Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”
Зав. кафедрою СГМ
д.т.н., професор
_____Микола СВІРЕНЬ
“___“ _____20 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему.

Механізація вирощування сої з модернізацією щілиноріза-наповнювача

Виконав здобувач вищої освіти__IV___курсу,
групи АІ-18СКЗ
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Тимофієв Сергій Миколайович
«____»_____20 р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____ Сергій ЛЕЩЕНКО
«_____»_____20 р.
Рецензент _____
_____

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти_____

Галузь знань _____

Спеціальність_____

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

_____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Микола СВІРЕНЬ

«___» _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ 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 випускної 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 випускної 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. Аналіз типової технології вирощування сої з визначенням шляхів вдосконалення 6
3. Операційна технологія щілювання ґрунту із заповненням щілин мульчею під час вирощування сої 18
4. Інженерна частина 27
5. Охорона праці 43
6. Висновок 44
Список використаної літератури 46
Додатки 48

1. Вступ

Україна з давніх давен була є і залишиться в майбутньому аграрною державою, із значним потенціалом до нарощування обсягів виробництва сільськогосподарської продукції. Незважаючи на значний потенціал щодо вирощування продукції рослинництва, існує і ряд проблем, вирішення яких має скоротити ризики, які неминуче супроводжують рослинництво, що насамперед пов'язано із вдосконалення технологій, використання більш сучасних машин і підходів до окремих технологічних операцій, впровадження основ ґрунтозахисного землеробства, намагання скоротити витрати енергії трудових ресурсів, технологічних матеріалів тощо.

В умовах сьогодення найбільш гостро постала проблема збереження родючості ґрунту, комплексне вирішення якої пов'язується із зниженням проявів вітрової та водної ерозій, раціональним та науково-обґрунтованим проектуванням та реалізацією технологічних процесів в розрізі технологій, відмовою від ерозійно небезпечних машин і знарядь, покращенням інфільраційних властивостей ґрунту, поліпшенням фізико-механічних властивостей тощо.

Зважаючи на окреслене коло проблем актуальним залишається питання боротьби з водною ерозією ґрунтів, що є особливо актуальним для господарств, які мають велику кількість ярів та низовин, наближеності орних угідь до річок, озер ставків та ін. За таких умов відбувається часткове або ж повне руйнування великих площ ріллі, стрімко знижується родючість, швидко замулюються водні артерії, збільшується кількість ярів та інших нерівностей місцевості, що ускладнюють використання ґрунтів.

Одним із відомих способів усунення вказаної проблеми є використання щілинорізів, що у поєднанні із заповненням щілин рослинними рештками дозволить знизити прояви водної ерозії, що і запропоновано в даному проекті.

2. Аналіз типової технології вирощування сої з визначенням шляхів вдосконалення

2.1. Загальна характеристика та біологічні особливості

Соя є стратегічно цінною та важливою культурою для сільськогосподарського виробництва України. Сфери її використання є дуже широкими – це і виробництво продуктів харчування, і оліє-екстрактна промисловість, і виробництво біодизеля, і медична промисловість та ряд інших переробних галузей народного господарства. Слід відмітити, що протягом багатьох років саме соя є основною культурою, що є джерелом рослинного білка у всьому світі [1].

Якщо прослідкувати, то історичною батьківщиною сої, можна вважати Китай, Індонезію та Корею. Саме в цих азійських державах в першій половині XX століття було зосереджено 85-90% посівів сої, вирощування якої, з усвідомленням її поживної, енергетичної та біологічної цінності, поширилися більше ніж на 80 країн світу. Середня світова врожайність сої знаходиться на рівні 20 ц/га [2]. Можна констатувати, що лідером із вирощування цієї культури протягом багатьох років залишаються Сполучені Штати Америки, у яких валовий збір є більшим ніж 55 млн. т. [3].

У зв’язку з зміною клімату, виведення районованих сортів, пошуку альтернативних джерел енергії та харчової сировини з 90-х років минулого століття сою почали активно вирощувати на полях дрібних та середніх господарств України. За статистичними даними багатьох років спостережень, середня врожайність сої в нашій державі не перевищує 15 ц/га, що майже на 25% нижче ніж врожайність цієї культури у світі. Така тенденція пояснюється насамперед недосконалими технологічними процесами вирощування сої, низькою якістю посівного матеріалу, застарілою технікою, яка реалізує процеси та низькою культурою землеробства.

Серед основних біологічних особливостей сої потрібно відмітити, що дана культура має висоту стебел 40…100 см із розміщеннями на рослинах не

менше 3…8 бобів сої (рис. 1). Під час вирощування сої спостерігається низьке розміщення нижнього суцвіття бобів, що не перевищує 7…12 см. Саме ця особливість культури диктує жорсткі вимоги до підготовки поля під посів, що вимагає ретельно вирівняти поверхню поля, оскільки у випадку суттєвих нерівностей на етапі збирання врожаю неминуче будуть суттєві втрати.

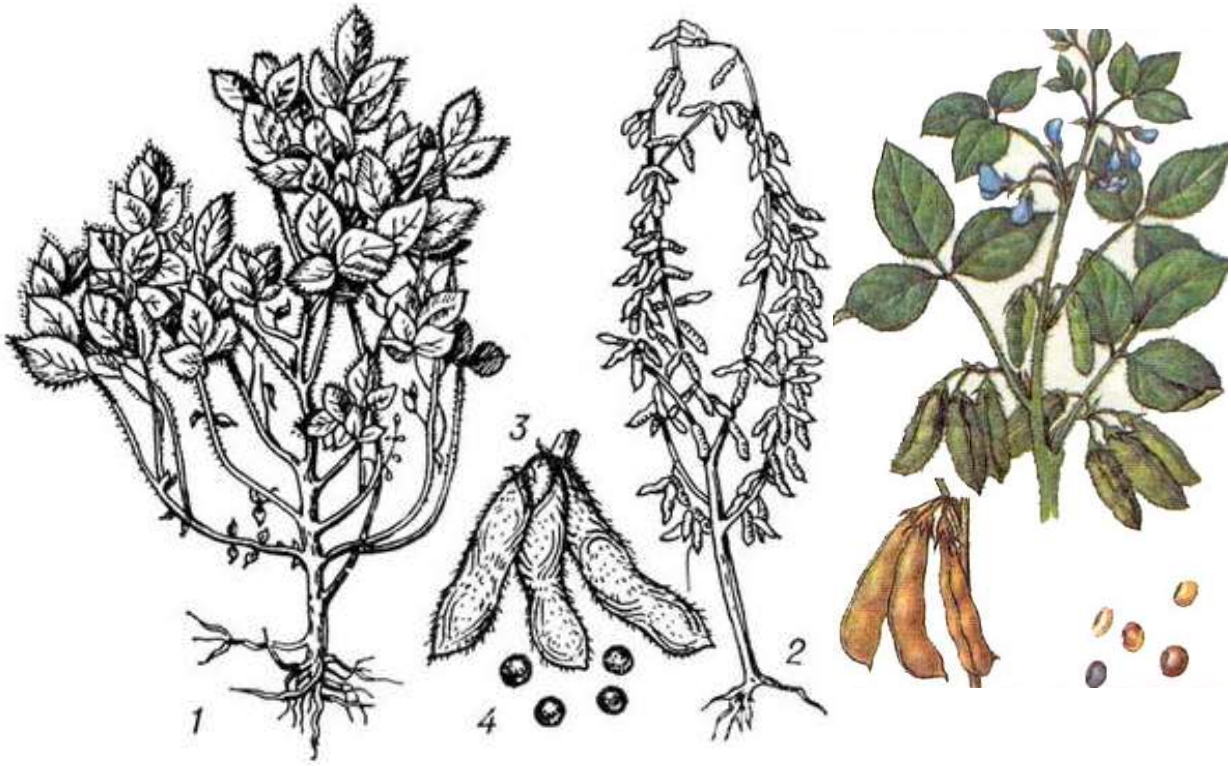


Рис. 1. Загальний вигляд рослини та бобів сої:
1 – рослини під час росту; 2 – рослина із достиглими бобами; 3 – боби сої;
4 – насіння (зерно) сої

Соя (***Glycine***) є бобовою культурою, а тому є дуже цінною складовою будь-якої сівозміни, так як є одним із кращим попередником для цілого ряду інших культурних рослин. Необхідно підкреслити, що вирощування сої сприяє істотному покращенню фізико-механічних властивостей ґрунту, режимів живлення ґрунтового середовища, забезпечує очищення поля від бур’янів, зокрема карантинних, і, зрештою, дозволяє покращити проникнення вологи в нижні горизонти ґрунту. Специфічною особливістю сої є життя на кореневій системі бульбашкових бактерій, які дозволяють накопичувати азот

із повітря, що в майбутніх технологічних процесах сівозміни дозволяє використовувати його іншими рослинами. Значну цінність мають і пожнивні залишки сої, так як після її вирощуванні на поверхні поля залишається поживних речовин на рівні 15 т. органічних добрив, що у реаліях сьогодення, за умов майже повної відсутності органічних добрив є надважливо [2].

Ще однією важливою особливістю сої є її вимогливість до температури повітря, що ще більше проявляється під час цвітіння та формування плодів. Сприятливими температурами для росту і розвитку сої є 20…24º С, при цьому, якщо навколишня температура не перевищує 14º С спостерігається повна зупинка росту рослин. Крім цього соя характеризується як вологовимоглива рослина, зокрема на завершальній стадії дозрівання, оскільки волога має прямий вплив на розміри і наливання бобів. Разом з тим, під час вегетаційного періоду соя може і легко переносити посушливий період. Що теж можна віднести до характерних особливостей цієї культури.

Важливе значення для отримання стабільного врожаю відіграє вірний підбір сорту. На ринку посівного матеріалу реалізується значна кількість сортів, більшість із яких, за рахунок селекційних досягнень є районованими і дозволяють отримувати високі врожаї для конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Незважаючи на значне різноманіття сортів, в залежності від тривалості періоду вегетації вся соя поділяється на чотири групи: середньостигла (Агат, Анжеліка, Ромашка, Феміда, Хардін 91, Успіх, Сонячна та ін.); скоростигла (Вільшанка, Деймос, Волна, Ворскла, Смена, Колбі, Одеська 150А, Берегиня та ін.), дуже скоростигла (Смуглянка, Романтика, Ятрань, Альтаїр, Васильківська, Крістіна, Фаетон та ін.), ультракороткостигла (Мавка, Медея, Білявка, Устя, Знахідка, Єлена, Фаворит, Княжна та ін.) [1].

В ускладнених ґрунтово-кліматичних умовах Кіровоградщини найкращі результати по врожайності і стабільності збору демонструють скоростиглі та дуже скоростиглі сорти. В базовому господарстві переважно

вирощують сорти Ізумрудна, Одеська 150А, Крістіна та Мавка. З метою одержання стабільних і високих врожаїв сої, та наближення показників збирання до генетично закладеного потенціалу, який знаходиться на рівні 25…30 ц/га, слід максимально ефективно спроектувати технологічні процеси, залучаючи до технології сучасні ефективні машини та забезпечуючи раціональну послідовність технологічних операцій за умов нерозривності та потоковості.

Деякі фізико-механічні властивості та характерні ознаки сої [1] зведені в таблицю 1.

Таблиця 1

Деякі фізико-механічні властивості та найбільш характерні ознаки сої

Культура	Розміри насіння, мм						Швидкість витання, м/с		Питома вага, г/см^3	
	Товщина		Ширина		Довжина					
	від	до	від	до	від	до	від	до	від	до
Соя Glicine hispida	4,0	7,0	4,5	8,0	5,0	10,5	9,0	20,2	1,05	1,3

Культура	Насипна вага, т/м^3		Абсолютна вага 1000 шт, г		Коефіцієнт тертя ковзання				Форма насіння
					Внутрішнє тертя		Зовнішнє тертя по сталі		
	від	до	від	до	від	до	від	до	
Соя Glicine hispida	0,72	0,88	30	520	0,73		0,05	0,26	Кулевидна, овальна, до подовжено-бруньковидної

2.2. Місце сої в сівозміні

Для отримання стабільних врожаїв найбільш придатними полями для посіву сої є чисті від бур’янів поля, причому сою можна вирощувати на усіх типах ґрунтів, що зустрічаються на Кіровоградщині крім солончаків, торф’яників і болотистих ґрунтів. Найбільш доцільними попередниками у сівозміні можуть бути як озимі так і ярі зернові, картопля, цукрові буряки, кукурудза тощо. Серед небажаних попередників слід відмітити соняшник та всі без виключення бобові. Небажаність попередників пов’язується з однаковими хворобами та подібними карантинними шкідниками. Зважаючи

на насичення після вирощування сої в ґрунті до 80 кг/га азоту, вона є рекомендованим попередником для більшості зернових культур, майже всіх технічних та кормових та усіх без виключення овочевих культур, що культивуються в Україні.

Зважаючи на той факт, що соя дуже швидко може заражатися карантинними шкідниками, під час її вирощування у господарствах необхідно забезпечувати її виробництво не ближче ніж пів кілометра від посівів інших бобових, багаторічних трав та лісопосадок в яких росте акація. Дуже суттєвою перевагою цієї культури відносно її введення в сівозміну є те, що вирощуючи її можна до сівозміни не включати пару, що дозволяє покращити економічні показники господарства. Крім цього, під час вирощування сої на полях залишається значна кількість рослинних решток, що складає приблизно 15-20 т/га у перерахунку на органічні добрива, що і є беззаперечним плюсом цієї культури у сівозміні.

2.3. Система удобрення сої

Практичне вирощування сої дозволяє підтвердити, що ця культура є досить вимогливою до мінерального живлення під час всього вегетаційного періоду. Суттєвими вихідними даними для вибору системи удобрення сої є як рівень технічного забезпечення кожного з етапів технології вирощування так і початковий стан ґрунту, в якому заплановане вирощування сої, що виражається вмістом у останньому поживних речовин. Під час вирощування сої для отримання одного центнера готового насіння ґрунт повинен забезпечити рослини близько 10 кг азоту, 7...8 кг кальцію, 5…5,5 кг магнію, 4…4,5 кг сірки, до 4,5 кг калію, 2,7…4,5 кг фосфору та цілого переліку інших мікроелементів у тому числі заліза, бора, цинку, міді тощо [1]. Якщо ж деякі із перелічених речовин недоступні у ґрунті є нагальна потреба у їх внесенні під час технологічних процесів вирощування або ж потрібно локально обробляти цими речовинами посівний матеріал. Якщо ж поживні речовини, що необхідні для вирощування сої не доступні для цієї культури, то відразу

суттєво може знизитися як сама врожайність так і погіршуються хімічний склад та розмірні характеристики готового збіжжя.

Найчастіше під час вирощування сої реалізується внесення розрахованих норм добрив під час основного обробітку у вигляді класичної полицевої оранки. Такий спосіб внесення добрив потенційно забезпечує приріст врожаю на рівні 3…5 ц/га [3]. Але при цьому слід обережно вносити азотні добрива, адже підвищення їх норм далі не впливає на зростання врожаю а сприяє полеглості рослин, що суттєво ускладнює насамперед процес збирання і супроводжується неминучими втратами врожаю. Для поверхневого внесення мінеральних добрив перед заробкою використовують різноманітні розкидачі як вітчизняного виробництва типів МВУ, МВД, РУ, МТТ та ін. так і закордонного виробництва фірм «GASPARDO», «AMAZONE», «John Deere Agricultural Equipment» та багатьох інших.

У випадку неможливості внесення добрив восени практикують допосівне внесення стартової норми мінеральних добрив локально під час поверхневого обробітку або ж припосівне внесення разом з посівом. За таких умов глибина заробки добрив має складати 10…12 см, а вносяться переважно комплексні добрива (суперфосфат, нітроамофос та ін.).

2.4. Обробіток ґрунту під час вирощування сої

Обробіток ґрунту під сою є дуже подібним до обробітку під інші технічні культури, такі як соняшник, кукурудза тощо. Класична система підготовки поля під посів сої складається з лущення стерні чи подрібнення пожнивних залишок попередника, класична полицева оранка з обертанням скиби на глибину 25…27 см і кількаразова суцільна культивація для утворення вирівняної денної поверхні поля [2].

Під час лущення стерні попередника користуються дисковими лущильниками типу ЛДГ або ж лемішними лущильниками класичної будови. Кожен із перелічених машин мають забезпечувати глибину обробки на рівні 6…8 см. використання ж важких дискових борін чи дискаторів для таких

операцій не рекомендується і в умовах ущільнених ґрунтів Центральної України може нанести ще більшої шкоди і загострити прояви ерозій. У якості подрібнювачів рослинних решток рекомендуються до використання будь-які машини для вказаних цілей із вертикальною чи горизонтальною віссю обертання але за умов мінімальної взаємодії із поверхневим шаром ґрунту.

При реалізації технологічних процесів вирощування сої полицеву оранку слід проводити на глибину до 27, а якщо в системі сівозміни попередником була кукурудза – то до 30 см із переважним використанням класичних плугів загального призначення типів ПЛН та ПЛ, або ж оборотними плугами будь-яких конструкцій як вітчизняного так і закордонного виробництва.

З метою надання поверхні поля дрібнокомкуватої структури в технологічний процес включають кількаразову культивацію. Першу культивацію, яку реалізують переважно навесні після зяблевого обробітку, проводять на глибину 6…8 см. Призначення ж другої культивації – максимальне вирівнювання поверхні поля і остаточна підготовка його під посів та операції подальшого збирання сої. Тому передпосівна культивація проводиться на глибину 8…10 см та здебільшого багатоопераційними чи комбінованими агрегатами, до складу яких входять в тому числі і зубові борони, що ефективно вирівнюють та розпушують поверхню поля. За встановленими нормативами, після поверхневого обробітку, висота гребенів та глибина борозен не повинна перевищувати 4 см із повним підрізанням бур’янів, відсутністю огріхів, повною заробкою добрив та недопущенням винесення на поверхню нижніх вологих горизонтів ґрунту.

Для суцільної культивації рекомендуються до використання будь-які культиватори типу КПСП, КШУ, КПУ, КПС, КШ та інші аналогічні за конструкцією і призначенням. Останнім часом широкого використання набули передпосівні та багатоопераційні агрегати типу АКГ, АПК, «Європак» та інші. Використання останніх машин дозволяє суттєво

інтенсифікувати процес підготовки ґрунту до посіву, скоротити кількість проходів машин, збільшити кількість операцій під час проходу, та забезпечити збереження вологи за рахунок ефективного руйнування капіляр ґрунту [1…3].

2.5. Підготовка насіння до сівби та сівба сої

Сівба – є одним із основних процесів у технології вирощування будь-якої культури, в тому числі і сої, адже саме на цьому етапі забезпечуються дотримання норм посіву, досягається необхідна глибина та умови розміщення насіння, задається задана густина рослин в рядку. Залежно від посівного матеріалу, який на сьогоднішній день є переважно закупним технологічним матеріалом, що купується у насіннєвих господарствах та дистриб'юторах насіння і визначається його вартість. Для посіву слід використовувати очищене зерно переважно першої та другої репродукцій, допускається використання власно підготовленого зерна першого класу із загальною схожістю посівного матеріалу не нижче 90%, посівний матеріал має бути приблизно однакового розміру, чистотою не менше 98% та схожими показниками відносно сили росту і енергії проростання [1].

У процесі підготовки посівного матеріалу сої до сівби за кілька тижнів до неї необхідно з нормою 3 л/т обробити насіння Вітаваксом або Фундазолом. Крім того, безпосередньо перед самою сівбою насіння сої ще додатково обробляють препаратом бульбашкових бактерій, наприклад Різоактивом або ж АТУВА (+ протектор Премакс).

Перед посівом сої слід ретельно проконтролювати температуру ґрунту, адже ця культура є досить вимогливою до цього показника, який має бути близьким до 14ºС. Зважаючи на наведені температурні норми в ґрунті перед посівом, можна констатувати, що на території Кіровоградщині такий температурний показник досягається наприкінці квітня на початку травня, що й можна вважати приблизними термінами, коли посівні операції слід проводити.

У більшості господарств практикують традиційний широкорядний спосіб посіву сої (міжряддя 70 см) або ж вузькорядний спосіб (міжряддя 45 см.). Якщо відбувається вирощування пізньостиглих сортів, біологічною особливістю яких є високий зріст рослин, то є потреба проводити посів з міжряддям 70 см, у випаду культивування ранньо- та середньостиглих сортів доцільно зменшити міжряддя посіву до 45 см. Іноді зустрічаються і посіви сої з міжряддям 15 см, але це за умов досить ефективної підготовки поля відносно вирівняності і комкуватості поверхні поля, вологості та високої культури землеробства. Незалежно від ширини міжряддя та інших особливостей способу вирощування, глибина заробки насіння при достатній вологості ґрунту має знаходитися у діапазоні 2,5…4 см. Якщо ж ґрунту пересушений, є потреба проводити посівні операції на глибину 5…6 см. Крім того варто проводити посів насіння сої в межах одного поля в максимально стиснуті терміни, які не мають перевищувати кількох днів.

З точки зору технічного забезпечення посіву найчастіше використовують сівалки вітчизняного виробництва типів ССТ, УПС, СПС, СУПН, СО, СЗ та їх модифікації. Із залученням техніки закордонних виробників для посіву сої почали використовувати сівалки та посівні комплекси закордонних виробників, лідерами серед яких є «John Deere», «PÖTTINGER», «Great Plains», «Horsch», «KINZE» та ін.

2.5. Догляд за посівами сої

Після посіву та до появи перших сходів є потреба у внесенні ґрунтових гербіцидів, що переважно вносяться способом розпилення чи розприскування по поверхні поля. У якості переважаючих це такі препарати як Глифовит, Пульсар, Зенкер, Трефлан та їм подібні. На етапі приготування та внесення гербіциду необхідно чітко дотримуватися норм, які є рекомендованими для конкретно цієї культури.

У загальному комплексі операцій по догляду за посівами сої передбачено боротьбу з бур’янами шляхом поєднання агротехнічного і

хімічного способів, руйнування поверхневої кірки, якщо така утворюється та пригнічує сходи і внесення хімічних речовин для підживлення сої і комплексної боротьби з шкідниками, хворобами.

Проведення боронування до появи сходів дозволяє крім руйнування ущільненої поверхневої кірки знижує втрати вологи та створює сприятливі умови для проростання сої. З технічної точки зору цю операцію проводять середніми зубовими боронами БЗСС-1, використовуючи при цьому широкозахватні зчіпки. Реалізуючи цю операцію додатково забезпечується знищення бур'янів у стадії білої нитки, що теж є досить вагомим прийомом боротьби з бур'янами агротехнічним способом. Операцію проводять за кілька днів після посіву, щоб уникнути додаткового пошкодження культурних рослин, а допустимі пошкодження не повинні перевищувати 1%.

Якщо ж вже після сходів утворюється поверхнева кірка, яка погіршує розвиток рослин, наявна значна кількість бур'янів у стадії білої нитки, допускається проведення післясходового боронування, але воно проводиться обов'язково у поперек до рядків, і лише легкими зубовими боронами чи пружинними боронами типу БПУ. Слід наголосити, що при цьому агротехнічному прийомі знищення бур'янів має бути не меншим за 90%, а пошкодження сходів – не вище 10 %.

Крім цього, під час вирощування сої передбачається двохкратний міжрядний обробіток культиваторами УСМК, КРН, КОР чи аналогічними їм із глибиною першої міжрядної культивації на рівні 5…6 см, другої – 7…8 см. під час проведення міжрядної культивації слід ретельно налаштовувати культиватор та забезпечувати необхідну захисну зону рядка, яка вибирається за стадією та розмірами розвитку рослин сої.

2.6. Збирання врожаю сої

Зважаючи на специфіку самої рослини, збирання сої є досить складним процесом з точки зору його реалізації та мінімізації втрат. Останнє насамперед пов'язане із суттєвою нерівномірністю дозрівання бобів сої як в

межах однієї рослини так і по всьому полі, різна висота розміщення бобів на рослині і ризики неможливості зібрати ті боби, які розміщенні низько. З точки зору агротехнічних вимог, збирати сою слід тоді, коли її вологість знаходиться на рівні 14…15%, але крім цього має спостерігатися ще ряд ознак і станів, наприклад таких, як осипання листя, легке відділення насіння сої від стручка, пожовтіння або покоричневіння бобів, поява крихкості самої культури (стовбура). Якщо ж протягом тривалого періоду часу не можна визначитися із терміном збирання потрібно проводити десикацію полів, що забезпечує прискорення дозрівання плодів хімічним методом. Цю операцію слід проводити, якщо на період закінчення вегетації сої переважають часті дощі, тумани, інші погіршення погодних умов, а вологість рослин залишається на рівні 40…45%.

Єдиним способом збирання сої є метод прямого комбайнування. Який може реалізуватися будь-якими класичними зернозбиральними комбайнами «Дон-1500», «Славутич», «Вектор» та ін. Непогані показники якості готового збіжжя і мінімальні витрати демонструють під час обмолоту і збирання сої сучасні закордонні комбайни фірм «John Deere», «CASE», «CLAAS», «New Holland» та ін.

Специфічні ознаки сої, диктують вимоги необхідності під час її збирання низького зрізання рослин, що має відбуватися на висоті до 4…6 см від поверхні поля, адже близько 2 % загального врожаю знаходиться саме в цій зоні [4]. Тому, під час налаштування комбайнів слід забезпечити найнижче положення копіювальних башмаків для уникнення втрат врожаю.

2.7. Визначення шляхів вдосконалення технології вирощування сої

Незважаючи на значну кількість конкретних варіантів технологічних процесів вирощування сої, деякі окремі етапи технологій потребують вдосконалення та наукового обґрунтування. Це насамперед відноситься до технології основного обробітку ґрунту, адже її метою є розпушування ґрунту та заробка добрив і рослинних залишок.

За класичною технологію вирощування сої операцію основного обробітку ґрунту реалізують полицевими плугами. Основним недоліком такого способу обробітку є суттєві витрати енергії на процес, утворення ущільненої підорної підошви, знищення біологічно цінних агрегатів ґрунту та загальне ущільнення орного горизонту і, зрештою, загострення проявів як вітрової так і водної ерозій. Відомою альтернативою є проведення беполицевого обробітку із розпушенням ґрунту на певну глибину без його обертання. Реалізація таких операцій дозволяє започаткувати умови ґрунтозахисного землеробства, знижуєтьсяі загальні витрати енергії на процес, створюються більш сприятливі умови для вирощування більшості сільськогосподарських культур, покращується водний, повітряний і живильний режими ґрунту тощо. Якщо ж вести мову про необхідність проведення операцій безполицевого обробітку на полях із переважною кількістю значних схилів, пагорбів, балок, наближених до водойм та ін., то є потреба більш активно запобігати виникненню водної ерозії, для чого доцільно використовувати і рослинні рештки. Виходячи із наведеної інформації та спираючись на досвід передових виробників сої в роботі зроблена спроба вдосконалити технологічний процес її вирощування шляхом заміни класичної полицевої оранки на операцію щілювання щілинорізом із заповненням щілин рослинними рештками. Дану операцію можна реалізувати щілинорізом-наповнювачем ЩЗН-1,5. Технологічний процес роботи агрегату полягає в тому, що рухаючись по полю лапи розпушують ґрунт та нарізають щілини на глибину 35…40 см., в той час, як ножі косарки-подрібнювача, захоплюють рослинні залишки, подрібнюють їх та відкидають, звужуючи потік дифлекторами в утворені щілини. Утворені на полі технологічні щілини добре поглинають вологу, дозволяють покращити водно-повітряний режим ґрунту та уникають проявам ерозій. Подальший обробіток ґрунту, буде передбачати, аналогічно як і для базового процесу кількаразову культивацію.

3. Операційна технологія щілювання ґрунту із заповненням щілин мульчею під час вирощування сої

3.1. Обґрунтування та вибір засобу агрегатування і кінематичних характеристик агрегату

За своєю будовою щілиноріз-наповнювача ЩЗН-1,5 –машина причіпна, а переведення робочих органів із робочого в транспортне положення відбувається гідросистемою енергетичного засобу. З врахуванням представленої інформації для ефективного підбору енергетичного засобу необхідно і достатньо розрахувати агрегат для обробітку ґрунту за тяговим зусиллям та порівняти розрахунки із базовим агрегатом.

Відомо, що агротехнічні вимоги до здійснення операцій основного обробітку ґрунту, регламентують допустиму швидкість для цієї операції від 6 до 10 км/год. Близько середини рекомендованого діапазону швидкостей відповідає III передача трактора Т-150К, при якій середня швидкість руху становить 7,24 км/год.

Для проведення розрахунку слід визначити тягове зусилля тракторів на цій передачі, при цьому необхідно максимально врахувати конкретні умови, за яких агрегат має працювати.

З врахуванням величини підйому чи спуску розрахуємо тягове зусилля трактора:

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

де $P_{н.гак}$ – номінальне тягове зусилля трактора, що розвивається на встановленій передачі, $P_{н.гак} = 14$ кН.;

$G_{тр}$ – маса трактора, $G_{тр} = 33,4$ кН.;

i – величина підйому, $i = 0,03$.

Тоді розрахована величина тягового зусилля складає

$$P^{III}_{гак} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН}.$$

Далі можна розрахувати максимальну ширину захвату ґрунтообробного агрегату, що рухається на III передачі

$$B_{\max} = \frac{P_{гак}^{III}}{K_o + R_i},$$

де K_o – питомий опір ґрунту, на якому працює агрегат, $K_o = 6$ кН/м.;

R_i – додатковий опір, виникаючий під час руху агрегату на підйом, кН/м.

Для розрахунку цього додаткового опору необхідно скористатися залежністю:

$$R_i = \frac{G_м}{B_к} \cdot i,$$

де $G_м$ –маса ґрунтообробної машини, $G_м = 11$ кН.;

$B_к$ – конструктивна ширина захвату машини за інструкцією по експлуатації, $B_к = 1{,}5$ м.

$$R_i = \frac{11}{1{,}5} \cdot 0{,}03 = 0{,}22 \text{ кН/м.}$$

Розрахуємо максимально можливу ширину захвату, з врахуванням додаткового опору агрегату

$$B_{\max}^{III} = \frac{13}{6 + 0{,}22} = 2{,}17 \text{ м.}$$

Для визначення опору щілиноріза скористаємося залежністю

$$R_щ = (K_o + R_i) \cdot B_к = (6 + 0{,}22) \cdot 1{,}5 = 9{,}33 \text{ кН.}$$

Далі можна визначити коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, який і являється одним із показників, що може показати наскільки повно використовується потужність трактора

$$\eta_{тз} = \frac{R_щ}{P_{гак}} = \frac{9{,}33}{13} = 0{,}72.$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля більший за 0,6…0,65, що засвідчує високий рівень використання потужності трактора.

Визначаємо змінну продуктивність скомплектованого агрегату, враховуючи робочу ширину захвату і швидкість агрегату

$$W_{зм} = 0{,}1 \cdot B_р \cdot V_р \cdot T_р,$$

де $B_р$ –робоча ширина захвату агрегату, м;

$V_р$ – робоча швидкість, з якою реалізується операція з врахуванням кінематичних характеристик скомплектованого агрегату, км/год;

В свою чергу, робоча ширина захвату може бути знайдена з врахуванням коефіцієнту використання її конструктивної ширини:

$$B_р = B_к \cdot \beta,$$

де $B_к$ – конструктивна ширина захвату агрегату, м;

β – коефіцієнт використання ширини захвату, за [5] для машин, які працюють на основному обробітку ґрунту без обертання скиби $\beta = 1{,}05$.

З врахуванням збільшення конструктивної ширини захвату щілиноріза за рахунок запропонованого вдосконалення конструкції розрахуємо робочу ширину захвату агрегату, що працює із базовою і модернізованою машиною

$$B_р^б = 1{,}5 \cdot 1{,}05 = 1{,}58 \text{ м.}$$

$$B_р^м = 1{,}75 \cdot 1{,}05 = 1{,}83 \text{ м.}$$

Для проведення подальших розрахунків слід визначити робочий час зміни за формулою

$$T_р = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – загальна тривалість часу зміни, для аграрного виробництва [5], $T_{зм} = 7$ год.

τ – коефіцієнт використання часу зміни, що залежить від виду робіт, що виконується та скомплектованого агрегату [5], у випадку щілювання із наповненням щілин $\tau = 0{,}81$.

$$T_р = 7 \cdot 0{,}81 = 5{,}67 \text{ год.}$$

З врахуванням чого змінна продуктивність агрегату до складу якого входить вдосконалений щілиноріз-наповнювач та базового агрегату складають:

$$W_{зм}^{б} = 0,1 \cdot 1,58 \cdot 7,9 \cdot 5,67 = 7,1 \text{ га/зміну;}$$

$$W_{зм}^{м} = 0,1 \cdot 1,83 \cdot 7,9 \cdot 5,67 = 8,2 \text{ га/зміну}$$

Далі можемо розрахувати витрати палива, які на один гектар виконаної роботи складає:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}},$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива за зміну, що знаходяться [6] за наступною залежністю:

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_з \cdot t_з,$$

де Q_p, Q_x, $Q_з$ – годинні витрати палива відповідно під час робочого, холостого ходу та під час зупинки агрегату із працюючим двигуном;

T_p, t_x, $t_з$ – відповідно час, протягом якого відбуваються робочі ходи, час холостих ходів та час, що витрачається на зупинки з працюючим двигуном.

За довідниковими даними [2] та на основі практичної перевірки агрегатів в полі приймаємо:

$$Q_p^{б} = 25 \text{ кг/год;} \qquad Q_p^{м} = 15,4 \text{ кг/год;}$$

$$Q_x^{б} = 15,7 \text{ кг/год;} \qquad Q_x^{м} = 9,7 \text{ кг/год;}$$

$$Q_з^{б} = 3,3 \text{ кг/год;} \qquad Q_з^{м} = 1,9 \text{ кг/год.}$$

Слід відмітити, що для розрахунків можна прийняти, що $t_x = t_з$.

Тоді, з деяким припущенням, розраховуємо змінні витрати палива:

$$Q_{зм}^{б} = 25 \cdot 5,67 + 15,7 \cdot 0,665 + 3,3 \cdot 0,665 = 154,7 \text{ кг/зміну;}$$

$$Q_{зм}^{б} = 15,4 \cdot 5,67 + 9,7 \cdot 0,665 + 1,9 \cdot 0,665 = 95 \text{ кг/зміну.}$$

З врахуванням розрахунків, що проведені вище, є можливість знайти витрати палива на кожен гектар виконаної роботи:

$$Q^{б}_{га} = \frac{154,7}{7,1} = 21,8 \text{ кг/га;}$$

$$Q^{м}_{га} = \frac{95}{8,2} = 11,6 \text{ кг/га.}$$

Під час порівняння витрат палива, якщо під час основного обробітку ґрунту відбувається за базовою технологією класична полицева оранка, а під час вдосконаленого технологічного процесу реалізується обробіток ґрунту у вигляді щілювання із заповненням щілин, очевидною є економія палива, яка на гектар обробленої площі складає:

$$E_{га} = Q^{б}_{га} - Q^{м}_{га} = 21,8 - 11,6 = 10,2 \text{ кг/га.}$$

Якщо ж провести перерахунок економії палива на всю площу посівів сої, що вирощується у базовому господарстві (площа посіву сої за останні роки в середньому дорівнює $S_{сої} = 260$ га), то загальна економія палива складає:

$$E = E_{га} \cdot S_{сої} = 10,2 \cdot 260 = 2652 \text{ кг.}$$

Отже, результати розрахунків дозволяють зробити висновок, що агрегат для безполицевого обробітку ґрунту у складі трактора Т-150К і щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5 матиме значно меншу витрату палива ніж базовий агрегат. Крім того, наведені розрахунки не враховують підвищення стійкості оброблених полів до ерозій, збереження цінних агрегатів ґрунту, покращення інфільтраційних властивостей тощо.

3.2. Підготовка щілиноріза-наповнювача до роботи

Від якості підготовки щілиноріза-наповнювача до роботи та чіткості і своєчасності усіх необхідних регулювань залежить не лише кінцева якість обробітку ґрунту, а й надійність та тривалість роботи скомплектованого агрегату вцілому. Обов'язково слід звернути увагу, що регулювання, технічне та технологічне обслуговування агрегату має відбуватися на

регулювальному майданчику, або ж на вирівняній підготовленій поверхні. Перед початком роботи потрібно перевірити комплектність щілиноріза-наповнювача, вірність складання і закріплення не лише основних, а й додаткових робочих органів, загальний технічний стан усіх вузлів та елементів машини, надійність кріплення окремих елементів, гостроту лез і ножів, стан швидкозношуючих деталей, надійність та легкість обертання деталей, які обертаються. Під час комплектування щілиноріза із енергетичним засобом використовується автонавіска, яка дозволяє забезпечити обслуговування агрегату одним механізатором, навіть на етапі його комплектування. Всі основні регулювання проводити згідно з інструкцією по експлуатації машини та з дотриманням норм охорони праці і пожежної безпеки.

3.3. Підготовка поля до роботи

Поле, на якому запланована операція щілювання із наповненням щілин потребує своєчасного огляду, не пізніше ніж 5 днів до початку роботи. Це потрібно для того, щоб контролювати стан рослинних решток та не допустити їх пересушення, що може ускладнити перебіг технологічного процесу. Під час огляду поля слід оцінити його загальний стан, рельєф, наявність перешкод та можливість їх усунення, ті перешкоди, що неможливо усунути мають бути помічені відповідним чином, оцінити та визначити, який спосіб руху та швидкісні режими будуть найбільш раціональними. Слід ретельно визначитися зі способом руху, планом та маршрутом роботи агрегату, обрати, яке чергування загінок та обрати інші важливі моменти, які впливають на операцію.

Керуючись рекомендаціями [1-6], для основного обробітку ґрунту щілинорізом-наповнювачем, обираємо гоновий човниковий спосіб руху агрегату (рис. 2). Зважаючи на кінематичні характеристики скомплектованого агрегату, швидкісні режими руху, часу і тенденції переведення щілиноріза із робочого положення в транспортне

рекомендується для даного агрегату в краях гонів проводити петльові повороти.

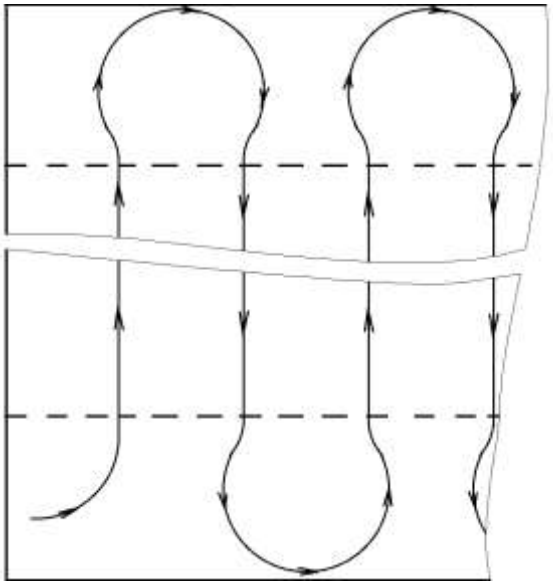


Рис. 2. Схема руху щілиноріза-наповнювача по полю

Розрахуємо величину поворотної смуги агрегату у складі трактора Т-150К та щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5

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

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту агрегату, м;

L_a – кінематична довжина агрегату, м.

Для визначення мінімального радіусу повороту агрегату доцільно скористатися формулою [8]:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B = 1,7 \cdot 2,4 = 4,08 \text{ м},$$

де B – технологічна ширина захвату ґрунтообробного агрегату, м.

Розраховуючи кінематичну довжину агрегату, потрібно розрахувати

$$L_a = L_{тр} + L_{зч} + L_м ,$$

де $L_{тр}$ – кінематична довжина трактора [2], для Т-150К – $L_{тр} = 0,94$ м;

$L_{зч}$ – кінематична довжина зчіпки, так як машина начіпна, то зчіпка не використовується, $L_{зч} = 0$;

$L_м$ – кінематична довжина машини, у даному випадку – щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5, за інструкцією по експлуатації [11], $L_м = 2,4$ м.

Отже, маємо

$$L_a = 0,94 + 0 + 2,4 = 3,34 \text{ м.}$$

З врахуванням проведених розрахунків, знайдемо і ширину поворотної смуги

$$E = 3 \cdot 4,08 + 3,34 = 15,58 \text{ м.}$$

Існують чіткі рекомендації [8], за якими обов'язковою умовою організації роботи агрегату є кратність ширини захвату робочої машини ширині поворотної смуги:

$$E = K \cdot B,$$

де K – число, що показує кратність проходу агрегатів

З останньої залежності

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{15,58}{1,83} = 8,51.$$

Округлюємо до більшого числа $K = 9$, та уточнюємо дійсну ширину поворотної смуги:

$$E = 9 \cdot 1,83 = 16,5 \text{ м.}$$

Для розрахунку оптимальної ширини загінки, використовують твердження, що ширина загінки має бути кратною ширині захвату агрегату

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

де $W_{зм}$ – знайдена змінна продуктивність агрегату, $W_{зм} = 8,2$ га/зміну;

$(2...3)$ – тривалість роботи в загінці, записується в змінах;

L – довжина загінки на полі, $L = 1000$ м.

Отже, враховуючи наведені значення, та співставляючи із реальними даними маємо:

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 8,2}{1000} = 246 \text{ м.}$$

Розраховану ширину загінки має обробити ґрунтообробний агрегат забезпечуючи наступну кратність проходів:

$$\kappa_з = \frac{C}{B} = \frac{246}{1,83} = 134,43.$$

Тоді приймаємо кратність проходів агрегату $\kappa_з = 135$.

Далі, після проведених розрахунків, необхідно провести збільшення ширини загінки до наступного значення:

$$C_{опт} = \kappa_з \cdot B = 135 \cdot 1,83 = 247,1 \text{ м}$$

Загальну кількість загінок, що потрібно обробити на одному полі шукається наступним чином:

$$n_з = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C_{опт}},$$

де F – загальна площа поля, на якому потрібно провести щілювання ґрунту із заповненням щілин (для однієї культури, у даному випадку – сої), $F = 260$ га.

Маємо:

$$n_з = \frac{10^4 \cdot 260}{1000 \cdot 247,1} = 10,5.$$

Приймаємо кількість загінок $n_з = 11$.

Для визначення коефіцієнту робочих ходів необхідно використати наступне рівняння:

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x},$$

де L_p – середнє значення робочої довжини загінки, м;

L_x –середнє значення холостого ходу.

З врахуванням того, що для вказаного агрегату обрано гоновий спосіб руху, для якого:

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

$$L_x = 6 \cdot R + 2 \cdot l,$$

де l – довжина виїзду агрегату, м.

$$l = 0,5 \cdot L_a = 0,5 \cdot 3,34 = 1,67 \text{ м.}$$

Шукаємо робочу довжину загінки

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 16,5 = 967 \text{ м.}$$

Довжина холостого ходу, складає

$$L_x = 6 \cdot 4,08 + 2 \cdot 1,67 = 24,48 + 3,52 = 28 \text{ м.}$$

Тоді, отриманий коефіцієнт робочих ходів

$$K_p = \frac{967}{967 + 28} = 0,97.$$

Отримане розрахункове значення даного коефіцієнта є дуже близьким до одиниці, що доводить, експлуатуючи запропонований ґрунтообробний агрегат у складі трактора Т-150К і щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5 ступінь використання робочого часу є високий, а отже – дотримуючи рекомендованих режимів і показників можна ефективно працювати агрегатом.

4. Інженерна частина

4.1. Опис конструкції щілиноріза-наповнювача та напрямки вдосконалення його конструкції

Сьогодні необхідність реалізації ґрунтозахисних операцій, в тому числі і під час основного обробітку ґрунту є незаперечним фактом. У розділі 2 дипломної роботи описана типова технологія вирощування сої в більшості господарств Кіровоградщини, проте вказано, що у випадках наростаючої водної ерозії, наявності великої кількості низин, пагорбів, ярів, наближення полів господарства до річок чи ставків доцільно використовувати технологію щілювання та мульчування. Аналіз технічного забезпечення означеної операції, огляд існуючих машин і механізмів, що можуть використовуватися

для вказаних цілей показує, що одним із ефективних способів боротьби з проявами водної ерозії є використання машин, які дозволяють здійснювати нарізання щілин, що мають вбирати воду та заповнення цих щілин рослинними залишками (мульчею), що дозволяє укріпити їх, покращити інфільтраційні властивості та утримання вологи, створити сприятливі умови для перегнивання органіки і використання її у вигляді добрив тощо. Отже, спираючись на раніше проведені дослідження [3, 12], можна зробити певні висновки:

- технологічний процес щілювання із наповненням щілин є комплексом послідовних операцій, які передбачають нарізання щілин у ґрунті з певною частотою та глибиною із наступним заповненням нарізаних щілин подрібненими рослинними залишками;
- існує значна кількість конструкцій ножів-щілинорізів, які і виконують функцію нарізання щілин, для цих цілей найчастіше використовують пасивні лапи, а їх конструктивні відмінності полягають у особливостях будови стояка і долота та конструкції механізму формування щілини;
- другий етап цього технологічного процесу пов’язаний із подрібненням рослинних решток і заповненням щілин, характеризується тим, що більшість відомих конструкцій передбачають ущільнення листостеблового матеріалу вже у самій щілині, або під час подачі подрібненої рослинності до сформованої щілини. Це супроводжується зависанням рослинних решток у верхній частині щілини, а отже відбувається зависання і повноцінна щілина не формується.

Отже, після аналізу наведеної вище інформації підтверджується, що одним із найбільш надійних способів реалізації щілювання із наповненням щілин мульчею є поєднання в одній машині двох робочих елементів різних машин, а саме – косарки-подрібнювача із направляючим кожухом, для подрібнення рослинності і спрямування матеріалу о щілини, та пасивних лап-щілинорізів – для утворення щілин із можливістю регулювати їх ширину.

Саме такий принцип покладено в основу роботи машини-прототипа ЩЗН-1,5 [11]. Окремо слід зазначити, що дана конструкція дозволяє працювати із матеріалом фактично будь-якої вологості, що є важливою перевагою у порівнянні із машинами, які передбачають попереднє стискання подрібнених рослинних решток [12].

Окремо слід відмітити і недоліки щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5. Серед них, насамперед, виділяється низька продуктивність машини та руйнування щілини вже на наступний рік її використання, оскільки є певні недоліки в механізмі утворення щілини та регулювання її ширини. Тому метою даної роботи є усунення виявлених недоліків та внесення в конструкцію щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5 (рис. 3) певних змін, направлених на підвищення продуктивності машини та більш якісне наповнення щілин мульчею.

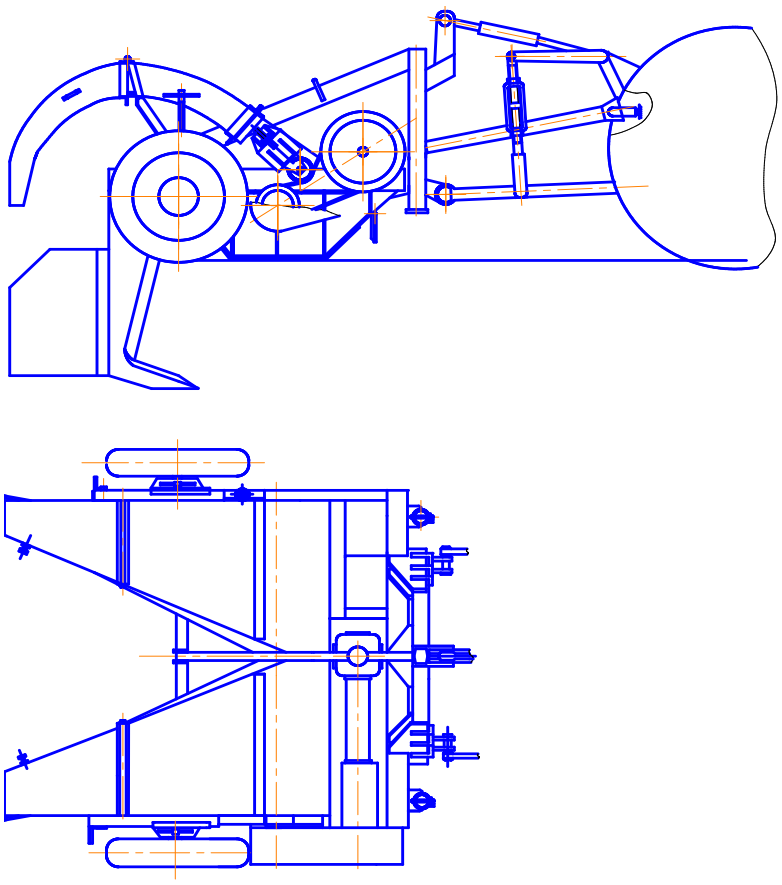


Рис. 3. Конструктивно-функціональна схема щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5

З метою розширення діапазону продуктивності машини, та з врахуванням того, що водопоглинаючі щілини повинні розміщуватися на відстані 0,8…1,5 м одна від одної [12], потрібно забезпечити нарізання двох щілин за один прохід агрегату. Це можна забезпечити, розмістивши по краям машини два ножа-щілиноріза, при цьому змінивши конструкцію дефлектора, роздвоєння якого дозволить спрямувати подрібнений матеріал точно в утворені у ґрунті порожнини.

Базова ж конструкція машини ЩЗН-1,5 має досить складний механізм регулювання ширини щілини, що й призводить до погіршення заповнення водопоглинаючих щілин та початку її руйнування вже наступного року. Цей механізм складається з кількох приварених до відвалів пластин, які сполучені між собою пружинами, саме вони мають здатність швидко забиватися рослинністю і втрачають свою функцію, ще в міжвідвальному просторі встановлюються і кілька регулювальних болтів. Таким чином така регулювальна конструкція займає майже увесь простір між відвалами, що суттєво погіршує проходження мульчі в нижню частину нарізаної щілини.

Для усунення вказаного недоліку запропоновано відмовитися від такого складного механізму регулювання, а використати для вказаних цілей звичайну гвинтову стяжку із кріпленням гвинтів через провушини до боковин відвалів. Таким чином обертаючи стяжку відбувається зміна ширини щілини без додаткових механізмів, при цьому зона між відвалами залишається фактично пустою, що сприяє кращому проникненню подрібненої мульчі до низу водопоглинаючої щілини, більш щільному укладанню матеріалу в щілину та підвищенню рівномірності заповнення всього об’єму щілини. Як наслідок, формування водопоглинаючої щілини із більшою рівномірністю наповнення дозволяє збільшити термін її функціонування від кількох років до 3…4 років, цим самим забезпечується скорочення проявів водної ерозії, збільшується вірогідність отримання стабільних врожаїв та започатковуються основи ґрунтозахисного землеробства.

4.2. Технологічні розрахунки

Щілиноріз-наповнювач, за класифікацією сільськогосподарських машин, можна віднести до комбінованих агрегатів, оскільки під час його експлуатації забезпечується проведення декількох технологічних операцій, а саме – нарізання щілини, захоплення, подрібнення, звуження потоку та укладання подрібнених рослинних решток у проміжки між щілинами.

Перший етап технологічного процесу реалізують ножі-щілинорізи. Безпосередньо сам процес щілювання, за інформацією, наведеною в [12-15] є найбільш доцільним після озимих посівів, бобових культур, багаторічних травах, лугах, пасовищах тощо. Під час вибору глибини щілювання і відстані між щілинами наявні дані суттєво відрізняються, адже на ці параметри впливають і зональні особливості, і тип та стан ґрунту та його поверхні після вирощування попередника і технічне забезпечення господарства в плані реалізації наступних процесів та ін.

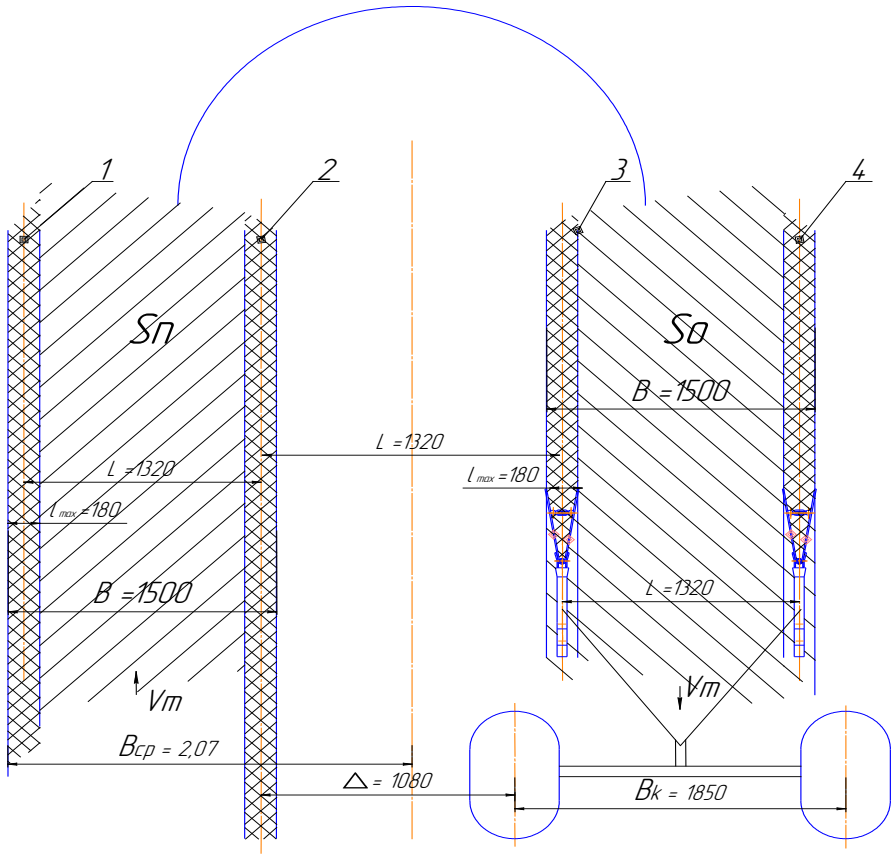
Робоча швидкість агрегату має узгоджуватися між двома етапами технологічного процесу, це і нарізання щілин та формування повноцінних боковин для подальшого заповнення мульчею, та скошування рослинності, сидератів, чи підбирання рослинних залишок, їх подрібнення та спрямування у сформовані щілини. У різних за конструкціями щілинорізів-наповнювачів робоча швидкість коливається від 3 до 11 км/год. [12-15]. Виходячи із інструкції по експлуатації [11] щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5, приймаємо аналогічну швидкість $V_p = 6,5$ км/год і для вдосконаленої машини.

Важливим технологічним показником, по якому оцінюється загальна якість роботи машини є ширина нарізаної щілини. Відомо, що зі збільшенням ширини, збільшується зона деформації ґрунту, покращується розпушування поля, створюються більш сприятливі умови для наповнення щілини та ін., проте збільшення ширини щілини призводить до перевитрат енергії, та як наслідок – забезпечує зниження ширини захвату машини.

Сьогодні немає чіткої відповіді відносно геометричних параметрів щілин, так ряд виробників США та країн Європи [12-15] пропонують проводити нарізання вертикальних щілин із відстанню до 2-х метрів та глибиною близько 0,5 м. При цьому, щілина має бути V-подібною із розширенням догори. А її параметри наступні: ширина вгорі 0,152 м, ширина внизу 0,076 м, відстань між нарізаними щілинами по осі – 2 м. Саме за таких умов, на думку дослідників та конструкторів, щілини зручно заповнювати не тільки дрібностебловими а й крупностебловими рослинними рештками, такими як кукурудза, соняшник тощо.

На думку вітчизняних дослідників [12], щілинорізи мають нарізати щілини шириною від 150 до 200 мм., оскільки при щілинах меншої ширини, 40…80 мм., насамперед під час їх наповнення, існують значні нещільності і забивання, що пояснюється підвищеним тертям рослинних залишок об бокові стінки щілини та утворення зависань у верхній зоні щілин. Результати ж експлуатації подібних машин в умовах Центральної України, дозволяють стверджувати, що достатня максимальна ширина щілини повинна бути 0,18 м, при цьому слід передбачити можливість регулювання цієї ширин в діапазоні 0,12…0,18 м.

Іншим важливим технологічним параметром, який визначає якість процесу є відстань між стояками ножів-щілинорізів L. Відносно цього параметру теж думки дослідників суттєво різняться [12-15], і рекомендовані значення цієї відстані сьогодні теж знаходяться в широких межах від 0,5 м до 4 м. Важливо, що ця відстань теж залежить, у більшості випадків. від агротехнічних вимог до операцій, які будуть реалізуватися далі, культури, що планується вирощувати на цьому полі та як подальше планується використання цього поля тощо. Незважаючи на те, що у базовій конструкції щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5 встановлювався один ніж, вже були спроби проводити нарізання одразу двох щілин (рис. 4), що і рекомендується і обґрунтовується в даній роботі [12].



$S_П$ – площа поля, що обробляється при прямому ході;

$S_О$ – площа поля, що обробляється при зворотному ході;

1, 2, 3, 4 – щілини, які нарізаються під час руху агрегату

Рис. 4. Технологічна схема роботи вдосконаленого щілиноріза при нарізанні двох щілин за один прохід

Якщо базова машина ЩЗН-1,5 нарізає одну щілину за прохід, то відстань між щілинами L дорівнює ширині захвату машини $L = B = 1{,}5$ м. Проведемо розрахунок продуктивності агрегату для базової машини за годину основного часу

$$W = B \cdot V_m = 1{,}5 \cdot 6{,}5 \cdot 1000 = 9750 \text{ м}^2/\text{год} = 0{,}975 \text{ га/год}.$$

З врахуванням того, що рекомендується збільшити кількість щілин, які будуть утворюватися за один прохід агрегату до двох, при цьому не змінивши ширину захвату машини відносно базової, рекомендовано ножі розташовуватися по краям агрегату з обох боків (рис. 4).

За таких умов, можна визначити відстань між щілинами:

$$L = B - 2 \cdot \frac{l_{\max}}{2},$$

де $l_{\max}$ – максимально можлива ширина щілини, яка може нарізатися з врахуванням конструктивних особливостей ножа-щілиноріза, $l_{\max} = 0{,}18$ м.

Отже

$$L = 1{,}5 - 2 \cdot \frac{0{,}18}{2} = 1{,}32 \ м.$$

Під час роботи вдосконаленого агрегату, для забезпечення рівномірності розміщення щілин по полю, необхідно ретельно контролювати відстань Δ, між щілиною та колесами трактора, особливо після розвороту і початку обробки нової загінки (рис. 4).

$$\Delta = L + \frac{L}{2} - \frac{B_к}{2} = 1320 + \frac{1320}{2} - \frac{1850}{2} = 1055 \ мм = 1 \ м$$

де $B_к$ – колія трактора, мм.

Тоді, з врахуванням запропонованого збільшення кількості щілин при проході агрегату до двох, фактична ширина захвату машини складає:

$$B_{ср} = B + \frac{L}{2} - \frac{l_{\max}}{2} = 1{,}5 + \frac{1{,}32}{2} - \frac{0{,}18}{2} = 2{,}07 \ м.$$

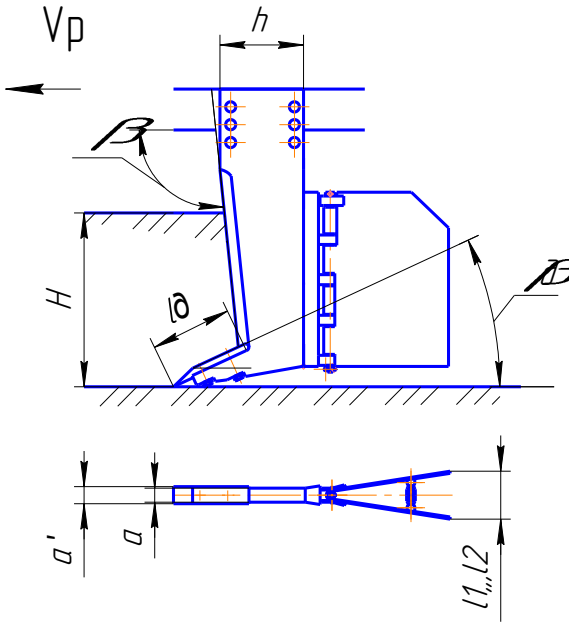
А отже, і продуктивність вдосконаленої машини за годину основного часу теж зміниться:

$$W = B_{ср} \cdot V_m = 2{,}07 \cdot 6{,}5 \cdot 1000 = 13455 \ м^2 / год = 1{,}34 \ га / год.$$

Проведені розрахунки доводять, що під час нарізання одночасно двох щілин одним щілинорізом-наповнювачем досягається збільшення продуктивності у порівнянні із базовим агрегатом майже на 40 %.

Ще одним важливим технологічним параметром, який визначає ефективність роботи щілиноріза є глибина щілин, які нарізаються H (рис. 5). Від глибини щілин залежить їх здатність поглинати воду, а отже і продуктивність щодо загального накопичення вологи. Виходячи з цього, доведено, що вертикальне мульчування із вологозбереженням і

вологопоглинанням слід проводити на глибину, яка дещо перевищує потужність орного горизонту та є більшою за глибину залягання ущільненого підорного горизонту. Існує думка [12], що сьогодні достатня глибина щілювання 40…50 см, так як при збільшенні глибини щілин, крім зайвих енерговитрат спостерігається проникнення вологи значно нижче коренемісного горизонту, що ускладнює її подальше використання.



β – кут установки ножа; B – ширина ножа; $\beta д$ – кут установки долота; $Bд$ – ширина долота; $lд$ – довжина долота

Рис. 5. Основні технологічні параметри вдосконаленого ножа-щілиноріза

Отже, на основі наведених даних [12-14], та впираючись на раніше проведені дослідження раціональною глибиною водопоглинаючої щілини є глибина 45…50 см. Враховуючи необхідність зміни глибини роботи ножа-щілиноріза, та спираючись на конструкцію прототипу [11], рекомендовано у вдосконаленій конструкції забезпечити можливість регулювання глибини щілини в діапазоні 40; 45; 50 см, що реалізується шляхом переміщення стояка відносно рами у трьох положеннях.

Параметром, який тісно пов’язаний із глибиною обробки H є товщина стояка a (рис. 5). Цілком логічно, що для більшої глибини обробки, з метою забезпечення міцності конструкції слід використовувати лапу із

більшою товщиною стояка a. З іншої сторони – збільшення товщини стояка сприяє зростанню зони деформації ґрунту, та інтенсифікує сколювання монолітів, що в свою чергу супроводжується збільшенням енерговитрат і прискореним зношуванням цих елементів конструкції. Отже, спираючись на конструкцію прототипу, та на основі проведених раніше досліджень [12], пропонуємо, що для вказаних глибин обробки достатньою товщиною стояка є $a = 0,04$ м.

Якість входження ножа-щілиноріза в ґрунт та рівномірність його переміщення за глибиною залежить від кута його установки β відносно площини рами (рис. 6). Для якісного вибору цього параметру, необхідно провести перевірку роботи кількох варіантів кутів установки ножів, а саме – 65º, 85º та 105º. Дані характеристики кутів установки теж обираються на основі рекомендацій досліджень, що були проведені раніше [12]. В результаті перевірки встановлено, що в умовах важких та середніх суглинків Кіровоградщини, доцільним значенням кута установки ріжучої кромки стояка до горизонталі є кут $\beta = 105^{\circ}$. Саме за таких умов, крім забезпечення мінімального опору спостерігається знижене спучення ґрунту, насамперед на поверхні поля, збільшення горизонтальних деформацій в товщі ґрунту, а вертикальні сколювання за таких умов спрямовуються переважно у товщу поля.

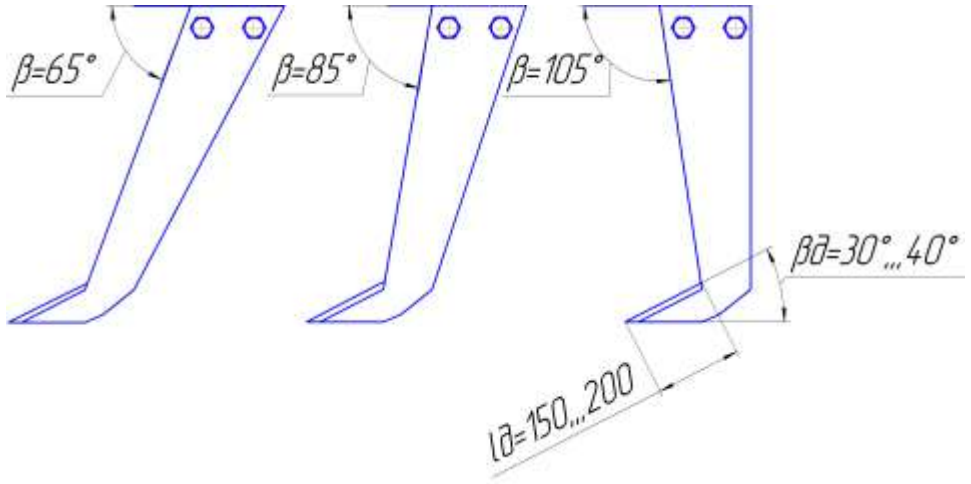


Рис. 6. Схеми ножів-щілинорізів з різними кутами стояка відносно горизонту

На якість нарізання щілини впливають розміри, форма та кут встановлення долота (рис. 7), адже, саме долото рухається в необроблених монолітах ґрунту та забезпечує сколювання і розпушування. Одними із найбільш впливових параметрів є його довжина $l_д$ та кут установки $\beta_д$ до горизонту. Із умови роботи клина в ґрунті, кут установки впливає на вертикальне стиснення, та розповсюдження деформацій після утворення ядра ущільнення. Основною умовою роботи будь-якого ґрунтообробного робочого органу, в тому числі і ножа-щілиноріза є умова, що кут установки долота $\beta_д$ має забезпечувати рух ґрунту по ньому без зупинок і забивань. За класичною схемою, для знаходження цього параметру достатньо розглянути фізичну модель умови переміщення частки ґрунту по поверхні долота (рис. 7).

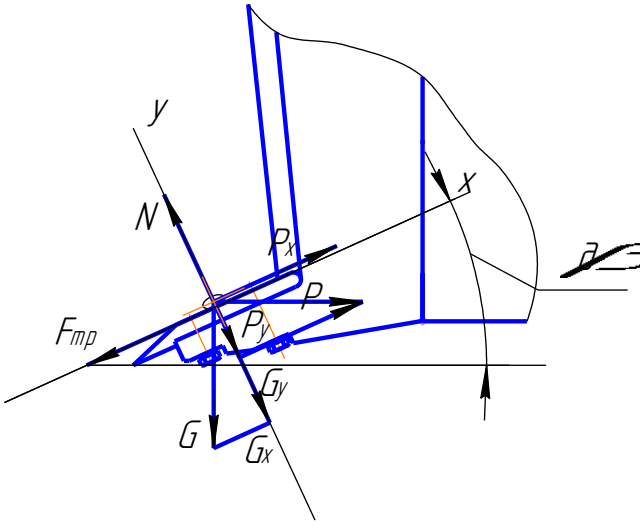


Рис. 7. Схема до визначення кута установки долота ножа-щілиноріза

Виходячи із силової взаємодії (рис. 7) за II законом Ньютона можемо записати:

$$\bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{тр} + \bar{P} = m\bar{a}$$

де G – сила ваги частки ґрунту;

N – сила нормальної реакції опори;

$F_{тр}$ – сила тертя, яка в свою чергу описується виразом

$$F_{тр} = \mu \cdot P,$$

де μ – коефіцієнт тертя (зовнішнього), для тертя ґрунту по сталі $\mu = 0,5...0,7$

P – опір ґрунту переміщенню робочого органу

Після розкладання отриманих сил (рис. 7) по осям координат, отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} -F_{тр} + P_x - G_x = m \cdot a, \\ N - P_y - G_y = 0; \end{cases}$$

Проведемо перетворення, користуючись теоремою Піфагора та елементарними алгебраїчними перетвореннями

$$P_x = P \cdot \cos\beta_д;\ P_y = P \cdot \sin\beta_д;$$

$$G_x = m \cdot g \cdot \sin\beta_д;\ G_y = m \cdot g \cdot \cos\beta_д$$

Напишемо із раніше приведеної системи рівнянь вираз для визначення сили нормальної реакції опори:

$$N = P \cdot \sin\beta_д + m \cdot g \cdot \cos\beta_д.$$

Після підстановки останнього рівняння у вираз для знаходження сили тертя маємо:

$$F_{тр} = \mu \cdot \left(P \cdot \sin\beta_д + m \cdot g \cdot \cos\beta_д\right).$$

З врахуванням наведених виразів система рівнянь набуде вигляду:

$$\begin{cases} -\mu \cdot [P \cdot \sin\beta_д + m \cdot g \cdot \cos\beta_д] + P \cdot \cos\beta_д - m \cdot g \cdot \sin\beta_д = ma \\ P \cdot \cos\beta_д - \mu \cdot P \cdot \sin\beta_д = ma + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\beta_д + m \cdot g \cdot \sin\beta_д \end{cases}.$$

Розрахуємо опір ґрунту

$$P = \frac{ma + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\beta_д + m \cdot g \cdot \sin\beta_д}{\cos\beta_д - \mu \cdot \sin\beta_д}.$$

З врахуванням умови $\cos\beta_д \neq \mu \cdot \sin\beta_д$.

Тоді можемо знайти граничний кут $\beta_{д(гран.)}$

$$\cos\beta_{д(гран.)} - \mu \cdot \sin\beta_{д(гран.)} = 0.$$

Якщо розділити останнє рівняння на $\cos\beta_{д(гран.)}$, та провести необхідні перетворення можемо отримати

$$1-\mu\cdot tg\beta_{д(гран.)}=0;$$

$$tg\beta_{д(гран.)}=\frac{1}{\mu};$$

$$\beta_{д(гран.)}=arctg(\frac{1}{\mu}).$$

З врахуванням того, що $\mu=0,7$, отримаємо

$$\beta_{д(гран.)}=arctg\left(\frac{1}{0,7}\right)=55^{o}.$$

Тоді, умовою безперервного руху матеріалу по долоту є умова $\beta_д<55^{o}$.

Під час проведення польових випробувань вдосконаленого щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5 знайдено діапазон раціональних значень кута встановлення долота $\beta_д$, які знаходяться в межах $\beta_д=30...40^{o}$. Саме використання рекомендованих значень цього параметру дає змогу знизити загальну енергоємність процесу. Довжина долота $l_д$, має знаходитися в межах $l_д=150...300$ мм. Загальне ж збільшення довжини долота підвищує не тільки зминання ґрунту, але й суттєво збільшує зону деформації. Отже рекомендовані параметри $l_д=150...200$ мм, $\beta_д=35^{o}$.

4.3. Розрахунок мульчуючого матеріалу

Під час роботи щілиноріза-наповнювача у якості наповнювача вологопоглинаючих щілин найкращим матеріалом є подрібнена солома і полова зернових культур. Цей матеріал має дуже високі інфільтраційні і вологопоглинаючі властивості, вміщує лише органічні речовини, а використання побічної продукції виготовлення зернових культур у агровиробництві, в зв'язку із зниженням розвитку тваринництва не перевищує 25…30%.

Для якісного наповнення щілин необхідно розрахувати необхідну кількість соломи G, що має бути на поверхні поля і забезпечить повне

заповнення l погонних метрів однієї щілини. Цю необхідну кількість соломи розраховуємо з врахуванням параметрів щілини та густини вкладання соломи:

$$G = l_{\max} \cdot H \cdot \rho,$$

де $l_{\max}$ – максимальна ширина щілини, яку нарізає щілиноріз, м;

H – глибина щілини, м;

ρ – рекомендована за агротехнічними вимогами густина вкладання в щілину соломи, $\rho = 90 - 110$ кг/м^3.

$$G = 0{,}18 \cdot 0{,}5 \cdot 100 = 1{,}62 \text{ кг/м.}$$

Отже, для повного заповнення щілини із формуванням заданої густини мульчі в щілині необхідно, щоб на поверхні поля було не менше 1,62 кг/м рослинних решток, після збирання культури попередника.

4.4. Енергетичний розрахунок щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5

Загальні витрати енергії на щілювання із заповненням щілин, як і для інших подібних агрегатів [14] розраховується за формулою:

$$N_\Sigma = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5,$$

де N_Σ – сумарна потужність, яка витрачається на весь технологічний процес, що реалізується щілинорізом-наповнювачем;

N_1 – потужність, що витрачається на привід роторної косарки

$$N_1 = N_{xx} + N_p + N_к,$$

де N_{xx} – потужність холостого обертання робочих органів та на подолання сил тертя в підшипниках і аеродинамічний опір;

$$N_{xx} = (B \cdot N_{x1500} \cdot n) \big/ 1500,$$

де B – ширина захвату косарки-подрібнювача, $B = 1{,}5$ м;

N_{x1500} – потужність роботи машини, що витрачається на 1 м ширини захвату при 1500 об/хв;

n – робоча частота обертання ротора-подрібнювача, $n = 1433$ об/хв.

$$N_{xx} = {(1,5 \cdot 14 \cdot 1433)}/{1500} = 20,06 \text{ кВт.}$$

N_p – потужність, яка витрачається на зрізання стебел;

$N_к$ – потужність, яка витрачається на відкидання подрібнених стебел;

$$N_p + N_к = 0,9 \cdot Q,$$

де Q – експлуатаційна продуктивність косарки, яка розраховується за зрізаною масою стебел;

$$Q = k_1 \cdot W \cdot g \cdot k_2,$$

де k_1 – коефіцієнт використання робочого часу, $k_1 = 0,8$;

W – продуктивність агрегату за годину часу, $W = 1,345$ га/год;

g – середня врожайність культури на один гектар, $g = 100$ ц/га;

k_2 – коефіцієнт, що враховує втрату рослинної маси, $k_2 = 0,985$.

$$Q = 0,8 \cdot 1,345 \cdot 1 \cdot 0,985 = 1,07 \text{ т/год.}$$

З врахуванням чого, потужність, що витрачається на зрізання стебел і їх відкидання

$$N_p + N_к = 0,9 \cdot 1,07 = 0,97 \text{ кВт.}$$

Тоді загальна потужність, що витрачається на привід роторної косарки:

$$N_1 = 20,06 + 0,97 = 21,03 \text{ кВт.}$$

N_2 – потужність, що витрачається на нарізання щілин

$$N_2 = P_м \cdot V_м,$$

де $P_м$ – сила опору ґрунту ножам-щілинорізам, $P_м = 10,919$ кН.;

$V_м$ – робоча швидкість щілиноріза-наповнювача, $V_м = 6,5$ км/год = 1,8 м/с

$$N_2 = 10,919 \cdot 1,8 = 19,7 \text{ кВт.}$$

N_3 – потужність, що витрачається на переміщення машини

$$N_3 = Q \cdot V_м \cdot k_{перек},$$

де Q – сила реакції ґрунту на машину, $Q = 11,5$ кН;

$V_м$ – робоча швидкість машини під час основної технологічної операції, $V_м = 1,8$ м/с;

$k_{перек}$ – коефіцієнт перекочування агрегату, $k_{перек} = 0,1$.

$$N_3 = 11,5 \cdot 1,8 \cdot 0,1 = 2,1 \text{ кВт.}$$

N_4 – потужність, яка потрібна для перекочування енергетичного засобу (трактора)

$$N_4 = Q_т \cdot V_м \cdot k_{пер},$$

де $Q_т$ – сила тиску трактора на ґрунт, $Q_т = 78,4$ кН;

$V_м$ – робоча швидкість машини, $V_м = 1,8$ м/с;

$k_{перек}$ – коефіцієнт перекочування агрегату, $k_{перек} = 0,1$.

$$N_4 = 78,4 \cdot 1,8 \cdot 0,1 = 14,2 \text{ кВт.}$$

N_5 – потужність, яка витрачається на пробуксовування рушіїв трактора

$$N_5 = Q_т \cdot V_м \cdot k_б,$$

де $Q_т$ – сила тиску трактора на ґрунт, $Q_т = 78,4$ кН;

$V_м$ – робоча швидкість машини, $V_м = 1,8$ м/с;

$k_б$ – коефіцієнт пробуксовування рушіїв, $k_б = 0,18$.

$$N_5 = 78,4 \cdot 1,8 \cdot 0,18 = 25,4 \text{ кВт.}$$

Отже сумарна потужність, яка потрібна на щілювання із заповненням щілин:

$$N_\Sigma = 21,03 + 19,7 + 2,1 + 14,2 + 25,4 = 82,43 \text{ кВт.}$$

Далі слід знайти коефіцієнт завантаження

$$k = \frac{N_\Sigma}{N_{дв}},$$

де N_Σ – сумарна затрачена потужність на процес;

$N_{дв}$ – потужність трактора Т-150К з двигуном СМД-62, $N_{дв} = 150$ к.с. = 110,6 кВт.

$$k = \frac{82,43}{110,6} = 0,75$$

Таким чином, проведені енергетичні розрахунки доводять, що потужності двигуна трактора Т-150К цілком достатньо для його ефективного агрегатування із вдосконаленим щілинорізом-наповнювачем ЩЗН-1,5.

5. Охорона праці

Під час реалізації технології вирощування сої в господарських умовах та експлуатації щілиноріза-наповнювача в якості основного обробітку ґрунту можуть виникнути наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- рухомі механізми агрегату;
- підвищений рівень шуму і вібрацій: в наслідок роботи двигуна, ротора-подрібнювача, нерівностей поля тощо;
- високий рівень запилення робочої зони механізатора та під час обслуговування агрегату;
- наявність під час процесу шкідливих речовин: паливо-мастильні матеріали, технологічні матеріали тощо;
- пожежонебезпека;
- електронебезпека, що виникає під час роботи в безпосередній близькості до ліній електропередач та трансформаторів;
- наявність гострих країв елементів конструкції машини: лезо лапи і стояка щілиноріза, леза ножів-подрібнювачів тощо;
- наявність елементів, які обертаються: ротор з ножами-подрібнювачами;
- широкий інтервал параметрів мікроклімату, в залежності від часу і умов проведення робіт, що знаходяться в широких діапазонах;
- необхідність проведення робіт за умов недостатнього чи надлишкового освітлення.

Під час експлуатації щілиноріза-наповнювача з метою забезпечення безпечних умов роботи та уникненню виникнення нещасних випадків забороняється:

- рухатися агрегатом зі швидкістю більше 15 км/год;
- залишати машину у піднятому стані без установки домкратів-фіксаторів;
- проводити ремонт, змащування, підтягування кріплень, очищення робочих органів, інші налаштування та обслуговування щілиноріза-наповнювача при включеному двигуні трактора;
- забороняється знаходитися в безпосередній близькості до щілиноріза-наповнювача під час регулювання механізму включення гідропідйомника та при переведенні машини із робочого в транспортне положення;
- транспортувати щілиноріз без світловідбивачів.

Будь-які роботи по ремонту і технічному обслуговуванні щілиноріза-наповнювача слід проводити при відчепленому від трактору та опущеному на землю щілинорізу та при відімкненому двигуну. Для того, щоб уникнути самовільне опускання щілиноріза під час транспортування начіпну систему трактора потрібно зафіксувати в транспортному положенні спеціальним механічними пристроєм.

6. Висновок

В ході виконання дипломного проекту проведено ретельний аналіз технології вирощування та біологічні особливості сої. Проблемною ланкою є водна ерозія, яка особливо є активною на полях, наближених до водойм та нерівностей місцин. У базовому господарстві застосовується технологія мульчування таких полів щілинорізами-наповнювачами ЩЗН-1,5. Використання такої технології дозволяє знизити вплив ерозійних процесів на ґрунт та забезпечити стійкі врожаї, в тому числі і сої.

Дослідивши конструкцію та робочий процес щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5 встановлено певні недоліки в його роботі та запропоновано методи їх подолання, а саме вдосконалено конструкцію ножа-щілиноріза, вдосконалено механізм регулювання щілин, збільшено кількість одночасно

нарізаних щілин за один прохід агрегату до 2-х та вдосконалено барабан щілиноріза-наповнювача. Проведені відповідні технологічні, кінематичні, енергетичні розрахунки, які підтверджують працездатність конструкції.

Розроблені заходи з охорони праці, що дозволяють забезпечити безпечні умови роботи під час технологічного процесу вирощування сої на етапі основного обробітку щілинорізом-наповнювачем.

Список використаної літератури

1. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 334 с.
2. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
3. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. посібник / За ред. І.І. Мельника. – К.: Кондор, 2009. – 284 с.
4. Технические культуры / Я.В. Губанов, С.Ф. Тихвинский, Е.П. Горелов и др.; Под ред. Я.В. Губанова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 287 с.
5. 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.
6. 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.
7. Технологія механізованих робіт в рослинництві. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» та «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / Укладачі: С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, О.М. Васильковський, П.Г. Лузан, – Кіровоград: КНТУ, 2013. – 86 с.
8. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
9. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / М.Г. Бондаренко, В.А. Демещук . – К.: Вища школа, 1996. – 236 с.

10. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.1 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й. та ін. − К. : Аграрна освіта, 2010. – 282 с.
11. Інструкція по експлуатації щілиноріза-наповнювача ЩЗН-1,5.
12. Бакум М.В., Бобрусь І.С., Лук′яненко В.М., Трофимченко Ю.І. Меліоративні машини – Харків. ХДТУСГ. 2001. – 308 с.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин, ч. 1 – 2-е изд., перераб. и доп. – Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 136 с.
17. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин, ч. 2 – 2-е изд., перераб. и доп. – Х.: Вища шк. Изд-во при ХГУ, 1988. – 142 с.
18. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.
19. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / М.М.Сакун, В.Ф. Нагорнюк; Одеський державний аграрний університет. – Одеса: «Видавництво», 2009. – 184 с.

ДОДАТКИ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

Механізація вирощування сої з модернізацією щілиноріза-наповнювача

Виконав: ст. гр. АІ 18СКЗ Тимофієв Сергій Миколайович

Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

Кропивницький, 2020 р.

МВСЩ 00.001 ТЧ

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Площа – 100 га
Культура – соя
Урожайність – 15,5 ц/га

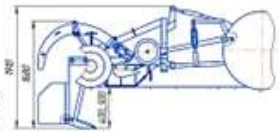
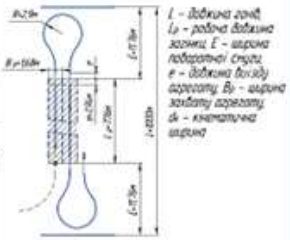
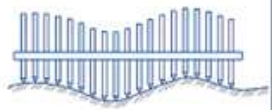
Валовий збір – 155 т.
Технологія – інтенсивна
Відстань до бригади – 5 км

№ пп	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг робіт фіз. одиниць	Склад агрегату: енергозасіб	Склад агрегату: с/г машина марка	Склад агрегату: с/г машина кількість	Обслуговуючий персонал: механізатори	Обслуговуючий персонал: інші робітники	Норма виробітку, га	Кількість нормо-змін	Витрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год.	Тарифна ставка за норму, грн.: механізатори	Тарифна ставка за норму, грн.: інший роб.	Зарплата за весь обсяг робіт, грн.: механізатори	Зарплата за весь обсяг робіт, грн.: інший роб.	Зарплата за весь обсяг робіт, грн.: Всього	Витрати палива, л: на одиницю роботи	Витрати палива, л: всього
	Основний обробіток ґрунту																	
1	Лущення стерні	га	100	Т-150К	ЛДГ-15	1	1		16,9	8,4	35	30		14,3		14,3	7,8	780
2	Навантажування мінеральних добрив	т	30	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3	1	1		110	0,3	1,4	19,97		5,4		5,4		
3	Внесення мінеральних добрив	га	100	Т-150К	МВУ-100	1	1		31,6	3,2	22,15	28,37		89,8		89,8	3,5	350
4	Щілювання із наповненням щілин	га	100	Т-150К	ЩЗН-1,5	1	1		6,9	14,5	65	30		4,35		4,35	13,8	1380
5	Боронування зябу	га	100	Т-150К	СГ-21 БЗСС-1,0	1 21	1		71,7	1,4	9,8	32		44,6		44,6	1,7	170
	Разом за період										133,35			717,8		717,8		2680
	Передпосівний обробіток ґрунту																	
6	Культивація на глибину 8–10 см	га	100	Т-150К	С-11У КПСП-4	1 2	1		29,1	3,4	24	32,5		111,68		111,68	4,6	460
7	Передпосівна культивація на глибину 5–6 см	га	100	Т-150К	АКГ-6	1	1		30	3,3	24,2	32,5		108,33		108,33	2,7	270
8	Транспортування води	т	20	ЮМЗ-6Л	ВР-3М	1	1		22	0,9	6,5	20		18,18		18,18	1,79	35,8
9	Внесення гербіцидів	га	100	МТЗ-82	ОП-200-2-01	1	1	1	18	5,56	14	37,8	26,4	210	14,7	357	1,55	155
10	Сівба інокульованого насіння	га	100	Т-70С	ССТ-12В	1	1	1	16	6,3	38	37,8	26,4	236,3	165	401,3	7,1	710
	Разом за період										106,7			572,81	312	884,81		1630,8
	Догляд за посівами																	
11	Боронування сходів поперек сівби	га	100	Т-150К	СГ-21 БЗСС-1,0	1 21	1		71,7	1,4	9,8	32		44,6		44,6	1,7	170
12	Внесення страхових гербіцидів	га	100	МТЗ-82	ОП-2000-2-01	1	1	1	18	5,6	14	37,8	26,4	210	14,7	357	1,55	155
13	Рихлення міжрядь	га	100	Т-70С	УСМК-5,4	1	1		18	5,6	39	38,1		224,1		224,1	7,1	710
	Разом за період										62,8			475,7	14,7	622,7		1035
	Збирання врожаю та попереднє очищення																	
14	Пряме комбайнування	га	100	ДОН-1500Б		1	2		20	5	33,4	37,8	37,8	189	189	378	12	1200
15	Транспортування зерна	т	155	КАМАЗ-5510		1	1		57	3,5	18,2	16	16	56,1	56,1	112,3		400
16	Очищення	т	155	СЗК-25				1							200	200		
	Разом за період										51,6			245,1	445,1	690,3		1600
	Загалом										354,45			2011,41	904,1	2915,61		6945,8

МВСЩ 00.001 ТЧ
Технологічна карта на вирощування сої
ЦМТЧ гр. АІ 18003

Операційно-технологічна карта на щілювання із заповненням

МВСШ 00.00.00 ТЧ

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа загальна – 100 га, довжина гонів – 800 м, величина підйому –3°, глибина обробітку – 45 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини – 1 см; гребнистість поверхні в межах – 6–8 см; після обробітку ґрунту на поверхні не повинно знаходитись рослинних решток та добрив; наявність огріхів і несуцільність ґрунту не допускається.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Т-150К, щілинаріз-наповнювач ЩЗН-1,5; робоча ширина захвату –1,5 м; мінімальний радіус повороту –2,9 м; кінематична довжина агрегату –1,85 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і щілинаріза. 2. Перевірити робочі поверхні щілинаріза-наповнювача: загострення лап та ножів ротора, кріплення вузлів. 3. Відрегулювати щілинаріз на задану глибину обробітку.	Регулювання глибини обробітку 
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 10,5 м; оптимальна ширина загінки – 25 м; кількість загінок – 50	Схема руху агрегата 
Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човником	
Швидкість руху	Робоча передача – II; робоча швидкість – $V_р$=6,5 км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 19,18 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,315 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 6,9 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 21,9 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 13,8 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 95 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Виконати 15–25 замірів глибини обробітку по діагоналі загінки. Відхилення середнього значення глибини не повинно перевищувати ±1,5 см. 2. Середнє значення висоти гребенів і глибин впадин не повинно перевищувати 6–8 см. 3. На поверхні обробленого поля не повинно залишитися рослинних решток. 4. На обробленому полі не повинні бути незрізані вуздечки. 5. Недопускаються огріхи і несуцільність ґрунту. 6. Поворотні смуги мають бути оброблені.	Перевірка гребнистості поверхні поля профілеміром 

МВСШ 00.00.00 ТЧ

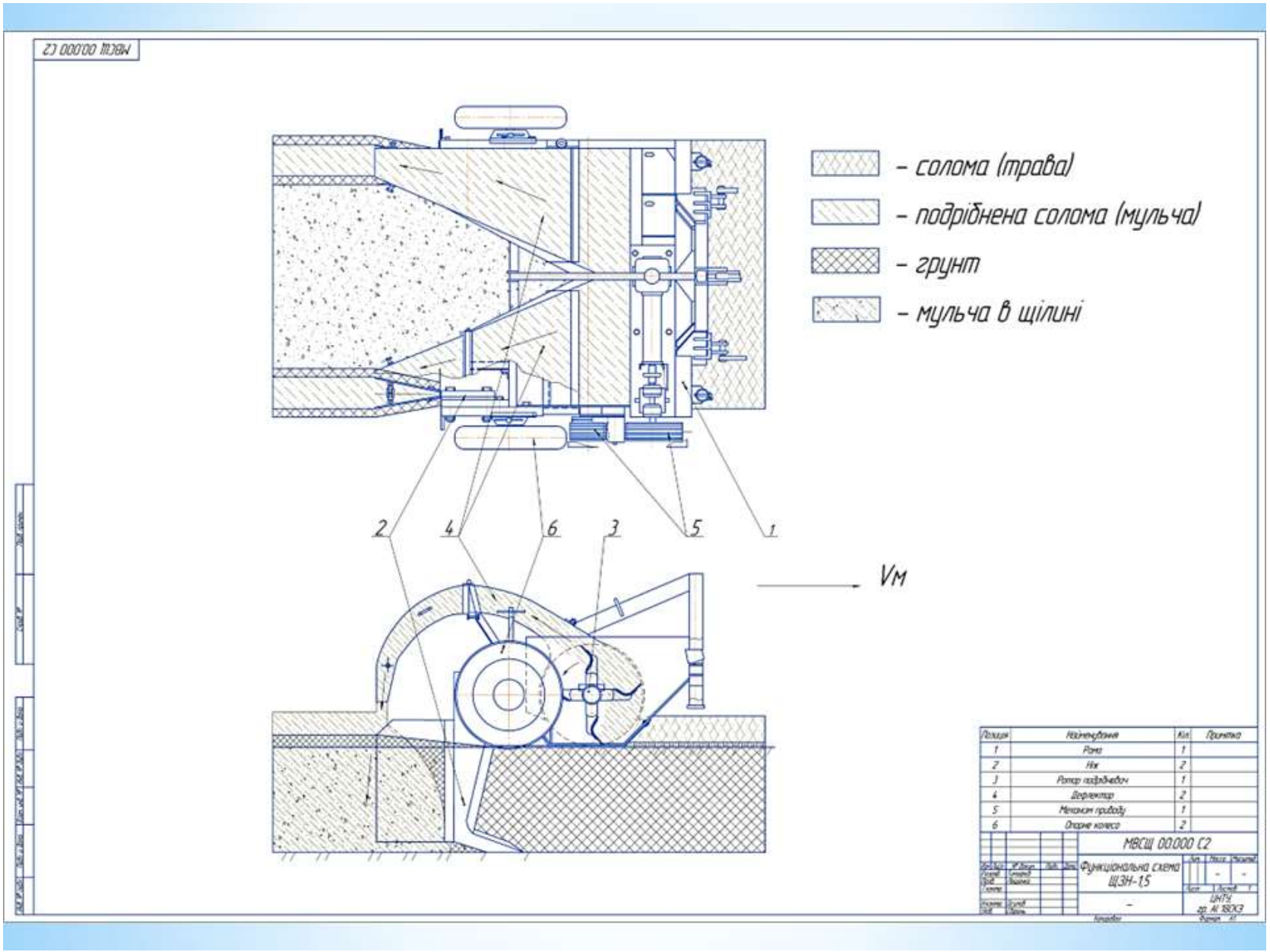
Операційно-технологічна карта щілювання із заповненням

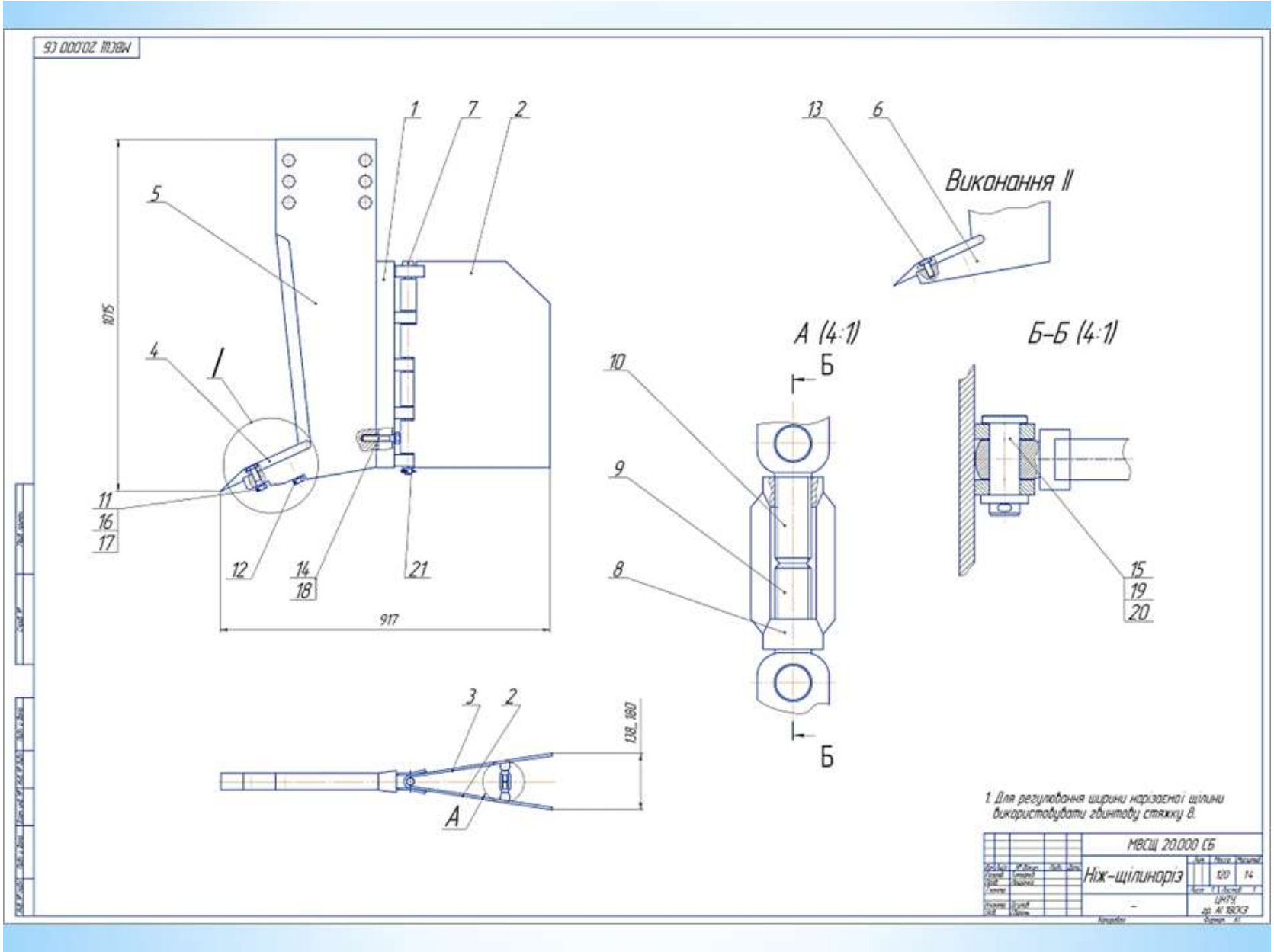
Літ. – Маса – Масштаб –

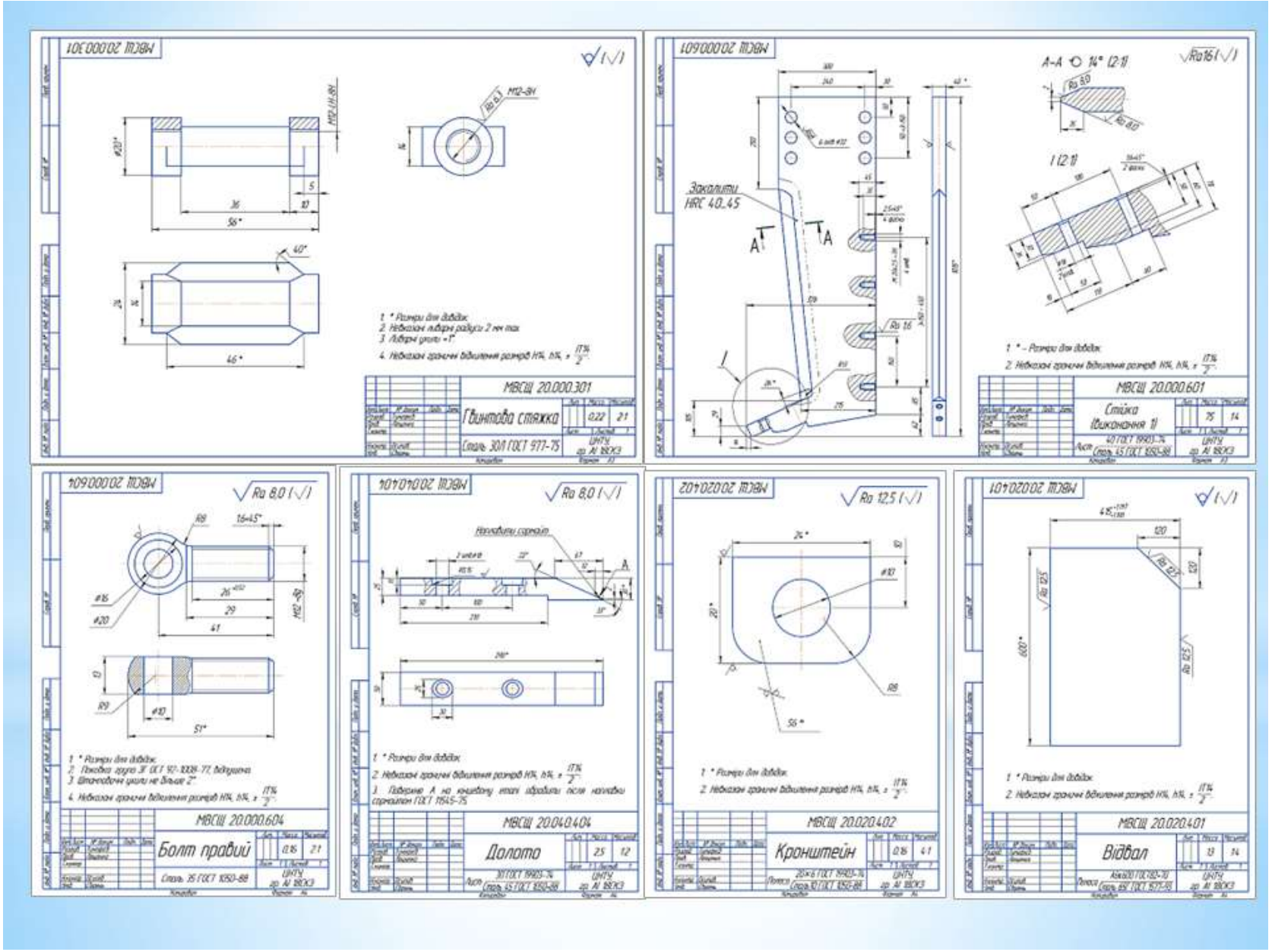
Аркуш 1 Аркушів 1

ДІЇ ім. ВЕРЖ

Розробив


МВСЩ 00.000 С2
– солома (трава)
– подрібнена солома (мульча)
– грунт
– мульча в щілині
2
4
6
3
5
1
Vм
МВСЩ 00.000 С2
Функціональна схема
ЩЗН-1,5


МВСШ 20.000 СБ
1
7
2
5
4
I
1015
11
16
17
12
14
18
21
917
13
6
Виконання II
А (4:1)
Б
10
9
8
Б
Б–Б (4:1)
15
19
20
3
2
138...180
А
1. Для регулювання ширини нарізаної щілини використовувати гвинтову стяжку 8.
МВСШ 20.000 СБ
Ніж-щілиноріз
120
14
ЦНТУ
гр. АІ-18ОЗ


МВСШ 20.000.301
Гвинтова стяжка
Сталь 30Л ГОСТ 977-75
МВСШ 20.000.601
Стійка (виконання 1)
Заколити HRC 40..45
МВСШ 20.000.604
Болт правий
Сталь 25 ГОСТ 1050-88
МВСШ 20.040.404
Долото
Сталь 45 ГОСТ 1050-88
МВСШ 20.020.402
Кронштейн
Сталь 10 ГОСТ 1050-88
МВСШ 20.020.401
Відвал
Сталь 65Г ГОСТ 1577-93