

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 20__ р.

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

«Механізація вирощування картоплі з модернізацією культиватора»

Виконав здобувач вищої освіти __IV__ курсу,
групи AI-20-ЗСК
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Ботнар Євгеній Сергійович
« ____ » _____ 20__ р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
« ____ » _____ 20__ р.
Рецензент _____
_____ Дмитро ОЦАБРИК

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти _____
Галузь знань _____
Спеціальність _____
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2023 року

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

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20__ р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	5
2. Характеристика картоплі та базова технологія її вирощування	6
3. Операційна технологія міжрядного обробітку картоплі.....	19
4. Інженерна частина.....	35
5. Охорона праці.....	47
6. Висновок	48
Список використаної літератури	49
Додатки.....	52

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Продовольча безпека будь-якої держави є стратегічним завданням, на вирішення якого затрачаються значні ресурси та задіяне широке коло фахівців-професіоналів. Питання продовольчої безпеки є більш ніж актуальним і для України, а зважаючи на те, що наша держава є аграрним регіоном та ще й перебуває у стані повномасштабного вторгнення агресора питання стабільності вирощування продукції рослинництва є життєво важливим. Стабільність вирощування врожаю та за можливості нарощування обсягу і спектру культур, що можуть культивуватися на родючих полях України, є запорукою роботи ринку сільськогосподарської продукції та економічним важелем підтримання функціонування держави.

Відомо, що здавна наша держава славилася як житниця Європи. Та й сьогодні попри військові дії і складний економічний стан більшості галузей промисловості, рослинництво зберегло свій потенціал та тенденції до розвитку. На наших полях господарств продовжують вирощувати широкий спектр зернових та технічних культур, продукції овочівництва та кормові продукти. До цих пір за валовим збором ряду культур ми входимо в світові лідери за їх площами посівів, це такі культури як соняшник, соя, пшениця, кукурудза тощо.

Варто відмітити, що останнім часом набуло особливої актуальності вирощування у виробничих масштабах такої культури як картопля. Хоч ця культура раніше і вирощувалася переважно на приватних невеликих присадибних ділянках, зростання попиту на картоплю в промислових масштабах вимагає введення цієї культури в сівозміни фермерських господарств.

Таким чином задачею даної роботи є механізація вирощування картоплі в господарських умовах із модернізацією культиватора.

					МВКК 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка		
Розроб.	Ботнар						
Перевір.	Леценко						
Реценз.							
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Леценко						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						5	
					ЦНТУ, гр. АІ-20-Зск		

2. Характеристика картоплі та базова технологія її вирощування

2.1. Характеристика картоплі, особливості її виробництва

При проектуванні і впровадженні у виробництво технологічних процесів вирощування продукції рослинництва вирощування картоплі є одним із найбільш складних та енергозатратних процесів. Однак, варто пам'ятати, що реалізація наукового підходу до виробництва цієї культури, якісне проектування сівозміни та всіх без виключення етапів технологічного процесу вирощування картоплі, точний і обґрунтований розрахунок використання засобів агрохімії в картоплярстві та ряд інших агротехнічних засобів дозволяє в господарстві організувати вирощування якісної конкурентоспроможної та екологічно чистої продукції. Хоч вирощування картоплі і є складним і дорогим процесом, в базовому господарстві воно займає чільне місце і входить в семипільну сівозміну, яка організована на орних угіддях. Незважаючи на певні проблеми із організацією промислового виробництва картоплі доцільність її вирощування підтверджується значним попитом на неї та тим фактом, що саме картопля входить до світового рейтингу лідерів серед харчових сільськогосподарських культур в одному ряді із рисом, кукурудзою і пшеницею.

Картопля є однією із найбільш важливих сільськогосподарських культур, є одним із найбільш поширених продуктів харчування. Через масовість споживання цієї культури вона часто називається другим хлібом. Бульба картоплі в своєму складі вміщує близько 80% води і сухої речовини біля 20%. Самі картоплини є багатими на крохмаль, вміст якого в бульбі складає до 14...22%, причому цей крохмаль є в зручному для засвоєння організмом людини стані [3], що робить цей продукт ще більш цінним. До того ж в картоплі міститься близько 1,5...3% рослинного білка, що теж є в зручному для засвоєння стані та за своїм складом є дуже подібним до білка, який знаходиться в м'ясі. Крім переліченого, в картоплі міститься до 0,8...1%

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

інших різних мікроелементів, серед них кальцій, фосфор, калій, залізо та ряд інших.

Картопля це продукт, який багатий на клітковину, із її вмістом на рівні 1% та пектинових речовин із вмістом близько 0,7%. Пектинові речовини чинять позитивний вплив на органи травлення споживачів, забезпечують виведення отруйних речовин із організму людини та загалом покращують обмінні процеси в організмі. Картопля вміщує близько 0,5% цукру, з якого до 0,3% фактично чистої фруктози і сахарози до 0,2%. Ще в картоплі є порівняно багато органічних кислот, із яких виділяються лимонна, щавлева, яблучна. Нарешті в залежності від сорту картоплі в бульбах вміщується цілий набір в різних кількостях вітамінів, таких як С, В, В₂, В₅, В₆, В₉, Е, Д, Р, І, К [5].

Бульби вирощеної картоплі є висококалорійним продуктом, в кожному 100 грам якого вміщується приблизно 70...83 кілокалорій. Ці показники калорійності перевищують калорійність інших продуктів рослинного походження, серед яких як помідори, капуста, морква тощо. Картопля є найпоширенішою харчових культур рослинного походження, це підтверджується тим, що з неї готують величезну кількість різноманітних страв. Саме це й пояснює що в середньому кожен європейець протягом споживає в різному вигляді по меншій мірі 100...140 кг картоплі. Хоч картопля і виробляється значними обсягами, лише близько 50% готової продукції цієї культури споживається в їжу людьми та переробляється на харчові продукти [4].

Зі точки зору кормовиробництва картопля є цінним кормом, це насамперед відноситься до свиней. У кожному із 100 кг свіжої картоплі міститься близько 29,5 кормових одиниць. Ще особливістю картоплі є те, що споживати у їжу худоба може її і в сирому вигляді і після термічної обробки, наприклад варіння чи пропарювання [5]. Поряд з цим, варто пам'ятати, що зелену масу самих рослин картоплі використовувати в якості корму сурово

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

заборонено через те, що кількарізковий обробіток цієї культури рослин засобами агрохімії роблять її фактично токсичними для тварин.

У якості сировини для інших виробництв із картоплі найчастіше виготовляють спирт, каучук, крохмаль, вуглекислоту, глюкозу, мезгу та ін. [6].

Зі сторони агротехнічного значення вирощування такої просапної технічної культури як картопля дозволяє підвищити родючість ґрунту через внесення потрібної кількості добрив на різних етапах вирощування, в тому числі і під час міжрядного обробітку, такі ж операції по догляду за посівами забезпечують ефективну боротьбу із забур'яненістю полів. Картопля є гарним попередником у сівозміні для будь-яких зернових культур, зернобобових, кукурудзи тощо. У базовому господарстві картопля в існуючій сівозміні дозволяє замінити пар на вирощування цієї культури, а тому і є найбільш бажаним попередником для озимих зернових [6].

В Україні картопля найчастіше вирощують на Поліссі, тут зосереджується біля 60% всіх зайятих під цю культуру угідь. Останнім часом спостерігається тенденція до збільшення площ під вирощування картоплі в районі Лісостепу, де на сьогодні виробляється до 30% готового продукту. Нажаль, але в господарських умовах середня врожайність картоплі залишається відносно низькою і рідко перевищує 125...130 ц/га, тоді коли вирощуючи цю культуру на присадибних ділянках досить часто досягається врожайність картоплі аж до 300 ц/га. За статистичними даними в нашій державі кожна людина споживає до 120 кг. картоплі в рік [7].

Загальний вигляд рослини картоплі, назва її окремих елементів та деякі біологічні особливості цієї культури представлені на рис. 1 [6]. Картопля як сільськогосподарська культура має відношення до рослин помірного клімату. Ця рослина під час її вирощування є достатньо вимогливою до температурного режиму, стану ґрунту і вологи. Відомо, що якщо температура при вирощуванні картоплі є нижчою за +7° С або ж вищою за +30° С вегетація рослин призупиняється повністю. Крім цього, сильна спека забезпечує пригнічення

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

рослин під час їх вегетації, часто має місце і прив'ядання рослин. За умови, що ґрунтове середовище нагрівається до $+30^{\circ}\text{C}$ спостерігається зупинка зав'язування картоплин, або ж на коренях можуть формуватися додаткові неповноцінні бульбочки, з яких повноцінна картоплина вирости не може.

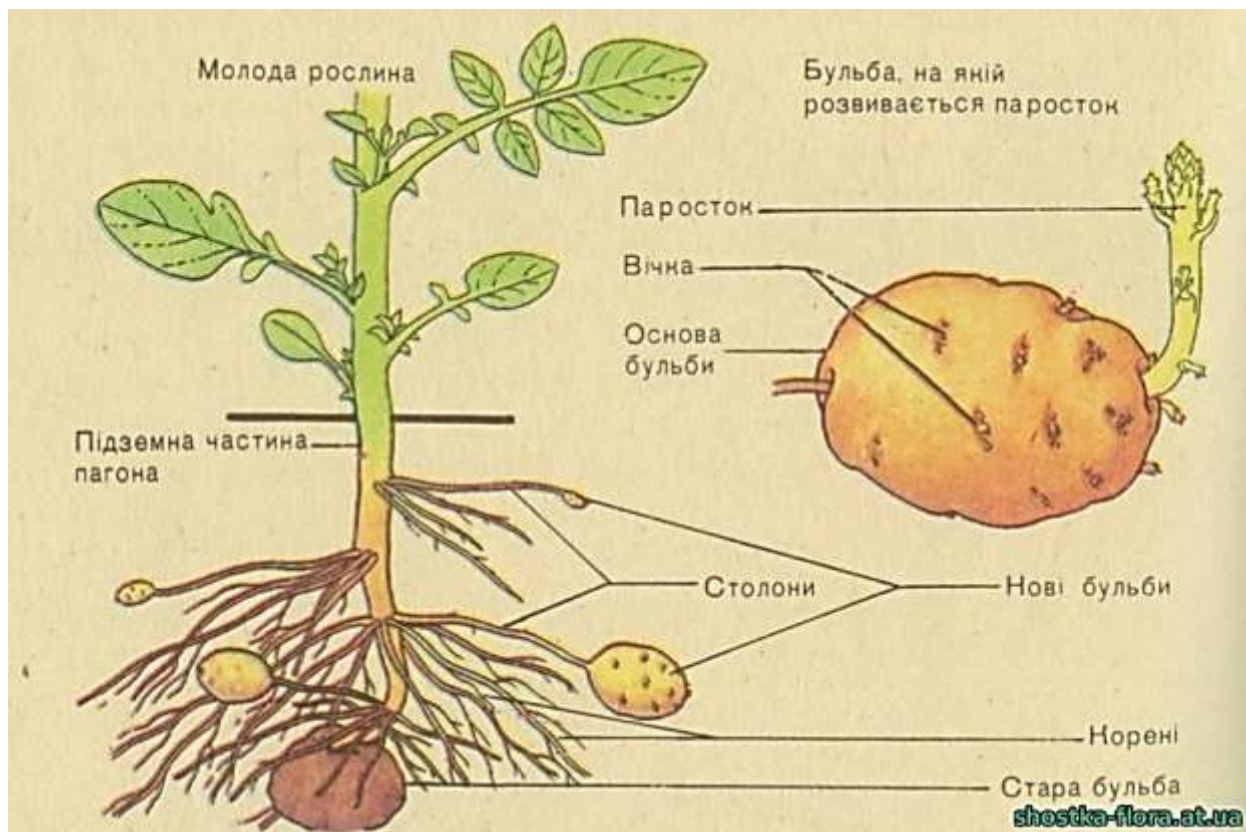


Рис. 1. Загальний вигляд картоплі як сільськогосподарської культури, її ознаки та біологічні особливості

Вирощуючи картоплю на етапі її сходження найкращою є температура не менше $+7^{\circ}\text{C}$, втім найоптимальнішою температурою, за якої картопля сходить найкраще є $+18...+20^{\circ}\text{C}$. За таких умов на полі має місце швидка і дружна поява сходів цієї рослини, а сам процес проростання картоплі і появи рослин займає приблизно 12 діб. Стадії розвитку картоплі наведені на рис. 2. Агрономи доводять [5], що для того, щоб потенціал врожайності картоплі розкрити максимально середньодобова температура під час вегетації цієї рослини повинна бути на рівні $+17...+18^{\circ}\text{C}$. Стебла картоплі є надчутливими до заморозків, особливо ці заморозки є загрозливі на етапі поки листки і стебла рослини є молодими, тобто на ранніх стадіях її росту. Неодноразово

підтверджено, що вже при зниженні температури до $-1,5...-2^{\circ}\text{C}$, рослини інтенсивно пошкоджуються, а якщо на поверхні ґрунту спостерігається зниження температури до $-4,5^{\circ}\text{C}$ пошкодження листостебельної маси картоплі доходить до 60...100%, при цьому майже гарантовані втрати врожаю сягають 65%. Після того, як рослина примерзла, листя і стебла картоплі починають чорніти, гнити і повністю гинуть. Вважається що для картоплі високу небезпеку несуть і пізні заморозки, так вже на етапі бутонізації картоплі пізні заморозки, зокрема у низинах забезпечують загибель рослин та повну втрату врожаю цієї культури.

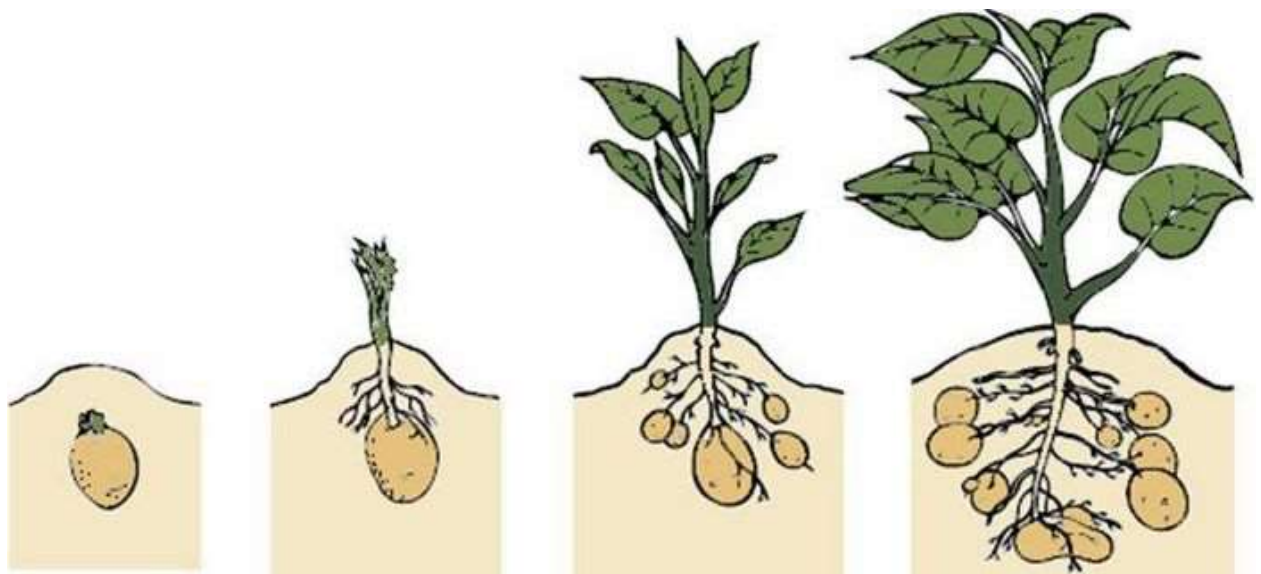


Рис. 2. Фази розвитку картоплі під час процесу вегетації

Картопля є культурою дуже вимогливою до наявності води у ґрунтовому середовищі. Це пояснюється такою особливістю картоплі, що цій культурі потрібно забезпечити формування великої підземної маси за умови того, що коренева система рослин є слабкорозвиненою [3]. Найкращі врожаї картоплі отримують на полях із вологістю ґрунту близькою до 75...85%. Рослини потребують найменше води на етапі сходження, оскільки тоді джерелом води для рослини, яка сходить виступає сама посадкова картоплина. Відомо, що і на інших етапах росту рослин функцію резервного забезпечення водою часто виконують сформовані молоді картоплини, втім це впливає не тільки на розміри вирощеної картоплі а й на загальну врожайність. Для того,

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

щоб картопля ефективно росла і розвивалася на полі на решті етапах її розвитку рослина потребує великої кількості води. Це питання наявності води є дуже актуальним на фазі бутонізації рослин, а тому за умови коли відчувається дефіцит води, для досягнення запланованого врожаю рослину слід поливати. Вважається, що мінімальною і достатньою кількістю опадів, які дозволяють отримати гарантований врожай картоплі за решти сприятливих умов є 200...300 мм. Поруч із тим перезволоження поля, на якому вирощується картопля теж забезпечує дострокову зупинку формування і росту картоплин, спостерігається відмирання частин бадилля, має місце загнивання сформованих бульб. Таким чином і занадто високе перезволоження теж різко знижує врожайність та забезпечує псування вже вирощеного продукту [8].

Як зазначалося вище, картопля – це рослина короткого дня, однак зниження освітлення рослин, наприклад при її вирощуванні у затінку, спостерігається зниження інтенсивності процесу фотосинтезу, має місце пожовтіння листків рослини, бадилля картоплі стає більш довгим і ламким, має місце погіршення засвоєння мікроелементів та інших поживних речовин із ґрунту. Подібна ситуація має місце при надто густій посадці картоплі на полі в рядку. Після збирання врожаю картоплі бульби заборонено зберігати на сонці, останнє є найбільш актуальним для харчової картоплі, адже після тривалого перебування під дією сонячного проміння бульби швидко змінює забарвлення на зелений колір, картопля стає отруйною і забороненою до вживання [7].

2.2. Дослідження існуючої технології вирощування картоплі в господарстві

Вибір попередника

Рослина картопля є дуже не вибагливою до попередників у порівнянні із іншими сільськогосподарськими культурами. Відомо, що картопля добре росте на полях і забезпечує стабільні врожаї після вирощування у якості попередника зернових, зернобобових культур, кукурудзи, багаторічних трав, льону та ряду інших культур. Вирощування картоплі протягом кількох років

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

на одному і тому ж полі різко знижує врожай аж до 30...50%, забезпечує зараження рослин хворобами та засмічення посівів карантинними бур'янами. З цих міркувань вирощувати картоплю на полі варто не частіше ніж один раз на 3, а краще на 5 років. Саме картопля є найбажанішим попередником для ярих та озимих зернових, кукурудзи, усіх зернобобових культур.

Система обробітку ґрунту при вирощуванні картоплі

Однією із характерних особливостей вирощування картоплі є нагальна необхідність формування основного врожаю бульб в орному горизонті. Зважаючи на сказане, задачею обробітку ґрунту під посадку картоплі є глибоке розпушування орного горизонту із поліпшенням повітряного та водного режиму ґрунту, створення найбільш сприятливих умов для того, щоб в обробленому ґрунті і нижче цього горизонту відбувалося накопичення вологи, комплексне і повне знищення бур'янів і максимально рівномірний розподіл органіки та інших поживних решток, що в своїй сукупності створює сприятливі умови для діяльності корисних мікроорганізмів тощо. В системі обробітку ґрунту при вирощуванні картоплі в господарстві слід послідовно реалізувати основний та поверхневий обробіток та провести операції догляду за посівами.

Після проведення операцій збирання культури-попередника на полі, де заплановано вирощувати картоплю потрібно провести операції лушення стерні попередника. Відмітимо, що за умови коли поле для вирощування картоплі має велику кількість коренепаросткових бур'янів, проводять перше лушення стерні, для чого використовують дискові лушильники ЛДГ-15, ЛДГ-10, а саму операцію проводять на глибину до 6...8 см. Далі після проростання цих коренепаросткових бур'янів поле ще раз лушать, але для цього краще використовувати лемішні лушильники, такі як ППЛ-10-25, ППЛ-5-25. Лише після нового проростання бур'янів на полі проводять глибоку оранку із обертанням скиби ґрунту із глибиною до 28...30 см. Ці операції

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

проводять в більшості випадків плугами загального призначення, наприклад ПЛН-5-35; ПЛН-6-35 та ін.

На тих полях, які значно засмічені кореневищними бур'янами при проведенні другого і третього лушення глибину обробітку збільшують до глибини росту кореневої системи таких бур'янів, що в більшості випадків дорівнює 10...12 см. Для проведення цих операцій використовують важкі дискові борони, наприклад БДТ-7, БДТ-3 чи інші подібні за конструкцією і призначенням. Вкінці вересня, коли на полі знову активно відбувається проростання бур'янів, проводять глибоку оранку на глибину 28...30 см здебільшого класичними полицевими плугами, такими як ПЛН. Агрономи підтверджують, що весняна оранка негативно впливає на врожайність картоплі і призводить до зниження врожаю на 15...25%.

Доведено, що внесення органічних добрив при вирощуванні картоплі забезпечує підвищення загальної врожайності цієї культури. В якості органічних речовин під час вирощування картоплі останнім часом найчастіше використовують пожнивні рештки попередника. Суттєво впливає на результат вирощування бульби внесення азотних добрив, що часто поєднують в господарствах із заробкою соломи, стерні та цих добрив на глибину роботи дискових борін. Дає гарний ефект і висів сидератів на полі, для чого використовують зернові сівалки СЗУ-3,6, СЗ-3,6 тощо. Найкращими сидератами під час вирощування картоплі є боби, редька, гірчиця та ін. після сходження і росту сидератів на полі близько двох місяців ці рослини якісно заорюють на глибину до 25...27 см. Для внесення добрив розкидним способом та розкидання по поверхні поля насіння сидератів в господарстві застосовують розкидачі добрив, такі як МВУ-900, НРУ-0,5. Протягом тривалого періоду використання технології вирощування картоплі із сидератами підтверджує, що це дуже позитивно впливає на структуру і водно-повітряний режим ґрунтового середовища, поліпшується родючість ґрунту, відновлюється біота та й загалом це підвищує ймовірність отримання стабільно високого врожаю.

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Досить часто в господарствах існує потреба вирощувати картоплю гребневим способом. При реалізації такої технології вирощування цієї культури пізно восени після основного обробітку ґрунту на полі проводять нарізання гребенів культиваторами КРН-5,6 КРН-4,5 а висота нарізаних гребенів повинна бути не меншою за 18...20 см.

Обробіток ґрунту під посадку картоплі весною передбачає проведення комплексу робіт із закриття вологи боронуванням та вирівнювання поверхні поля і підрізання бур'янів одно чи дворазовою культивацією із глибиною обробітку до 12...15 см.

Проведення удобрення під час вирощування картоплі

Картопля є однією із тих сільськогосподарських культур, що є дуже вимогливою до системи удобрення під час реалізації майже кожного із етапів технології. Найкраще ця рослина може засвоювати під час свого росту органічні добрива. Цілком зрозуміло, що такі органічні добрива вносяться способом їх розкидання по поверхні поля із подальшою заробкою ґрунтообробними знаряддями. Найбільш бажані норми внесення органічних добрив сягають до 50 т/га. Доведено, що є безпосередній зв'язок між терміном, коли органічні добрива внесені в ґрунт, та можливістю використання їх діючих речовин картоплею під час її вегетаційного періоду та зокрема на етапі формування бульб. Потрібно для збільшення впливу органіки на врожайність прагнути добрива вносити якомога раніше, адже за таких умов є достатньо часу для засвоєння цих добрив ґрунтовим середовищем і активного та повноцінного використання рослинами при вирощуванні.

В більшості господарств, в тому числі і в базовому під час вирощування картоплі поєднують внесення органічних та мінеральних добрив. Це пояснюється тим, що для росту, розвитку і формування врожаю цієї культури потрібно в ґрунті в достатній кількості мати широкий спектр елементів живлення, серед яких фосфор, азот, калій і магній. При вирощуванні картоплі в господарстві практикують під чорнозем вносити мінеральні добрива з

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

нормою $N_{70-90}P_{60-90}K_{80-120}Mg_{30-45}$. Якщо існує потреба вирощувати картоплю на менш родючих, виснажених чи частково виснажених ґрунтах, наведені норми внесення добрив потрібно збільшувати на 10...15%.

В господарських умовах калійні, фосфорні і магнієві добрива найбільш доцільно вносити восени. Це дозволяє поліпшити їх засвоєння ґрунтом, тоді як азотні більш корисно вносити весною під час проведення культивуації. Варто наголосити, що зайвий азот, який може з'явитися при завищених нормах внесення забезпечує збільшення рівня нітратів у бульбах, що підтверджує необхідність внесення ретельно розрахованих норм азотних добрив. Досить часто вирощуючи картоплю в господарствах вносять азотні добрива у вигляді селітра, причому як кальцієвої так і калійної. Якщо неможливо чи не встигли провести внесення добрив восени, то проводять весняне внесення комплексних добрив, серед яких можна виділити нітроамофоску $N_{17}P_{17}K_{17}$ чи інших комплексних добрив широкого спектру дії.

Значно впливає на врожайність картоплі наявність в достатній кількості і доступність мікроелементів. Такі мікроелементи поповнюють в ґрунтовому середовищі шляхом внесення мікродобрив. Такі мікродобрива вносяться переважно разом із мінеральними добривами, крім цього ними ж у рідкому стані можна обробити посадковий матеріал картоплі разом із протруєнням або ж провести обприскування посівів рослин під час обробітку інсектицидами від шкідників. Одними із кращих мікродобрив для картоплі є сульфат цинку, сульфат міді, сульфат марганцю, борна кислота, молібденовокислий амоній та ін. Тенденції реалізації прогресивних технологій вирощування картоплі показують, що ефективним заходом оптимізації мінерального живлення цієї культури є використання багатокомпонентних добрив нового покоління, серед яких виділяються Кристалон або ж Вуксал.

Підготовка картоплі до посадки

Підготовка насіннєвого матеріалу картоплі є досить складним та трудомістким процесом. Це пояснюється тим, що окрім створення сприятливих

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

умов протягом всього періоду зберігання попереднього врожаю картоплі потрібно ще додатково провести великий обсяг робіт, переважно ручних весною на етапі підготовки бульб до посадкових робіт.

На першому етапі роботи із посадковою бульбою після зимового зберігання картоплю слід вручну перебрати, відділити пошкоджені, в'ялі та гнилі бульби. Якщо на етапі підготовки картоплі до зберігання в попередні періоди вона не сортувалася, посадкову бульбу слід розділити на фракції за масою дрібна картопля – це бульби вагою 30...50 гр.; середня картопля – бульби вагою 50...80 гр. та велика картопля – бульби вагою більше 80 гр. Далі при підготовці посадкової картоплі матеріал потрібно витримати протягом 2...3 тижнів на сонці, що забезпечує ключіння бульб. Можна зазначити, що найкращими для подальших робіт на бульбах є вічка довжиною до 5 мм. Проростання посадкових бульб (ключіння картоплі) є найбільш потрібним процесом, якщо вирощуються ранні сорти цієї рослини.

Наступний відповідальний етап підготовки посадкового матеріалу – проведення протруювання картоплі, що дозволить захистити її від фітофтори, фомозу, сухої гнилі інших характерних для цієї культури хвороб. Протруювання посадкової бульби можуть проводити перед посадкою або ж поєднують протруювання із посадкою бульб. Часто протруювання поєднують із процесом обробки бульб різними стимуляторами росту та мікроелементами. Такі дії дозволяють стимулювати ріст і стійкість рослин до не дуже сприятливих умов та підвищують вірогідність отримання високого врожаю.

Відносно сортів картоплі слід зазначити, що за сферами використання розрізняють столові, кормові, технічні та універсальні сорти картоплі. В залежності від тривалості вегетації картоплі вона буває ранньостиглою (час дозрівання 70...80 днів); середньоранньою (час дозрівання 80...90 днів); середньостиглою (час дозрівання 90...120 днів); середньопізньою (час дозрівання 120...130 днів) і пізньостиглою (час дозрівання 130...150 днів). Існують практичні рекомендації, за якими для уникнення ризику в

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

господарстві слід забезпечити вирощування кількох різних сортів за тривалістю росту та сферою використання вирощеного врожаю. Базове господарство займається вирощуванням ранньостиглих сортів Божедар і Краса; середньораннього сорту – Санте та середньопізнього Оксамит.

Організація процесу садіння картоплі

Картоплю в промисловості садять широкорядним способом, при цьому забезпечують міжряддя 70...80 см. Вирощування картоплі може бути як на гребенях так і без гребенів.

Вибір способу садіння картоплі, ширина міжряддя під час її вирощування, продуктивність садильного обладнання та інші показники технологічного процесу залежать від технічного забезпечення господарств картоплесаджалками. В базовому господарстві картоплю вирощують безгребневим способом, а її садіння проводять картоплесаджалкою СН-4Б. Глибина садіння картоплі забезпечується на рівні 5...6 см. За умов, коли бульба садиться глибше ускладнюються роботи по механізованому збиранню врожаю, існує ризик виникнення значної відмінності у часі появи сходів, рослини в полі стають кволими та достатньо часто можуть заражатися ризоктоніозом.

Якщо картоплю садять на невелику глибину (5...6 см) створюються умови для кращого прогрівання картоплин, це забезпечує швидке і дружнє проростання рослин, а системне підгортання ґрунту під час міжрядного обробітку призводить до поліпшення кушіння рослин та більш інтенсивному зав'язі нових картоплин. Доцільна густота садіння картоплі повинна дорівнювати 50...55 тис. шт./га, саме така густота картоплин пов'язана із формуванням оптимальних площ живлення для цієї культури. Час проведення садіння картоплі щорічно може змінюватися, але в базовому господарстві це як правило друга декада квітня, за умови, що ґрунт прогрівся до 5...8°C на глибину не менше 10...12 см.

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Догляд за картоплею під час її вирощування

Під час догляду за посадками картоплі потрібно зруйнувати поверхневу кірку, якщо вона утворилася і забезпечує прискорені втрати вологи, провести боротьбу із бур'янами використовуючи агротехнічні прийоми, провести підгортання рослин в рядках, забезпечити поліпшення водно-повітряного режимів ґрунту, обробити рослини засобами агрохімії з метою знищення шкідників, боротьби із можливими хворобами та провести підживлення рослин картоплі під час її вирощування. В базовому господарстві на етапі догляду за посадками картоплі проводять розпушування ґрунту до появи сходів і після сходження рослин, одно чи кілька разовий міжрядний обробіток із окучуванням картоплі і присипанням бур'яну в рядках та обприскування рослин хімікатами.

Розпушення ґрунту до появи сходів картоплі проводять агрегатом у складі МТЗ-82+КОР-4,2. Призначення даної операції це зруйнувати поверхневу кірку і знищення бур'янів на стадій початку проростання (стадії білої нитки). Операцію розпушення ґрунту до появи сходів можуть проводити від 1 до 3 разів залежно від потреби в конкретний рік вирощування картоплі.

Для міжрядного обробітку в господарстві використовують агрегат у складі МТЗ-82+КРН-4,2Г. Під час таких робіт розпушують міжряддя рослин, проводять підгортання рослин а за потреби ще й підживлюють посіви. Так як базовий агрегат для міжрядного обробітку не в повній мірі забезпечує виконання агротехнічних вимог, зокрема за показниками рівномірності глибини обробітку та відхилення від встановлених норм при проведенні підживлення рослин, на етапі вдосконалення технології вирощування картоплі запропоновано міжрядний обробіток із підживленням посівів проводити культиватором УСМК-5,4В.

Для проведення боротьби із шкідниками і хворобами використовують різні за конструкціями обприскувачі картоплі. Так наприклад в господарстві разом із культиватором КРН-4,2Г експлуатують навішений на трактор

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опрыскувач ПОМ-630. Такий агрегат після додаткового дообладнування штангами дозволяє забезпечити обприскувати кущів рослин картоплі із усіх боків.

Операції збирання врожаю картоплі

Картоплю з поля збирають тільки після її повного дозрівання, одним із показників закінчення процесу вегетації є почато висихання бадилля рослин.

Терміни протягом якого картоплю в межах господарства мають зібрати не повинні перевищувати 15...20 днів. Для того, щоб прискорити процес збирання і зменшити втрати при викопуванні бульб попередньо практикують проведення скошування сухого бадилля рослин косаркою-подрібнювачем КИР-1,5Б. Після скошування косаркою бадилля картоплі його потрібно завантажити в кузов транспортних засобів та забезпечити вивезення за межі поля.

В базовому господарстві картоплю збирають однофазним комбайновим способом. Основним агрегатом для збирання картоплі є комбайн КПК-3. За умови, якщо збирання готового врожаю є складним через високу вологість чи існують інші перешкоди для вільного збирання, то можуть реалізувати в полі підкопування та струшування картоплекопачами, наприклад такими як КТН-2В. Після таких операцій бульбу збирають вручну. По завершенню збирання і часткового очищення картоплі проводять її транспортування із поля до місць доробки. На стаціонарі за потреби зібраний врожай досушують і проводять сортування.

3. Операційна технологія міжрядного обробітку картоплі

3.1. Розробка технології міжрядного обробітку

Після ретельного аналізу базової технології вирощування картоплі в господарстві стає очевидним, що для підвищення ефективності вирощування цієї культури, збільшення ймовірності отримання високих врожаїв потрібно вдосконалити окремі етапи технології. Одним із таких вдосконалень може

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

бути інтенсифікація операцій міжрядного обробітку картоплі із використанням модернізованого культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4В.

Міжрядний обробіток картоплі проводять з ціллю знищення бур'янів, забезпечення руйнування кірки на поверхні ґрунту, поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту, розпушування та подрібнення часток ґрунту у міжряддях картоплі, проведення підживлення посівів і за необхідності боротьба із хворобами і шкідниками. Існують чинні нормативи щодо якості виконання міжрядного обробітку ґрунту, серед основних агротехнічних вимог можна виділити [8]:

- операції міжрядного обробітку ґрунту із підживлення рослин чи без нього повинні відбуватися чітко у встановлені терміни виходячи із нагальних потреб щодо здійснення цих агротехнічних заходів;
- ґрунт в міжряддях рослин має розпушуватися повністю, структура ґрунту у міжрядді після обробітку повинна стати дрібнокомкуватою, має забезпечуватися вирівняна поверхня поля, а допустимі борозни та гребені не повинні перевищувати 4 см;
- нижні горизонти ґрунту, що зазвичай є більш вологими, в жодному разі не повинні виноситися на поверхню поля будь-якими робочими органами культиваторів, що проводять догляд за посівами;
- будь-які огріхи та інші необроблені ділянки не допускаються, виключення під час міжрядного обробітку становлять захисні зони рядків культурних рослин.

Окремо виділимо вимоги, які висуваються до робочих органів культиваторів УСМК-5,4В [9]:

- будь-які робочі органи культиваторів, що застосовуються для міжрядного обробітку повинні забезпечувати встановлену глибину обробітку, допустиме відхиленням дійсної глибини роботи від заданої – в межах ± 1 см;

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- всі бур'яни, які розміщуються в зоні руху робочих органів агрегату повинні повністю знищуватися;
- якщо підгортання рослин не заплановане під час обробітку, то культурні рослини робочими органами просапних культиваторів не повинні присипатися та пошкоджуватися;;
- під час роботи культиваторів в зоні руху робочих органів поверхнева кірка має бути повністю зруйнованою без пошкодження коріння чи стебел культурних рослин;
- при організації міжрядного обробітку захисні зони рядків культурних рослин повинні забезпечуватися мінімальними виходячи із фази росту культурних рослин;
- під час регулювання робочих органів на одному гряділі культиватора, які забезпечують обробіток одного міжряддя перекриття робочих органів не повинно перевищувати 2...3 см.

Існуюча технологія вирощування картоплі у базовому господарстві передбачає міжрядний обробіток ґрунту проводити агрегат у складі МТЗ-80+КРН-4,2Г. Вдосконалена технологія, за розробленими нами рекомендаціями передбачає для означених робіт використовувати продуктивніший і сучасніший агрегат у складі МТЗ-80+УСМК-5,4В.

Крім вищої продуктивності можна відмітити, що використання нового універсального і сучасного просапного культиватора УСМК-5,4В під час вирощуванні картоплі в господарствах із площами цієї культури до 100 га дозволяє цей агрегат задіяти на майже всіх інших операціях догляду за посівами таких культур як кукурудза, соняшник, буряк, ріпак тощо.

Поведемо технологічні розрахунки та порівняємо ефективність роботи базового агрегату МТЗ-80+КРН-4,5Г та модернізованого агрегату МТЗ-80+УСМК-5,4В під час проведення ними операцій міжрядного обробітку посівів картоплі. Згідно із рекомендаціями [8...12], робоча швидкість під час проведення операцій догляду за посівами має не перевищувати 9...12 км/год.

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийнявши відомі технічні показники роботи енергетичного засобу МТЗ-80, можемо вибрати робочі передачі на яких можна проводити міжрядний обробіток картоплі та встановити тягові зусилля на гаку для обраних робочих передач трактора. Так, трактор МТЗ-80 розвиває робочу швидкість $V_p = 8,9$ км/год на IV передачі, на ній же тягове зусилля дорівнює $P_{ном.гак} = 14$ кН. На V робочій передачі трактор може працювати з робочою швидкістю $V_p = 10,54$ км/год при цьому тягове зусилля на гаку становить $P_{ном.гак} = 11,5$ кН [12].

Проведемо пошук тягового зусилля на гаку енергетичного засобу, що можуть розвиватися на робочих передачах під час руху ґрунтообробного агрегату в полі за формулою:

$$P_{гак} = P_{ном.гак} - G_{тр} \cdot i,$$

де $P_{ном.гак}$ – нормативне значення номінального тягового зусилля трактора на обраній робочій передачі, кН;

$G_{тр}$ – довідникове значення сили ваги енергетичного засобу, для трактора МТЗ-80 – $G_{тр} = 31,05$ кН [12];

i – значення максимального нахилу рельєфу на полі, що обробляється, для розрахунків приймаємо $i = 0,03$.

Після підстановки наведених величин отримаємо наступні тягові зусилля:

$$P_{гак}^{IV} = 14,0 - 31,05 \cdot 0,03 = 13,1 \text{ кН};$$

$$P_{гак}^V = 11,5 - 31,05 \cdot 0,03 = 10,71 \text{ кН}.$$

Розрахуємо значення тягового опору сільськогосподарської машини, в нашому випадку – просапного культиватора, враховуючи його ширину захвату і питомий опір за відомою залежністю:

$$R_k = (K + R_i) \cdot B_k \cdot n,$$

де K – фактичне значення питомого опору просапного культиватора, кН/м;

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

n – фактична кількість культиваторів, що працює в межах одного скомплектованого ґрунтообробного агрегату. Так як в полі проводиться операція міжрядного обробітку, то незалежно від того, який агрегат використовується базовий чи вдосконалений робота проводиться тільки однією сільськогосподарською машиною.

Використовуючи дані із довідників [11...13], просапний культиватор УСМК-5,4В, який рекомендується використовувати для міжрядного обробітку картоплі має питомий тяговий опір на рівні 1,55 кН/м. Можна відмітити, що за базовою технологією вирощування картоплі міжрядний обробіток проводили культиватором КРН-4,2Г [14], із питомим тяговим опором близько 1,8 кН/м. Це можна пояснити тим, що базове знаряддя має більший питомий тяговий опір через потребу використовувати у ньому ще додаткові робочі органи для досягнення якісних показників міжрядного обробітку ґрунту, що й забезпечує збільшення питомого опору ґрунтообробного агрегату.

Проведемо визначення за відомою залежністю питомого опору кожного із просапних культиваторів із врахуванням поправки на швидкість роботи агрегату

$$K_v = K[1 + \Pi(V_p - V_0)],$$

де Π – значення коефіцієнту зростання тягового опору в порівнянні із нульовою швидкістю, за даними [10] – $\Pi = 0,35$;

V_0 – нульова швидкість яка встановлюється за базу для визначення зростання тягового опору, за існуючими рекомендаціями ця швидкість дорівнює $V_0 = 5$ км/год.

$$K_v^{IV\ KPH} = 1,8[1 + 0,035 \cdot (8,9 - 5)] = 1,93 \text{ кН};$$

$$K_v^{V\ KPH} = 1,8[1 + 0,035 \cdot (10,54 - 5)] = 1,99 \text{ кН};$$

$$K_v^{IV\ USMK} = 1,55[1 + 0,035 \cdot (8,9 - 5)] = 1,76 \text{ кН};$$

$$K_v^{V\ USMK} = 1,55[1 + 0,035 \cdot (10,54 - 5)] = 1,85 \text{ кН}.$$

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо значення додаткового опору, який потрібно затратити для подолання підйому агрегатом, кН/м

$$R_i = \left(\frac{G_k}{B_k} \right) \cdot i,$$

де G_k – вага просапного культиватора КРН-4,2Г, за інструкцією із експлуатації цього агрегату вона складає $G_k^{KPH} = 7$ кН, для просапного культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4В, ця вага дорівнює $G_k^{USMK} = 7,56$ кН [10, 14];

B_k – загальна ширина захвату просапного культиватора (конструктивна), для культиватора КРН-4,2Г ширина захвату дорівнює $B_k^{KPH} = 4,2$ м; для культиватора УСМК-5,4В значення ширини захвату складає $B_k^{USMK} = 5,4$ м.

i – кут підйому агрегату під час роботи в полі виражається в частці від одиниці.

На основі цього є змога розрахувати фізичне значення додаткового опору обох ґрунтообробних знарядь. В чисельному вигляді маємо:

$$R_i^{KPH} = \left(\frac{7}{4,2} \right) \cdot 0,03 = 0,052 \text{ кН/м};$$

$$R_i^{USMK} = \left(\frac{7,56}{5,4} \right) \cdot 0,03 = 0,042 \text{ кН/м}.$$

Знайдемо значення тягового опору кожного із просапних культиваторів на кожній із швидкостей роботи:

$$R_k^{IV KPH} = (1,93 + 0,052) \cdot 4,2 \cdot 1 = 7,93 \text{ кН};$$

$$R_k^{V KPH} = (1,99 + 0,052) \cdot 4,2 \cdot 1 = 8,1 \text{ кН};$$

$$R_k^{IV USMK} = (1,76 + 0,042) \cdot 5,4 \cdot 1 = 9,73 \text{ кН};$$

$$R_k^{V USMK} = (1,85 + 0,042) \cdot 5,4 \cdot 1 = 10,22 \text{ кН}.$$

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо розрахунок коефіцієнту використання тягового зусилля енергетичного засобу враховуючи тяговий опір просапного культиватора на кожній із обраних робочих передачах за формулою:

$$K_{m.з.} = \frac{R_{\kappa}}{P_{\text{зак}}},$$

де R_{κ} – розрахункове значення тягового опору просапного культиватора на конкретній передачі, його значення визначено раніше кН;

$P_{\text{зак}}$ – значення тягового зусилля, що розвивається на гаку енергетичного засобу, розрахунок цього зусилля теж проведено ранішу, кН.

$$K_{IV}^{KPH}{}_{m.з.} = \frac{7,93}{13,1} = 0,6;$$

$$K_V^{KPH}{}_{m.з.} = \frac{8,1}{10,71} = 0,75;$$

$$K_{IV}^{УСМК}{}_{m.з.} = \frac{9,73}{13,1} = 0,74;$$

$$K_V^{УСМК}{}_{m.з.} = \frac{10,22}{10,71} = 0,95.$$

Після порівняння розрахованого коефіцієнту використання тягового зусилля трактора стає зрозумілим, що найкраще тягове зусилля енергетичного засобу використовується на п'ятій робочій передачі під час роботи агрегату у складі МТЗ-80 + УСМК-5,4В. Інші швидкості роботи і скомплектовані агрегати тягове зусилля використовують менше, а під час реалізації операцій міжрядному обробітку довантажити машинно-тракторний агрегат немає змоги. Отже, враховуючи це наступні розрахунки і порівняння будемо проводити для базового і модернізованого просапного культиватора, що працюють на п'ятій робочій передачі трактора.

Щоб розрахувати змінну продуктивність роботи ґрунтообробного агрегату потрібно використати відому залежність:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p,$$

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де B_p – значення робочої ширина захвату просапних культиваторів при міжрядному обробітку картоплі, для базового просапного культиватора КРН-4,2Г ширина захвату – $B_p = 4,2$ м; для вдосконаленого просапного культиватора УМСК-5,4В ширина захвату – $B_p = 5,4$ м.

V_p – розрахункова робоча швидкість скомплектованого агрегату, км/год, яка дорівнює:

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \left(\frac{q}{100} \right) \right),$$

де V_m – значення теоретичної швидкості руху ґрунтообробного агрегату на обраній робочій передачі, км/год;

q – значення коефіцієнту буксування приводних коліс енергетичного засобу, під час проведення робіт по міжрядному обробітку це буксування дорівнює $q = 12$ % [14];

$$V_p^{MTЗ} = 10,54 \cdot \left(1 - \left(\frac{12}{100} \right) \right) = 9,27 \text{ км/год.};$$

T_p – час роботи агрегату в полі, год;

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни агрегату під час проведення міжрядного обробітку,

$$T_{зм} = 7 \text{ год.};$$

τ – коефіцієнт ефективності використання часу зміни, під час догляду за посівами, а саме – операції міжрядного обробітку посівів картоплі цей коефіцієнт дорівнює $\tau = 0,84$ [15].

$$T_p = 7 \cdot 0,84 = 5,88 \text{ год.};$$

$$W_{зм}^{KPH} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 9,27 \cdot 5,88 = 21,8 \text{ га/зм.}$$

$$W_{зм}^{УСМК} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 9,27 \cdot 5,88 = 29,43 \text{ га/зм.}$$

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Щоб аналітично визначити заплановані витрат пального на міжрядний обробіток можна використати відому формулу:

$$Q_{\kappa} = \frac{Q_{\text{зм}}}{W_{\text{зм}}},$$

де $Q_{\text{зм}}$ – змінні витрати пального за годину операції міжрядного обробітку ґрунту, кг;

$$Q_{\text{зм}} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z,$$

де Q_p – витрати пального протягом години безпосередньої роботи ґрунтообробного агрегату, що враховує конкретний енергетичний засіб із яким працює просапний культиватор, $Q_p^{\text{МТЗ}} = 15,4$ кг/год;

Q_x – витрати пального під час години холостих проходів ґрунтообробного агрегату, $Q_x = 9,7$ кг/год;

Q_z – витрати пального під час години зупинки агрегату за умови ввімкненого двигуна, $Q_z = 1,9$ кг/год.

t_x – тривалість холостих ходів при проведенні міжрядного обробітку, год;

t_z – тривалість простою ґрунтообробного агрегату із працюючим двигуном під час проведення міжрядного обробітку картоплі, год.

$$t_x = t_z = \frac{T_{\text{зм}} - T_p}{2},$$

$$t_x = t_z = \frac{7 - 5,88}{2} = 0,56.$$

Тоді розрахункові витрати пального під час проведення міжрядного обробітку картоплі різними агрегатами дорівнює:

$$Q_{\text{га}}^{\text{МТЗ+КРП}} = \frac{15,4 \cdot 5,88 + 9,7 \cdot 0,56 + 1,9 \cdot 0,56}{21,8} = 4,45 \text{ кг/га.};$$

$$Q_{\text{га}}^{\text{МТЗ+УСМК}} = \frac{15,4 \cdot 5,88 + 9,7 \cdot 0,56 + 1,9 \cdot 0,56}{29,43} = 3,29 \text{ кг/га.}$$

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, отримані розрахунки підтверджують, що агрегат у складі МТЗ-80 + УСМК-5,4В забезпечує більше ніж на кілограм менші витрати пального на проведення міжрядного обробітку картоплі на площі 1 га. Крім витрат пального, запропонований ґрунтообробний агрегат забезпечує збільшення продуктивності міжрядного обробітку на 7,63 порівняно із ґрунтообробним агрегатом, яким проводився міжрядний обробіток за базовою технологією вирощування картоплі. Отже це доводить, що проводити міжрядний обробіток картоплі із її підживленням агрегатом МТЗ-80 + УСМК-5,4В є доцільним як з сторони збільшення продуктивності так і зі сторони зменшення витрат пального на процес.

3.2. Підготовка до міжрядного обробітку картоплі, контроль за якістю робіт

Готуючи ґрунтообробний агрегат для міжрядного обробітку картоплі до роботи проводять перевірку технічного стану просапного культиватора і енергетичного засобу, усувають всі виявлені недоліки які можливо усунути, проводять підготовку та всі необхідні регулювання просапного культиватора встановлюють за потреби необхідну колію трактора. До основних рекомендацій щодо підготовчих робіт енергетичного засобу, який використовується на проведенні операцій догляду за посівами відносять [16]:

- встановити на задню вісь трактора шини, що мають ширину 400 мм;
- забезпечити регулювання ширини колії енергетичного засобу, яка має дорівнювати 1340 мм.;
- провести навішування на передню навіску довантажувачів з метою поліпшення керованості та стійкості скомплектованого ґрунтообробного агрегату;
- забезпечити встановлення тиску в шинах задніх коліс енергетичного засобу на рівні 0,23 МПа, передніх коліс – на рівні 0,16...0,17 МПа.;
- провести регулювання навісного механізму енергетичного засобу, а саме – встановити довжину обох розкосів навіски 515 мм, центральну тяги трактора видовжити до 550...600 мм.;

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- провести з'єднання розкосів навіски енергетичного засобу із поздовжніми тягами, використовуючи при цьому штирі, які вставляються в пази у штирях розкосів;
- провести відпускання двобічної гайки стяжок обмежувачів, це зробити до тих пір, поки відстань між шарнірами поздовжніх тяг встановиться на рівні 780 мм;
- приєднати до тяг навісного механізму трактора рамку автозчіпки, провести її фіксацію в сферичних шарнірах поздовжніх тяг та центральної тяги трактора штирями;
- провести блокування начіпного пристрою енергетичного засобу здійснивши при цьому укороченням стяжок обмежувальних, це потрібно зробити щоб рамка автонавіски просапного культиватора стала паралельно відносно задньої осі трактора.

Під час проведення просапного культиватора до роботи потрібно виконати ряд додаткових робіт, серед яких [17]:

- навісити просапний культиватор на енергетичний засіб, провести фіксування запобіжника, що робить неможливим роз'єднання рамки автонавіски і замка агрегату;
- після комплектування ґрунтообробного агрегат ним їдуть до регульовального майданчика, на якому додатково скорочують довжину та натягування фіксуючих стяжок. Дуже ретельно встановлюють агрегат так, щоб центр просапного культиватора розміщувався суворо по центру енергетичного засобу;
- проводячи регулювання довжини розкосів навіски добиваються горизонтального розміщення рами просапного культиватора відносно задніх коліс трактора;
- проводять додаткове регулювання довжини центральної тяги, з метою заняття горизонтального положення верхнього бруса та вертикального положення замку автозчіпки;

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- перевіряють вірність розміщення секцій робочих органів просапного культиватора на його рамі, надійність і справність кріплення цих секцій на брусі культиватора;
- перевіряють стійкість секцій культиватора в горизонтальній площині та легкість руху у вертикальній площині для того, щоб ці секції робочих органів забезпечували якісне і швидке копіювання рельєфу поля;
- проводять встановлення горизонтально відносно майданчика кожного із гряділей культиватора, що досягають шляхом зміни довжини верхнього ланцюга кожної із підвіски секцій ґрунтообробного знаряддя;
- перевіряють і за потреби регулюють натяг пружин-стабілізаторів, що проводять окремо для кожної секції робочих органів просапного культиватора;
- проводять підймання ґрунтообробного агрегату і розставляють необхідні робочі органи на кожній із секцій, при цьому робочі органи встановлюють у тримачі, не проводячи їх повної фіксації;
- підкладають під опорно-приводні колеса ґрунтообробного агрегату дерев'яні бруски, які мають бути меншими за необхідну глибину руху робочих органів на 1...1,5 см, а під опорні колеса секцій культиватора підкладають бруски, які повністю відповідають глибині міжрядного обробітку ґрунту;
- відпустити гвинти у кронштейнах фіксації робочих органів та опустити ці робочі органи до тої міри, поки вони не зіпруться на поверхню регульовального майданчика, після цього регулювання робочі органи мають надійно зафіксуватися, при цьому варто забезпечити повністю вертикальне положення кожного із тримачів та контакт всієї робочої площини леза робочих органів із поверхнею регульовального майданчика;

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- провести регулювання захисних зон рядків враховуючи задану глибину розпушування та фазу розвитку картоплі, для цього регулювання рекомендовано використання дошки для розмітки захисних зон.

Операції підготовки поля до міжрядної культивуції картоплі передбачають проведення комплексного огляду поля, що дозволяє визначитися із терміном початку робіт, встановити напрямки руху ґрунтообробного агрегату та обрати вірний спосіб руху, розмітити поворотні смуги і загінки та ін. Час, коли слід починати міжрядний обробіток картоплі встановлює агроном господарства залежно від стану та забур'яненості посівів і ґрунту, наявності чи відсутності шкідників, ознак хвороб, висоти і інших морфологічних ознак рослин картоплі. Ширина поворотних смуг на полі та загінки, по яким буде працювати агрегат залежить від характеристик просапного культиватора та трактора, характеристик та особливостей поля, на якому картопля вирощується, досвідченості механізатора та деяких інших факторів.

Щоб розрахувати величину поворотної смуги на полі, за умови проведення петльових поворотів можна використати відому залежність:

$$E = 3 \cdot R_{\min} + L_a,$$

де $R_{\min}$ – мінімальне значення радіусу повороту ґрунтообробного агрегату, що

має прямий зв'язок із шириною захвату просапного культиватора, м;

L_a – встановлена кінематична довжина ґрунтообробного агрегату, м;

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B,$$

$$R_{\min} = 1,7 \cdot 5,4 = 9,18 \text{ м.}$$

Варто розуміти, що кінематична довжина агрегату просапного культиватора із трактором, враховуючи відсутність зчіпки може бути розрахованою за формулою:

$$L_a = L_{mp} + L_m,$$

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

де L_{mp} – фактичне значення кінематичної довжини енергетичного засобу, для трактора МТЗ-80, кінематична довжина дорівнює [11] $L_{mp} = 0,94$ м;

L_m – значення кінематичної довжини просапного культиватора, для машини УСМК-5,4В кінематична довжина становить [11] $L_m = 1$ м.

$$L_a = 0,94 + 1 = 1,94 \text{ м.}$$

Враховуючи раніше проведені обґрунтування і розрахунки ширина поворотної смуги при роботі просапного культиватора УСМК-5,4В дорівнює

$$E = 3 \cdot 9,18 + 1,94 = 29,48 \text{ м.}$$

Так як дійсна ширина поворотної смуги агрегату повинна узгоджуватися із шириною захвату культиватора та має бути кратною цій ширині захвату. Отже, можна записати

$$E = k \cdot B_p.$$

Використавши останню формулу можна отримати

$$k = \frac{E}{B_p}.$$

Проведемо розрахунок кратності проходження ґрунтообробного агрегату з метою встановлення потрібної ширини поворотної смуги на полі

$$k = \frac{29,48}{5,4} = 5,45, \text{ маємо прийняти приймаємо } 6 \text{ проходів агрегату.}$$

Проведемо уточнення ширину поворотної смуги враховуючи кратність проходу ґрунтообробного агрегату під час проведення догляду за посівами картоплі

$$E = 6 \cdot 5,4 = 32,4 \text{ м.}$$

Розрахуємо значення довжини виїзду просапного культиватора під час проведення міжрядного обробітку картоплі враховуючи те, що запропонований культиватор – начіпна машина. Якщо до цього ж врахувати ще й попередньо розраховану кінематичну довжину ґрунтообробного агрегату маємо

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l = 0,2 \cdot L_a$$

$$l = 0,2 \cdot 1,94 = 0,39 \text{ м.}$$

Проведемо розрахунок довжини гонів на полі де вирощується картопля для проведення операції міжрядного обробітку із врахуванням довжини поля і параметрів поворотних смуг

$$L_p = L - 2 \cdot E,$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 32,4 = 935,2 \text{ м.}$$

Розрахуємо і оптимальну ширину загінок, що теж має бути узгодженим із шириною захвату ґрунтообробного агрегату, що описується залежністю

$$C = \frac{10^4 \cdot (2...3) \cdot W_{зм}}{L},$$

де $W_{зм}$ – розрахована раніше змінна продуктивність агрегату під час міжрядного обробітку картоплі, $W_{зм} = 29,43 \text{ га/зм}$;

L – фактична довжина загінки поля, на якому проводиться догляд за посівами картоплі, $L = 1000 \text{ м}$;

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 29,43}{1000} = \frac{588600}{1000} = 588,6 \text{ м.}$$

На рис. 3 представлено схему руху ґрунтообробного агрегату в полі під час проведення ним міжрядного обробітку картоплі.

З точки зору якості проведення міжрядної культивації картоплі, то всі показники якості повинні відповідати чинним агротехнічним вимогам. Ряд якісних показників здійснення операції мають контролюватися під час проведення міжрядного обробітку, а окремі із показників можна оцінити лише після завершення технологічного процесу догляду за посівами. Глибину обробки посівів картоплі в міжрядях потрібно перевіряти металевою лінійкою, що проводять по діагоналі поля із необхідною кількістю замірів на рівні 50...100 разів. Якість кришення і розпушування ґрунту оцінюють методом просіювання раніше відібраних зразків за законом відбирання проб крізь класичний решітний класифікатор. При цьому визначають відсотковий

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вміст частин ґрунту розміром понад 20 мм у всій відібраній навісці. Для відбору навісок ґрунту по діагоналі поля проводять забір через 80...100 метрів без порушення структури обробленого ґрунту. Якість і повноту підрізання бур'янів в міжряддях оцінюють візуальним методом, за умови недопущення пошкодження коріння, стебел і листків картоплі.

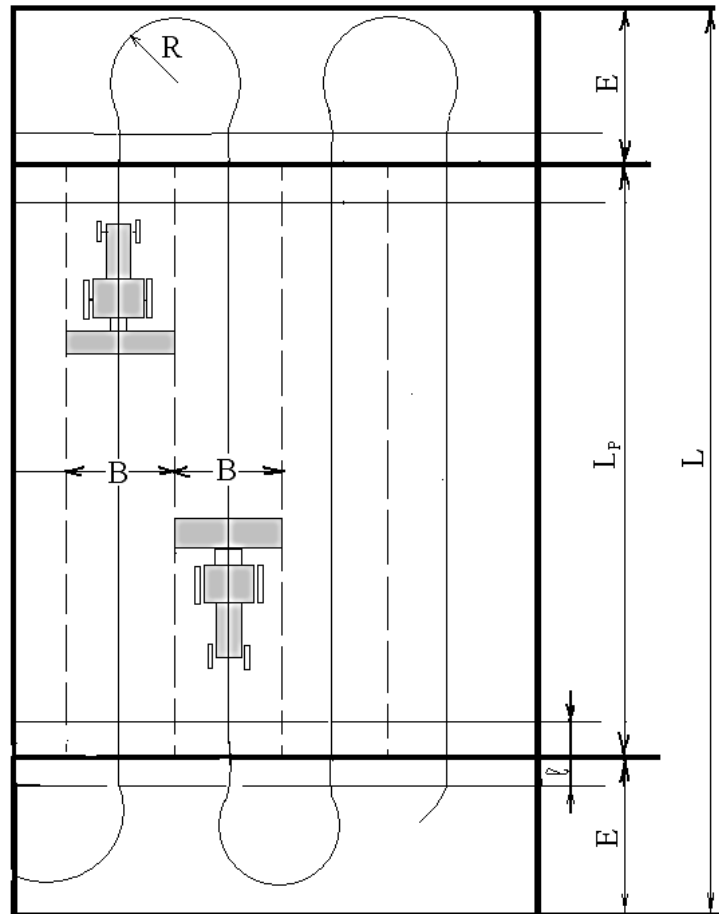


Рис. 3. Схема організації руху ґрунтообробного агрегату під час міжрядного обробітку картоплі:

L – довжина поля; L_p – довжина робочого ходу агрегату під час операцій догляду за посівами; E – ширина поворотної смуги; e – виїзд агрегату;
 B – ширина захвату просапного культиватора

Таким чином, під час виконання цього розділу визначені біологічні особливості картоплі та її цінність і описані сфери використання. Доведено, що під час промислового вирощування картоплі досить складно якісно провести міжрядний обробіток ґрунту. Звичайно для проведення операцій

догляду за посівами картоплі потрібно проводити міжрядний обробіток ґрунту, внесення засобів агрохімії, боротьбу із шкідниками проводити в кілька етапів збільшуючи при цьому кількість проходу агрегатів по полю. Це не тільки забезпечує зростання витрат пального, а й призводить до додаткового ущільнення ґрунту, що відбувається через дію на ґрунт рушіїв сільськогосподарських агрегатів і окремих робочих органів.

На етапі інтенсифікації операцій догляду за посівами картоплі запропоновано проводити міжрядний обробіток картоплі культиватором-рослинопідживлювачем УСМК-5,4В на заміну базового культиватора, який використовувався у господарстві КРН-4,2Г. Запропоновані зміни в існуючу технологію вирощування картоплі у базовому господарстві дає змогу підвищити продуктивність міжрядного обробітку на 7,63 га за зміну. Ця ж зміна агрегату дозволяє досягти зменшення витрат пального на процес на 1,2 кг на кожен оброблений гектар. Виконані всі необхідні обґрунтування і розрахунки, що доводять доцільність використання вдосконаленої технології вирощування картоплі.

4. Інженерна частина

4.1. Будова та робота культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4В

Конструкція культиватора-рослинопідживлювач УСМК-5,4В (рис. 4, рис 5) [17...21] є типовою для просапних культиваторів, а сам цей культиватор призначений для проведення міжрядного обробітку разом із підживленням посівів просапних культур. Найчастіше цим ґрунтообробним агрегатом обробляють цукровий буряк, сою, протягом останнього часу його стали активніше використовувати для обробітку майже всіх інших просапних культур, зокрема соняшнику, кукурудзи, картоплі та ін. Проводячи міжрядний обробіток цим культиватором є змога, якщо в тому є необхідність, реалізувати одночасне внесення гранул мінеральних добрив, інших засобів агрохімії, наприклад засоби захисту рослин, стимулятори росту, комплексні добрива,

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

гербициди тощо. Загалом під час роботи культиватора-рослинопідживлювача в міжрядді забезпечується розпушування ґрунту в зоні руху робочих органів із поліпшенням повітряного та водного режиму ґрунтового середовища, руйнування утвореної поверхневої кірки, зрізання бур'янів та коріння інших рослин; за потреби – підгортання рослин в рядку (окучування) та боротьба із іншими рослинами і бур'янами у рядку способом їх присипання ґрунтом; здійснення підживлення картоплі мінеральними добривами, забезпечення внесення біостимуляторів росту та ін.

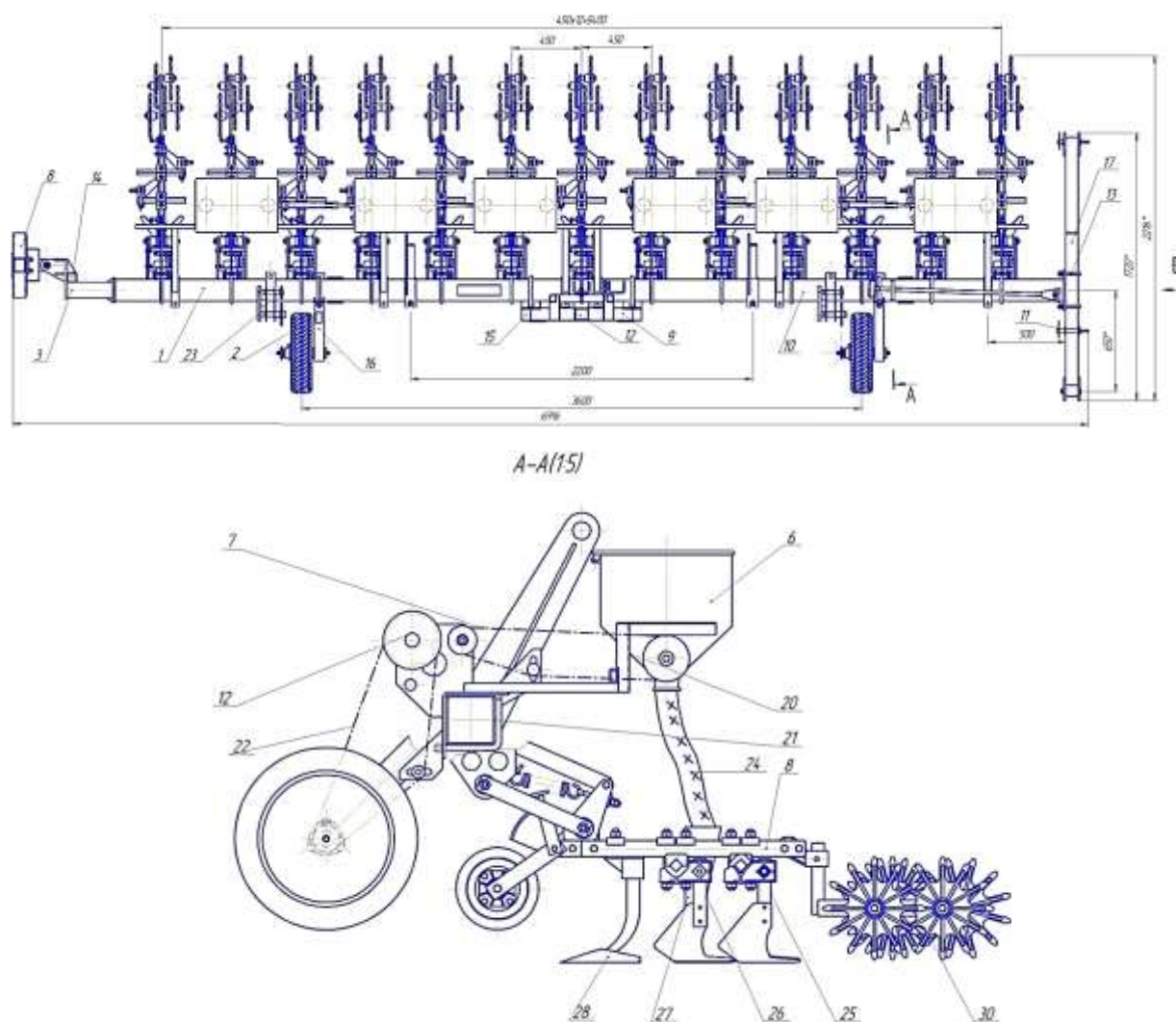


Рис. 4. Конструктивна схема культиватора-рослинопідживлювача
УСМК-5,4В

Запропонований до проведення в господарстві культиватор-рослинопідживлювач для міжрядного обробітку посівів картоплі може працювати в будь-яких ґрунтово-кліматичних зонах України [14], бажано щоб

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

під час його використання в полі температура не була нижчою за $+5^{\circ}\text{C}$, вологість ґрунту має знаходитися в діапазоні 12...25% а твердість ґрунту не повинна бути більшою за 2,0 МПа.



Рис. 5. Культиватор-рослинопідживлювач УСМК-5,4В загальний вигляд

За будовою ґрунтообробний агрегат УСМК-5,4В (рис. 4, 5) [17] складається із рами 1, на якій встановлюються опорно-привідні колеса 2, механізму автозчіпки 12, набору секцій робочих органів 8, спеціального бруса (поперечного), що потрібен транспортування агрегату 12, туковисівних бункерів 6 та апаратів для висіву туків 20, приводного механізму туковисівних апаратів 7, залежно від роботи, що виконується різноманітних наборів робочих органів для здійснення міжрядного обробітку ґрунту та кронштейнів і інших пристосувань для фіксації цих робочих органів на гряділі культиватора 25, 26, 27, 28, 30.

Рама культиватора-рослинопідживлювача 1 (рис. 4) має зварну конструкцію а в її основі є квадратна порожнинна труба розмірами $140 \times 140 \times 6$. До рами культиватора жорстко кріпиться механізм автозчіпки 12. До цього ж головного бруса рами кріпляться секції робочих органів 8 за допомогою кронштейнів 21. Крім цього, на головний брус культиватора-

рослинопідживлювача 1 спираються кронштейни-фіксатори тукових бункерів 6, в нижній частині яких встановлюються туковисівні апарати 20.

Опорно-приводні колеса культиватора 2 монтуються на шарнірному кронштейні коліс 16 і встановлюються на шарикових підшипниках (радіально упорних). Обидва опорно-приводних колеса 2 закріплюються віссю на кронштейні 16. Коли ж культиватор перебуває у транспортному положенні, опорно-приводні колеса знімаються із кронштейнів 16 та встановлюються на транспортний поперечний брус культиватора 12. Таким чином опорні-приводні колеса виконують ще й функцію транспортних коліс культиватора, а тому є потреба виготовляти ці колеса швидкоз'ємними.

Кожна секція робочих органів просапного культиватора 8 фіксується скобою 21 на центральному брусі рами 1. Варто зазначити, що якщо відпустити гайки скоби, то секцію робочих органів можна вільно вручну зміщувати вздовж рами культиватора. Це регулювання дозволяє змінювати міжрядну відстань, за якою буде відбуватися обробіток ґрунту секцією робочих органів культиватора, окрім цього кожен із секцій можна доставити або повністю зняти із культиватора-рослинопідживлювача.

Секція робочих органів культиватора-рослинопідживлювача 8 має паралелограмну навіски, саме вона дозволяє достатньо точно копіювати рельєф поля під час обробітку, а пружини цієї навіски регулюють ступінь копіювання секцією поверхні поля. Глибину руху секції регулюють сектором, яким і змінюється положення колеса секції по відношенню до гряділя. Безпосередньо на гряділі секції культиватора через кронштейни різних конструкцій 26 фіксуються робочі органи для міжрядного обробітку. Зміна положення робочих органів здійснюється вручну після відпускання болтів і з подальшою фіксацією у тримачах цих робочих органів після виставлення потрібної захисної зони рядка, заданого перекриття, відстані між робочими органами по довжині секції тощо. Зведена технічна характеристика ґрунтообробного агрегату УСМК-5,4В [17] наведена в таблиці 1.

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1

Основна технічна характеристика культиватора-рослинопідживлювача
УСМК-5,4В

Назва параметру		Одиниця вимірювання	Значення
1		2	3
1.	Культиватор-рослинопідживлювач УСМК-5,4В		
2.	Агрегаткування культиватора трактором тягового класу 3		1,4; 2
3.	Спосіб агрегаткування культиватора		напівнавісний
4.	Продуктивність за 1 год: - основного часу - змінного часу, не менше - експлуатаційного часу, не менше	га га га	2,16...4,86 1,8 1,5
5.	Швидкість руху агрегату: - робоча - транспортна, не більше	км/год км/год	4...9 15,0
6.	Робоча ширина захвату	м	5,4
7.	Обслуговуючий персонал	чол.	1 (механізатор)
8.	Можливість культиватора працювати на схилах, не більше	град.	7
9.	Габаритні розміри в робочому стані: довжина×ширина×висота, не більше	мм	2200×7200×1900
10.	Конструктивна маса культиватора, не більше	кг	1240
11.	Допустима температура експлуатації культиватора, не менше	°C	+5
	Ступінь кришення ґрунту при його міжрядному обробітку: - грудки розміром до 25 мм, не менше - грудки більше 25 мм, не більше	% %	70 30
12.	Ступінь підрізання пророслих або не надто укорінених бур'янів, не менше	%	97
13.	Ступінь пошкодження культурних рослин робочими органами, не більше	%	3
14.	Кут поперечної стійкості агрегату, який приєднаний до трактора, не менше	град	30
15.	Об'єм одного тукового бункера, не більше	м³	0,05

Механізм транспортування культиватора 12 дозволяє досягти зменшення загальних габаритів ґрунтообробного агрегату в транспортному положенні до 2,2 м.

Для внесення засобів агрохімії у вигляді туків, порошку чи кристалів на культиватор-рослинопідживлювач встановлюють туковисівні апарати. Весь механізм для висіву туків культиватора включає бункер для туків 6, кришку, замок, вал, піддон, пружинний туковисівний механізм з правою та лівою навивкою, пари відкидних козирків та тукопроводів. Такий пружинний (шнековий) туковисівний апарат є апаратом стандартної конструкції типу АТП-2. Для приведення в дію туковисівного апарату служить механізм його приводу, до якого входить приводна зірочка, що зафіксована на опорно-приводному колесі 2, зірочки, що встановлені на валу редуктора 12, в своїй сукупності перелічені зірочки за допомогою ланцюгу передають обертання на приводний вал редуктора 7, а друга ланцюгова передача із валу редуктора передає обертання на вал туковисівних паратів.

На секціях просапного культиватора 8 (рис. 4) за допомогою кронштейнів та інших фіксаторів можуть встановлюватися різні набори робочих органів. Серед найпоширеніших робочих органів, що використовуються для проведення міжрядної культивації, в тому числі і картоплі – односторонні лапи, класичні стрільчасті лапи, підгортачі різних конструкцій, лапи-долота, підживлюючі ножі, борінки, диски тощо. Поєднання робочих органів, їх тип і розстановка залежить від виду робіт, що потрібно провести в полі, культури, що обробляється та фази її розвитку, ґрунтово-кліматичних умов, забур'яненості посівів та інших факторів.

4.2 Окреслення напрямку вдосконалення культиватора УСМК-5,4В

Для поліпшення проведення міжрядного обробітку картоплі під час догляду за її посівами пропонуємо внести деякі зміни до серійної конструкції культиватора-рослинопідживлювача, серед яких:

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- провести зміну деяких параметрів та частково поліпшити конструкцію класичної стрільчастої лапи. Це дозволить покращити підрізання бур'янів в зоні руху лапи, частково зменшити тяговий опір лапи та за рахунок розміщення в підлаповому просторі призматичного ділильника забезпечити локальне внутрішньогрунтове внесення засобів агрохімії із заданими параметрами розподілу цих хімікатів в міжрядді рослин.

4.3. Обґрунтування окремих параметрів стрільчастої лапи

Робочий орган, який використовується фактично на кожному просапному культиваторі під час міжрядного обробітку, використовується і під час міжрядного обробітку картоплі культиватором УСМК-5,4В – це стрільчата лапа. Щоб вірно вибрати і обґрунтувати параметри стрільчастої лапи виходять із основного загальноприйнятого припущення щодо того, що робоча частина стрільчастої лапи працює в ґрунті як зрізаний тригранний клин. Умовою роботи стрільчастих лап є максимально повне підрізання бур'янів за умови, що ці підрізані частини рослин не забиватимуть робочі грані стрільчастих лап. Щоб забезпечити максимально низькі енерговитрати на процес підрізання бур'янів, найдоцільніше забезпечити ковзання рослин бур'янів вздовж леза лапи. Виходячи з цього під час визначення кута розхилу лапи 2γ (рис. 5) керуються умовою ковзання коріння бур'янів по лезу стрільчастої лапи.

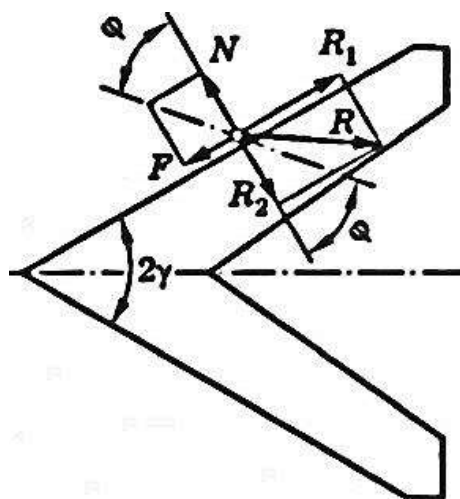


Рис. 6. Силова взаємодія перерізання бур'янів стрільчастою лапою

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Умова ковзання бур'янів по лезу лапи забезпечує порівняно легке перерізання бур'янів, у випадку неможливості їх перерізання – відбувається рух цих частин вздовж леза до сходження з лапи. Саме такий процес перерізання робить неможливим скупчення неперерізаних часток як біля носка лапи так і на будь-якій ділянці її крила, а отже забивання леза стає фактично неможливим, що й забезпечує працездатність лапи.

Для того, щоб визначити необхідне значення кута розхилу стрільчастої лапи 2γ потрібно провести вивчення ковзання бур'яну вздовж леза цієї лапи [15...18]. За загальноприйнятою методикою силу опору бур'яну R (рис. 6) розкладаємо на дві складові R_1 та R_2 . Сила R_1 направлена в сторону руху коріння бур'яну за напрямком леза лапи, однак цьому руху будуть протидіяти сила тертя F і опору R_2 , що має напрямок протилежний до реакції N . Керуючись трикутником сил на рис 6 запишемо умову ковзання бур'яну по лезу лапи, яка набуде вигляду:

$$R_1 > F.$$

Виразимо сили через відомі та певні кути, що дозволяє отримати наступні залежності:

$$R_1 = R \cos \gamma;$$

$$F = R_2 \operatorname{tg} \varphi.$$

У наведених вище формулах значення коефіцієнту тертя бур'яну вздовж леза лапи традиційно описано функцією $\operatorname{tg} \varphi$, що відповідає куту тертя коренів бур'яну по лезу лапи. Далі можемо використати стандартне перетворення і виразити R_2 через R . Це дозволить отримати таке рівняння:

$$F = R \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

Після підстановки в наведену вище умову ковзання бур'яну по лезу стрільчастої лапи отримаємо цю умову в загальному вигляді:

$$R \cos \gamma > R \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

Після скорочення умови ковзання бур'яну на R та використовуючи тригонометричні функції можемо отримати цю залежність виражену в кутах:

$$\operatorname{ctg} \gamma > \operatorname{tg} \varphi,$$

В іншому вигляді, якщо виключити функцію котангенса маємо:

$$\operatorname{tg}(90^\circ - \gamma) > \operatorname{tg} \varphi.$$

Далі варто скористатися відомим твердженням, що якщо значення функцій у виразі є однаковим, правомірним є розгляд значення аргументів, а функцію із подальшого розв'язку можна виключити. Це твердження дозволяє отримати таку умову ковзання:

$$90^\circ - \gamma > \varphi$$

Виходячи із наведеної залежності, пів кута розхилу стрільчастої лапи має бути

$$\gamma < 90^\circ - \varphi,$$

де φ – значення кута тертя коріння бур'яну по матеріалу леза лапи, $\varphi = 45^\circ$.

Таким чином, для забезпечення роботоздатності стрільчастої лапи під час її роботи в товщі ґрунту має виконуватися наступна нерівність:

$$\gamma < 45^\circ.$$

Так як стрільчасті лапи є одним із найбільш універсальних робочих органів, що мають працювати і в інших, більш складних умовах, за існуючими рекомендаціями [16...18] приймаємо конструктивно $\gamma = 30^\circ$.

Ще одним, не менше важливим параметром лапи, що впливає на її роботу в полі є кут кришення β . Це кут кришення стрільчастої лапи β з точки зору його розміщення визначає нахил крила лапи до лінії горизонту. Під час пошуку раціональних значень кута кришення виходять із тієї умови, що при роботі лапи на певній глибині нижні вологі горизонти мають мінімально виноситися на поверхню поля. Встановлено [19], що це забезпечується, якщо стандартний кут кришення стрільчастої лапи приблизно дорівнює діапазону значень $\beta = 20^\circ \dots 30^\circ$. Тому, враховуючи особливість міжрядного обробітку, зокрема картоплі, культиватором УСМК-5,4В приймаємо стрільчасту лапу,

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

яка характеризується кутом кришення, що дорівнює $\beta = 30^\circ$. Знову, керуючись існуючими рекомендаціями [18], за умови якщо кут кришення лапи перевищує встановлене значення $\beta \geq 25^\circ$, потрібно проводити верхнє загострення леза лапи, що і має місце у нашому випадку.

Для пошуку потрібного значення кута різання β_0 (рис. 7), який утворюється кромкою ріжучого леза та горизонтальною площиною крила лапи, та фактично є пов'язаним із кутом загострення леза та кутом кришення, скористаємося формулою:

$$\beta_0 = i + \beta,$$

де i – значення кута загострення леза універсальної стрільчастої лапи, $i \approx 10^\circ$;

ε – значення потиличного кута крила лапи, який фактично розміщується між лінією горизонту та нижньою площиною крила лапи, $\varepsilon = 30^\circ$.

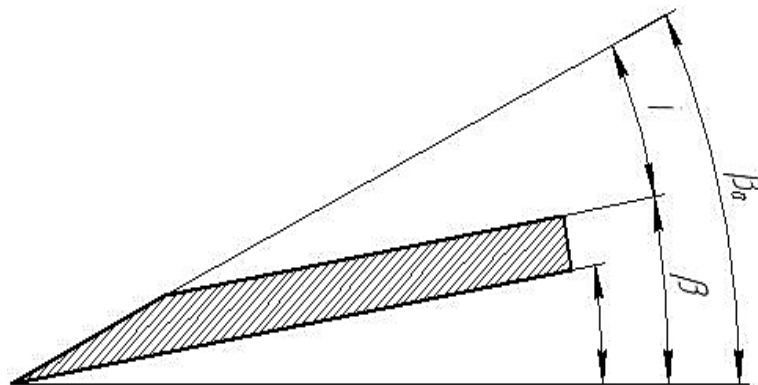


Рис. 7. Характерні кути, що визначають загострення леза стрільчастої лапи

Керуючись представленими вище значеннями кутів отримаємо загальний кут загострення лапи, який дорівнює:

$$\beta_0 = 10^\circ + 30^\circ = 40^\circ.$$

Досить впливовим на якість роботи стрільчастої лапи є кут підймання її робочої поверхні. Це кут прямо пов'язаний із кутами кришення β і розхилу γ . Цей взаємозв'язок описується відомою функцією:

$$\alpha = \arctg(tg \beta \cdot \sin \gamma).$$

Проведемо розв'язок останнього наведеного рівняння, враховуючи раніше знайдені величини кутів, що дозволяє отримати:

$$\alpha = \arctg(tg 30^\circ \cdot \sin 30^\circ) = 15^\circ.$$

Дійсна ширина захвату стрільчастої лапи B , повинна шукатися на основі умови стійкості ходу цього робочого органу з точки зору забезпечення заданої глибини обробітку, реалізації самоочищення елементів робочого органу і виходячи із реальних умов роботи ґрунтообробного агрегату. З точки зору реалізації ефекту самоочищення культиваторної лапи ширина її захвату не має перевищувати 400 мм. Тому, керуючись існуючими рекомендаціями [16...19] та стандартним рядом існуючих розмірів таких робочих органів, приймаємо ширину захвату стрільчастої лапи, що дорівнює $B = 270$ мм.

Товщина матеріалу стрільчастої лапи S є похідною від дійсної ширини захвату лапи B , ширини крила b_1 , глибини обробки ґрунту лапою h , типу ґрунту, що обробляється, стану поверхні поля та властивостей матеріалу, із якого ця лапа буде виготовлятися. Щоб знайти приблизне значення товщини матеріалу на етапі розрахунків можна скористатися співвідношенням, що враховує тільки ширину захвату цієї лапи:

$$S \leq 0,02 \cdot B.$$

Підставимо раніше знайдені величини і отримаємо наступну нерівність, що товщина лапи має дорівнювати

$$S \leq 0,02 \cdot 270 = 5,6 \text{ мм.}$$

Таким чином, проведені розрахунки дозволяють прийняти, що товщина матеріалу лапи дорівнює $S = 6$ мм.

Ширину крила b_1 стрільчастої лапи потрібно вибрати стандартною, так для універсальної лапи, кут кришення якої $\beta = 30^\circ$ за [19] ширина крила має дорівнювати $b_1 = 58$ мм.

Сумарна довжина прямої ділянки такого робочого органу, за [19] має зв'язок із кутами кришення і піднімання лапи та шириною її крила. Це описується таким рівнянням:

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l = \frac{b_1 \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}.$$

Після підстановки значень маємо:

$$l = \frac{58 \cdot \sin 30^\circ}{\sin 15^\circ} = 113 \text{ мм.}$$

На основі проведених розрахунків, приймемо довжину прямої ділянки універсальної стрільчастої лапи, яка дорівнює $l = 115$ мм.

Для знаходження вильоту носка лапи L відносно її стояка можемо скористатися наступним рівнянням:

$$L = l \cdot \cos \alpha + \delta,$$

де δ – значення товщини пластин, $\delta = 7$ мм.

Після підстановки отримаємо

$$L = 115 \cdot \cos 15^\circ + 7 = 118 \text{ мм.}$$

Для вибору висоти стояка стрільчастої лапи потрібно забезпечити умову, за якої рослинні рештки при роботі в полі не будуть забивати цей робочий орган. Це можна описати рівнянням:

$$H = H_1 + h_0,$$

де H_1 – висота розміщення рами культиватора над поверхнею поля,

$$H_1 = 140 \text{ мм.};$$

h_0 – максимально допустима глибина обробітку прийнятою лапою,

$$h_0 = 120 \text{ мм.}$$

Тоді висота стояка стрільчастої лапи дорівнює:

$$H = 140 + 120 = 260 \text{ мм.}$$

Отже, під час виконання розділу проаналізована конструкція і особливості роботи культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4В та проведено адаптацію його конструктивних і технологічних параметрів до міжрядного обробітку картоплі в господарських умовах. Обґрунтовано параметри вдосконаленої стрільчастої лапи та розроблені рекомендації щодо використання вдосконаленого робочого органу.

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Охорона праці

Під час роботи агрегату у складі трактора МТЗ-80 і культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4В робочий процес можуть супроводжувати ряд шкідливих і небезпечних виробничих фактори, серед яких можна виділити наступні:

- не захищені або ж відкриті конструктивні елементи, які обертаються;
- немає в наявності чи не виконують свою функцію кожухи, захисні огороження тощо;
- відсутні інструменти і спеціальне обладнання, що необхідне для очищення робочих органів;
- підвищений рівень запиленості або/та загазованості робочої зони з місця оператора (механізатора);
- можливість виникнення вібрацій та вищих за нормативні коливання ґрунтообробного агрегату;
- наявність гострих країв скомплектованого машинно-тракторного агрегату;
- висока ймовірність виникнення аварійних ситуацій при русі агрегату на підйом чи спуск, знижена стійкість агрегату;
- занадто великі габарити агрегату в робочому положенні, що унеможлиблює його транспортування по дорогах загального призначення і вимагає додаткової організації чи механізмів для транспортування;
- підвищена пожежна небезпека під час роботи агрегату в полі;
- підвищена електробезпека, що виявляється в потребі проводити роботи безпосередньо під лініями електропередач, в тому числі і високовольтними;
- підвищена небезпека при роботі з засобами агрохімії та іншими агресивними речовинами (паливно-мастильні матеріали, мінеральні добрива, гербіциди, інсектициди тощо).

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Висновок

При виконанні кваліфікаційної роботи проаналізовано існуючий технологічний процес вирощування картоплі в господарських умовах. Проведені технологічні розрахунки і обґрунтування всіх потрібних технічних засобів, машин і знарядь, що мають бути в господарстві для реалізації ефективного вирощування картоплі. Проведені відповідні обґрунтування, які доводять, що є змога практично скоротити витрати на вирощуванні картоплі під час вірної організації операції міжрядного обробітку разом із локальним внесенням засобів агрохімії в підґрунтовий простір. Запропоновано в існуючій в господарстві технології вирощування картоплі замінити операцію догляду за посівами базовим агрегатом замінити на операцію міжрядного обробітку з внесенням засобів агрохімії культиватором-рослинопідживлювачем УСМК-5,4В із вдосконаленою стрільчастою лапою.

В інженерній частині роботи описано будову і принцип роботи запропонованого до використання культиватора УСМК-5,4В. Проведено адаптацію конструктивних і технологічних параметрів вдосконаленого ґрунтообробного агрегату до міжрядного обробітку картоплі в господарських умовах. Обґрунтовано параметри вдосконаленої стрільчастої лапи та розроблені рекомендації щодо використання цього робочого органу.

Проаналізовано шкідливі і небезпечні фактори, що можуть супроводжувати процес вирощування картоплі та виникають при роботі культиватора-рослинопідживлювача. Окреслені напрямки усунення виявлених небезпек.

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Список використаної літератури

1. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Укл.: В.М. Сало, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 58 с.
2. Лихочвар В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 730 с.
3. Зубець М.В. та ін. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / М.В. Зубець, В.П. Ситник, М.Д. Безуглий та ін. за ред. М.В. Зубець. – К.: Аграрна наука, 2010. – 986 с.
4. Гудзь В.П. та ін. Землеробство з основами ґрунтознавства та агрохімії: Підручник / В.П. Гудзь, А.П. Лісовал, В.О. Андрієнко та ін. За ред. В.П. Гудзя. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 408 с.
5. Зінченко О.І. та ін. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Божко; За ред. О.І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
6. Практикум із землеробства: Навчальний посібник / М.С. Кравченко, О.М. Царенко, Ю.Г. Міщенко та ін.; За ред.. М.С. Кравченка і З.М. Томашівського. – К.: Мета, 2003. – 320 с.
7. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
8. Петров П.В. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: Навч. посіб. / Петров П.В., Посполітак Т. Є., Юркевич Є.О. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 268 с.
9. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

10. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
11. Машина для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
12. Фортуна В.Й., Миронюк С.К. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. – К.: Вища школа, 1991. – 316 с.
13. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
14. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
15. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ. навч. зал. із спец. «Машина та обладн. с.-г. вир-ва»/ За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машина для рільництва/ П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.
16. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1). Машина та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 444 с.
17. Дейкун В.А. Обґрунтування параметрів робочого органа для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив [Текст] : Дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Дейкун Віктор Анатолійович ; Кіровоградський національний технічний університет – Кіровоград, 2013. – 138 с.

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

18. 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
19. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
20. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. / [Бендера І. М. та ін.] ; за ред. І. М. Бендери, А. В. Рудя, Я. В. Козія. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2011. – 640 с.
21. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / [Войтюк Д. Г. та ін.]; за ред. С. С. Яцуна. – [2-ге вид., перероб. і допов.]. – Суми: Сумський нац. аграр. ун-т, 2011. – 444 с.
22. 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.

					МВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини кваліфікаційної
роботи бакалавра на тему:

Механізація вирощування картоплі з модернізацією культиватора

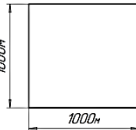
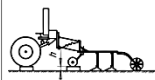
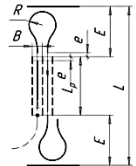
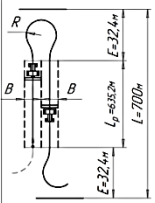
Виконав: ст. гр. АІ-20-ЗСК Ботнар Євгеній Сергійович

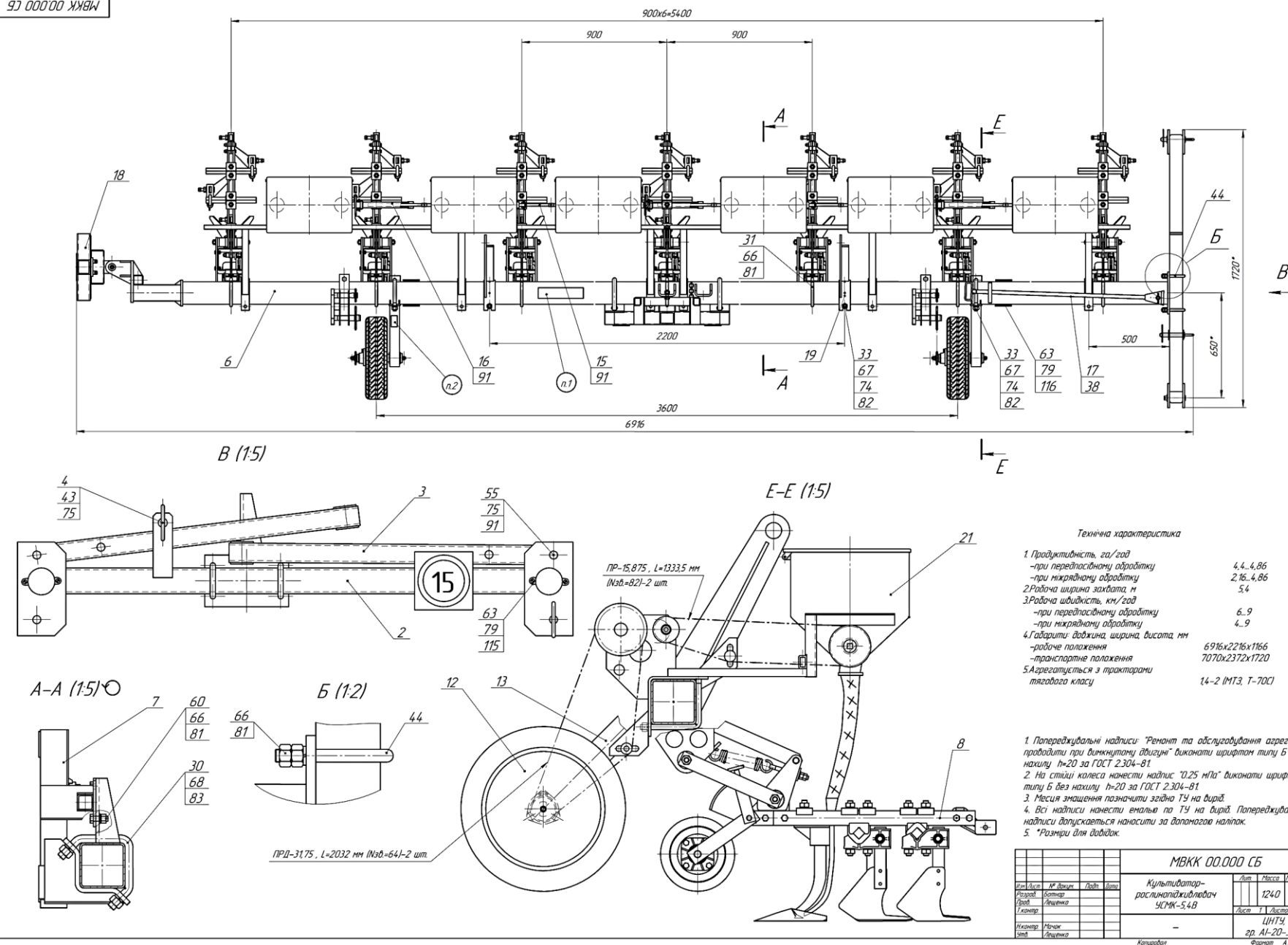
Керівник роботи: доц. Сергій ЛЕЩЕНКО

Кропивницький, 2023 р.

Операційно-технологічна карта на культивуацію

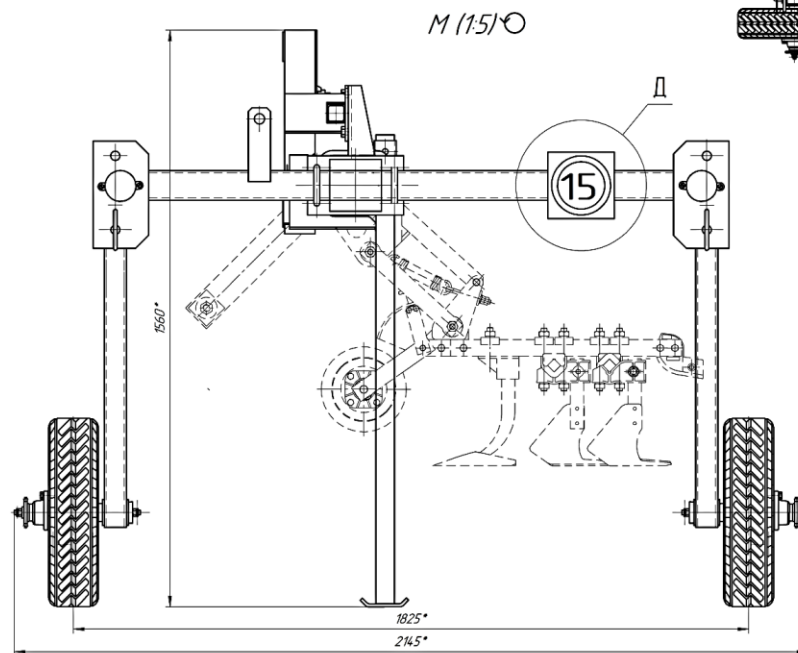
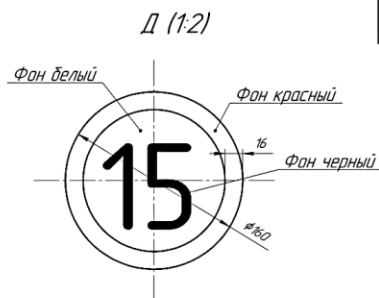
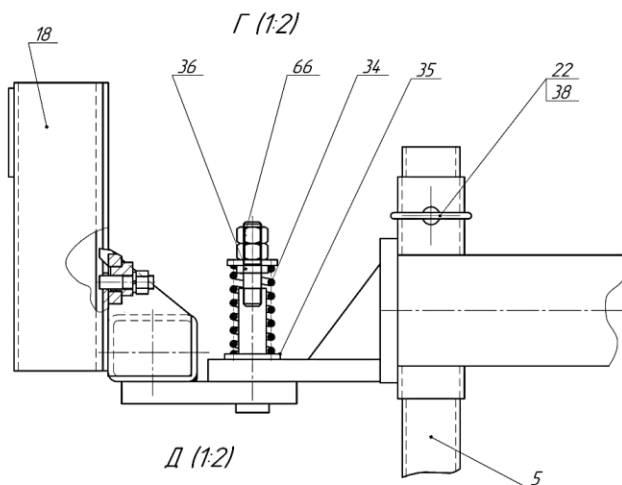
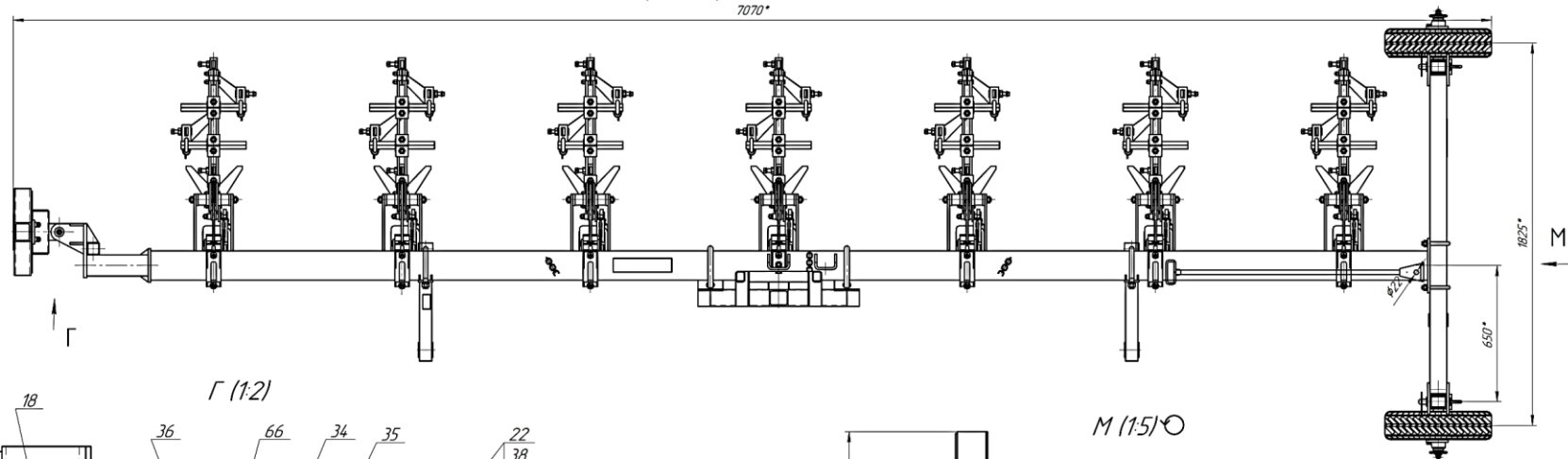
МВКК 00.001 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 100 га; довжина гонів – 1000 м; максимальна величина схилів – 3°%; глибина обробітку – 11-12 см.	Схема поля
Агротехнічні вимоги	1. Проведення обробітку в кращі агротехнічні строки. 2. Глибина розпушування шару ґрунту після проходу агрегату повинна становити 50±5 мм. 3. В обробленім шарі ґрунту вміст грудок розміром більше 20 мм не повинен перевищувати 10% від маси проби. 4. Ширина перекриття попереднього проходу культиватора не повинна перевищувати 15-20 см (особливо при внесенні гербіцидів одночасно з обробітком ґрунту)	
Склад агрегату	Трактор МТЗ-80 + культиватор УСМК-5,4. Робоча ширина захвату $B_p = 5,4$ м; мінімальний радіус повороту $R_{min} = 9,18$ м; кінематична довжина агрегату $L_a = 1,94$ м.	Схема агрегата
Підготовка МТА до роботи	1.Провести щозмінний технічний огляд трактора і культиватора 2.Перевірити кріплення вузлів і загострення робочих органів. 3. Перевірити надійність та правильність розстановки польових лоп. 4. Відрегулювати культиватор на задану глибину обробітку міжрядь.	 Схема налагодження культиватора на задану глибини обробітку
Спосіб руху Підготовка поля	Спосіб руху – загінний, човниковий з петльовими поворотами Перед початком обробітку поле оглянути, усунути виявлені перешкоди. Відмітити ширину поворотних смуг $E = 32,4$ м; ширину заїзнок, довжину робочого ходу $L_p = 935,2$ м.	 Схема підготовки поля до роботи
Робота МТА на ділянці Показники організації процесу	1. Роботи виконувати на V-ї передачі з врахуванням продуксування робоча швидкість повинна становити $V_p = 9,27$ км/год. 2. Тривалість одного циклу – 0,18 год. 3. Технічна продуктивність за цикл – 0,75 га/цикл. 4.Кількість циклів за зміну – 39,4 ц/зм. 5. Змінна продуктивність агрегату –24,86 га/зм. 6. Витрати палива на 1 га – 3,29 кг/га. 7. Витрати палива за зміну – 96,82 кг/зм.	 Е – поворотна смуга, Lp – робоча довжина гонів R – мінімальний радіус повороту Схема руху одного циклу
Контроль за якістю	1. Відхилення глибини від заданої не повинно перевищувати ±4 см. 2. Знищення бур'янів в міжряддях більше 90%. 3. Пошкодження та зрізання рослин картоплі – до 2%. 4. Гребенистість поверхні ґрунту в міжряддях – до 3 см.	

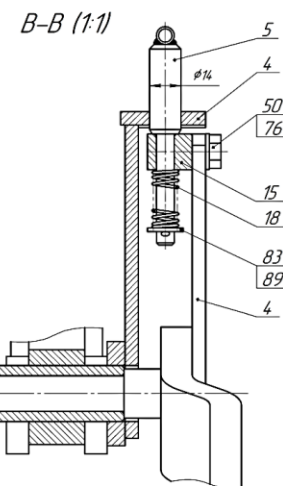
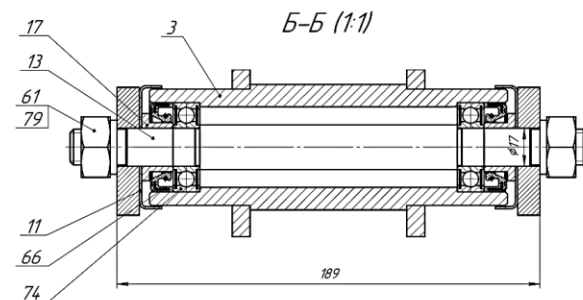
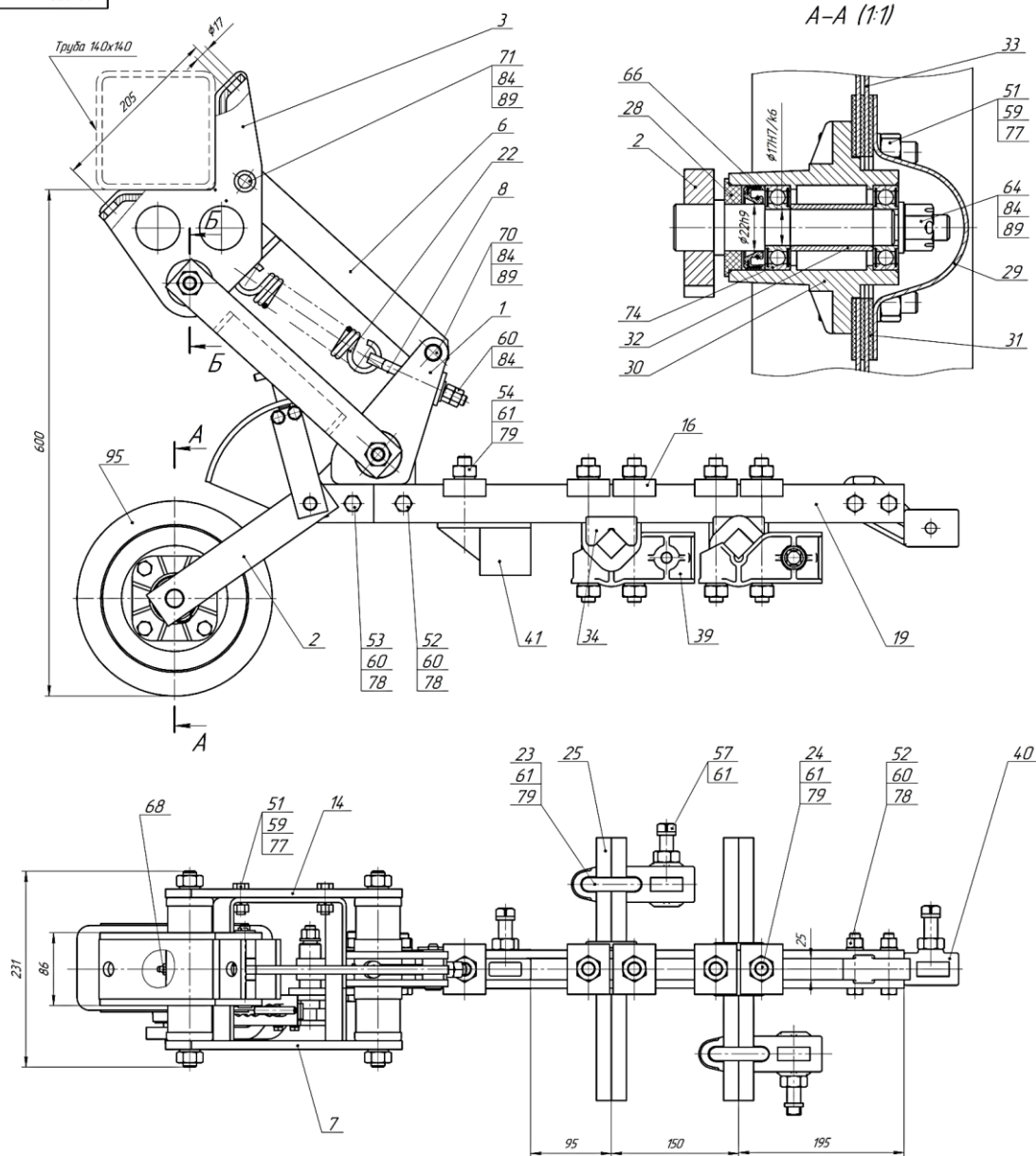


МВКК 00.000 СБ

Транспортные положения 7070°



МВКК 00.000 СБ					
Изм.	Всего	№ документа	Подп.	Дата	
Разработ	Батман				
Проект	Иванов				
Генератор					
Исполнитель	Минин				
Смет	Григорьев				
Культиватор-распашочный плуг				Вит	Масштаб
УСМК-5,4В				1240	1:10
ЦНТУ				Лист	2 из 2
Зр. А1-20-3СК				Формат	A1



1. Внутреннюю полость корпусов подшипников заполнить по 200г солидолон марки Ж-Ска 2/6-2 ГОСТ 1033-79.
2. Перед сборкой оси смазать солидолон Ж-Ска 2/6-2 ГОСТ 1033-79.
3. После сборки узла колеса должно легко вращаться без заеданий.
4. Покрытие по ТУ на изделие.
5. Размеры для справок.

МВКК 23.000 СБ					
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дат.	Лист	Всего
Разраб.	Сметин	Лещенко		42	125
Проб.	Лещенко			Лист	Листов 1
Контр.					
Исполн.	Мочков				
Мод.	Лещенко				

Дякую за увагу!