

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механіки та інженерії агроecosystem

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ГУБЕРТ НАТАЛІЯ ВАЛЕРІЇВНА

УДК 631.331

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Обґрунтування конструктивних особливостей плуга
для обробітку ґрунтів засмічених камінням**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Н.В. Губерт

Керівник роботи
Забродський П.М.
к.т.н., доцент

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Губерт Наталія Валеріївна. Обґрунтування конструктивних особливостей плуга для обробітку ґрунтів засмічених камінням. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В магістерській роботі експериментально вивчено закономірності зміни сили опору пневматичного запобіжника та тиску всередині нього залежно від величини його стиснення (ходу штока S), наявності у запобіжній системі резервної ємності. Встановлено, що приріст тягового опору секції при обході штучної перешкоди висотою 0,15 м становить у разі її оснащення: пневматичним запобіжником – 9,89...16,23%; ресорним запобіжником – 18,4...27,7%; гідропневматичним запобіжником – 22...74%.

Розрахунки, що ґрунтуються на результатах проведених експериментів та даних фірм виробників плугів, показали, що енерговитрати на виглиблення секції з пневматичною запобіжною системою на величину 0,35 м менше відповідних енерговитрат секцій із запобіжником інших типів на 17,3...38%.

Польові випробування секції, оснащеної запропонованою пневматичною запобіжною системою, підтвердили надійне та якісне виконання процесів обробітку ґрунту та обходу каміння. Рекомендовані значення тиску повітря на її пневмосистемі склали 0,4...0,6 МПа.

Результати польових випробувань дослідного зразка плуга ППП-5-35, оснащеного запропонованою запобіжною системою, показали, що плуг забезпечує якісний обробіток ґрунту, надійний обхід каменів та легко налаштовується на конкретні умови експлуатації.

Ключові слова: плуг, секція, пневматична запобіжна система, тяговий опір

ANNOTATION

Hubert Natalia Valerievna. Substantiation of Design Features of a Plow for Cultivation of Soils Littered with Stones. – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

In the master's thesis the regularities of changes in the force of resistance of a pneumatic fuse and the pressure inside it depending on the magnitude of its compression (stroke of the rod S), the presence of a reserve capacity in the safety system are studied. It is established that the increase in the traction resistance of the section when bypassing an artificial obstacle with a height of 0.15 m is in the case of its equipment: pneumatic fuse – 9.89...16.23%; spring fuse – 18.4...27.7%; hydropneumatic fuse – 22...74%.

Calculations based on the results of experiments and data from plow manufacturers showed that the energy consumption for deepening the section with a pneumatic safety system is 0.35 m less than the corresponding energy consumption of sections with a fuse of other types by 17.3...38%.

Field tests of the section equipped with the proposed pneumatic safety system confirmed the reliable and high-quality performance of tillage and stone bypass processes. The recommended values of air pressure on its pneumatic system were 0.4... 0.6 MPa.

The results of field tests of the prototype plow ПППП -5-35, equipped with the proposed safety system, showed that the plow provides quality tillage, reliable bypass of stones and is easily adjusted to specific operating conditions.

Key words: plow, section, pneumatic safety system, traction resistance

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. КОНСТРУКЦІЇ ЗАХИСНИХ МЕХАНІЗМІВ ПЛУГІВ ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ЗАСМІЧЕНИХ ҐРУНТІВ.....	8
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПОЛЬОВІ ВИПРОБУВАННЯ ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКУ.....	28
ВИСНОВКИ.....	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	39

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. При обробітку сільськогосподарських культур однією з найенергоємніших технологічних операцій є основний обробіток ґрунту. Традиційно оранку проводять лемішними плугами. Залежно від типу оброблюваного ґрунту та наявності в ньому каміння оранку проводять плугами, обладнаними запобіжниками робочих органів або без них.

Провідні світові виробники сільськогосподарської техніки випускають ґрунтообробні машини з різними типами запобіжних пристроїв. Найбільшого поширення набули індивідуальні запобіжники гідропневматичного, пружинного та ресорного типу. Всі ці запобіжники мають низку недоліків. До недоліків гідропневматичних запобіжників відносяться: складність конструкції, великі значення тягового опору при обході каміння, складність регулювання. Пружинні та ресорні запобіжники значно простіші, ніж гідропневматичні, але також вимагають великих витрат часу для регулювання сили опору.

Дуже перспективними є пневматичні запобіжники, які конструктивно прості та забезпечують невеликі значення приросту тягового опору на обході каменів, тобто. енергоємність процесу обходу каміння у разі застосування таких запобіжників значно нижчі, ніж за використання інших типів. Крім того, тиск у них легко та швидко можна змінювати. Проте, конструкція їх недостатньо досліджена, що містить у собі великі резерви зниження енергоємності процесу обходу каміння. У зв'язку з цим робота, присвячена вдосконаленню конструкції плуга з пневматичними запобіжниками, що забезпечує низькі енерговитрати на обхід каменів, що зустрічаються, і володіє можливістю швидкого регулювання, є актуальною.

Розробкою та вдосконаленням конструкцій ґрунтообробних машин займалися багато вчених: Г.М. Синєоков, І.М. Панов, І.М. Давідсон, В.М. Посметьев, Я.П. Лобачевський, В.М. Бойков, С.В. Старцев, Н.К. Захарова, В.А. Зеліков, А.М. Третьяков, М.Г. Догановський, А.В. Ліфференко, Є.В. Снятиков,

В.Л. Спаський, П.М. Гільштейн, І.К. Захаров, Л.Х. Кім, Е.Е. Поклар, В.М. Кудрявцев, В.М. Гіммельфарб, В.Б. Перельмутер, М.І. Белов, Л.І. Рейнтам, А.Б. Лур'є, А.Г. Параєв, А.Р. Якобсон, Е.Ю. Нугіс, В.І. Вайнруб, А.А. Базров, М.З. Циммерман, С.І. Старовойтов та ін.

У роботах даних авторів розглядалися різні питання щодо характеристики роботи запобіжників, розрахунок параметрів запобіжників різного типу; взаємодії робочих органів ґрунтообробних машин з каменем тощо.

Однак, у цих роботах приділялася недостатня увага питанню зниження енергоємності обходу каменів, що зустрічаються, у поєднанні з можливістю швидкого і легкого налаштування плуга на задані умови роботи. Вирішення цього питання дозволяє в результаті отримати конструкцію плуга, що надійно обходить каміння, що зустрічаються з найменшими витратами енергії, знизити навантаження на вузли і елементи плуга і трансмісію і агрегатує його трактора, зменшити кількість вивертаються плугом каменів на поверхню поля.

Мета та завдання дослідження Мета роботи полягала у розробці плуга для обробітку ґрунтів засмічених камінням.

Завдання досліджень:

1. Проаналізувати існуючі конструкції захисних механізмів у плугах призначених для обробітку засмічених ґрунтів;
2. Обґрунтувати конструкцію плуга для обробітку засмічених ґрунтів;
3. Провести експериментальні дослідження.

Об'єкт дослідження – процес обробітку ґрунтів засмічених камінням.

Предмет дослідження – закономірність впливу параметрів пневматичного запобіжника корпусу плуга та тиску всередині нього на якість обробітку ґрунту і запобігання поломки робочих органів плуга при взаємодії з камінням.

Методи дослідження. Експериментальні дослідження проводилися в лабораторіях кафедри механіки та інженерії агроєкосистем Поліського національного університету, а польові у виробничих умовах сільськогосподарських підприємств Житомирської області. Аналіз літературних

джерел здійснювався аналітико-монографічним методом. Обробку експериментальних даних виконували за допомогою методів математичної статистики з використанням прикладних програм.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Забродський П., Губерт Н.В. Аналіз конструкції плугів із запобіжниками. Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С. 74-76.

2. Грабар І.Г., Губерт Н.В. Польові випробування секції плуга з пневматичним запобіжником. *«Сучасні проблеми та перспективи розвитку машинобудування України»*, присвяченої 20-й річниці з дня створення факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України. м. Київ. 2021. С. 135-138

3. Савченко В.М., Шклярчук Ю.П, Бугайчук В.В, Федорчук А.М., Губерт Н.В. Вплив абразивних властивостей ґрунтів на інтенсивність зношування робочих органів. IV Всеукраїнська науково-практична інтернет конференція «Сучасні технології в енергетиці, електромеханіці, системах управління та машинобудуванні» (м. Бахмут, 25-26 листопада 2021 р.), Бахмут :ННПП «УПА». С. 114-115.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для сільськогосподарських підприємств представляє розроблений запобіжник для плугів, які працюють в умовах засмічених ґрунтів.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 40 сторінок комп'ютерного тексту, містить 24 рисунки та 6 таблиць.

РОЗДІЛ 1

КОНСТРУКЦІЇ ЗАХИСНИХ МЕХАНІЗМІВ ПЛУГІВ ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ЗАСМІЧЕНИХ ҐРУНТІВ

Запобіжні системи плугів пройшли кілька етапів розвитку.

На першому етапі переважно розвивалися пристрої з фіксаторами та запобіжники групової дії. Розвиток запобіжників з фіксаторами дещо стримувався і стримується через необхідність підйому всього плуга для повернення всього корпусу у вихідне положення, що при великій кількості корпусів плуга призводить до зниження продуктивності агрегату.

Групові запобіжники дозволяють також захистити плуг від серйозних поломок, проте огріхи, що утворюються при їх спрацьовуванні та втрати часу на приєднання плуга, є серйозним недоліком.

Масове поширення набули плуги з корпусами на зрізних болтах, але більш високопродуктивними є плуги з автоматичними запобіжниками, проте їм притаманний цілий ряд недоліків.

У багатьох роботах наведено опис групових запобіжників односторонньої дії. Деякі із них були оснащені зрізними штифтами, інші – поворотними гаками, які зпри досягненні тягового опору машини заданого значення, повертаючись від'єднують плуг від трактора.

З великими припущеннями до цієї групи можна віднести плуг із запобіжниками важеля. Однак через складність запобіжного механізму і огріхи плуги цього типу широкого поширення не отримали.

На рис. 1.1. показано типову схему запобіжника фіксаторного типу. Як видно із схеми, при зустрічі лемеша плуга з каменем спрацьовує двоплечий важіль, який повертається навколо точки O_1 , а башмак корпусу з натискним важелем повертається навколо точки, стискаючи пружину фіксатора. Після виглиблення плуг необхідно підняти.

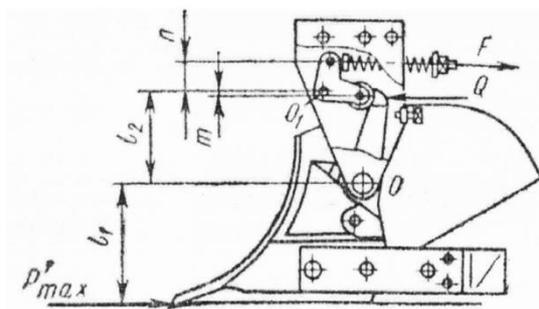


Рис. 1.1. Запобіжник фіксаторного типу.

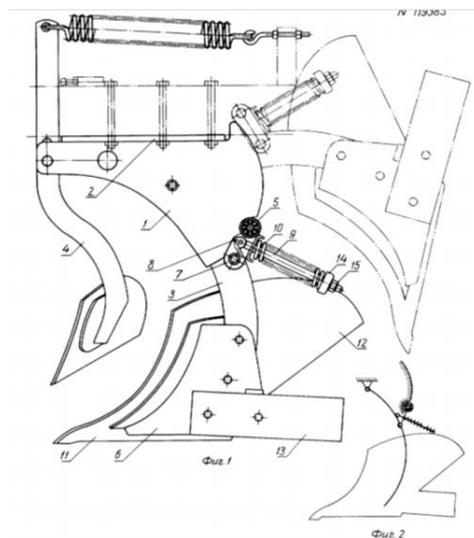


Рис. 1.2 Запобіжник фіксаторного типу конструкції О.Я. Стенгревиця.

Недоліком запобіжних механізмів фіксаторного типу є необхідність виготовлення фіксуючих роликів та їх пазів з високоміцних марок сталі, що технічно ускладнює процес виготовлення подібних корпусів.

Певний інтерес представляє конструкція корпусу плуга, запропонована О. Я. Стенгревіц (рис. 1.2). У цій конструкції на відміну багатьох подібних пристроїв вісь повороту корпусу зміщена вперед. При спрацьовуванні одного з корпусів виглиблення решти не відбувається.

Конструкція запобіжника важеля плуга WHITE 508 відрізняється оригінальністю від інших конструкцій свого класу. Її насилу можна віднести до запобіжників фіксаторного типу. Багаторічний досвід експлуатації цих плугів довів їхню ефективність.

Однією з ефективних запобіжних систем фіксаторного типу є система фірми Lemken, що монтується на навісних оборотних плугах моделі EurOpa (рис. 1.3) Пристрій позначається «НХ».

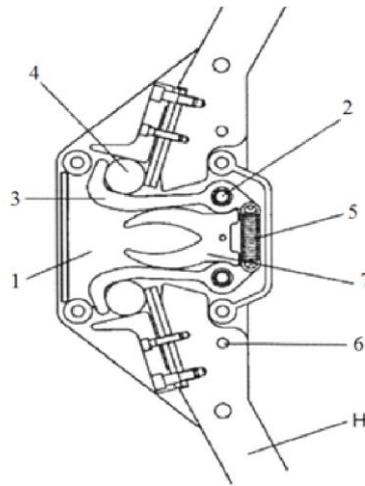


Рис. 1.3. Напівавтоматичний запобіжник фіксаторного типу навісного оборотного плуга EurOral фірми Lemken.

Як видно із рис. 1.3 пристрій забезпечено гаком 3, роликами 4 і пружинами 5 і 7. При взаємодії корпусу плуга з каменем, гак відгинається, стискаючи пружину 7 і розтягуючи пружину 5 та корпус плуга повертається. Для повернення корпусу у вихідне положення досить виглибити корпус. Завершення процесу повернення корпусу супроводжується чутним клацанням.

Плуги із запобіжниками у вигляді зрізних болтів найчисленніша група. Більшість земель, що розорюються плугами, обробляються вже давно, у зв'язку з чим кількість каменів у їхньому орному шарі не настільки значна. У зв'язку з цим з'являється можливість ефективно використовувати дешевші конструкції плугів, оснащених у вигляді запобіжників як зрізних болтів. При цьому навіть у випадку експлуатації плугів з великим числом корпусів зупинки останніх можуть бути не такими частими.

У плугів серії MS датської фірми Konskilde, турецької Overum, російської Діас, норвезької Kverneland і т.д. стійки корпусів прикріплюються до кронштейнів рами із зовнішнього боку, а у плугів фірми Unia, Lemken, чеської SUKOV і т.д. у кронштейні з двох щік, що на наш погляд, підвищує жорсткість системи та збільшує поверхню тертя.

Деякі фірми кріплять стійки корпусів до кронштейнів рами плуга болтами, які розташовані по горизонталі з віссю повороту чи з невеликим відхиленням від неї, тобто у верхній частині рами.

При цьому зрізний болт може розташовуватися попереду осі повороту (фірма *Vonnel*, класичний плуг), а на плугах компанії ВАТ «Агромаш» знаходиться позаду осі повороту.

Залежно від способу зрізання болта змінюється його діаметр. При зрізанні болта з бічним кріпленням стійок необхідно використовувати болт більшого діаметра, при встановленні стійки між двома щокками (2 площини зрізання) використовуються болти меншого діаметра.

Розташування зрізного болта в передній частині кріплення в процесі зрізання призводить до того, що корпус починає свій рух щодо заднього шарніра кріплення стійки до рами, що обумовлює так зване «кльовання» стійки, та нерідко призводить до поломки корпусу, виходячи з чого можна сказати, що найраціональніша конструкція із заднім розташуванням зрізного болта.

Плуги з важільно-пружинними запобіжниками представлені практично кожною фірмою-виробником плугів і відрізняються, у свою чергу, конструктивними параметрами такими як: розташування пружини щодо горизонталі, кількості пружин, що використовуюються, використання пружин розтягування або стиснення і т.д.

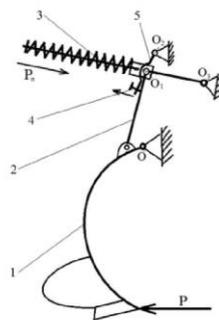


Рис. 1.4. Схема запобіжного механізму фірми WHITE: 1 – стійка; 2 – важіль; 3 - пружина; 4 – упор; 5 – важіль.

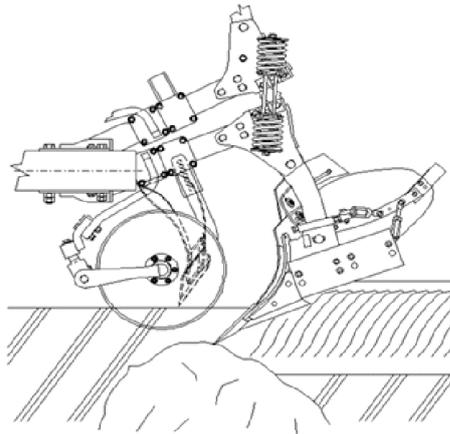


Рис. 1.5. Плуг із важільно-пружинними запобіжниками LEMKEN VARIOPAL 7X 4+1.

Плуги, що випускаються фірмою White (рис. 1.4), мають кілька видів установки пружини стиснення щодо горизонтальної площини – паралельно до горизонтальної площини або похило до неї. Плуг працює в такий спосіб. При наїзді корпусу плуга на перешкоду зусилля P передається за допомогою стійки 1 на важіль 2. У процесі роботи зусилля P передається через стійку 1 на закріплений шарнірно важіль 2, що передає зусилля на вилку з пружинами 3, яка тисне на важіль 5, змушуючи обертатися його відносно O_2 . Таким чином, відбувається стиснення пружини 3.

Далі, при заглибленні корпусу, стопор 4 важеля 5 упирається в важіль 2 і тим самим, запобігає провертанню важеля 2 у зворотний бік.

Плуг VARIOPAL 7X від фірми LEMKEN (рис. 1.5) є оборотним плугом з важільно-пружинними запобіжниками. Конструкція цього плуга зроблена таким чином, що стійки складають паралелограмний механізм, який кріпиться спереду до кронштейна закріпленого на рамі. Стійки з'єднані між собою кронштейнами з пакетами пружин з обох боків. Між пластинами стійок ставиться спеціальна направляюча пластина, що дозволяє виглиблюватися корпусу тільки заданої траєкторії руху.

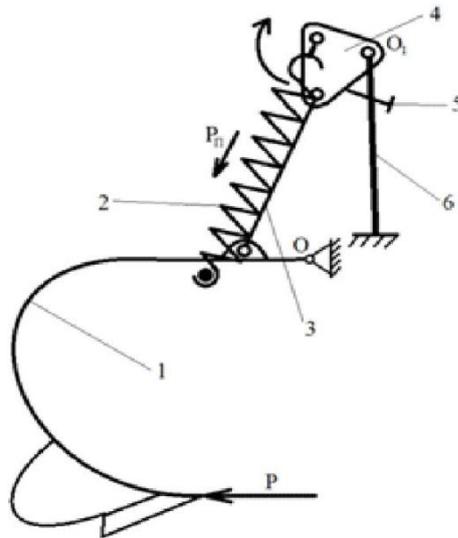


Рис. 1.6. Схема запобіжника плуга ППП-4-40-2 (К) з механічним захистом.

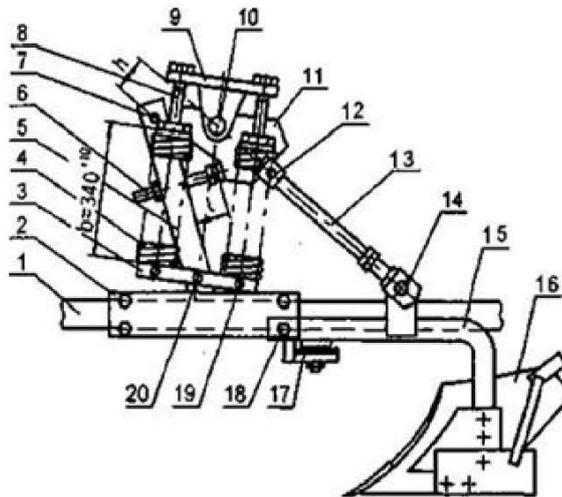


Рис. 1.7. Схема секції плуга ПКГ-5-40В з важільно-пружинним запобіжником: 1 – рама плуга; 2 – черевик; 4 – пружини; 5, 3, 9 - кронштейни; 11 – тримач; 13 - штовхач; 6,8 – регулювальні гвинти; 7,10,12,14,19,20 – осі; 15 - грядиль; 16 – корпус плуга; 17 – регулювальні шайби; 18 – палець.

Запобіжник плуга ППП-4-40-2(К) (рис. 1.6) являє собою шарнірно закріплений важіль 3, що з'єднує стійку 1 з кронштейном 4, який шарнірно закріплений на стійці 6. Стійка 1 пов'язана з пластиною 4 також пружиною 2. Працює запобіжник наступним чином. При наїзді на перешкоду, на леміш діє сила P , яка прагне повернути стійку 1. Важіль 3 повертає пластину 4 навколо шарніра O_1 , яка в свою чергу розтягує пружину 2. Після обходу перешкоди під впливом сили пружності пружини 2 і власної ваги корпус плуга заглиблюється.

У плуга ПКГ-5-40В є шарнірно закріплений гряділь 15, якого шарнірно приєднаний штовхач 13 (рис. 1.7). Іншим кінцем штовхач з'єднаний з тримачем 11, який, у свою чергу, шарнірно кріпиться до кронштейна рами 5. Між кронштейнами 7 і 12 тримача 11 за допомогою осі 10 закріплений кронштейн 9, до якого за допомогою гвинтів 5 прикріплений.

Працює запобіжна система в такий спосіб. При наїзді на перешкоду стійка, обертаючись щодо пальця 18, передає зусилля на тягу 13 і повертає тримач 11. При цьому пружини 4 розтягуються. Після проходження перешкоди під дією сили пружності пружин 4 та власної ваги корпус плуга повертається у вихідне положення.

Плуги фірм Salford, OVERUM [64] (рис. 1.8), Unia мають практично однаковий принцип роботи важільно-пружинних запобіжників із використанням пружин розтягування. В основу принципу їх роботи також покладено важільний механізм.

Плуг має шарнірно прикріплений до рами гряділь 1, до якого шарнірно прикріплений поворотний кронштейн 2 з регульовальним болтом 3. До верхньої частини поворотного кронштейна шарніра приєднана куліса 4, до верхньої частини якої кріпиться пружина 5. З кулісою 4 шарнірно з'єднаний упорний стрижень 6.

Працює секція наступним чином. При наїзді на камінь гряділь 1 повертається вгору і разом з ним піднімаються вгору поворотний важіль 2 і куліса 4. Так як в кулісу упирається упорний стрижень 6, то вона одночасно з підйомом, повертається вліво і розтягує пружину 5. Після проходження перешкоди секція повертається у вихідне положення.

Великий інтерес представляє конструкція турецького плуга із пружинним запобіжником фірми ALPLER (рис. 1.9).

Як видно із рис. 1.9 до нижньої частини гряділя 1 кріпиться корпус плуга 2, а з задньою частиною гряділя шарнірно пов'язаний поворотний важіль 3, правий кінець якого шарнірно з'єднаний з верхньою тягою 4. До кронштейна

верхньої тяги приєднана пружина розтягування, другий кінець якої з'єднаний. При наїзді на камінь корпусу 2 гряділь 1 повертається вгору, тим самим, виглиблюючи корпус 2. При цьому важіль 3 повертається проти годинникової стрілки, повертаючи верхню тягу 4 і розтягуючи пружину 5. Після проходження перешкоди секція повертається в початкове положення.

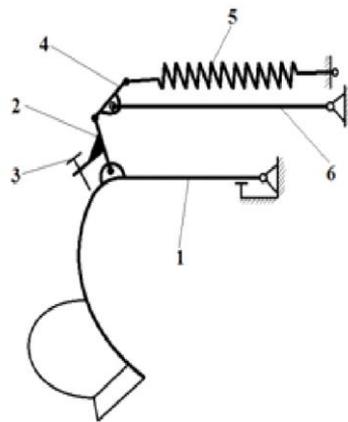


Рис. 1.8 – Схема секції із запобіжним механізмом плуга OVERUM: 1 – гряділь секції; 2 – поворотний кронштейн; 3 – регулювальний гвинт; 4 – куліса; 5 – пружина; 6 – зав'язаний стрижень.

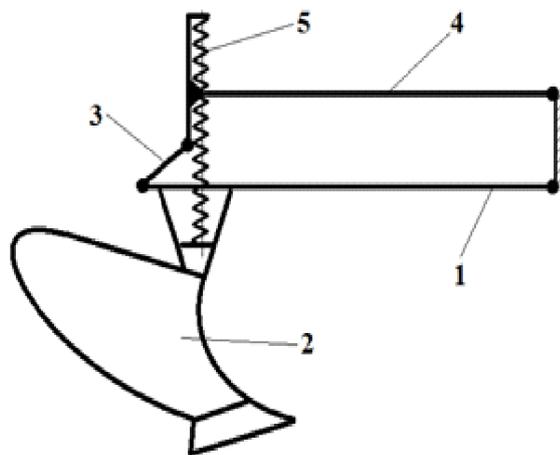


Рис. 1.9. Схема запобіжної системи плуга ALPLER.

На підставі аналізу відеозйомки роботи даного плуга можна зробити висновок, що через велику довжину пружини розтягування нижня її частина часто засипається ґрунтом, що небажано.

Турецький плуг ÜNLÜ-4 оснащується пружинними запобіжниками. Кожна секція плуга складається з гряділя 1, який своїми упорами опирається на гнізда

кронштейна 2 (рис. 1.10). До задньої частини гряділя кріпиться корпус 3. У середині гряділя 1 установлена пружина 4. Конструкція плуга дозволяє за необхідності провести її переробку під установку пружини розтягування чи стискування, тобто схема має хороші можливості.

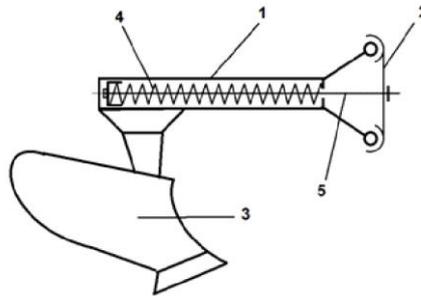


Рис. 1.10. Плуг ÜNLÜ-4: 1 – гряділь; 2 – кронштейн; 3 – корпус; 4 – пружина; 5 – тяга.

При наїзді на перешкоду гряділь повертається вгору щодо свого вертикального упору і корпус виглиблюється. Після перешкоди повертається у вихідне положення.

Беручи до уваги той факт, що при деформації пружини сила її пружності зростає, а плече сили, що діє на башмак лемеша, щодо верхнього упору гряділя в процесі виглиблення зменшується, можна з великою часткою ймовірності стверджувати, що при виглибленні секції її тяговий опір зростатиме.

Певний інтерес є конструкцією англійського плуга Dowdeswell 100 Series MR [1] (рис. 1.11).

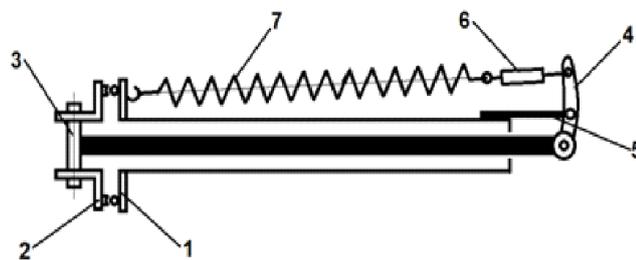


Рис. 1.11. Схема запобіжного механізму плуга Dowdeswell 100 Series MR: 1 – гряділь; 2 – кронштейн; 3 – тяга запобіжника; 4 – коромисло; 5 – кронштейн гряділя; 6 – регульовальна серьга; 7 – пружина.

Гряділь секції плуга упирається у гніздо упорів кронштейна 2, закріпленого на рамі плуга. До вушок кронштейна 2 за допомогою пальця кріпиться поздовжня тяга 3, задній кінець якої пов'язаний з коромислом 4. Коромисло 4 шарнірно закріплено на кронштейні гряділя 5. До іншого кінця коромисла кріпиться регульовальна серьожка 6 пов'язана також із пружиною 7, другий кінець якої закріплений на гряділь 1.

При спрацьовуванні секції гряділь 1 відхиляється нагору щодо верхнього упору. При цьому задній кінець 3 тяги переміщається всередині гряділя 1, повертаючи серьожку 4 і розтягуючи тим самим пружину 6.

На жаль, у літературі відсутні дані щодо якості роботи даного плуга на важких, засмічених камінням ґрунтах.

Конструкція запобіжного механізму плуга Huard TR65 NSM 16 дуже схожа на раніше розглянуту конструкцію плуга ÜNLÜ-4, тільки в ній застосовується телескопічна пружина з витками прямокутного перерізу (рис. 1.12). Перевагою цієї конструкції є невеликі розміри пружини. Однак відомо, що подібні телескопічні пружини характеризуються великою жорсткістю, що може позначитися на жорсткості роботи самого запобіжника.



Рис. 1.12. Плуг Huard TR65 NSM 16.

Одним із серйозних недоліків плугів із пружинними запобіжниками є великі витрати часу на їх налаштування на задані умови роботи. Крім того, як показав аналіз, для виготовлення пружинних запобіжних систем, особливо

оборотних плугів, необхідно виготовляти деталі системи з високоміцних марок сталей, що негативно позначається на вартості машини.

Плуги з ресорними запобіжниками отримали широке поширення і виготовляються багатьма підприємствами та фірмами. Головні їх переваги – простота конструкції та надійність роботи.

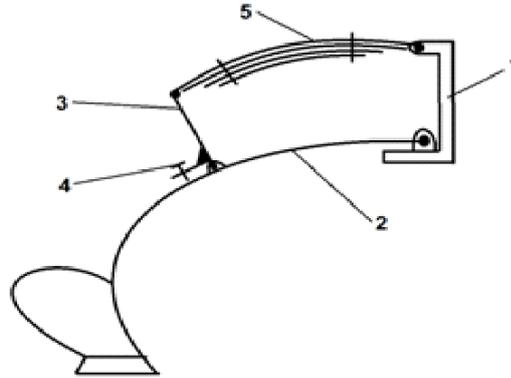


Рис. 1.13. Конструктивна схема плуга з запобіжною системою ресорного типу: 1 – кронштейн секції; 2 – гряділь; 3 – двоплечий важіль; 4 – регулювальний болт; 5 – ресора.

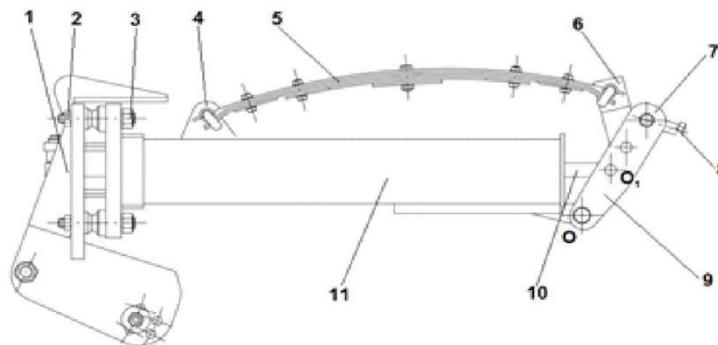


Рис. 1.14. Конструктивна схема секції плуга ПО з ресорним запобіжником: 1 – кронштейн кріплення до рами; 2 – болти з кульовим наконечником; 3 – болт із пазом; 4 – вушко; 5 – ресора; 6 – кронштейн; 7 – палець; 8 – регулювальний болт; 9 – важіль; 10 – тяга.

Найпростішими запобіжними пристроями оснащені плуги загального призначення необоротного типу. Конструктивні схеми секцій плугів різних фірм відрізняються одна від одної незначною мірою. На рис. 1.13 представлено конструктивну схему секції такого плуга.

Секція складається з плуга кронштейна 1, що кріпиться до рами до нижньої частини якого за допомогою пальця з'єднаний гряділь 2.

До задньої частини гряділя 2 шарнірно кріпиться двоплечий важіль 3 з регулювальним болтом 4. З верхнім кінцем важеля 3 за допомогою пальця з'єднана ресора 5, інший кінець якої також за допомогою пальця приєднаний до верхньої частини кронштейна 1.

Працює система в такий спосіб. При зустрічі з каменем леміш корпусу плуга гряділь 2 повертається вгору, в результаті чого ресора 5 також повертається вгору, але при цьому стискається. Після проходження перешкоди секція повертається в початкове положення.

Регулювальний болт 4 дозволяє оперативно проводити заміну ресори і усувати зазори в її шарнірних з'єднаннях. Жорсткість її змінюється шляхом зняття чи встановлення додаткових листів.

Плуги із вищеописаною конструктивною схемою секцій раніше випускалися норвезькою фірмою Kverneland і французькою Gregoire-Besson тощо.

Принцип роботи таких плугів схожий і відрізняється лише системою кріплення запобіжника та стійки до опорного кронштейна рами.

Стойка плуга 11 (рис. 1.14) упирається в кронштейн кріплення 1. В середині стійки 1 та шарнірно з'єднана з поперечною тягою 9 з іншого боку. До тяги 9 кріпиться кронштейн 6 з встановленою на ньому ресорою 5, інший кінець якої кріпиться до стійки 11 за допомогою вушка 4. Регулювання натяжки пружини ведеться за допомогою упорного болта 8. Запобіжник працює наступним чином. У процесі спрацьовування стійка обертається щодо шарнірів 2 і 3, тяга 10 жорстка і не має можливості розтягуватися, у зв'язку з чим вона тягне поперечний важіль 9, який обертається щодо точки, стискаючи ресору. Після проходження перешкоди ресора повертає всю секцію на місце.

Обертові плуги схожі за принципом роботи, проте механізм кріплення стійки до кронштейна рами у кожної фірми має специфічні особливості.

Наприклад, він може бути у вигляді шарнірних болтів у вигляді пальців, що обертаються у спеціальних виїмках у вигляді напіввтулки, що обертається навколо пальця і т.д.

Для того щоб забезпечити рівномірне навантаження кронштейна і кращу стійкість секції в процесі обходу каменю, деякі фірми мають у своєму розпорядженні ресори по обидва боки гряділя. Така схема прийнята фірмою Gregoire-Besson моделі SPB6.

Як видно з вищевикладеного, поряд з позитивними характеристиками, серйозним недоліком ресорних запобіжних систем є те, що налаштування запобіжника корпусу плуга на різні умови роботи здійснюється шляхом додавання або видалення з ресори додаткових листів, що потребує значних витрат часу та обумовлює набагато гіршу «чутливість» запобіжника порівняно з пружинними чи гідропневматичними пристроями.

Плуги із запобіжниками у вигляді гумових подушок випускає фірма ÖVERUM (рис. 1.15) . Принцип їх роботи схожий на принцип роботи важільно-пружинного запобіжника, описаного вище.

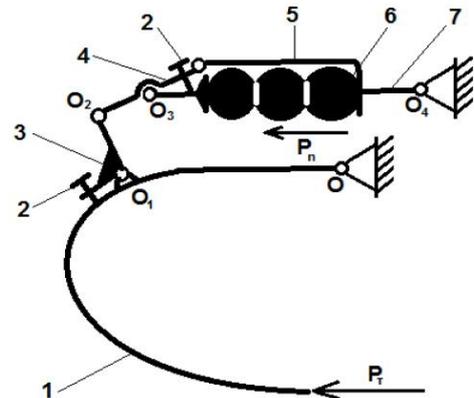


Рис. 1.15. Плуг ÖVERUM СТ 588 із запобіжниками у вигляді гумових подушок.

Плуг із запобіжниками у вигляді гумових подушок працює наступним чином. При наїзді на перешкоду, зусилля P_m діє на стійку 1, змушуючи її обертатися навколо шарніра O . Стійка 1 тисне на двоплечий важіль 3, обертаючи його навколо осі O_1 , який тисне на важіль у вигляді коромисла 4, в центрі якого

шарнірно кріпиться вісь 7 з гумовими подушками 6. Інший кінець коромисла шарнірно кріпиться до важеля 5, які стискаються в процесі роботи гумові подушки 6. Регулятори натяжки запобіжника 2 встановлені як на двоплечовому важелі так і на коромислі 4.

Запобіжники гідравлічного типу широкого поширення не отримали, оскільки за ефективністю значно поступалися запобіжникам, вбудованим у гідропневматичну систему.

Типовою запобіжною системою гідравлічного типу є технологія П. М. Гільдштейна та Д. З. Стародинського.

Згідно з цією схемою, з гряділем кожного корпусу жорстко пов'язаний кронштейн, до якого шарнірно приєднаний шток гідроциліндра. Корпус гідроциліндра шарнірно з'єднаний з подовженим кронштейном рами. При наїзді секції плуга на великий камінь гряділь повертається нагору, а кронштейн його повертається праворуч. В результаті цього масло, що витісняється з гідроциліндра через перепускний клапан, переміщається в бак. Після перешкоди система повертається у вихідне положення.

Висновки по розділу

В першому розділі магістерської роботи проаналізовані існуючі запобіжники плугів для обробітку засмічених камінням плугів та визначено перспективні напрямки їх вдосконалення.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В ході даних досліджень необхідно було вивчити залежність коливань секції, тягового опору і зусилля обходу каменів, які зустрічаються від тиску повітря в запобіжнику і швидкості руху трактора.

Експерименти проводилися на двох полях Овруцького району. Перше поле представляло собою поклад. Відстань між великими каменями, які зустрічаються одним корпусом плуга, становило в середньому від 700 до 1500 метрів. Тобто, засміченість великими каменями поля №1 була невеликою. Друге поле також представляло собою поклад, але відстань між небезпечними для плуга камінням коливалася від 3 до 500 метрів.

Перед початком досліджень, згідно з існуючою методикою, вивчалися твердість, вологість ґрунту поля, рельєф, висота поживних залишків. Твердість визначалася твердоміром Ревякіна.

Завдяки встановленим на універсальній установці датчиків швидкості, тензодинамометру і вимірювальному блоку, що складається з тензопідсилювача ZET-411 і АЦП ZET-210, на жорсткий диск ноутбука постійно відбувався запис тягового опору і швидкості руху. Крім того, в пневмосистему запобіжника був встановлений датчик тиску серії ЗОНД-10-ВД, який живиться від окремого акумулятора постійного струму, а на стійку були наклеєні додаткові тензодатчики, сигнал від яких також додатково записувався.

На рис. 1 стрілкою показано місце на стійці плуга, на яке наклеюються тензодатчики. Щоб датчики не розривалися зверху, вони були захищені спеціальною мастикою, поставленої з заводу виробника датчиків, і додатково закриті двома пластинами, що видно на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Загальний вигляд секції плуга з наклеєними на стійку тензодатчиками.

Тарування стійки проводилася в такий спосіб. Секція встановлювалася на випробувальну машину з підключеним тензодинамометром. Датчики стійки також підключалися до тензопідсилювача ZET-411 і АЦП ZET-210. На носок лемеша одягалася кільце з приєднаною до нього ланцюгом. Інший кінець ланцюга був з'єднаний з динамометром ДПУ-30К. У свою чергу, динамометр з'єднувався з гвинтовою парою, втулка якої була нерухомо закріплена. Таким чином, обертаючи гвинт, можна було збільшувати або зменшувати горизонтальну силу, діючу на кінець лемеша.

Первинні дані тарування датчиків стійки плуга і результати статистичної обробки представлені графічно на рис. 2.2. З рис. 2.2 видно, що залежність між показаннями АЦП і горизонтальною силою, що діє на стійку (тяговим опором) добре описується рівнянням прямої.

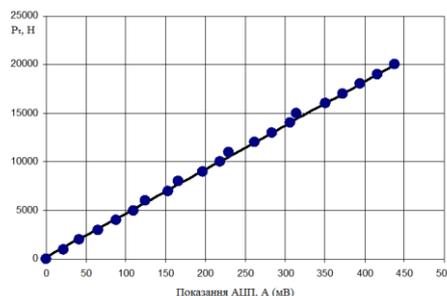


Рис. 2.2. Залежність між показаннями А (мВ) АЦП і силою, що діє на стійку P_t (Н).

Вимірювання тиску всередині запобіжника проводилося нами з метою визначення максимальних його значень, що виникають при роботі плуга в польових умовах на кам'янистих ґрунтах. Для цього в верхню частину пневматичного запобіжника був вмонтований датчик тиску ЗОНД-10-ВД, який підключався до тензопідсилювача і АЦП. Живиться датчик від електростанції, встановленої на випробувальній машині, через блок понижувального трансформатора БПТ-24, і в другому варіанті від електромережі трактора.

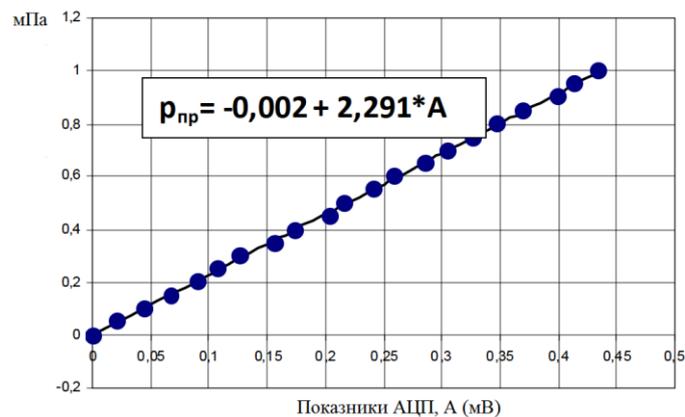


Рис. 2.3. Залежність між показаннями A (мВ) АЦП і тиском усередині пневматичного запобіжника $p_{пр}$, (МПа).

Тарування датчика тиску проводили за допомогою манометра ДМ-05100, приєднаного трійником до пневматичної магістралі системи. Зміна тиску виконували східчасто від 0 до 1,0 МПа з кроком 0,05 МПа.

Встановлено, що між показаннями АЦП і тиском повітря в пневмокамері існує прямо пропорційна залежність, яка з високою точністю описується рівнянням регресії першого порядку (рис. 2.3).

Дослідження проводилося для вивчення закономірності зміни тягового опору корпусу плуга при виглибленні.

Для проведення експерименту використовувалися трактор МТЗ-1221, на якому навішувався напівнавісний плуг з пневматичними запобіжниками і трактор МТЗ-80, на який був навішений кронштейн, до нижньої та верхньої частин якого кріпилися кінці троса 7. На трос одягався блок з роликом 6

динамометром 5. До іншого кінця електронного динамометра кріпилася ланцюг, пов'язана з носком лемеша середнього корпусу плуга 4.

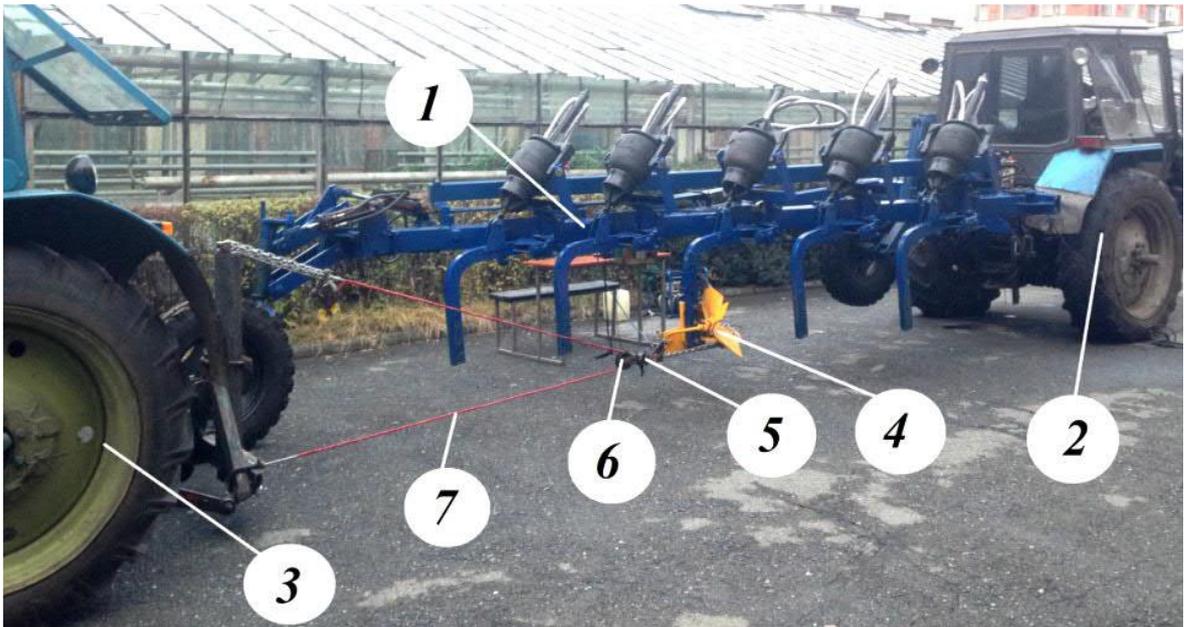


Рис. 2.4. Проведення дослідження процесу поглиблення корпусу плуга: 4 – корпус плуга; 5 – електронний динамометр; 6 – блок із роликком; 7 – трос.

Експерименти проводили в такий спосіб. У пневмосистемі плуга створювали необхідний тиск. Трактор МТЗ-1221 стояв нерухомо з увімкненими гальмами, а трактор МТЗ-80 плавно починав рух. При цьому трос 7 натягувався, блок 5 займав положення, при якому ланцюг, що з'єднує електронний динамометр і носок леміш, розташовувалась паралельно поверхні землі. Таким чином, сила тяги завжди зберігала свій напрямок.

Потім під впливом сили тяги корпус плуга починав виглиблюватися. Значення сили тяги реєструвалося з допомогою електронного динамометра, а величини виглиблення – датчиком виглиблення.

Визначення показників якості роботи та надійності та експериментального зразка плуга проводилося відповідно до вимог ДСТУ , а також іншої нормативно-довідкової літератури.

У таблиці 2.1 наведено нормативи до умов визначення показників при випробуваннях плугів, а в таблиці 2.2 вимоги до якості роботи та експлуатаційних показників.

Методики визначення показників, наведених у таблицях 2.1 та 2.2, досить повно описані у численній літературі, тому наводити їх у роботі немає необхідності.

Таблиця 2.1 – Вимоги до умов визначення показників призначення під час випробувань плугів

№ п/п	Назва показника	Значення показника для всіх типів плугів
1	Тип ґрунту та назва по механічного складу	Ґрунти з різними фізико-механічними властивостями
2	Рельєф, ухил, град.	До 8
3	Вологість ґрунту, %: відносна абсолютна	20-70 До 30
4	Твердість ґрунту, МПа	До 4
5	Висота (довжина) рослинних та пожнивних залишків, см	До 25
6	Попередня обробка	Відповідно до технологічної картою: луцення, дискування та ін.
7	Питомий опір ґрунту, кг/см ²	До 1,4

Таблиця 2.2 – Вимоги до якості роботи та експлуатаційних показників зразка плуга

№ п/п	Назва показника	Лемішний плуг
1	Робоча швидкість руху, км/год.	До 12
2	Конструктивна ширина захвату, м, не менше	Корпуси 0,30 0,35 0,40
3	Глибина обробки, см.	До 30
4	Питома витрата палива за змінний час, кг/га	не більше 14-17
5	Глибина закладення рослинних залишків, см	12-15
6	Повнота закладення рослинних залишків, %	98, не менше
7	Кришення ґрунту, %: розміри грудок, мм: до 50 включ. св. 50 до 100 увімкн. - св. 100 - до 150 включ. -	70, не менше - - -
8	Гребнистість поверхні ґрунту, см, не більше	5
9	Кількість ерозійно-небезпечних частинок у шарі від 0 до 5 см	Не повинно підвищуватися
10	Забивання, залипання робочих органів	Не допускається
11	Коефіцієнт використання змінного часу	0,75, не менше
12	Коефіцієнт готовності, щонайменше, з урахуванням організаційного часу	0,98

Висновки по розділу

В другому розділі магістерської роботи представлено конструкцію запропонованого плуга та методика його випробовування в польових умовах

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПОЛЬОВІ ВИПРОБУВАННЯ ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКУ

У ході випробувань реєструвалися швидкість руху, тяговий опір, виглиблення корпусу, а в деяких експериментах – горизонтальні зусилля, що діють на стійку плуга та тиск повітря у запобіжній системі у процесі виглиблення секції. На рис. 3.1 показано зображення екрана комп'ютера під час проведення вимірів.

Як видно із рис. 3.1 за допомогою осцилограма можна побудувати докладну картину, що має місце при роботі секції. На осцилограмах добре видно спрацювання (виглиблення) секції, зміну тягового опору тощо.

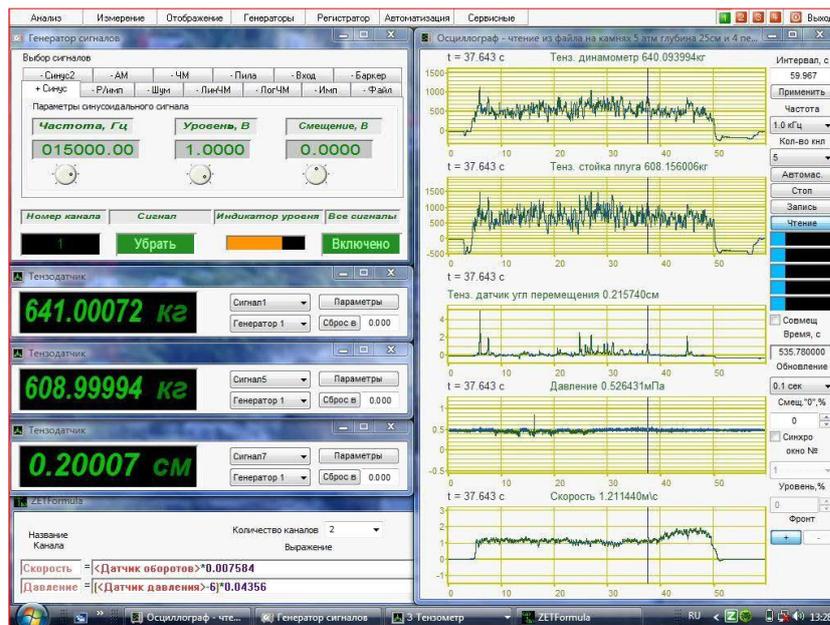


Рис. 3.1. Приклад візуалізації робочих характеристик досліджуваного корпусу плуга із запропонованим пневматичним запобіжником.

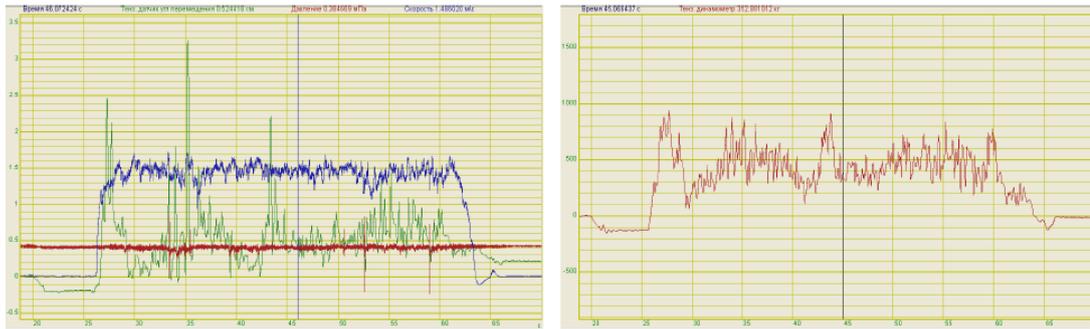


Рис. 3.2. Приклад отриманих графіків глибини обробки (1), тиску (2), швидкості руху (3, вид а), тягового опору (вид б) при проведенні досвіду на 5 передачі, глибині 0,18 м та тиску 0,4 МПа.

Як очевидно з осцилограм, середнє значення швидкості руху агрегату становило 1,5 м/с.

Результати експериментів представлені у табл. 3.1.

Як видно з дослідів 1...5, що проводяться при глибині оранки 180 мм, середні значення відхилень від заданої глибини оранки мають місце у дослідях 4...6, а мінімальні значення відхилення мають місце при тиску в запобіжнику 0,5 та 0,6 МПа (досліди 5 та 6).

З дослідів 1...5 також видно, що найменші величини середніх значень тягового опору спостерігаються при тиску в запобіжнику 0,2; 0,4 ... 0,6 МПа. Тиск 0,2 МПа слід відкинути, оскільки за нього мають місце значні відхилення від заданої глибини оранки.

Отже, при глибині оранки 0,18 м тиск повітря в запобіжнику не повинен бути меншим за 0,4 МПа.

Аналіз експериментальних даних при глибині оранки 0,2 ... 0,22 м показує, що у всіх експериментах при тиску повітря в запобіжнику 0,5 ... 0,6 МПа спостерігалися мінімальні значення відхилень від заданої глибини обробки ґрунту. З цієї ж серії експериментів видно, що при глибині оранки 0,22 м і тиску повітря в запобіжнику 0,5 МПа середнє значення тягового опору становило 4902 Н, а при тиску повітря 0,6 МПа середнє значення тягового опору становило 5085 М.

Таблиця 3.1 – Результат польових експериментів щодо дослідження тягового опору експериментального корпусу плуга, оснащеного пневматичним запобіжником.

№ п/п	Глибина оранки, м·10 ⁻³	Тиск, МПа	Середнє значення тягового опору, Р _{ср} , Н	Максимальне значення тягового опору, Р _{ср} + 3σ, Н	Середнє значення зміни глибини, Δh _{ср} , мм	Максимальне значення зміни глибини, Δh _{ср} + 3σ, мм
0	1	2	3	4	5	6
1	180	0,2	4370	8694	11,65	35,9
2		0,3	4728	9627	12,29	45,9
3		0,4	4576	9242	3,5	14,6
4		0,5	4742	9065	3,5	10,1
5		0,6	4465	10777	4,1	11,3
6	200	0,2	4895	8381	32,2	82,6
7		0,3	4988	8945	11,9	29,6
8		0,4	6069	12543	14,6	57,2
9		0,5	4844	9665	3,8	11,2
10		0,6	5694	10650	4,5	10,5
11	220	0,2	5475	9492	40,7	126,5
12		0,3	5516	9101	43,8	113,1
13		0,4	7121	13634	20,9	73,7
14		0,5	4962	10800	3,8	7,7
15		0,6	5085	8721	4,9	10,6
16	250	0,2	5791	10240	37,4	108,5
17		0,3	5209	9883	15,5	51,8
18		0,4	6569	12602	15,2	47,9
19		0,5	7446	12150	4,6	13
20		0,6	4823	8783	0,8	2,9
21	280	0,2	6433	9892	44,5	107,5
22		0,3	7596	12558	31,8	93
23		0,4	8149	14245	26,7	88,8
24		0,5	7780	15175	10,2	36,3
25		0,6	5401	10090	3,1	5,5

Таким чином, при глибині обробітку ґрунту в діапазоні 0,2...0,22 м у запобіжній системі плуга доцільно задавати тиск 0,5 МПа.

З результатів досліджень, проведених при глибині обробітку ґрунту 0,25...0,28 м, впливає, що відхилення від заданої глибини оранки мають місце при тиску в запобіжнику 0,6 МПа. Однак, при глибині оранки 0,25 м максимальні значення відхилень склали 0,013 м. Це означає, що при невеликому зниженні твердості ґрунту цілком можливе якісне оранка при тиску повітря в запобіжнику 0,5 МПа.

Усі експерименти проводилися без попереднього підлаштування пневмокамери запобіжника. Як було показано вище, у разі підлаштування

камери на величину 5...7 см очікується більш стійкої її роботи та зниження тиску повітря в пневмосистемі.

У цілому нині польові випробування секції підтвердили її високу практичну значимість.

Як базова модель нами був обраний напівнавісний плуг ПГП-5-40, який після модернізації був перейменований на ППП-5-35. Роботи полягали у заміні корпусів із 40-сантиметровою шириною захвату на корпуси із шириною захвату 35 см. Потім були виготовлені нові кронштейни для установки пневмозапобіжників та розроблена, виготовлена сама запобіжна пневмосистема, що включала резервну ємність і з'єднані з нею пневмозапобіжники.

Плуг складається з рами 1 (рис. 3.3), на якій закріплені кронштейни 2, резервна ємність 3, регулювального механізми 4 і опорного коліс 5. До кронштейнів 2 шарнірно кріпиться стійка 6 і пневматичні запобіжники 7, які трубопроводами 8 з'єднані з резервною. Хвостовик кожного запобіжника шарнірно пов'язаний із відповідною стійкою секцією.

Перед початком роботи плуг заправляється повітрям від компресора трактора до досягнення пневмосистеми робочого тиску – 0,4...0,6 МПа.

Згодом нами було розроблено зручну в експлуатації систему управління плугом (рис. 3.4.).

Схема керування запобіжною системою плуга ППП-5-35 наведена на рис. 3.4. Як видно із рис. 3.4 (а), стійка плуга одного з корпусів 1, з'єднана з запобіжником 2, спирається на кронштейн з контактною пластиною 3. Остання з'єднана з блоком управління 4. На блоці управління змонтований манометр, світлодіоди та тумблери для включення живлення мережі та управління випускним 5 випускним 6 електромагнітними клапанами, що включаються за допомогою реле 7. Повітря в пневмосистему плуга 7 надходить від компресора трактора 8 через регулятор тиску 9 і ресивер 10.



Рис. 3.3. Загальний вигляд плуга ППП-5-35: а – вид праворуч; б – вид ліворуч; 1 – рама; 2 – кронштейн; 3 – резервна ємність; 4 – регулювальне колесо; 5 – опорне колесо; 6 – стійка секції; 7 – пневматичний запобіжник; 8 – трубопроводи.

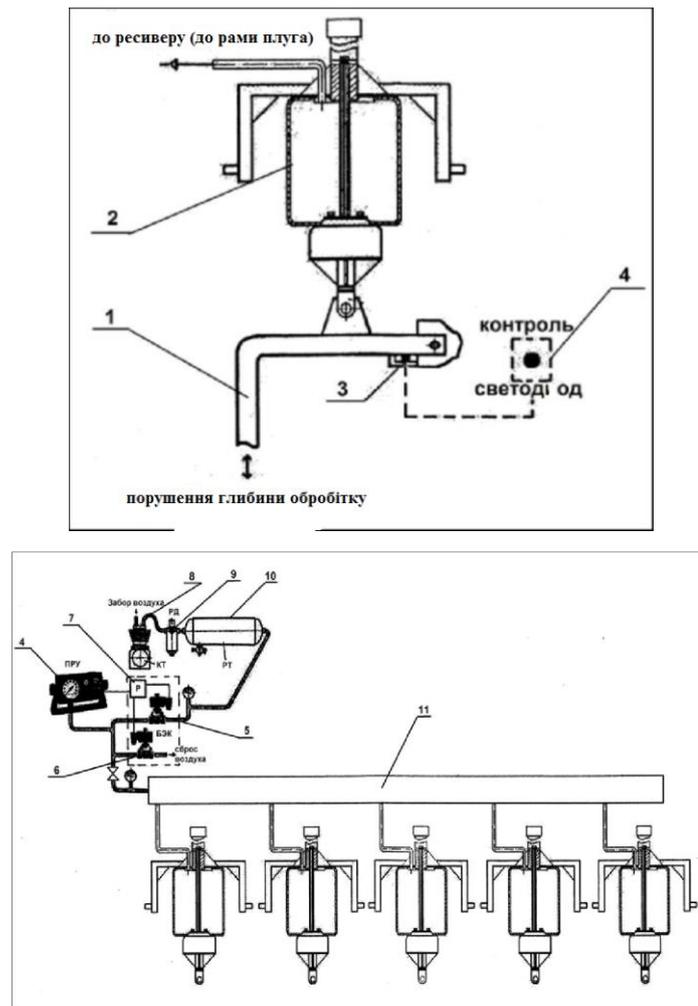


Рис. 3.4. Схема керування пневматичною запобіжною системою плуга: 1 - стійка корпусу плуга; 2 – пневматичний запобіжник; 3 – контактна пластина; 4 – світлодіод на пульті керування; 5 – впускний електромагнітний клапан; 6 – випускний електромагнітний клапан; 7 – блок із реле управління; 8 – компресор трактора; 9 – регулятор управління; 10 – ресивер; 11 - резервна ємність запобіжної системи плуга.

Працює система в такий спосіб. Перед початком роботи, якщо в запобіжній системі плуга немає повітря, тракторист включає тумблер живлення та тумблер управління впускним клапаном 5. Тоді повітря від компресора трактора через регулятор тиску 9 та ресивер 10 надходить у пневмосистему плуга 11. Тиск у пневмосистемі плуга має бути не менше 0,5 мПа. При цьому контакти на стійці та пластині 3 замкнуті та на пульті управління горить відповідний світлодіод. Далі плуг заглиблюється і починається робочий процес

оранки. Якщо тиск у пневмосистемі занижений, то світлодіод починає часто моргати або гасне взагалі.

Тоді тракторист включає впускний тумблером клапан 5 і збільшує тиск повітря в пневмосистемі плуга, поки діод не загориться. Моргання діода має бути не частіше ніж один раз на 5 с. Потім електромагнітний клапан 5 вимикається. Якщо ж світлодіод довго не моргає, це означає, що в пневмосистемі плуга великий тиск.

Для зменшення тиску тракторист включає електромагнітний клапан 6. Як тільки діод починає моргати з інтервалом приблизно 5 с, клапан 6 вимикається.

У таблиці 3.2 наведено технічну характеристику плуга ПВП-5-35.

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика плуга ППП-5-35

Транспортна швидкість, км/год	20
Маса, кг	2025
Глибина оранки, мм	До 300
Ширина захвату плуга, мм	1750
Продуктивність за 1 годину основного часу, га	1,2-1,4
Робоча швидкість руху, км	6-9
Агрегатується з тракторами маса тяги, кН	30
Довжина, мм	7260
Висота, мм	1800
Ширина, мм	2800
Тиск у пневмосистемі плуга, МПа	0,3...0,6

Перед проведенням польових випробувань плуга ППП-5-35 ми проводили підбір ділянки відповідно до вимог та норм.

Вимоги та характеристика обраної ділянки наведено у таблиці 3.2.

Як видно з таблиці, умови випробувань були дуже жорсткими, проте, слід сказати, що проводилися випробування плуга і в інших агрофонах.

Результати проведених випробувань представлені у таблиці 3.3.

Дослідний зразок плуга забезпечував під час випробувань стале виконання процесу оранки. Відхилення від заданого значення глибини обробки не перевищувало допуску.

Таблиця 3.3 – Характеристика агрофону під час випробування плуга ППП-5-35

№ п/п	Назва показника	Значення показника для всіх типів плугів	Значення показника для обраної ділянки
1	Тип ґрунту та назва по механічному	Ґрунти з різними фізико-механічними властивостями	Кам'яниста
2	Рельєф, ухил, град.	До 8	5
3	Вологість ґрунту, %: відносна абсолютна	20-70	45
		До 30	22
4	Твердість ґрунту, мПа	До 4	3,4
5	Висота (довжина) рослинних та пожнивних залишків, см	До 25	15,5
6	Питомий опір	До 1,4	0,74

Відхилення від заданого значення ширини захоплення було невеликим - 7,8%.

Плуг ППП-5-35 забезпечував у період випробувань високі значення та інших показників оранки. Так, гребнистість поверхні ораного поля не перевищувала 4,6 см, повнота закладення рослинних залишків склала 98,5%, а глибина закладення склала 12,2 см. Кількість грудок ґрунту розміром до 5 см склала 85,2%. Продуктивність агрегату за годину основного часу становила 1,2 га/год.

Таблиця 3.4 – Результати випробувань дослідного зразка плуга ППП-5-35

№ п/п	Показник	одиниці виміру	Значення показника
1	Глибина обробки (середня)	см	27,5
2	Середньоквадратичне відхилення	+ - см	1,45
3	Робоча ширина захвату (середня)	м	1,75
4	Відхилення фактичної ширини захвату від встановленої	+-%	7,8
5	Гребнистість поверхні ріллі	см	4,6
6	Ступінь закладення рослинних та пожнивних залишків		98,5
7	Глибина закладення рослинних залишків	см	12,2
8	Забивання робочих органів ґрунтом та рослинними залишками		Не спостерігалось
9	Кришення ґрунту, розміри грудок: - до 50 мм включ. - св. 50 мм	%	85,2 14,8
10	Коефіцієнт використання змінного часу		0,88
11	Коефіцієнт готовності		1
12	Робоча швидкість руху	км/год	8,5
13	Продуктивність	га/год	1,3
14	Витрата палива	кг/га	19,5



Рис. 3.5. Випробування плуга ППП-5-35 з пневматичними запобіжниками у польових умовах.

Висновки по розділу

Результати польових випробувань дослідного зразка плуга ППП-5-35, оснащеного запропонованою запобіжною системою, показали, що плуг забезпечує якісний обробіток ґрунту, надійний обхід каменів, що легко зустрічаються, легко налаштовується на конкретні умови експлуатації.

ВИСНОВОК

Вивчено переваги та недоліки сучасних конструкцій запобіжних систем плугів для обробки ґрунтів, засмічених камінням, та розроблено їх класифікацію. Проаналізовано основні наукові роботи, присвячені вдосконаленню запобіжних систем ґрунтообробних машин. На підставі проведеного аналізу запропоновано удосконалений технологічний процес основної обробки засмічених камінням ґрунтів та схема раціональної конструкції плуга з пневматичною запобіжною системою.

Експериментально вивчено закономірності зміни сили опору пневматичного запобіжника та тиску всередині нього залежно від величини його стиснення (ходу штока S), наявності у запобіжній системі резервної ємності.

Встановлено, що приріст тягового опору секції при обході штучної перешкоди висотою 0,15 м становить у разі її оснащення:

- пневматичним запобіжником – 9,89...16,23%;
- ресорним запобіжником – 18,4...27,7%;
- гідропневматичним запобіжником – 22...74%.

Розрахунки, що ґрунтуються на результатах проведених експериментів та даних фірм виробників плугів, показали, що енерговитрати на виглиблення секції з пневматичною запобіжною системою на величину 0,35 м менше відповідних енерговитрат секцій із запобіжником інших типів на 17,3...38%.

Польові випробування секції, оснащеної запропонованою пневматичною запобіжною системою, підтвердили надійне та якісне виконання процесів обробітку ґрунту та обходу каміння. Рекомендовані значення тиску повітря на її пневмосистемі склали 0,4...0,6 МПа.

Результати польових випробувань дослідного зразка плуга ППП-5-35, оснащеного запропонованою запобіжною системою, показали, що плуг забезпечує якісний обробіток ґрунту, надійний обхід каменів та легко налаштовується на конкретні умови експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аулін В. В., Тихий А. А. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами : монографія. Кропивницький : Лисенко В.Ф. 2017. 278 с.
2. Войтов В.А. Про розташування матеріалів в парах тертя за твердістю та конструктивні способи підвищення зносостійкості. *Тертя та зношування*. 1994. Т.15. С.452-460.
3. Jankauskas V. Analysis of abrasive wear performance of arc welded hard layers. *Wear*. 2008. Vol. 265, Issues 11-12. P. 1626-1632.
4. Аулин В.В., Панков А.А., Щеглов А.В. Конструктивно-компоновочные схемы высевающих систем с элементами пневмоники. *Вісник інженерної Академії України*. 2016. №1. С.142-147.
5. Аулин В.В., Панков А.А., Замота Т.Н. Надёжность рабочих процессов технических средств АПК с элементами пневмоники. *Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів»*. №5, 2016. С.117-125.
6. Бойко А.И. Анализ параметров дозирующего устройства на эффективность отбора семян. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*. 2005. Вип. 35. С. 259–267.
7. Деркач А.Д. Разработка системы повышенной корректности копирования поверхности почвы. *Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Материалы Международной научно-технической конференции посвященной 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»*. Минск. 2017. С. 180-184.
8. Карпенко Г.В. Влияние среды на прочность и долговечность металлов. Киев : Наукова думка, 1976. 127 с.

9. Лавренко Я.І. До питання визначення ресурсу конструктивних елементів при змінних навантаженнях. *Вісник НТУУ «КПІ» Серія Машинобудування*. 2009. №56. С. 88-92.
10. Безъязычный В.Ф. Технологическое обеспечение эксплуатационных показателей деталей машин. Москва : Машиностроение. 2001. 217 с.
11. Мельничук П.П. Технологія машинобудування Житомир : ЖДТУ, 2005. 882 с.
12. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. Киев : Техника. 1970. 395с.
13. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / ред. А.М. Дальский, А.Г. Суслов, А.Г. Касилов, Р.К. Мещеряков. Москва :Машиностроение, 2003. 944 с., ил.
14. Сірий І. О. Передумови основного обробітку ґрунту шляхом створення деформацій розтягування-вигину і зсуву. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. 2016. №. 4. С. 171-181.
15. Сало В. М. и др. Аналіз процесів чизелювання ґрунтів з застосуванням різних комбінацій робочих органів. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2015. №. 45 (1). С. 126-132