсяги застосування цього способу становлять: у зоні Степу - близько 60 %, у Лісостепу - близько 50 %, а на Поліссі та в північно-західних районах це 30-40 %.

В минулі роки використовували різні варіанти, наприклад, двофазне збирання зернових із подальшим обмолотом на стаціонарних установках. Серед них була технологія «Невійка», за якої невіяне зерно, отримане зі спеціального комбайна, додатково оброблялося на стаціонарному обладнанні, а також технології з обмолотом і доробкою зернової маси на стаціонарних зерно кормових пунктах.

Використання стаціонарних технологій має ряд переваг: зменшується залежність збирального процесу від погодних умов, скорочуються втрати зерна та підвищується його якість. Крім того, поле швидше звільняється після збирання, що дає можливість оперативно підготувати його під наступну культуру, а також створює умови для впровадження електрифікації та

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоматизації виробничих процесів.

Збирання зернової частини врожаю є важливим етапом господарської діяльності, оскільки саме в цей період найбільш наочно проявляються результати організації виробництва, а також його переваги й недоліки. Для збирання зернових культур у господарстві використовують як перевірену часом техніку, зокрема комбайн СК-5 «Нива», так і нові технологічні рішення, які за результатами досліджень можуть стати перспективними у майбутньому. До таких належить технологія збирання зерна шляхом обчісування колосків на корені.

Метод обчісування колосків вважається більш перспективним, оскільки забезпечує значне підвищення продуктивності збиральної техніки. Зокрема, застосування комбайна СК-5 у поєднанні з жаткою ЖОН-4 дозволяє збільшити продуктивність у 1,5–2 рази.

Під час збирання зернових культур цим способом на полі залишається висока стерня. Її можна обробляти дисковими боролами або скошувати косаркою з подальшим використанням, наприклад, компонентом для приготування збалансованих кормових сумішей для ВРХ.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ПШЕНИЦІ

3.1. Аналітичні обчислення збирального агрегату

Для якісного утворення агрегату з жаткою ЖОН-4 нами приймається зернозбиральний комбайн «Нива», що є в наявності у даному господарстві.

Далі, робимо перевірку можливості роботи самохідного комбайна «Нива» з жаткою ЖОН-4 при вже встановленій швидкості і допустимій потужності стосовно завантаження двигуна за наступною формулою:

$$P_e = \frac{R_m \cdot g_p}{3,6\eta_m \cdot \eta_\sigma} + \frac{P_{\text{пит}} \cdot g_{\text{пит}} + P_{\text{ВВП}_{\text{хх}}} + P_{\text{ВВП}_{\text{доп}}}}{\eta_{\text{ВВП}}}, \quad (3.1)$$

де: R_m – чинник, що характеризує опір переміщення вибраного комбайна по полю, кН;

Він становить:

$$R_m = G_m \left(\gamma_m + \frac{\iota}{100} \right), \quad (3.2)$$

G_m – повна вага комбайна, тобто з жаткою, Н ($G_m = 80700$ Н);

γ_m – чинник, який враховує опір коченню та становить $\gamma_m = 0,15$;

ι – кут нахилу оброблювального поля ($\iota = 3^\circ$).

Підставляємо до виразу 3.2 відомі значення:

$$R_m = 80700 \left(0,15 + \frac{3}{100} \right) = 14526 \text{ Н.}$$

Далі, описуємо складові рівняння:

η_m - коефіцієнт стосовно трансмісії, він є $\eta_m = 0,93$;

η_σ - коефіцієнт, який чітко враховує можливе буксування, ($\eta_\sigma = 0,88$);

$P_{\text{пит}}$ - значення для питомої потужності, яка залучає до дії робочі органи жатки, кВт, тобто є $P_{\text{пит}} = 7,96$ кВт;

$g_{\text{пит}}$ – встановлена допустима пропускна здатність жатки, кг/с.

$P_{\text{ВВП}_{\text{хх}}}$, $P_{\text{ВВП}_{\text{доп}}}$ – показники витрат потужності на технологічну операцію збирання відповідних культур, потім на холостий хід механізмів самого комбайна та на привод окремих допоміжних органів, кВт;

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\eta_{\text{ВВП}}$ – чинник корисної дії ВВП, він має бути таким $\eta_{\text{ВВП}} = 0,95$.

$$P_e = \frac{22,624 \cdot 9,1}{3,6 \cdot 0,93 \cdot 0,88} + \frac{7,96 \cdot 5,0 + 0 + 0}{0,95} = 71,8 \text{ кВт.}$$

Таним чином, номінальний показник потужності двигуна зернозбирального комбайна марки СМД-21 складає $[P_{\text{ен}}] = 107$ кВт. Тому це свідчить про те, що чинна виконується умова, а саме:

$$[P_{\text{ен}}] > P_e;$$

$$107 > 71,8.$$

Отже, обчислена нами швидкість роботи агрегату буде підкреслювати ефективність виконання процесу.

Далі, обчислюємо чинник змінної продуктивності використовуючи вираз 3.3:

$$U_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot \mathcal{G}_p \cdot J_p, \quad (3.3)$$

де: J_p – чистий робочий час вибраної нами машини, год.;

Він становить:

$$J_p = J_{\text{зм}} \cdot \tau, \quad (3.4)$$

де: $J_{\text{зм}}$ – час чітко запропонованої зміни, тобто $J_{\text{зм}} = 8$ год.;

τ – чинник, що наявно вказує на кількісне використання часу зміни, він є $\tau = 0,85$.

Отже:

$$J_p = 8 \cdot 0,85 = 6,8 \text{ год.}$$

Тоді:

$$U_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 4,0 \cdot 9,1 \cdot 6,8 = 24,9 \text{ га/зм.}$$

Згідно виразу 3.5 обчислимо витрати палива, що потрібні на 1 га обробітку, кг/га:

$$U_{\text{за}} = \frac{U_{\text{зм}}}{U_{\text{зм}}}, \quad (3.5)$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: $U_{зм}$ – кількісні витрати палива, що приходять тільки на одну зміну, кг/зм.;

Вони визначаються за такою формулою:

$$U_{зм} = U_p \cdot J_p + U_x \cdot J_x + U_z \cdot J_z, \quad (3.6)$$

де: U_p , U_x , U_z – відповідно значення погодинних витрат дизельного палива при виконанні операції збирання, потім холостому русі, а також на зупинках. Вони становлять таке: $U_p = 53,2$; $U_x = 34,6$; $U_z = 35,5$;

J_p , J_x , J_z – відповідно час для робочих та холостих рухів, потім час зупинок, год.

Отже:

$$J_x = J_z = \frac{J_{зм} - J_p}{2} = \frac{8 - 6,8}{2} = 0,6 \text{ год.}$$

Далі підставляємо до виразу 3.6 відомі показники та отримуємо наступне:

$$U_{зм} = 53,2 \cdot 6,8 + 34,6 \cdot 0,6 + 35,5 \cdot 0,6 = 403,82 \text{ кг/зм.}$$

І нарешті, витрати пали на один гектар:

$$U_{га} = \frac{403,82}{24,9} = 16,22 \text{ кг/га.}$$

3.2. Підготовка поля до роботи

Продуктивність роботи комбайнових агрегатів значною мірою залежить від стану та підготовки поля. Нерівна або гребениста поверхня негативно впливає на ефективність роботи техніки.

Поле, на якому планується збирання врожаю, слід оглянути не пізніше ніж за 10 днів до початку робіт і встановити постійний нагляд, щоб своєчасно розпочати косіння.

Під час огляду оцінюють стан хлібостою, очікувану врожайність, стадії та рівномірність дозрівання колосів, а також рівень засміченості, рельєф і стан доріг. Засмічені ділянки необхідно очистити або позначити спеціальними вішками для безпечного руху агрегатів.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

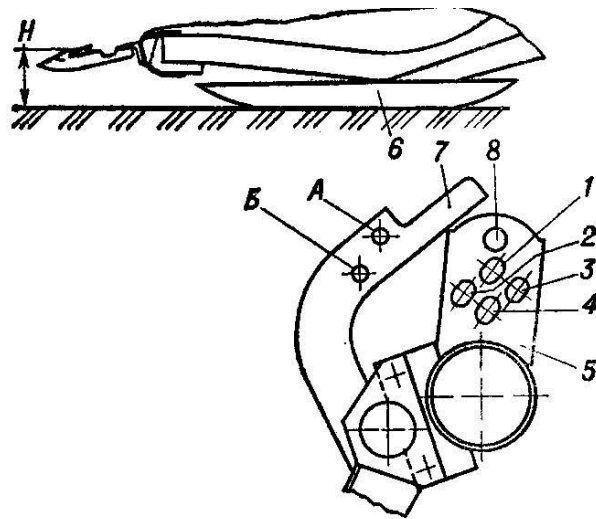


Рис. 3.3. Конструкція копіювальних башмаків: 1, 2, 3, 4 - регулювальні повздовжні отвори; 5 - косинка; 6 - башмак; 7 – обертальний важіль; 8 – фіксуєчий штир запобіжник; А, Б - сумісні отвори; Н – значення висоти зрізу рослин.

По-перше, встановлюють черговість збирання визначених загінок та складають план-маршрут руху збиральних агрегатів. По-друге, для роботи жатки вибране поле розбивають на загінки таким чином, щоб їх довжина була в 5-8 разів більше значення ширини, а, відповідно, площа узгоджувалася з денним показником продуктивності нашого агрегату.

Тому, обчислюємо орієнтовне значення величини поворотної смуги використавши рівняння 3.7:

$$I = 3 \cdot R_{\min} + \ell_a, \quad (3.7)$$

де: $R_{\min}$ – значення для мінімального радіусу повороту збирального агрегату, м.

Тобто:

$$R_{\min} = 3,4 \cdot 4 = 13,6 \text{ м};$$

ℓ_a – значення встановленої кінематичної довжина самохідного агрегату, м, тобто $\ell_a = 10,3$ м.

Далі:

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I = 3 \cdot 13,6 + 10,3 = 51,1 \text{ м.}$$

Потім обчислюємо оптимальну ширину заїнки при цьому використовуємо вираз 3.8:

$$C_{opt} = \sqrt{16 \cdot R_{min}^2 + B_p \cdot K}, \quad (3.8)$$

де: K – довжина визначеної заїнки, тобто вона є $K = 1350 \text{ м.}$

B_p – ширина захвату обчислюючої жатки.

Підставляємо до виразу вже визначенні значення:

$$C_{opt} = \sqrt{16 \cdot (13,6)^2 + 2 \cdot 4,0 \cdot 1350} = 117,3 \text{ м.}$$

$$C'_{opt} = Y \cdot B_p.$$

$$Y = \frac{117,3}{4,0} = 29,3$$

Таким чином, приймаємо 30.

Робимо поправки:

$$C'_{opt} = 30 \cdot 4,0 = 120 \text{ м.}$$

Далі обчислюємо кількість заїнок згідно виразу 3.9:

$$m_z = \frac{10^4 \cdot S}{K \cdot C_{opt}}, \quad (3.9)$$

де: S – відповідне значення для площі вибраного нами поля, що засіяне озимою пшеницею, тобто воно є $S = 245 \text{ га.}$

І нарешті, встановлюємо кількість потрібних заїнок:

$$m_z = \frac{10^4 \cdot 245}{1350 \cdot 120} = 15,12.$$

Висновок: приймаємо 16 заїнок з оптимальною довжиною у 120 м.

3.3. Робота агрегату в заїнці

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виконанні операції збирання жаткою використовуємо гоновий спосіб, при цьому спочатку обкошуємо краї поля та виконуємо розкоси вибраного поля на загінки двома зустрічними проходами, а саме робимо валки.

Так як є висока ймовірність зупинок жатки з різних технологічних причин, тому доцільно організувати роботу нашої жатки в окремій загінці. Коли ми плануємо групову роботу самохідних комбайнів в одній загінці, то бажано передбачити, щоб їх рух збігався з напрямком руху жаток.

3.4. Контроль якості виконання операції

Насамперед головна вимога до якості – це практична відсутність втрат врожаю. Самі втрати повноцінного зерна за жаткою та висотою обчислення стебел перевіряють квадратною рамкою, яка має розміри 1 м на 1 м. Її накладають по діагоналі встановленого поля, приблизно через кожні 200-300 м. Потім, в цих квадратах виконують заміри середньої висоти стерні та обчислюють кількість зерна, що осипалося після проходу агрегату. І далі, зібране зерно (середню кількість з усіх обчислень) зважують, а отриману масу в грамах множать на показник 10 і, таким чином, отримують втрати повноцінного зерна в кілограмах на 1 га загальної площі поля.

3.5. Розробка операційної карти на збирання пшениці

В операційній карті (див. графічну частину БР 00.000) фіксують такі дані: умови роботи та агротехнічні вимоги, порядок підготовки агрегату й поля до виконання основних робіт, потім спосіб руху та швидкісний режим, далі продуктивність агрегату, витрати палива, а також заходи щодо контролю якості виконання послідовних операцій.

Показники організації виконання операції обчислюємо за нижче приведеними виразами.

Спочатку встановлюємо тривалість тільки одного циклу використовуючи наступний вираз:

$$Z_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot K_p}{10^2 \cdot \vartheta_p} + 2t_n, \quad (3.10)$$

де: K_p – значення для робочої довжина встановленої нами загінки, м;

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вона обчислюється так:

$$K_p = K - 2E$$

$$K_p = 800 - 2 \cdot 52,8 = 694,4 \text{ м.}$$

t_n – встановлені межі часу на поворот в кінці загінки, хв. ($t_n = 1,5 \dots 2$ хв.).

Отже, підставляємо до виразу відомі значення:

$$Z_u = \frac{12 \cdot 694,4}{10^2 \cdot 9,1} + 2 \cdot 2 = 14,01 \text{ хв.}$$

Приймаємо 14 хвилин.

Тепер обчислюємо технічну продуктивність за цикл згідно формули 3.11:

$$U_u = 0,1 \cdot B_p \cdot \vartheta_p \cdot Z_u \cdot \tau, \quad (3.11)$$

де: B_p , ϑ_p та τ - застосовуємо з попередньо проведених нами обчислень;

Z_u – встановлений час для проведення одного циклу, год., він становить ($Z_u = 0,24$ год).

$$U_u = 0,1 \cdot 4 \cdot 9,1 \cdot 0,24 \cdot 0,8 = 0,69 \text{ га/ц.}$$

І нарешті, проводимо обчислення кількості циклів за одну зміну, при цьому використовуємо вираз 3.12:

$$n_u = \frac{U_{зм}}{U_u}. \quad (3.12)$$

$$n_u = \frac{24,9}{1} = 24,9 \text{ ц/зм.}$$

Проведені нами обчислення в розрахунково-пояснювальній записці застосовуємо в операційно-технологічній карті.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Визначення параметрів обчісуючої жатки

Одним із важливих параметрів конструкції жатки є швидкість обертання обчісувального барабана. Для обґрунтування цього показника необхідно враховувати фізико-механічні властивості культури, яку збирають. Попередні дослідження показали вплив фізико-механічних властивостей на міцність стебел рослин. Встановлено, що при статичному навантаженні діапазони значень сил, необхідних для обчісування колоска та виривання рослини з ґрунту, частково перекриваються. Це свідчить про те, що застосування пасивного робочого органу не забезпечить достатньої ефективності процесу. У зв'язку з цим доцільно розглядати та досліджувати активний робочий орган, оскільки під час його роботи додатково виникає інерційна сила.

Під час виконання операції обчісування колосків на корені за допомогою барабана з гребінками виділяють дві фази взаємодії з колосом рослини. Першою і основною є переміщення колоска пшениці по поверхні гребінки в момент його захоплення та подальшого відриву. На початковому етапі вектор сили сприяє вирівнюванню стебел, після чого діє на їх розтягування, що зрештою призводить до відокремлення колоска. Характер розташування стерні, яка залишається після збирання зернової маси, підтверджує ефективність роботи гребінок і правильність вибору кута їх встановлення.

Зазначена сила інерції спрямована у бік, протилежний руху захоплювальних гребінок, а величина її дії безпосередньо впливає на зусилля, необхідне для відриву колоска. Відповідно, процес відокремлення колосової частини від стебла може бути описаний у вигляді відповідного рівняння. Запропонована схема прикладання сил наведена на рисунку 4.1.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дана умова виконується з певним запасом міцності.

Розглянемо як можна представити схематично стеблину. Її можна сформувати у вигляді стержня. При чому такий стержень має відповідний зв'язок із ґрунтом діючій силі $P_{cm.}$. З протилежного боку направлена сила відриву $P_{від.}$. Вона підтримується швидкістю гребінки $\mathcal{G}$ на заданій висоті, і при цьому дорівнює довжині стебла l , як показано на рисунку 4.1. Далі, настає удар конструкцією гребінки Δt , після чого стебло дещо видовжується на якусь величину Δl . Саме в цей момент прискорення центра маси стеблини має становити наступне $\zeta = \frac{1}{2} \frac{dV}{dt}$. Показник прискорення також заносимо до створеної умови (4.1) і таким чином, рівняння буде мати наступний вигляд, тобто:

$$\frac{1}{2} m_c \frac{d\mathcal{G}}{dt} > P_{\varepsilon} - P_{cm.} - m_c \cdot g \cdot \sin \varepsilon \quad (4.2)$$

Далі обчислюємо швидкість гребінки після перетворення умови, виділивши її з нерівності:

$$\mathcal{G} > \int_0^{\Delta t} \frac{2 \cdot (P_{\varepsilon} - P_{cm.} - m_c \cdot g \cdot \sin \varepsilon)}{m_c} \cdot dt \quad (4.3)$$

Отже, проводимо інтегрування та отримаємо нерівність (4.4) у такому вигляді:

$$\mathcal{G}^2 > \frac{2 \cdot (P_{\varepsilon} - P_{cm.} - m_c \cdot g \cdot \sin \varepsilon)}{m_c} \cdot \Delta t \quad (4.4)$$

Ми знаємо, що величина видовження стебла пшениці залежить показника швидкості гребінки та тривалості дії самої гребінки на процес $\Delta V = \mathcal{G} \cdot \Delta t$, відтоді обчислюємо час взаємодії Δt :

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{\mathcal{G}} \quad (4.5)$$

Є твердження, що величина сили, що прикладається на відривання колоска від самого стебла $P_{від.}$ має бути в 6...9 разів менша сили розриву знову

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

таки стебла - $P_{роз.}$. Тим самим вона відповідає створеній пропорційності. Далі, нами використовується закон Гука. Він підкреслює лінійну залежність між прикладеним деяким зусиллям та створеною деформацією стебла, яку обчислимо з виразу:

$$\Delta V = \frac{P_{від.} \cdot l}{E \cdot T} \quad (4.6)$$

де E - модуль Юнга, Н/мм²;

T - значення площі поперечного перерізу стебла (в даному випадку - пшениці), мм².

Отже, рівняння стосовно обчислення величини часу дії гребінки на сформований колос, буде становити таке:

$$\Delta t = \frac{P_{від.} \cdot l}{E \cdot T \cdot g} \quad (4.7)$$

Далі підставляємо формулу (4.7) до виразу (4.4) та встановлюємо умову для швидкості гребінки g . Саме таке рівняння вказує на якісний відрив колоска від стебла даної культури, і отже, не спостерігатиметься виривання самого стебла з ґрунту. Розпишімо це рівняння:

$$g > \sqrt{\frac{2(P_{від.} - P_{ст.} - m_c g) \frac{P_{від.} l}{ET}}{m_c}} \quad (4.8)$$

Тепер підставляємо відповідні значення та отримуємо таке:

$$g = \sqrt{\frac{2 \cdot (40 - 27 - 1,6 \cdot 9,8) \frac{40 \cdot 50}{7,64 \cdot 10^9 \cdot 3,25 \cdot 10^{-9}}}{1,5}} \approx 17,5 \text{ м/с}$$

При настанні активної фази збирання врожаїв, тобто в період коли стиглість стебел змінюється, і також змінюється зусилля та тимчасовий опір самого стебла. Таким чином, швидкість гребінок згідно утвореного виразу 4.8 буде мати мінімальні показники при змінних значеннях $P_{ст.}$, $P_{від.}$, l та m_c .

На запропонованому рисунку 4.2 утворено графік кривих, які показують залежність швидкості гребінок від маси стебла вибраної культури.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

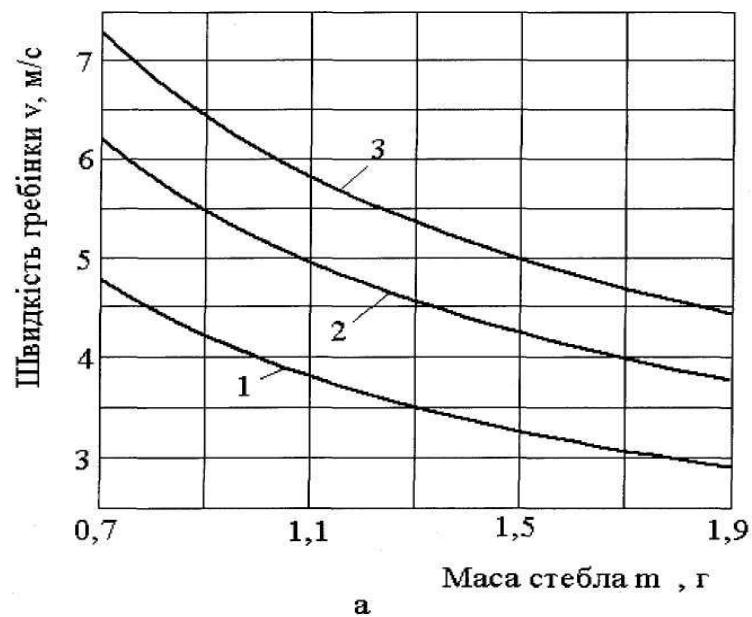


Рис. 4.2. Розроблений графік залежності показника швидкості гребінки ϑ від дії векторів створених сил $P_{від.}$ та $P_{ст.}$, а також маси стебла m_c (а) і нарешті, довжини l (б): 1- $P_{від.}-P_{ст.}=10\text{Н}$; 2- $P_{від.}-P_{ст.}=15\text{Н}$; 3- $P_{від.}-P_{ст.}=20\text{Н}$

За побудованими характерними кривими проглядається такий висновок, а саме, швидкість захоплюваної гребінки ϑ , при якій не спостерігається процес викидання стебла з ґрунту, збільшується з пропорційним збільшенням показника довжини стебла l і деяким зменшенням маси m_c . З метою проходження ефективного процесу обчислення колосків вибраної культури на

корені мінімальна швидкість захоплюваної гребінки не має бути меншою ніж значення 7,4 м/с.

Верхня межа швидкості захоплюваної гребінки барабана визначається умовою запобігання пошкодженню зерна пшениці, зокрема його подрібненню або виникненню мікропошкоджень. Для різних сортів пшениці граничне значення швидкості може відрізнятися, що зумовлено особливостями їх фізико-механічних властивостей. Виникнення навіть часткових мікропошкоджень є небажаним явищем, оскільки це призводить до скорочення термінів зберігання зерна та суттєвого погіршення його хлібопекарських якостей.

Дослідження показали, що для деяких сортів пшениці з відносно низькою міцністю структури зерна, які вирощуються в Україні, пошкодження починають виникати за швидкості руху гребінки близько 17 м/с. Виходячи з цього, верхнє граничне значення колової швидкості захоплюваної гребінки барабана не повинно перевищувати 17 м/с. Таким чином, робочий діапазон швидкостей гребінок може становити приблизно від 7,3 до 17 м/с.

Отже, конкретне значення швидкості доцільно приймати на основі експериментальних досліджень, оскільки існує кілька теоретичних припущень щодо оптимального режиму роботи.

4.2. Обчислення параметрів та режимів роботи обчісуючого органу.

Важливим конструктивним елементом обчісувального пристрою є обчісувальний барабан. Розміщені на ньому гребінки обертаються разом із барабаном, захоплюють колоски пшениці, здійснюють їх обчісування та спрямовують у зону накопичення з подальшим транспортуванням. Втрати повноцінного зерна під час збирання значною мірою залежать від діаметра обчісувального барабана. Слід зазначити, що барабан є основним елементом конструкції жатки та послідовно виконує три операції: захоплення колосків стеблостою гребінками, їх обчісування і подальше спрямування обчісаної маси в зону накопичення та транспортування.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі роботи жатки барабан повертається на певний кут β_1 , унаслідок чого стебла відхиляються, а колоски пшениці потрапляють у проміжки між зубцями гребінки. Після подальшого повороту барабана на визначений кут β_2 захоплена гребінка відриває колосок і переміщує його до точки сходу. Розташування цієї точки залежить від швидкості обертання барабана, його довжини, а також кута нахилу гребінок.

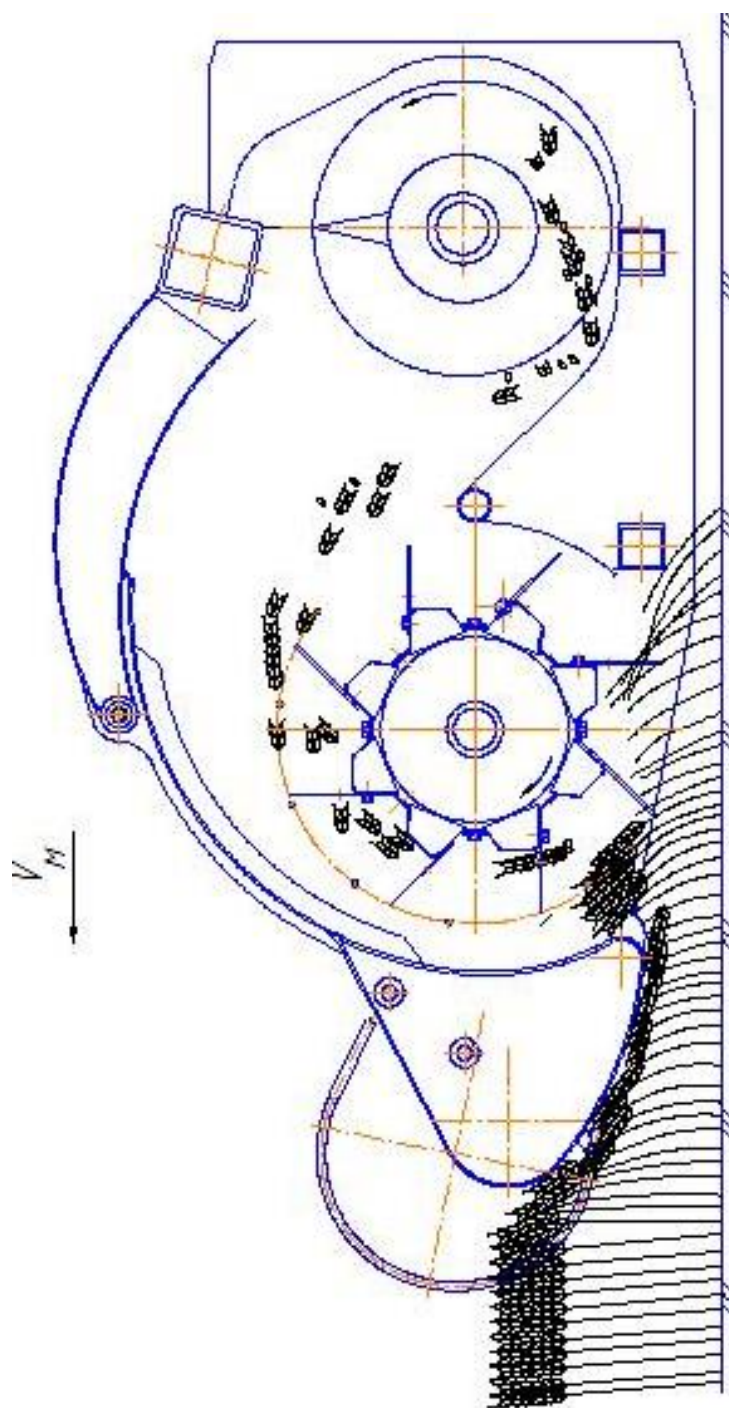


Рис. 4.3. Функціональна схема процесу обчісування колосків пшениці

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 00.000 ПЗ

Арк.

Після аналізу літературних джерел встановлено, що співвідношення кількості повноцінного зерна до соломистої маси пшениці повинно становити приблизно 20...25 % від загальної висоти стеблостою. Висота стебел пшениці зазвичай знаходиться в межах 110...175 см, тоді як для інших зернових культур, зокрема ячменю, вона становить 60...120 см. Результати проведеного аналізу дають підстави прийняти висоту зони обчисування не меншою ніж 0,4 м.

Після остаточного сходження колосової маси пшениці з гребінки відбувається подальше переміщення матеріалу до зони накопичення, звідки він транспортується до молотильного пристрою. Для забезпечення повного сходження матеріалу обчисуючий барабан повинен повернутися на певний кут β_3 . Це свідчитиме про повне відокремлення колосків пшениці та завершення третьої фази процесу.

З урахуванням того, що пшениця характеризується ярусною будовою стеблостою, для забезпечення якісного збирання зернових культур необхідно виконати розрахунок мінімального значення діаметра обчисуючого барабана за відповідним виразом:

$$D_{\min} = \frac{2V}{\cos \beta_1 - \cos(\beta_1 + \beta_2)} \quad (4.9)$$

$$\begin{aligned} D_{\min} &= \frac{2V}{\cos \beta_1 \cos(\beta_1 - \beta_2)} = \\ &= \frac{2 \cdot 420}{\cos 37^\circ - \cos(37^\circ + 110^\circ)} = 533 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\beta_1 = 37^\circ ; \beta_2 = 110^\circ$$

Отже, приймаємо наступний розмір діаметру: $D_{\min}=540\text{мм}$.

Далі, утворена зона обчисування – це, по-перше, відстань між центром обертання конструкції барабану та зонами або виготовленими проміжностями захоплюваних гребінок і обчислюється за наступною формулою:

$$d = D_{\min} \cdot \sin(\beta_1 + \beta_2) \quad (4.10)$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d = D_{\min} \cdot \sin(\beta_1 + \beta_2) = 540 \cdot \sin(37 + 110) = 360 \text{ мм}$$

Аналіз літературних джерел і результатів випробувань подібних конструкцій жаток показує, що раціональним є використання обчісуючого барабана з діаметром у межах 500...650 мм. Як видно з розрахунків, отримане значення діаметра барабана знаходиться в зазначеному діапазоні, що свідчить про відповідність конструкції рекомендованим параметрам. Тому доцільно застосовувати жатку ЖОН-4 у складі зернозбирального комбайна СК-5 «Нива».

З урахуванням реальних умов експлуатації та режимів роботи зернозбирального комбайна, а також з метою запобігання травмуванню повноцінного зерна, частоту обертання обчісуючого барабана визначають із наступної нерівності:

$$\frac{60g_{\min}}{\pi D} \leq n \leq \frac{60g_{\max}}{\pi D} \quad (4.11)$$

$$g_{\min} = 7,4 \text{ м/с}$$

$$g_{\max} = 18,5 \text{ м/с}$$

$$D = 540 \text{ мм}$$

$$\frac{60 \cdot 7,4}{3,14 \cdot 0,51} \leq n \leq \frac{60 \cdot 18,5}{3,14 \cdot 0,51}$$

$$276 < n < 693$$

де n – чинник частоти обертання барабана, об/хв.;

$g_{\min}$, $g_{\max}$ – мінімальний і максимальний показник для швидкості захоплюваної гребінки встановленого барабану, м/с;

D – чинник діаметра самого барабану, м.

Після проведення розрахунків встановлено, що параметр частоти обертання барабана доцільно приймати в межах 276...693 об/хв, тоді як значення колової швидкості перебуватиме в діапазоні 7,4...18,5 м/с.

Для обчислення кількості захоплюваних гребінок, розміщених на барабані, використаємо рівняння руху гребінки, подане у параметричному

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вигляді. Такий підхід дозволяє описати траєкторію її руху в момент, коли обчесаний матеріал сходиться у зону накопичення, як показано на рисунку 4.4:

$$\left. \begin{aligned} X &= V_m t + 0.5D \sin \omega t \\ Y &= 0.5D \cos \omega t \end{aligned} \right\} \quad (4.12)$$

де X і Y - задіяні координати кінця гребінки, що змінюються та значно залежать від часу t ;

ϑ_m - це показник поступальної швидкості конструкції барабану;

ω - значення кутової швидкості барабану, що визначається з такого виразу $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$;

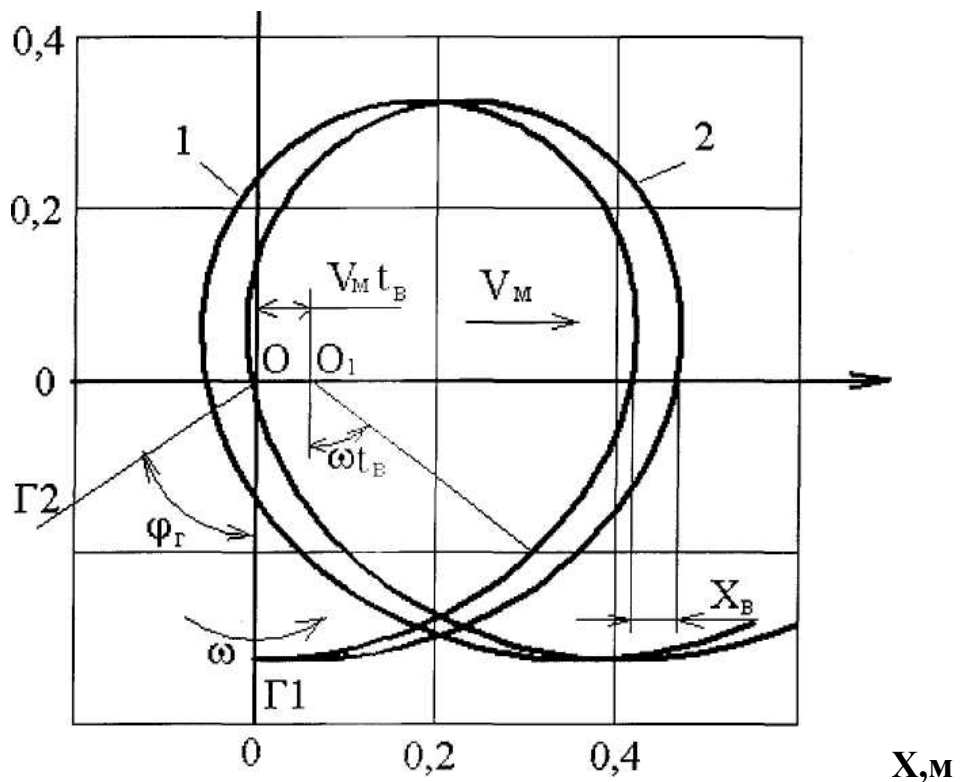


Рис. 4.4. Побудовані трохоїди, що описують траєкторію руху двох між собою сусідніх гребінок

На зображеному рисунку 4.4 описана чітка траєкторія руху сусідніх закріплених гребінок. Дана графічно складена трохоїда 1 для першої конструкції гребінки характеризується показником кінематичного режиму,

тобто $\lambda = \frac{\vartheta}{\vartheta_m}$, при чому такий показник має завжди бути більшим одиниці.

Потім, трохоїда 2 чітко описує рух вже сусідньої гребінки, що в свою чергу, зміщена на величину X_ϵ . Саме така величина обчислюється за наступним виразом:

$$X_B \cdot \vartheta_m \cdot t_\epsilon = \vartheta_m \cdot \frac{\theta_\epsilon}{\omega} \quad (4.13)$$

де: θ_ϵ - кут між сусідньозакріпленими гребінками на барабані.

Конструктивно гребінка виконана зі щілинним простором, який поділяється на три функціональні зони: перша зона забезпечує вхід у стеблостій пшениці; друга призначена для захоплення стебел озимої пшениці; третя виконує безпосереднє обчісування колосків. Крайня зона займає приблизно 40% довжини щілини. Таке конструктивне рішення дає можливість перекривати зони обчісування інших елементів механізму, при цьому повинна виконуватися наступна умова:

$$X_\epsilon \leq 0,4 \cdot \frac{D - d_0}{2} \quad (4.14)$$

$$X_\epsilon \leq 0,4 \cdot \frac{540 - 210}{2} = 66 \text{ мм}$$

Отже, провівши підставлення виразу (4.14) в (4.13) обчислюємо наступне, а саме: чисельне значення кута θ_ϵ не повинно перевищувати показник у 66° , далі - центральний кут $\theta_\epsilon = 60^\circ$. Враховуючи встановлений показник кінематичного режиму з метою якісного та ефективного обчісування колосків раціонально прийняти нами вісім рядів на яких жорстко кріпляться захоплювані гребінки.

4.3. Обчислення кута захоплюваної гребінки в конструкції барабана.

Кут встановлення гребінки на барабані суттєво впливає на ефективність роботи обчісуючого пристрою. Найбільш відповідальним етапом у роботі жатки є момент входження гребінки в стеблостій пшениці, оскільки саме в цей час виникає ймовірність обсіпання повноцінного зерна. На цей процес

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значною мірою впливає сила удару гребінки по рослині під час її занурення у стеблостій. Значення цієї сили визначають за наступним виразом:

$$T = \delta \cdot B \cdot \vartheta^2, \quad (4.15)$$

де: δ - це є сталий показник;

B - величина конструктивної поверхні, що проходить процес деформації;

ϑ - швидкість захоплюваної гребінки при її входженні в моноліт стеблостою.

Аналіз виразу (4.15) показує, що зменшення чинника T можливе за рахунок зменшення площі деформаційної поверхні B або зниження колової швидкості захоплюваної гребінки ϑ . Однак значення цього чинника обмежене технологічними вимогами процесу (не менше 7,4 м/с), тому доцільно зменшувати саме площу деформаційної поверхні.

Мінімальне значення цієї поверхні визначається входженням певної кількості гребінок у стеблостій пшениці по нормалі, що показано на рисунку 4.5. Під час руху обчислюючого робочого органу піддон відхиляє порцію культури, що збирається, у напрямку поступального руху машини під дією відповідного чинника T_{Π} та величини його відхилення X_B .

У такому випадку реакція стебла пшениці N буде спрямована перпендикулярно до дотичної, утворюючи певний кут Θ . Для консолі величина прогину стебла пшениці разом із кутом повороту поперечного перерізу визначається наступним виразом:

$$X_B = \frac{T_{\Pi} \cdot H_{\kappa}^3}{3 \cdot EJ} \quad (4.16)$$

$$\Theta = \frac{T_{\Pi} \cdot H_{\kappa}^2}{2 \cdot EJ} \quad (4.17)$$

де: EJ - чинник, що характеризує жорсткість стебел вибраної культури;

H_{κ} - відстань від ґрунту до точки контакту піддона з масою вибраної культури.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчисливши значення T_n із виразу (4.16) та підставивши його до виразу (4.17) отримаємо кут θ :

$$\Theta = \frac{3 \cdot X_B}{2 \cdot H_K} \quad (4.18)$$

$$\Theta = \frac{3 \cdot 66}{2 \cdot 1,5} = 66^\circ$$

Далі, обчислюємо кут між захоплюваною гребінкою і радіальним напрямком руху барабана, саме на кінці конструкції цієї гребінки α_K з визначеного трикутника АВК, який зображений на рисунку 4.5.

$$\alpha_K = 90 - \Theta \quad (4.19)$$

$$\alpha_K = 90 - 66 = 24^\circ$$

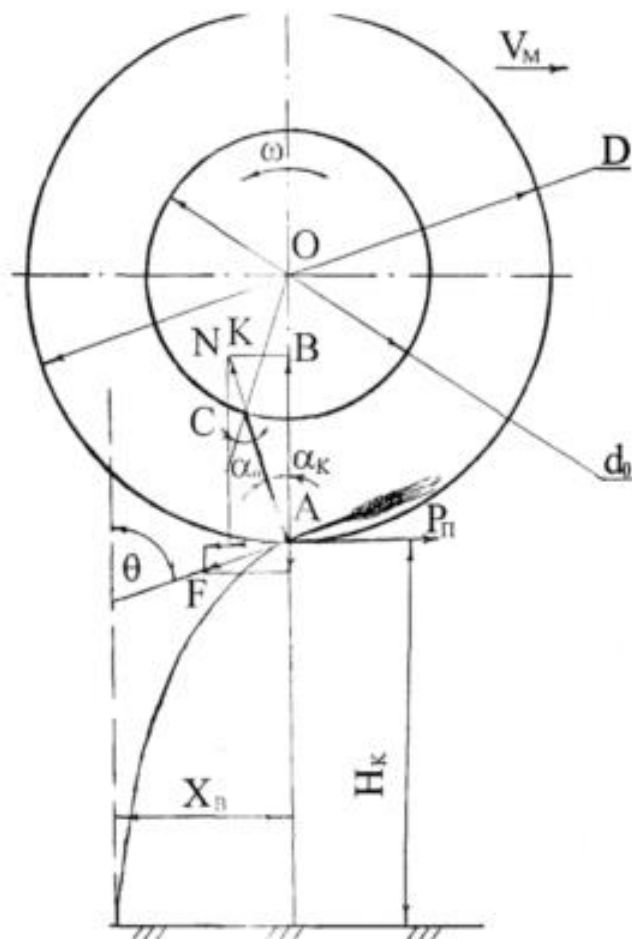


Рис. 4.5 Схема для обчислення кута гребінки на барабані жатки.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

І нарешті, згідно характерної теореми синусів проведемо обчислення кута розташування гребінки в конструкції барабану α_0 . В цьому нам допоможе аналіз рисунку 4.5, а саме трикутника АОС:

$$\begin{aligned}\alpha_0 &= 180 - \arcsin\left(\frac{D}{d_0} \sin \alpha_\kappa\right) = \\ &= 180 - \arcsin\left(\frac{540}{210} \sin 24\right) = 34^\circ\end{aligned}\quad (4.20)$$

4.4. Розрахунок деталей на міцність

4.4.1. Розрахунок шпонкового з'єднання

Для надійної роботи конструкції обчислюючого барабана проведемо обчислення шпонкового з'єднання на валу самого барабана. Таке з'єднання показано на рисунку 4.6. Отже, аналіз показує, що небезпечним деформуванням для шпонок є її зминання від дії крутного моменту R , Н·мм.

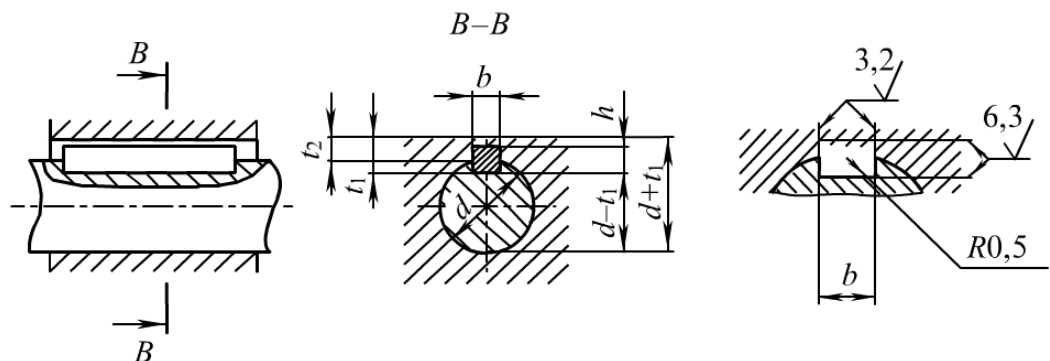


Рис. 4.6 Схема посадки призматичної шпонки в пазу валу.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot R}{d p_p (h - t_1)} \leq [\sigma_{зм}] \quad (4.21)$$

де: p_p – довжина даної шпонки, що є пропорційною боковій грані, мм.

Підставляємо до виразу відомі значення:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 85,6 \cdot 10^3}{0,036 \cdot 0,045 \cdot (0,05 - 0,03)} = 59,8 \text{ МПа}$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, для шпонок виготовлених із сталі 45 допустиме значення $[\sigma_{зм}] = 70 \text{ МПа}$.

Робимо перевірку щодо виконання умову, тобто:

$$\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}]$$

$$59,8 \text{ МПа} < 70 \text{ МПа}.$$

Дана умова виконується зі значним запасом міцності.

Також проводимо перевірку шпонки на зрізання при допустимому табличному значенні $[\tau_{зр}] = 60 \text{ МПа}$. Використовуємо при цьому наступний вираз:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot N}{d \cdot p_p \cdot B}, \text{ МПа.} \quad (4.22)$$

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 96,4 \cdot 10^3}{0,036 \cdot 0,045 \cdot 0,008} = 14,8 \text{ МПа}.$$

Знову робимо перевірку щодо виконання умови:

$$\tau_{зр} \leq [\tau_{зр}]$$

$$14,8 \text{ МПа} < 60 \text{ МПа}$$

Висновок: умова шпонкового з'єднання на зминання та зрізання виконується з значним запасом міцності, що гарантує надійну роботу вузла вцілому.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Розрахунок кутів огляду при роботі жатки в агрегаті з комбайном.

Конструкція обчісуючої жатки забезпечує оператору можливість спостереження з робочого місця у положенні «сидячи» за такими об'єктами:

- простором у межах зони огляду, яка обмежена розмірами, встановленими за діючим стандартом;
- візирами (конструктивними елементами жатки - розподільувачами) та орієнтирами руху (рядками рослин), що необхідні для правильного водіння машини;
- робочими органами для візуального контролю перебігу технологічного процесу (мотовилом і ріжучим апаратом);
- елементами конструкції жатки, призначеними для її навішування на комбайн.

У разі використання комбайна із симетричним розташуванням кабіни забезпечується видимість точок P_1 , P_2 , P_3 і P_4 , як зображено на рисунку 5.1.

Значення кутів огляду наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Значення кутів огляду з робочого місця оператора

Зона огляду	Позначення кута огляду	Кут огляду, град.
Передня	α_4	60°
	α_5	5°
	α_6	20°
	β_7	8°
	β_8	60°
	β_9	20°

Аналіз роботи показав, що при вибраних кутах огляду робочих органів забезпечується безпечна робота самохідного комбайна з обчісуючою жаткою.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Інструкція по техніці безпеки при роботі на збирального агрегату.

Під час завантаження жатки на залізничну платформу та її розвантаження, з метою забезпечення безпеки, стропування необхідно виконувати лише у визначених місцях відповідно до схеми, наведеної в інструкції з експлуатації.

Під час зняття кріплень жатки слід користуватися захисними рукавицями. Монтажні роботи необхідно виконувати із застосуванням вантажопідіймальних засобів вантажопідйомністю 1,5 т. Швартування вузлів під час їх підймання слід проводити тільки у спеціально передбачених для цього місцях.

До роботи з комбайном не допускаються особи, які не мають відповідного права на керування машиною.

Забороняється вмикати муфту зчеплення для руху та приводу робочих органів, не переконавшись у тому, що рух комбайна і робота механізмів жатки не становлять небезпеки для оточуючих.

Під час роботи на місці та під час руху по полю не дозволяється перебування сторонніх осіб перед жаткою.

Забороняється виконувати регулювання або ремонт машини під час її руху, а також під час зупинки при працюючому двигуні. Робота без захисних огорожень обертових механізмів не допускається.

Під час роботи жатки забороняється надівати ланцюги на зірочки, а також проводити змащування підшипників.

Щоб уникнути травмування рук під час заміни ножа обчісуючого апарата, необхідно користуватися захисними рукавицями, а ніж спрямовувати в пальцевий брус лише за допомогою дерев'яної оправки. Для запобігання самозайманню соломистої маси, а також зменшення зношування пасів, не слід допускати їх буксування. На трубі щита з правого боку в кронштейнах повинна бути закріплена штикова санітарна лопата. Крім того, з правого боку в трубі брус-рами мають бути встановлені дві швабри.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

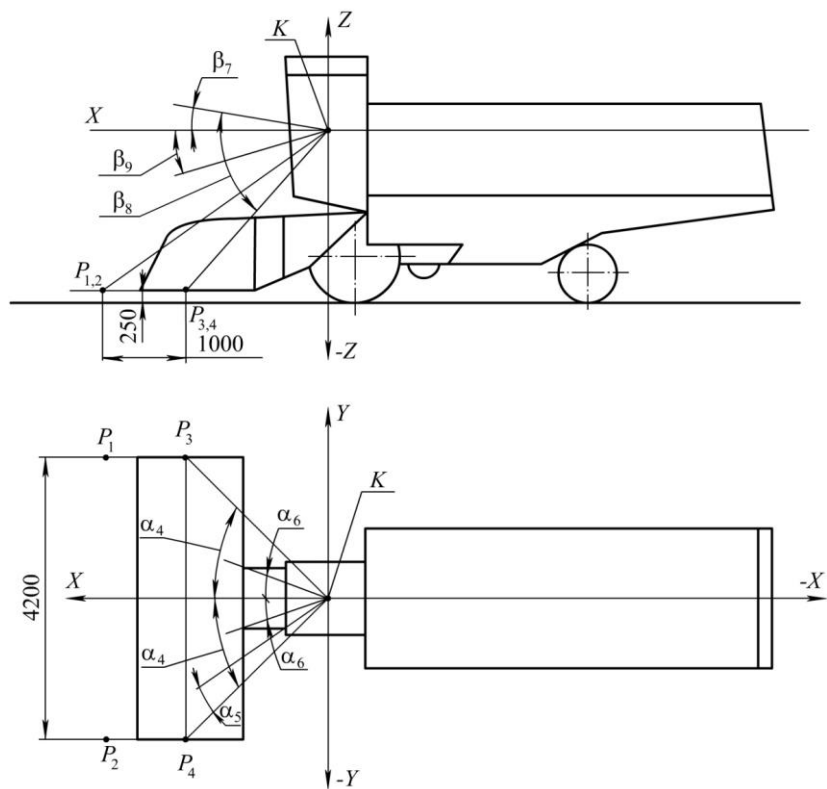


Рис. 5.1 Схема до розрахунку кутів огляду з робочого місця комбайнера при начеplеній жатці

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 00.000 ПЗ

Арк.

6. ВИСНОВКИ

У результаті змін, внесених у технологію збирання зернових культур (шляхом застосування методу обчісування колосу на корені), а також удосконалення конструкції жатки ЖОН-4, були виявлені позитивні результати, спрямовані на підвищення продуктивності, поліпшення якості збирання врожаю та скорочення часу на технічне обслуговування машини.

В інженерній частині роботи проведено модернізацію конструкції обчісуючого барабана. Запропоновано встановлювати гребінки на барабані через одну зі зміщенням на 20 мм, що забезпечує більш якісне захоплення та ефективне обчісування порції відокремленого стеблостою.

Виконані технологічні, кінематичні та міцнісні розрахунки підтвердили доцільність запропонованих змін у конструкції жатки ЖОН-4.

У розділі «Охорона праці» розроблено комплекс заходів щодо забезпечення безпечних умов роботи комбайнера. Зокрема, проведено розрахунок кутів огляду з робочого місця оператора.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
2. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини (практичні заняття): навч. посібник. / Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. – Кіровоград: Рай. друкарня, 2002. – 131 с.
3. Методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт з курсу «Конструкція, робочі процеси і розрахунки сільськогосподарських машин» (машини для вирощування сільськогосподарських культур). / Сисолін П.В., Осипов І.М., Онопа В.А., Мороз С.М. – Кіровоград: КДТУ, 2002. – 63 с. (№784)
4. 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.
5. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 2. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2002. – 359 с.
6. Сисолін П.В., Мороз М.М. Визначення робочого діапазону колової швидкості гребінки обчісуючого барабану // Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Львів. – 1999. – С. 112-115.
7. Сисолін П.В., Мороз М.М. Експериментальні дослідження процесу обчісування зернових колосових культур обчісуючим пристроєм // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград, 2000. – С. 256-261.
8. Сисолін П.В. Проблеми та перспективи впровадження в Україні технології збирання зернових колосових культур методом обчісування колосків / П. В. Сисолін, І. Іваненко // Техніка АПК. - 2008. - № 5. - С.24-29.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Леженкін О.М. Технологія збирання зернових шляхом очесу рослин на корені: стан та перспективи / О.М. Леженкін, В.І. Кравчук, О.С. Кушнар'єв. – Дослідницьке. - 2010. - С. 40-44.

10. Леженкін О.М. Механізація збирання зернових культур з використанням очисних пристроїв: монографія / О. М. Леженкін. – СПб: СПбДАУ, 2005. – 332 с.

11. Шварцман М.Є., Тимченко О. У Збирання врожаю колосових культур методом обмолоту рослин на корені жнивваркою двобарабанної очисного типу «Слов'янка УАС». - Електрон. Дан. – 2014.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ