

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

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Дмитренко Сергій Олександрович

УДК 631.333

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Обґрунтування розподільного пристрою з
центральною дозуванням для внесення добрив**

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

_____ С.О. Дмитренко

Керівник роботи

Дерев'янка Д.А.

д.т.н., професор

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Дмитренко Сергій Олександрович. Обґрунтування розподільного пристрою з центральним дозуванням для внесення добрив. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

В магістерській роботі обґрунтовано, що використання у технологічному процесі спеціального пристрою дозволяє ділити вихідний двофазний потік на рівні частини, при цьому надання додаткового обертального руху аеросуміші сприяє стабілізації процесу розподілу та підвищує його рівномірність.

Отримано залежності впливу конструктивно-технологічних параметрів на рівномірність розподілу добрив за робочим органом машини для внесення добрив.

Внаслідок проведення багатофакторних лабораторних експериментів отримані регресійні моделі, що адекватно описують залежності нерівномірності та нестійкості висіву добрив від конструктивних та технологічних параметрів. Визначено оптимальні параметри розподільника: зовнішній діаметр $D = 80$ мм; кількість витків 4, з одночасним їх початком; відстань між ділильною голівкою та розподільником $L = 160$ мм. висота гвинта-розподільника $h = 220$ мм.

Виявлено, що значний вплив на рівномірність розподілу добрив на вході до розподільного пристрою має величина швидкості частинок матеріалу. Оптимальні значення її має бути в межах 6-7 м/с за швидкості повітряного потоку 14 м/с. В результаті лабораторно-польових випробувань встановлено, що горизонтальний розподільний пристрій знижує нерівномірність висіву туків на 8,3-9,4%, ніж вертикальна.

Ключові слова: розподільний пристрій, добрива, гвинт-розподільник, експеримент, рівномірність.

ANNOTATION

Dmitrenko Sergey Alexandrovich. Substantiation of a Central Dosing Switchgear for Fertilizer Application. – *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 it is substantiated that the use of a special device in the technological process allows to divide the output two-phase flow at the level of the part, while providing additional rotational motion of the air mixture stabilizes the distribution process and increases its uniformity.

The dependences of the influence of constructive-technological parameters on the uniformity of fertilizer distribution on the working body of the fertilizer application machine are obtained.

As a result of multifactor laboratory experiments, regression models were obtained that adequately describe the dependences of unevenness and instability of fertilizer seeding on design and technological parameters. The optimal parameters of the distributor are determined: outer diameter $D = 80$ mm; number of turns 4, with their simultaneous beginning; the distance between the dividing head and the distributor $L = 160$ mm. height of the distributor screw $h = 220$ mm.

It was found that the value of the velocity of the material particles has a significant effect on the uniformity of fertilizer distribution at the inlet to the distribution device. Its optimal values should be within 6-7 m / s at an air flow velocity of 14 m / s. As a result of laboratory field tests, it was found that the horizontal switchgear reduces the uneven sowing of fertilizers by 8.3-9.4% than the vertical.

Key words: switchgear, fertilizers, screw distributor, experiment, uniformity.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 5 |
| РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 10 |
| РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 24 |
| РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХНІЙ АНАЛІЗ..... | 33 |
| ВИСНОВКИ..... | 41 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 42 |

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Аграрна політика має бути спрямована на кардинальне збільшення продуктивності праці. Підвищення продуктивності праці вважається неможливим без реалізації єдиної технічної політики у цій галузі, нерозривно пов'язаної з комплексним вирішенням питань технічного оснащення суб'єктів АПК. Для поліпшення якості та ефективності виробництва розроблено безліч програм розвитку АПК, головною метою якої полягає у забезпечення виробництва затребуваної на ринках конкурентоспроможної продукції агропромислового комплексу. Для досягнення цієї мети поставлено кілька завдань, одним з них є підвищення забезпеченості сільгосптоваровиробників (СГТП) технікою та засобами хімізації.

Поліпшення рівня технічної оснащеності в АПК буде забезпечено за рахунок збільшення кількості техніки, що купується, та розвитку вітчизняного сільгоспмашинобудування з поступовим підвищенням рівня локалізації виробництва.

Відомо, що в країні частка імпорту сільськогосподарської техніки вища, ніж вітчизняної техніки. За деякими видами сільськогосподарської техніки купуються абсолютно нові, наприклад широкозахватні посівні комплекси та машини. При цьому ефективність використання їх не завжди виправдана, багато в чому під час виконання польових робіт не забезпечуються норми агротехнічних вимог.

В даний час на добривах поряд з традиційною системою поділу матеріалів широкого поширення набувають пневматичні системи, в конструкціях яких реалізований принцип централізованого дозування з пневматичним транспортуванням добрив у сошники. Як показала практика, найбільший ефект від цього принципу має місце у широкозахватних агрегатах. За рахунок застосування одного централізованого бункера істотно скорочується час на заправку та обслуговування агрегату, що створює передумови для підвищення

продуктивності праці при внесенні. Саме з цієї причини у світі все більшого поширення набувають широкозахватні агрегати з пневматичною централізованою висівною системою (ЦВС) [3].

У багатьох господарствах застосовуються високопродуктивні широкозахватні машини з пневматичними системами висіву централізованого дозування матеріалу зарубіжних фірм, такі, як "Morris", "Fiexi-Coil"(Канада), "Джон Дір" (США) та ін. У цих агрегатах підведення висіваного матеріалу здійснюється по пневмотранспортуючій системі, а її розподіл по сошниках проходить через розподільники вертикального та горизонтального типів.

Найбільшого поширення практично отримали вертикальні розподільники, використовувані у системі висіву типу Accord у різному конструктивному виконанні. Основним суттєвим недоліком таких розподільних пристроїв є значне збільшення нерівномірності розподілу залежно від нахилу агрегату у вертикальній площині, що проявляється під час роботи на схилах. Так, нахил розподільника до 15° у бік призводить до збільшення коефіцієнта варіації до 12...18% [4].

Для усунення цього недоліку в розподільниках поміщають конструктивні елементи (направителі, центратори, турбулізатори, відбивачі) турбулізуючих і центруючих типів [5], які підвищують турбулентність повітряного потоку для рівномірного розподілу матеріалу по всьому перерізу матеріалопроводу.

Проблему підвищення рівномірності розподілу при поперечному нахилі агрегату при роботі на схилах вирішують зараз шляхом застосування розподільників горизонтального типу. Такі розподільники встановлені на російських агрегатах С-6Т, АППА, ґрунтообробних посівних агрегатах фірми "Morris" (Канада), "Сіріус" (Україна). Однак застосування ділильних пристроїв горизонтального типу пов'язане з низкою труднощів, оскільки розділити потік є складнішим технічним завданням, ніж вертикальний.

Проведені дослідження [6] показали, що якісне поділ можливе лише за наявності горизонтальної ділянки, що дорівнює 8...10 діаметра

матеріалопроводу, що становить 500...600 мм. На сівалках це не завжди є можливим. Отже, поширення горизонтальних розподільників практично є досить обмеженим.

Практичний інтерес у дослідників викликають горизонтальні розподільники через його низьку матеріаломісткість, габарити і компактність. Однак досі не отримано параметрів горизонтального розподільника, що забезпечують рівномірний розподіл матеріалів по відведенням центрального розподільника.

Отже, необхідність розробки розподільного пристрою удобрювача з центральним дозуванням, що забезпечує рівномірний розподіл матеріалів по відведенням, є актуальною проблемою для сільського господарства України, що вимагає вирішення в найкоротший термін.

Мета та завдання дослідження. Мета роботи – підвищити ефективність застосування мінеральних добрив шляхом розробки горизонтального розподільного пристрою центрального дозування, що забезпечує рівномірний розподіл добрив за відведеннями.

Завдання досліджень:

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати існуючі конструкції розподільних пристроїв, та вибрати перспективну конструкцію;
2. Обґрунтувати параметри та режими роботи горизонтального розподільного пристрою центрального дозування мінеральних добрив

Об'єкт дослідження: технологічний процес розподілу гранул добрив у горизонтальному розподільчому пристрої.

Предмет дослідження: закономірності впливу конструктивних та технологічних параметрів горизонтального розподільника на нерівномірність розподілу добрив за відведеннями.

Науково-технічна гіпотеза – підвищення якості розподілу добрив може бути досягнуто за рахунок механічного розподілу концентрованої в нижній

частині пневмопроводу матеріалу витками з однією торцевою поверхнею та повідомлення обертального руху.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження виконані з використанням основних законів аеродинаміки, гідравліки та класичної механіки, а також методами математичного, фізичного та комп'ютерного моделювання за допомогою програмного продукту SolidWorks та її модуля Flow Simulation. Лабораторні дослідження проводилися на розробленому устаткуванні, а отримані результати оброблялися із застосуванням методів планування повнофакторних експериментів, математичної статистики та пакетів програмних засобів MS Excel, Math Cad, Statistica 10.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Дмитренко С.О.** Аналіз розподільних пристроїв мінеральних добрив. Збірник тез VI-ї всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»* 39-10 квітня 2020 року. Житомир : ЖАТК. С. 253-259.

2. **Дмитренко С.О.** Експериментальна установка для дослідження розподільника мінеральних добрив. Збірник тез VII-ї всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»* 31 березня 2021 року. Житомир : ЖАТК. С. 209-211.

3. Деркач О.Д., Кругман О.О. **Дмитренко С.О.** Деякі напрями підвищення технічного рівня сільськогосподарської техніки застосуванням конструкційних полімерно-композитних матеріалів. Матеріали 1ої Міжнародної науково-практичної конференції *“Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability”*, 17-19 квітня 2019 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2019. С. 143-146.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для сільськогосподарських підприємств представляє розроблений горизонтального розподільний пристрій центрального дозування

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 43 сторінки комп'ютерного тексту, містить 23 рисунки та 1 таблицю.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

До теперішнього часу по патентній літературі відома велика кількість різних розподільчих пристроїв, метою яких було підвищення їх якісних показників.

З великої різноманітності конструкцій та способів розподілу матеріалу в пневмотранспорті можна зупинитись на наступних прикладах.

Так, на рис. 1.1 показано розподільний пристрій, конструктивно виконаний за типовою схемою.

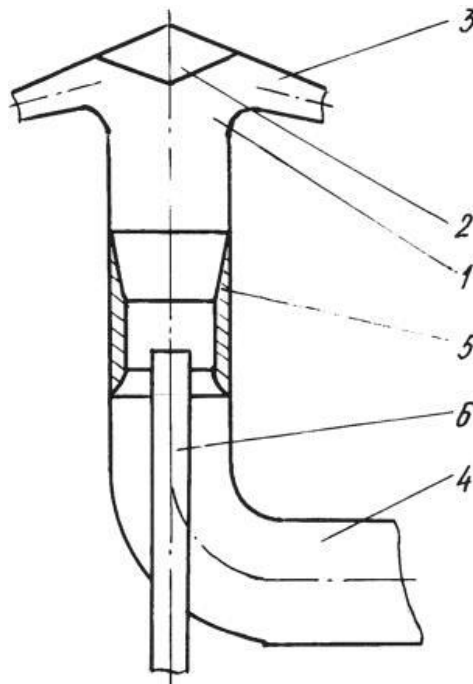


Рис. 1.1. Розподільник пневмопотoku з ежектором

Складається вона з головки 1 з відведеннями 3. У центрі розташований розсікач 2. Існують різні конструкції розсікачів: у вигляді конуса, сферичні, пірамідальні, плоскі, параболоїдні зі спіральними навивками, комбінації двох-трьох перерахованих варіантів. Зміна геометричної форми розсікача, можливо, надає деякий вплив на рівномірність поділу вихідного потоку, проте значного впливу надати не може, внаслідок турбулентного руху матеріалу який надходить в ділильну головку.

Конструкції головок 1 також мають кілька модифікацій розташування відводів, геометричному виконанню внутрішніх порожнин.

У даному пристрої для підвищення рівномірності перед ділильною головкою 1, в пневмопроводі 4 встановлено сопло 5 ежекторного типу. В частину, що ежектує, введений патрубок подачі матеріалу. Цей пристрій працює таким чином. Пневмопотік, що надходить по дроту 4, проходить через сопло 5, прискорюється, внаслідок ефекту ежекції з патрубку 6 надходить у ділильну головку 1 і відбиваючись від розсікача 2 потрапляє у відводи 3. Основний недолік: велика нерівномірність відводів.

Частково компенсована близьким розташуванням матеріалопроводу від ділильної головки, що не дає позитивних результатів при значній відстані, а також мобільних агрегатів. У варіанті зображеному на рис. 1.2 ділильний пристрій відрізняється тим, що сопло 3, розміщене в пневмопроводі 4, має, зміщений щодо осі пневмопроводу вихідний отвір. Гвинтами 5 передбачений поворот сопла щодо пневмопроводу. Сопло виконане з косим зрізом. Розсікач 2 і корпус ділильної головки з відведеннями 1 виконані за звичайною схемою.

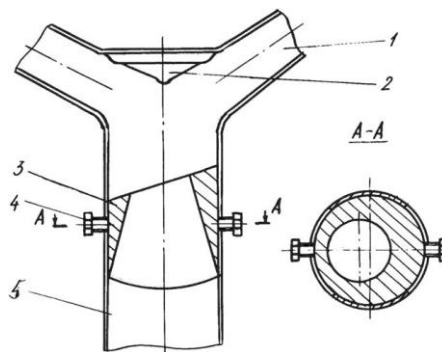


Рис. 1.2. Розподільник пневмопотіку зі зміщенням

Пристрій працює наступним чином. Двофазний потік надходить по матеріалопроводу 5 в сопло, де прискорюється і концентрується пучок зі зміщеним щодо осі матеріалопроводу напрямком руху і викидається на розсікач 2. Сопло орієнтоване так, щоб область матеріалопроводу з більшою концентрацією змістилася відносно центральної осі до центру розсікача.

У даній конструкції великим недоліком є складність налаштування повороту сопла, велика залежність сталої роботи від концентрації вихідного матеріалу, швидкості потоку суміші. Це значно обмежує можливість надійної експлуатації цієї конструкції.

На рис. 1.3 представлена схема розподільного пристрою, що складається з ділильної головки 1, відводу 2, розсікача 3, гофрового турбулізатора 4, кулі 6, підвешеної на підпружиненій нитці.

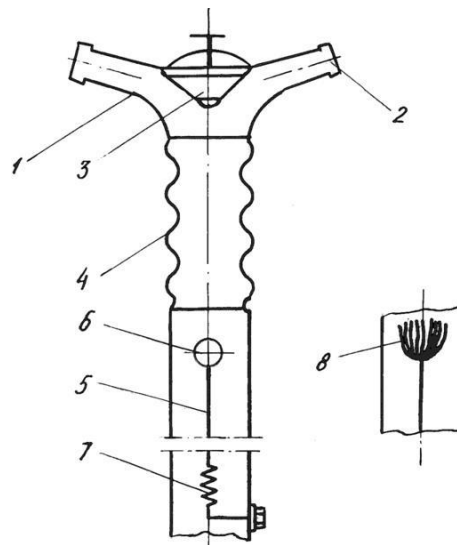


Рис. 1.3. Розподільник пнемопотoku з турбулізатором

Матеріал постійно взаємодіє у вхідному каналі з відбивачем, виконаним у вигляді еластичної кулі. При цьому під дією потоку повітря та матеріалу, а також коливань головки відбивач здійснює хаотичні рухи всередині вхідного каналу. Завдяки цьому виключена можливість односторонньої подачі потоку повітря і матеріалу, щодо відбивача 3 і тим самим підвищується рівномірність вихідних каналів-відводів. Як відбивач може використовуватися пучок 8 смужок легкого міцного матеріалу.

Тут, як і в багатьох інших пристроях для підвищення рівномірності введено додатковий елемент - турбулізатор відбивної дії. Конструктивно він виконується у вигляді гофр (рис. 1.4), набору конічних кілець (рис. 1.4, а), втулок з внутрішньою тороїдальною поверхнею (рис. 1.4, б), конічною пружиною (рис. 1.4, в), сітчастої центратора у вигляді усіченого конуса (рис. 1.4, г).

Суть роботи турбулізатора зводиться до наступного. Відомо, що нерівномірність поділу потоку ділильною головкою обумовлено більшою мірою турбулентним рухом пневмосуміші. Внаслідок цього виникають області з різко різними концентраціями твердої фази, а турбулізатори працюють на ефект додаткової турбулізації потоку суміші, що надходить, тобто. частинки, проходячи турбулізатор, зазнають різних один одного переміщення, зміни швидкостей.

Ця диспозиція частинок потоку не може виключити нерівномірність, внаслідок того, що сама нерівномірність, на вертикальному трубопроводі, виникає внаслідок турбулентного руху, додаткова турбулізація здатна лише кілька вирівняти в деякому проміжку часу кількість матеріалу, що пройшов через кожен відвід, але фіксовано малий інтервал часу рівномірність низька.

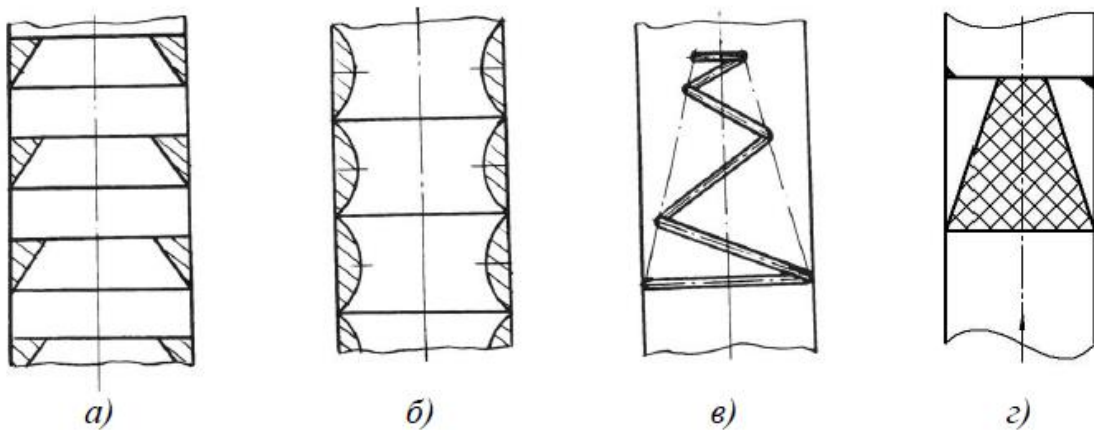


Рис. 1.4. Набір сопл турбулізаторів потоку

У разі встановлення додаткового пристрою на мобільному агрегаті (сівалці) при впливі інерційних навантажень процес вирівнювання потоку в турбулізаторі і за ним порушується.

Ефективність роботи різко знижується. У разі у випадку горизонтально розташованого матеріалу проводу, висока турбулізація не може бути досягнута без значного збільшення аеродинамічного опору самого турбулізатора, що в свою чергу тягне за собою швидке порушення структури потоку відразу за турбулізатором. Це виключає застосування подібних конструкцій на горизонтальній ділянці матеріалу проводів.

Відомо також розподільний пристрій, представлений малюнку 1.5. У вхідному каналі 1 виконані гвинтоподібні напрямні 2 крок яких зменшується в бік розсікача 3.

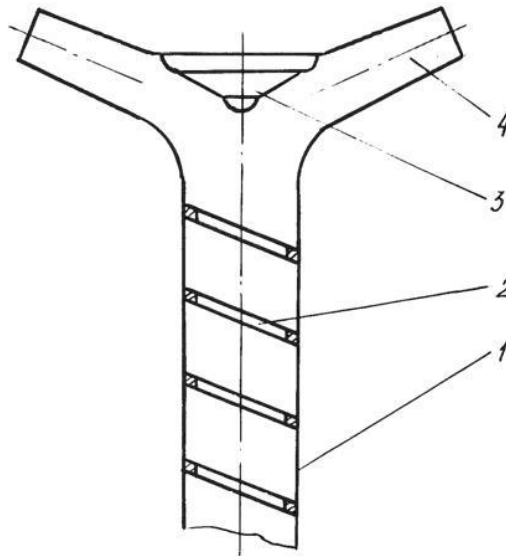


Рис.1.5. Розподільник пневмопотуку з закручуючим аеросумішним пристроєм

Пристрій працює в такий спосіб. Потік повітря і зернистого матеріалу при русі каналом 1 стикається з внутрішніми стінками, на яких нанесені канавки 2. Потік закручується і концентрує повітряно-зернисту суміш у центрі, яка ділянкою 3 рівномірно розподіляється по вихідних каналах 4.

До недоліків даної конструкції можна віднести наступне гвинтоподібні напрямні, виконані на внутрішній поверхні трубопроводу і тому діють меншу частину потоку, так як відомо, що його основна маса переміщається у своїй лінії трубопроводу зона великих швидкостей. Тому деяка невідповідність конструкцій ділянки головної з бажаним характером руху потоку після проходження ділянки з гвинтоподібними напрямними. Внаслідок цих недоліків невисока рівномірність, великий аеродинамічний опір.

Цікавий варіант виконання розподільного пристрою на малюнку, що працює наступним чином. Потік повітря і зернистого матеріалу, що подається у вхідний трубопровід 1 проходить через електричне поле коронного розряду, створюваного всередині вхідного трубопроводу 1 джерелом постійного струму

високої напруги 10. В результаті коронного розряду у тонкого дроту (коронуючий негативний електрод) утворюються негативні частинки - електрони. Пересуваючись до стінок вхідного трубопроводу (осаджувальний електрод) під дією електричного поля, заряджені частинки проходять через вхідний трубопровід, в т.ч. і матеріал, що транспортується. Транспортований матеріал, отримавши негативний заряд, переміщається під дією повітряного потоку до розподільника 3 і одночасно під дією електричного поля на гофровані стінки турбулізатора 2. Відбиваючись від гофрованих стінок в різних напрямках матеріал, що транспортується рівномірно розподіляється по відводять патрубкам. Цьому ж сприяють сили електричної взаємодії, що виникають між зарядженими частинками матеріалу, стінками турбулізатора і розподільника.

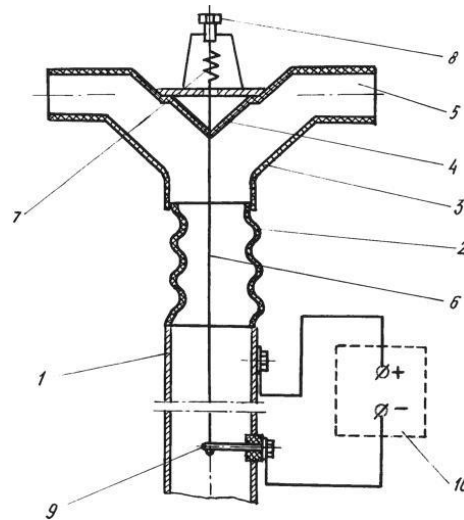


Рис. 1.6. Розподільник пневмопотуку, що піддає впливу електричного поля

Недоліками цієї конструкції є складність пристрою та регулювання, потреба додаткового джерела енергії, використання даного пристрою в основному тільки на пилоподібних матеріалах.

Конструкція, показана рис. 1.7, працює так: в пневмотранспортну систему подається матеріал, який підхоплюється повітряним потоком і транспортується підвідним трубопроводом 1 до розподільного пристрою. Тут одна частина проходить через направник, вдаряється об пластину 5 і відбивається від неї на відбивач 3. Інша частина матеріалу проходить вище пластини 5 відводять патрубками 10. Кожен відбивач створює віяло частинок, що розлітаються по всій

ширині патрубків розподільника. Ці віяла накладаються одна на одну і в результаті вирівнюється концентрація за обсягом розподільника. Регулювання на різні види матеріалу, що транспортується здійснюються пластиною 5, бічними стінками 7, положеннями отводів 10. Недоліки: досить високий аеродинамічний опір; матеріал проходить вище пластини 5 практично весь потрапляє на центральні відводи, які будуть запитані значно більше ніж крайня; низька рівномірність.

Принципово інший тип розподільників є пристрої, виконані на основі горизонтальних розтрубів. Тут автори, роблять спроби поступово розподілити по сім'япроводам горизонтальний потік аеросуміші.

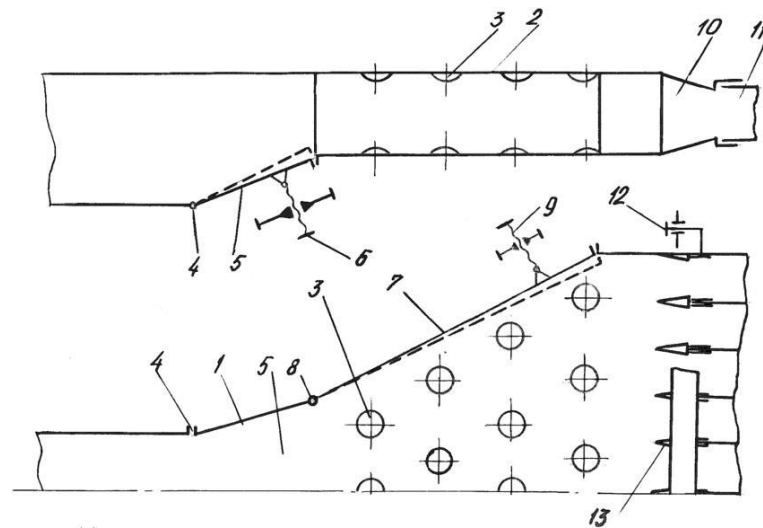


Рис. 1.7. Розподільник пневмопотoku з багаторазовими відбивачами

Серед них можна назвати горизонтальні розподільники, де перед розтрубом застосовуються відбивачі у вигляді сферичних сегментів (рис.1.8, а), формі еліптичного конуса (рис. 1.8, б), у вигляді пустотілих чверті сфер (рис.1.8, в).

Розроблені конструкції розподільників показані на малюнку є дифузором з прямолінійними і криволінійними формами стінок колектора, типами відбивачів, різними кутами нахилу розподільної головки, що відводять патрубків. Ці параметри суттєво впливатимуть на характер руху повітряного потоку, що призведе до виникнення зон застою та завихрення. Вплив геометричної форми колектора розподільчої головки на процес розподілу було розглянуто у роботі

В.С. Ірпінь. Тут на малюнку розподільників горизонтального типу показано, що найкращого розподілу посівного матеріалу за сім'япроводами можна досягти, якщо бічні стінки колектора мають криволінійну форму (рис. 1.8, в). У розподільників виконаних за схемами а і б (рис. 1.8) зазначається нерівномірне розташування відбивачів; виникнення вихрових зон у пристінних областях колектори, які негативно впливають на рівномірність розподілу насіння.

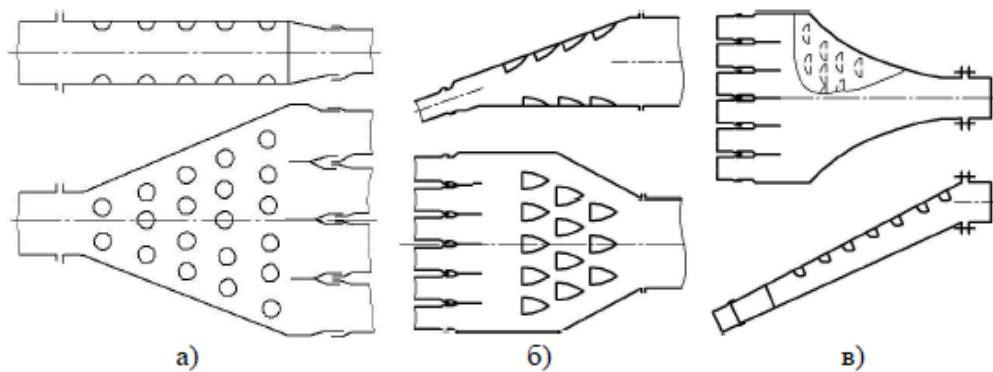


Рис.1.8. Розподільні пристрої з відбивачами

На поліпшення показників нерівномірності розподілу матеріалу деякі автори пропонують розподільні пристрої, представлені на рис. 1.9 де в колекторі розташовані додаткові елементи.

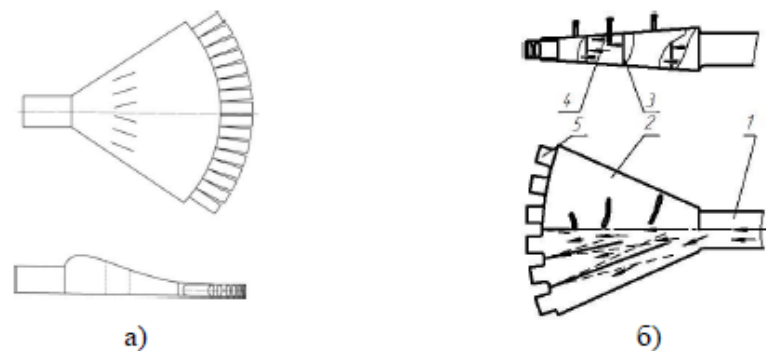


Рис. 1.9. розподільні пристрої з додатковими елементами

Так, на рис. 1.9 а) представлено розподільний пристрій, де розтруб виконаний у вигляді звужується до нижньої частини форми, а між верхньою і нижньою частинами розташовані розсікачі в напрямку руху зернової суміші для рівномірного розподілу повітряно-зернової суміші по ширині розподільника. За

рахунок встановлених розсікачів проводиться перерозподіл аеросуміші по ширині розтруба, а також підвищується тиск через звуження форми розтруба, як припускають автори. Але тут видно розсікачі нерегульовані, нерухомі, що може вплинути на результати показання нерівномірності висіву насіння.

Наступна конструкція розподільного пристрою, представленого на рис. 1.9, б) містить підвідний трубопровід 1, камеру 2 в якому встановлені рухомі розподільні перегородки 3 з регулятором положення розподільних перегородок 4 і патрубків, що відводять 5.

Розподільний пристрій насіння працює наступним чином. Насіння потрапляє в корпус 2 через підвідний трубопровід 1, де насіння попередньо рівномірно розподілені за рахунок турбулентного режиму руху створюваного вентилятором. Після проходження трубопроводу насіння потрапляють в камеру 2, де рухомі розподільні перегородки 3 рівномірно розподіляють потік насіння по патрубках, що відводять 5. За допомогою регуляторів положення розподільних перегородок 4 налаштовується рівномірність розподілу насіння різних культур по сошниках. Запропонована конструкція не забезпечує рівномірний розподіл сипучого матеріалу по сошниках, немає стабілізації подачі сипучого матеріалу, регулювання положення перегородок налаштовується на кожен окремий вид культури, що висівається сівалкою.

Відомо наступний розподільний пристрій з горизонтальними та вертикальними ділянками матеріалопроводу в одному виконанні.

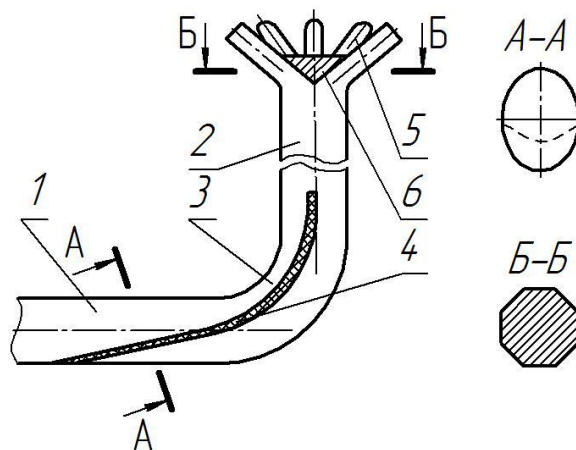


Рис. 1.10. Розподільний пристрій з дугоподібним напрямником

Такий розподільний пристрій представлений на рис. 10, де в підводному трубопроводі, який включає горизонтальний 1 і вертикальний ділянки 2, а також відвід 3, розташовується напрямник потоку висівається матеріалу, виконаний з дрібної сітки. Направник являє собою жолоб 4, нижній кінець, а також ліва і права сторони якого впритул прилягають до внутрішньої стінки підвідного трубопроводу, верхній його кінець направлений в центр відбивача 6, який встановлений в розподільній головці 5. Поверхня жолоба 4 має складну геометричну форму і утворена шляхом безперервного паралельного переміщення утворює по дугоподібній напрямній (рис. 1.10, переріз А-А). Відбивач 6 являє собою гостру піраміду з кількістю граней, що дорівнює кількості відводять патрубків. Транспортування висівного матеріалу (насіння та мінеральних добрив) проходить по горизонтальній частині 1 трубопроводу, потім потрапляє на прямолінійну ділянку жолоба 4, за рахунок бічного ухилу його стінок (рис. 1.10, переріз А-А) матеріал спрямовується в ядро трубопроводу, а потім спрямовано подається в центр відбивача 6. Особливість пристрою можна віднести те, що спостерігається щодо вирівняної епюрою швидкостей. Але незважаючи на сказане вище, є недоліки - перед входом в напрямник частки висівного матеріалу основна маса, що рухається, по дну трубопроводу різко згущується в центр трубопроводу створюючи скупчення маси і тим самим створюючи небезпеку завалів частинок по жолобку, а також на ділянці відведення намічається велика концентрація матеріалів над жолобком, ніж під ним.

Силами конструкторів з науково-дослідного інституту розроблено розподільник горизонтального типу, показаний на рис. 1.11 що складається з вхідного патрубка 1 та вихідних патрубків 3, корпусу 2, ромбічної перегородки 6, встановленої на висоті 0,5 діаметра вихідного діаметра вхідного патрубка і розділяє внутрішню порожнину на верхню та нижню частини. На звернених до потоку суміші стінках корпусу 2 і 6 перегородки виконані розподільні пластини 4 і 5 зі сферичними відбивачами 9.

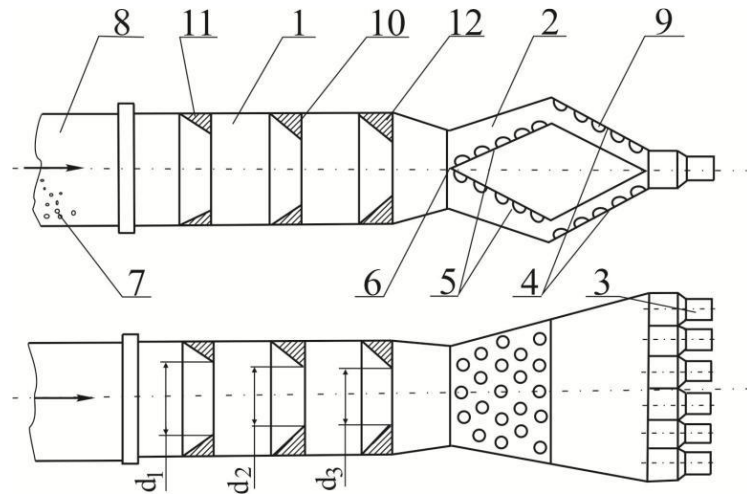


Рис. 1.11. Горизонтальний розподільник матеріалів для широзахватних посівних машин

До вихідного патрубка приєднується пневмоматеріалопровід, що підводиться 8. Вхідний патрубок забезпечений кільцевими турбулізаторами 10, виконаних у вигляді усіченого порожнистого конуса і встановлених з інтервалами між собою. При цьому турбулізатори звернені назустріч потоку суміші великими діаметрами кілець усіченого конуса, які з метою зниження травмування насіння дорівнює внутрішньому діаметру вхідного патрубка. Причому у першого вхідного з боку напрямку руху потоку суміші турбулізатора 11 менший діаметр (d_1) його зрізаного конуса має велике значення, ніж у вхідного турбулізатора 12 (d_3).

Процес розподілу насіння та туків горизонтальним розподільником з турбулізаторами здійснюється наступним чином. Поступає по пневмоматеріалопроводу 8 двокомпонентний потік 7, тверді частинки якого переміщуються по нижній частині пневмоматеріалопроводу, потрапляють у вхідний патрубок 1 з турбулізаторами 10, які посилюють турбулентність двокомпонентного потоку. У зв'язку з тим, що у кільцевого вхідного турбулізатора 11 менший діаметр усіченого конуса більше ніж у вхідного турбулізатора 12, тверді частинки двокомпонентного потоку 7 центруються і більш рівномірно розподіляється по площі поперечного перерізу вихідного отвору вхідного патрубка 1. Після вони надходять в ромбічну перегородку де

відбувається розподіл потоку суміші між нижньою та верхньою порожнинами розподільника. У цій конструкції викликає сумнів у поділ двокомпонентного потоку суміші на рівні частини між нижньою та верхньою порожнинами розподільника, де умови руху насіння не однакові, а отже, і рівномірність розподілу матеріалу за патрубками 3.

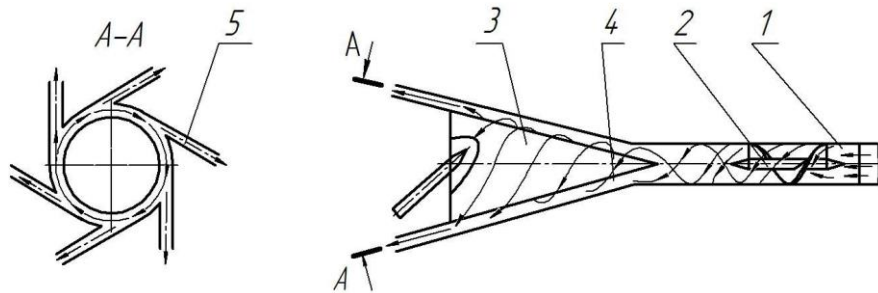


Рис. 1.12. Розподільний пристрій з гвинтовим напрямним

Ними запропоновано пристрій для розподілу сипкого матеріалу представлений на малюнку 28 містить трубопровід 1, закріплений нерухомий шнек 2, що займає весь поперечний переріз трубопроводу 1 і виконаний у вигляді стрижня, на який навита гвинтова спіраль, розподільну головку, що складається з корпусу 3, конічного діляника 4 і відводів 5. Для підвищення рівномірності розподілу матеріалу по відводах гвинтоподібні напрямні виконані по всьому поперечному перерізі трубопроводу у вигляді нерухомого гвинта. Недоліком конструкції є невисока ефективність його роботи при різко вираженій нерівномірності розподілу сипучого матеріалу в поперечному перерізі трубопроводу до входу його в пристрій, так що в горизонтальному пневмотранспорті матеріал переміщається, в основному, по нижній частині труби; на поворотах пневмопроводів матеріал притискається до зовнішньої частини згину труби. Пояснюється це тим, що дія лише відцентрових сил інерції, створюваних від обертального руху за допомогою гвинта, недостатня для якісного попереднього формування матеріалу.

З вище наведеного аналізу слід, що основними способами, що підвищують рівномірність поділу потоку аеросуміші розподільними пристроями є: додаткова турбулізація потоку зумовлена введенням у канал пристрою трубопроводу, що

забезпечують вирівнювання, згладжування нерівномірної концентрації поперечного перерізу трубопроводу.

Вирівнювання аеродинамічного тиску потоку у відводах ділильної головки, так як величина його перепаду знаходиться у прямій залежності від кількості матеріалу, що проходить через відводи.

У багатьох технологічних процесах, де як вантажоносій використовується газо-повітряний потік, доцільно з точки зору зменшення енерговитрат, а найчастіше вимоги самої технології, транспортувати матеріал централізовано від місця завантаження до одиниць технологічного обладнання. Виникає необхідність включення в ланцюг спеціального пристрою, здатного ділити вихідний двофазний потік на певні, частіше рівні, частини. Основні вимоги до конструкції та роботи ділильних пристроїв, насамперед такі:

- а) ділити вихідний потік строго визначених, заданих масових співвідношеннях твердої фази, що транспортується;
- б) мати досить малий аеродинамічний опір;
- в) у ряді випадків виникають вимоги збереження транспортованого матеріалу від механічних пошкоджень;
- г) надійність у роботі, простота конструкції, малі габарити.

Зважаючи на об'єктивні складнощі, деяку суперечливість, як теоретичних, так і експериментальних даних різних дослідницьких груп, обумовлених різними підходами та впливу великої кількості факторів на динаміку двофазного потоку, завдання розподілу ні теоретично, ні конструктивно остаточно не вирішено.

Завдання потоку аеросуміші певного типу впорядкованого руху, спеціально передбаченими у пристрої, конструктивними елементами. Пристрій представлений на рис. 1.12.

Висновки по розділу

Найбільш перспективним для досліджень та створення на його основі пристроїв є спосіб, упорядкування руху частинок твердої фази, шляхом завдання потоку певного закону руху. Пристрій, що дозволяє такий вплив, пропонується нами в даній роботі.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для вирішення завдань, поставлених у першому розділі цієї роботи та теоретичних передумов до обґрунтування параметрів розподільчого пристрою з центральним дозуванням, в експериментальній частині поставлено цілі та завдання.

Мета проведення експерименту: отримати залежності необхідної швидкості повітряного потоку і концентрації твердої фази в пневмопоточі, що забезпечує рівномірний розподіл матеріалу, що транспортується, по відведенням від конструктивного виконання і розташування гвинта-розподільника.

До основних завдань експериментальних досліджень належить:

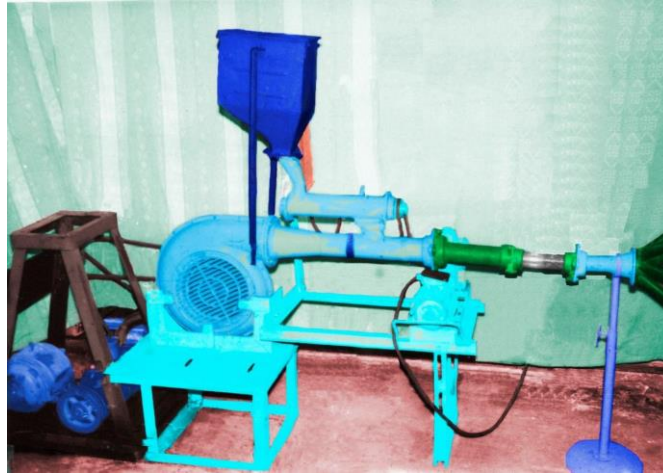
- виявлення основних залежностей між якісними показниками технологічного процесу та геометрією розподільного пристрою для закручування потоку, а також – ділильної головки;
- визначення оптимальних значень конструктивних та технологічних параметрів пристрою для розподілу добрив, що транспортується пневмопоточком;
- провести перевірку працездатності гвинта-розподільника у лабораторно-польових умов.

Відповідно до поставлених завдань експериментальні дослідження проводилися згідно з ДСТУ.

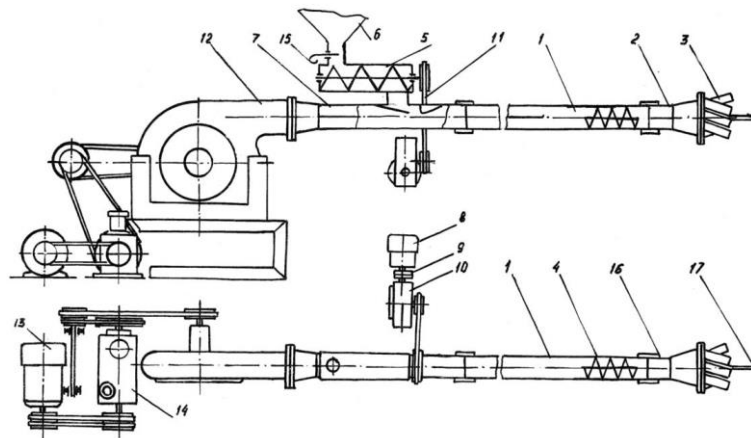
Для проведення пошукових дослідів з метою перевірки правильності попередніх теоретичних висновків було розроблено та виготовлено експериментальну установку, представлена на рис. 2.1.

Експериментальний стенд має: горизонтальну ділянку матеріалопроводу 1 на рис. 2.1, що представляє циліндричну скляну трубу з внутрішнім діаметром 50 і 80 мм, розподільну головку 2 з шістьма відводами 3, розподільник потоку 4 у вигляді гвинтів різного конструктивного виконання, представлені на рис. 2.2, 1 – матеріалопровід, 2 – розподільна головка, 3 – відводи, 4 – гвинт-розподільник,

5 – шнековий живильник, 6 – бункер, 7 – ежекторний приймач, 8, 13 – електродвигуни, 9 - сполучна муфта, 10 - черв'ячний редуктор, 11 –пасова передача, 12 – вентилятор, 14 – універсальний регулятор швидкості, 16 – ущільнювальна муфта, 17 – фіксатор живильник шнековий 5, що подає сипкий матеріал з бункера 6 приймач ежекторного типу 7.



a)



б)

Рис. 2.1. Лабораторна установка з розподільним пристроєм а) загальний вигляд; б) схема експериментальної установки

Між бункером та живильником передбачена заслінка 15, що подає матеріал з бункера 6. Електродвигун 8 за допомогою муфти 9 з'єднаний з черв'ячним редуктором 10, від якого через пасову передачу 11 наводиться рух шнековий живильник 5.

Частота обертання шнека живильника регулюються набором змінних шківів ремінної передачі 11. Таким чином, продуктивність живильника змінюється в діапазоні від 1 до 9 кг/хв. Повітря у матеріалопровід нагнітається вентилятором 12, привід якого здійснюється від електродвигуна 13 марки А42 N= 4,5 кВт, n= 950 об/хв через універсальний регулятор швидкостей (УРС – 14) та систему клинопасових передач. Оберти вентилятора регулюються в діапазоні від 0 до 3500 об/хв. Матеріалопровід 1 з'єднується з приймачем 7 та з іншого кінця з розподільною головкою 2 ущільнювальними муфтами 16. Положення розподільника 4 щодо ділильної головки фіксується гвинтом 17.

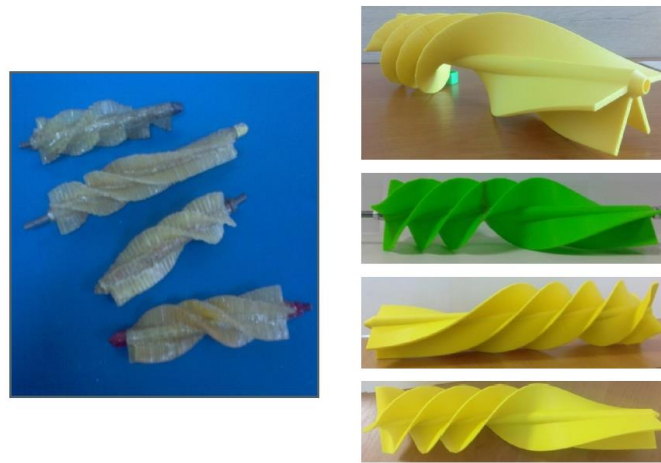


Рис. 2.2. Фрагменти гвинтів-розподільників для закручування пневмопотoku

Технологічний процес в установці протікає наступним чином: матеріал, що підлягає транспортуванню з бункера 6 самопливом завантажується в шнековий живильник 5, який у свою чергу подає його, в певній кількості за одиницю часу, до завантажувального вікна ежекторного приймача 7. Ежекторний потік повітря підхоплює матеріал, що надходить, і транспортує по матеріалопроводу 1 до розподільного пристрою, що складається з гвинта-розподільника 4 і ділової головки 2. Гвинтовий розподільник 4 перетворює поступальний (в основному) рух частинок матеріалу на складно-гвинтовий. Матеріал, внаслідок придбаного обертального руху під дією доцентрових сил інерції притискається до стінок труби, і надходить далі в ділильну голівку, де розподіляється по відводах, які

розташовані в області траєкторії вільного вильоту частинок матеріалу з корпусу головки. Матеріал з кожного відводу збирається у фільтруючій насадці.

Розроблений стенд дозволяє досліджувати процес транспортування сипких матеріалів та визначити оптимальні значення конструктивних та технологічних параметрів розподільчого пристрою з центральним дозуванням.

Для обґрунтування параметрів розподільного пристрою при транспортуванні матеріалу пневмопоток горизонтальним матеріалопроводом та визначення закономірностей технологічного процесу необхідно заміряти такі величини та параметри:

- швидкість повітряного потоку (несучого середовища) та твердого компонента;
- швидкість обертання крильчатки вентилятора;
- кількість матеріалу, що подається в пневмережу за одиницю часу;
- кількість матеріалу, що пройшов через кожен відвід за час експерименту;
- тривалість проведення досвіду;
- середню масу частки транспортованого матеріалу;
- відстань між розподільником та вхідним перетином відводів розподільчої головки;
- кут закручування пневмопотoku після гвинта-розподільника.

Швидкість повітряного потоку (несучого середовища) в пневмомагістралі можна знайти за динамічним напором, що замірюється за допомогою пневматичної трубки, і визначається за відомою формулою:

$$V_{\text{возд}} = 4,04 \sqrt{H_{\delta(\text{ср})}} \quad (2.1)$$

де H_{δ} - динамічний тиск, Па.

Динамічний напір обчислювався за відомою формулою.

де, g - прискорення вільного падіння, що дорівнює $9,81 \text{ м/с}^2$;

ρ - густина рідини, кг/м^3 ;

h - різницю висот, м.

При проведенні дослідження манометр мають точно вертикально для виключення похибок. Вимірювання різниці висот стовпчиків рідини проводилося за допомогою лінійки, градуйованої в міліметрівках. Для точності вимірювання був застосований спирт як робоча рідина.

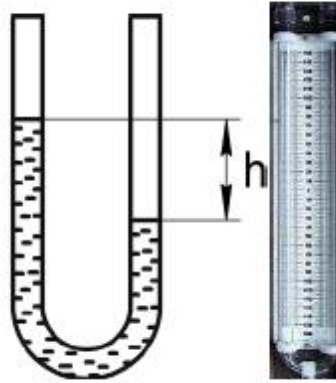


Рис. 2.3. Схема вимірювання динамічного тиску за допомогою U-образного манометра

Швидкість обертання крильчатки вентилятора визначалася тахометр ТЧ 10-Р, показано на рис. 2.4, а).

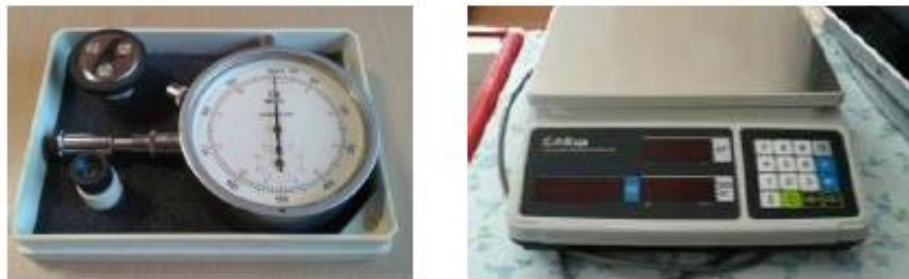


Рис. 2.4. Прилади використані у дослідженнях а) тахометр годинний ТЧ 10-Р; б) ваги електронні.

Експериментальна установка дозволяла змінювати швидкість обертання вентилятора в межах від 0 до 3500 об/хв. Однак для забезпечення сталого режиму транспортування матеріалу потоком повітря необхідно було підтримувати швидкість пневмопотoku $V_{\text{воз}} > 15$ м/с, на дослідній установці – це досягається при оборотах вентилятора $n_{\text{вент}} > 1800$ об/хв. Експериментальні дані були отримані на режимах 2200, 2600, 3000 та 3200 об/хв.

Кількість матеріалу, що подається в пневмомережу за одиницю часу, визначалося пробними включеннями установки на фіксований час.

Матеріал поданий гвинтовим живильником в пневмомережу, зважувався на електронних вагах з точністю 0,02%. Так визначалася продуктивність шнеків приводу живильника, можлива зміна продуктивності живильника від 1 до 9 кг/хв.

Тривалість досвіду реєструвалась за допомогою стандартного секундоміра з похибкою 0,7%. Більшість проведених дослідів час приймалося 60 сек.

Кількість матеріалу, що пройшов через кожен відвід за час експерименту визначалося зважуванням на аналітичних вагах матеріалу, що знаходиться в насадці, що фільтрує, з кожного відводу.

Вихідний кут закручування потоку після розподільника визначався за першим кроком гвинтового руху матеріалу після розподільника та обчислювався за формулою:

$$\alpha_n = \arctg \frac{S_1}{\pi D} \quad (2.2)$$

де S_1 – перший крок гвинтового руху;

D – діаметр матеріалопроводу.

Середню масу частки матеріалу, що транспортується, визначаємо на електронних вагах, з точністю показань 0,05 мг. Зважувалася деяка порція матеріалу, потім підраховувалося число частинок у ній, і визначалася середня маса одиничної частки.

Відстань між розподільником та вхідним перетином відводів розподільної головки, визначалося але нанесеною на скляний матеріалопровід шкалою, вимірювалося в міліметрах у межах від 0 до 500 мм.

Мета проведення експерименту: отримати залежності необхідної швидкості повітряного потоку і концентрації твердої фази в пневмопотокі, що забезпечує рівномірний розподіл матеріалу, що транспортується, по відводах від конструктивного виконання та розташування гвинта-розподільника.

Критерій оцінки: показник рівномірності розподілу (коефіцієнт варіації) матеріалу, що транспортується пневмопотокком на рівні частини.

Початкові умови: матеріал гранульований суперфосфат, горизонтальна ділянка пневмопроводу завдовжки 2,5 м.

Параметри, що змінюються: швидкість обертання крильчатки вентилятора, відстань між розподільником і вхідним перетином відводів розподільної головки, кількості матеріалу, що подається в пневмомережу.

Нижче наведено план проведення досліду:

1. Встановити певну продуктивність шнекового живильника шляхом підбору змінних шнеків ремінної передачі приводу.
 2. Встановити передатне відношення на приводі вентилятора, що забезпечує задану частоту обертання крильчатки.
 3. Встановити та зафіксувати гвинт-розподільник на певній відстані від ділової частини головки.
 4. До відводів ділюльної головки приєднати насадки, що фільтрують.
 5. Перевірити щільність з'єднань.
 6. Увімкнути привід вентилятора.
 7. Після закінчення 10-15 с (в режимі руху повітря в пневмомагістралі) включити привід шнекового живильника одночасно включивши секундомір.
 8. Спостерігати за процесом через скляну стінку матеріалопроводу до та після розподільника.
 9. Через фіксований час (60 с) відключити привід живильника. Вимкнути привід вентилятора.
 10. Від'єднати насадки від розподільчої головки. Зважити на терезах матеріал, що міститься в насадці.
 11. Занести до журналу умови досвіду та ваги матеріалу в кожній насадці.
- Операції повторювати на кожному режимі щонайменше три рази.

Під час проведення лабораторно-польових дослідів пневматичної зернотукової сівалки з центральним дозуванням, оснащеною горизонтальним розподільним пристроєм керувалися роботами Б. А. Доспехова.

Методика закладки та проведення польового агротехнічного досвіду ґрунтуються на ДСТУ.

На рис. 2.5 представлено виготовлений нами новий горизонтальний розподільний пристрій, обладнаний на рамі чизель-добрива.

Досліди проводилися з розробленим експериментальним зразком розподільного устрою (рис. 2.6).

Досвідчена ділянка розбита на шість ділянок, ширина кожної ділянки дорівнює 10 проходами сівалки, а довжина 200 м. На трьох ділянках проведено внесення добрив посівним комплексом «Morris-620», оснащеним горизонтальним розподільним пристроєм, обладнаним на рамі, але в інших двох ділянках – вертикальний розподільник.

Перед досвідом була визначена доза внесення добрива, для чого січки з опущеними сошниками проходять ділянку довжиною 100 м. тричі.



Рис. 2.6. Досліджений польовий агрегат із горизонтальним розподільним пристроєм



Рис. 2.7. Експериментальний розподільний пристрій
Добрива збираються у спеціальні мішечки та зважуються на терезах.

Висновки по розділу

В другому розділі магістерської роботи представлена методика проведення досліджень та обладнання, яке використовувалося під час досліджень.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХНІЙ АНАЛІЗ

Експериментальні дослідження для вибору оптимальних та технологічних параметрів розподільчого пристрою з центральним дозуванням проведені при внесенні гранульованих суперфосфатів.

Умови та дані дослідів представлені в таблиці 3.1.

Експеримент був поставлений за програмою центрального композиційного планування другого порядку В результаті математичної обробки даних експерименту визначено коефіцієнти рівняння регресії:

Для нерівномірності висіву між відводами:

$$v'_0 = 5,48477; \quad v'_1 = -0,5682; \quad v'_2 = -0,3198; \quad v'_3 = 0,24639;$$

$$v'_{12} = 0,29643; \quad v'_{13} = 0,93685; \quad v'_{23} = -0,3489$$

$$v'_{11} = 1,7934; \quad v'_{22} = 1,51987; \quad v'_{33} = 0,87052.$$

Для нестійкості висіву:

$$v''_0 = 3,80623; \quad v''_1 = -0,5675; \quad v''_2 = -0,2549; \quad v''_3 = -0,8839;$$

$$v''_{12} = -0,9143; \quad v''_{13} = -0,7292; \quad v''_{23} = 2,14762;$$

$$v''_{11} = 1,70267; \quad v''_{22} = 0,86046; \quad v''_{33} = 2,45109.$$

Таблиця 3.1 – Матриця планування та результати експериментів

| гале-розподільний захват | | хідні фактори | | | Параметри оптимізації | |
|--------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|
| натуральні значення | | U, м/с | L, мм | D, мм | H ₁ | H ₂ |
| | | X ₁ | X ₂ | X ₃ | Y ₁ | Y ₂ |
| рівні варіювання | +1,682 | 18,66 | 194 | 92 | - | - |
| | +1 | 16,2 | 170 | 85 | - | - |
| | 0 | 12,6 | 135 | 75 | - | - |
| | -1 | 9,0 | 100 | 65 | - | - |
| інтервал варіювання | -1,682 | 6,54 | 76 | 58 | - | - |
| | | 3,6 | 35 | 10 | | |
| | 1 | - | - | - | 9,1 | 8,44 |
| | 2 | + | - | - | 6,32 | 18,46 |
| номер і умови досліду | 3 | - | + | - | 11,14 | 8,21 |
| | 4 | + | + | - | 8,12 | 6,96 |
| | 5 | - | - | + | 9,28 | 4,46 |
| | 6 | + | - | + | 8,9 | 3,95 |
| | 7 | - | + | + | 8,98 | 5,2 |
| | 8 | + | + | + | 11,05 | 8,65 |
| | 9 | 1,682 | 0 | 0 | 10,15 | 3,93 |
| | 10 | -1,682 | 0 | 0 | 12,32 | 15,5 |
| | 11 | 0 | 1,682 | 0 | 7,54 | 8,17 |
| | 12 | 0 | -1,682 | 0 | 13,52 | 6,5 |
| | 13 | 0 | 0 | 1,682 | 8,24 | 14,13 |
| | 14 | 0 | 0 | -1,682 | 9,15 | 9,53 |
| | 15 | 0 | 0 | 0 | 5,1 | 3,4 |
| | 16 | 0 | 0 | 0 | 5,7 | 3,9 |
| | 17 | 0 | 0 | 0 | 5,5 | 3,5 |
| | 18 | 0 | 0 | 0 | 5,2 | 4,2 |
| | 19 | 0 | 0 | 0 | 5,9 | 3,7 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 5,3 | 3,82 | |

Знайдені дисперсії коефіцієнтів рівнянь регресії:

$$\begin{array}{ll}
S^2(\varepsilon_0)' = 0,01583; & S^2(\varepsilon_0)'' = 0,01391; \\
S^2(\varepsilon_i)' = 0,00696; & S^2(\varepsilon_0)'' = 0,00611; \\
S^2(\varepsilon_{ij})' = 0,01168; & S^2(\varepsilon_{ij})'' = 0,01044; \\
S^2(\varepsilon_{0i})' = 0,0066; & S^2(\varepsilon_{ii})'' = 0,0058.
\end{array}$$

Довірчі інтервали для коефіцієнтів мають такі значення:

$$\begin{array}{llll}
\Delta\varepsilon_0' = \pm 0,32338; & \Delta\varepsilon_i' = \pm 0,21434; & \Delta\varepsilon_{ij}' = \pm 0,28015; & \Delta\varepsilon_{ii}' = \pm 0,20881; \\
\Delta\varepsilon_0'' = \pm 0,30312; & \Delta\varepsilon_i'' = \pm 0,20091; & \Delta\varepsilon_{ij}'' = \pm 0,26259; & \Delta\varepsilon_{ii}'' = \pm 0,19573.
\end{array}$$

Усі коефіцієнти статистично значущі, отже, рівняння регресії мають вигляд.

Для нерівномірності висіву між відводами:

$$Y_1 = 5,48477 - 0,5682X_1 - 0,3198X_2 + 0,24639X_3 + 0,29643X_1X_2 + 0,93685X_1X_3 - 0,3489X_2X_3 + 1,7934X_1^2 + 1,51987X_2^2 + 0,87052X_3^2.$$

Для нестійкості висіву:

$$Y_2 = 3,80623 - 0,5675X_1 - 0,2549X_2 - 0,8839X_3 - 0,9143X_1X_2 - 0,7292X_1X_3 + 2,14762X_2X_3 + 1,70267X_1^2 + 0,86046X_2^2 + 2,45109X_3^2.$$

Для перевірки адекватності одержаних моделей за допомогою F-критерію обчислено:

$$S^2_{ад} = 0,2413; S^2_{y1} = 0,095; F_{p1} = 2,54;$$

$$S^2_{ад} = 0,07429; S^2_{y2} = 0,08347; F_{p2} = 0,89.$$

Табличні значення F_T – критерію при 5%-му рівні значущості та кількості ступенів свободи $f_{ад} = 7$ і $f_E = 5$ дорівнює 5,1. Значення $F_p < F_T$, тому гіпотеза про адекватність моделей може бути прийнята вірною з 95% достовірністю.

Перехід від кодованих (X_1 X_2 X_3) до натуральних (U , L , α) значень факторів здійснюється відповідно до умов експерименту за формулами:

$$X_1 = \frac{U-12,6}{3,6}; \quad X_2 = \frac{L-1350}{350}; \quad X_3 = \frac{U-75}{10};$$

На підставі рівнянь побудовані поверхні відгуку - залежності величини нерівномірності розподілу матеріалів по відводах та нестійкості висіву при різних конструктивних параметрах роботи горизонтального розподільного

пристрою з використанням програми STATISTICA 10 із додатком «Планування експерименту» (подано на рис. 3.1, 3.2)

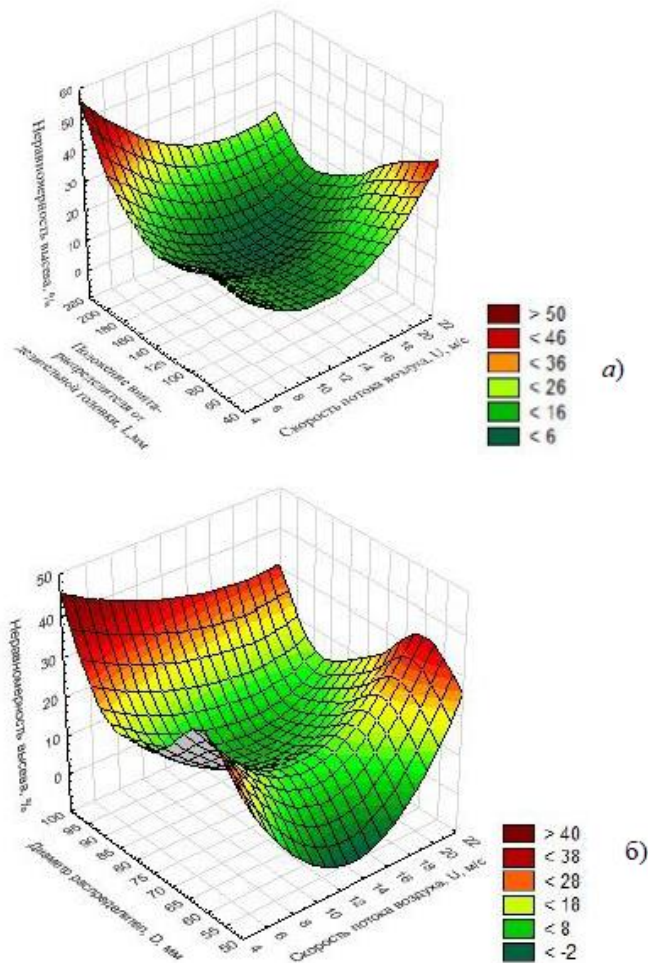


Рис. 3.1. Поверхні відгуку на нерівномірність висіву: а) від взаємодії положення гвинта-розподільника та швидкості потоку повітря; б) від взаємодії діаметра розподільника та швидкості потоку повітря.

Рівняння другого ступеня аналізувати складно, тому для отримання уявлення про геометричний образ функції відгуку відповідні їм залежності шляхом перетворень були приведені до канонічної форми.

Нерівномірність висіву між відводами

$$Y_1 - 5,789 = 1,455 X_1^2 + 1,858 X_2^2 \quad (3.1)$$

Нестійкість висіву

$$Y_2 - 5,251 = 0,660 X_1^2 + 1,903 X_2^2 \quad (3.2)$$

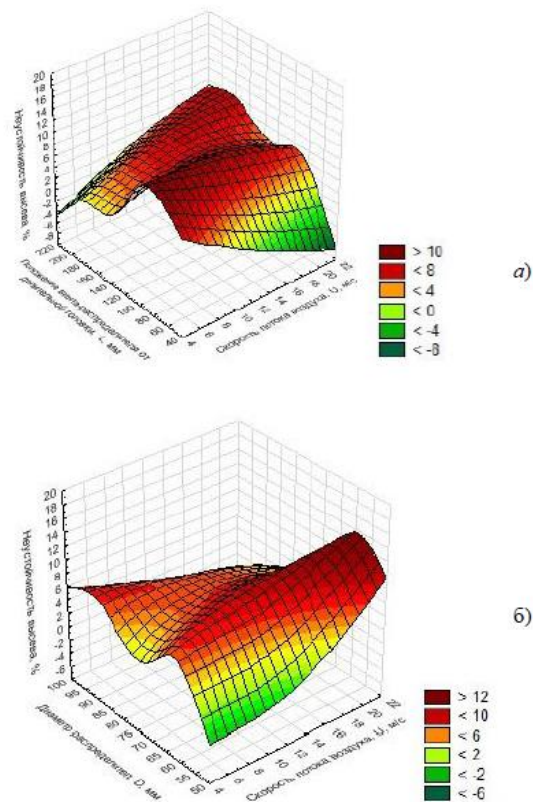


Рис. 3.2. Поверхні відгуку на стійкості висіву: а) від взаємодії положення гвинта-розподільника та швидкості потоку повітря; б) від взаємодії діаметра розподільника та швидкості потоку повітря.

Розглядаючи рівняння нерівномірності висіву між відводами в канонічній формі, слід зазначити, що поверхня відгуку є еліпсоїд обертання і має мінімум в центрі еліпсоїда, так як всі коефіцієнти мають позитивні знаки. Екстремум лежить в досліджуваній ділянці, що підтверджує правильність вибору меж варіювання змінних факторів. Координати центру фігури рівні:

$$X_{1s} = 0,4238; \quad X_{2s} = -0,0509$$

При розкодуванні координат особливої точки набуті натуральні значення факторів: швидкість потоку повітря 14,13 м/с; положення гвинта від розподільчої голівки 133 мм; діаметр гвинта-розподільника 133 мм, при цьому нерівномірність висіву між відводами дорівнює 1,74%.

Також розглянувши рівняння отримаємо такі натуральні значення чинників у центрі експерименту: $U = 14,0$ м/с; $L = 191$ мм; $D = 128$ мм. Нестійкість висіву у центрі фігури дорівнює 1,35%.

Як видно з наведених результатів, центри експериментів для нерівномірності висіву між відводами та нестійкість висіву дуже близькі, що полегшує пошук оптимальних параметрів. Таким чином, завдання у встановленні умов процесу, що забезпечують найменшу нерівномірність та нестійкість висіву, розглянемо двовимірне перетин поверхні Y_1 поєднаних з двовимірними перерізами поверхні відгуку Y_2 у виборі умовних екстремумів.

Розглянемо побудову двовимірних перерізів поверхні відгуку X_1 і X_2 при постійному швидкості потоку повітря, рівним 14,1 м/с. Відповідно до малюнка 62 видно, що найменші значення нерівномірності та нестійкості висіву експериментального гвинта розподільника досягаються при значеннях факторів: $U = 14,2$ м/с; $L = 157$ мм; $D = 77$ мм.

Розглянемо побудову побудовані двовимірне переріз поверхонь відгуку Y_1 при фіксованому значенні X_2 . Підставивши значення X_2 рівняння і після приведення його до стандартної форми отримаємо:

$$Y_1 - 6,995 = 0,6744 X_1^2 + 1,9895 X_3^2 \quad (3.3)$$

Координати центру та кут повороту осей рівні:

$$X_{1S} = 0,3844; X_{3S} = -0,5488; \beta = 22,71^\circ$$

Приймаючи різні значення нерівномірності висіву між відводами в рівнянні, отримаємо рівняння відповідних контурних кривих, що у сукупності представляють сімейство сполучених еліпсів – ліній рівного значення показника нерівномірності висіву між відводами, показаними суцільними лініями на рис. 3.3.

Так само підставивши значення X_1 рівняння отримано:

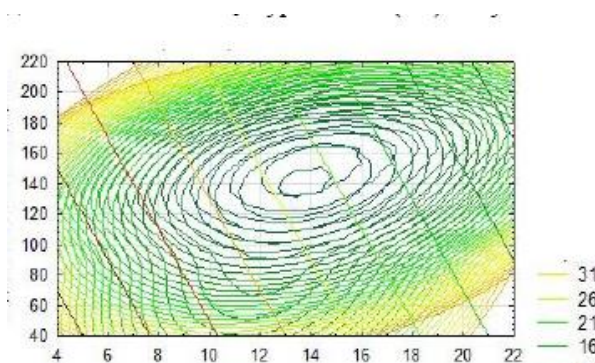


Рис. 3.3. Двовимірний переріз поверхонь відгуків

$$Y_2 - 3,9826 = 1,5544X_1^2 + 2,5993X_3^2. \quad (3.4)$$

Координати особливої точки та кут повороту осей рівні:

$$X_{1S} = 0,0316; \quad X_{3S} = -0,6231; \quad \beta = 22,12^\circ.$$

Аналогічно попередньому, за рівнянням також побудовані лінії рівного значення показника нестійкості висіву Y_2 залежно від діаметра гвинта-розподільника та швидкості потоку повітря.

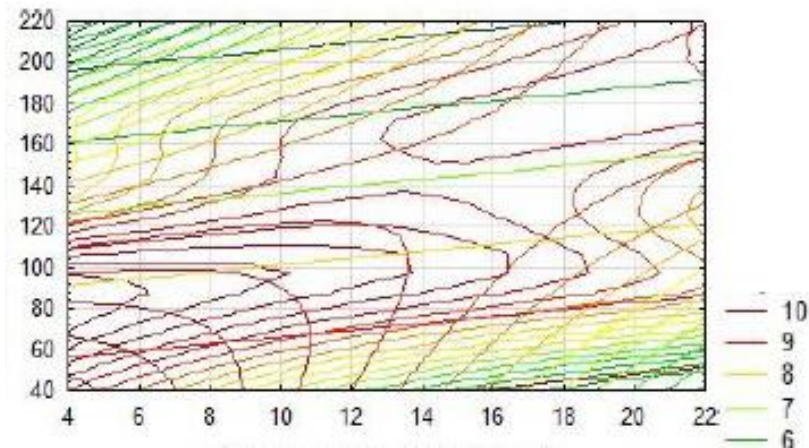


Рис. 3.4. Двовимірний переріз поверхонь відгуків

Вони викреслені штрих-пунктирними лініями. З малюнка 3.4 видно, що мінімальне значення нестійкості висіву в перерізі, що розглядається, дорівнює 1,35% має місце при $L = 160$ мм; $D = 80$ мм, найменша нерівномірність висіву між відведеннями - 1,74% досягається при $L = 148$ мм; $D=70$ мм.

Аналіз рівнянь та суміщених перерізів (рис. 3.3, 3.4) показує, що найменші значення нерівномірності та нестійкості висіву експериментального гвинта-розподільника досягається призначенням факторів: $U = 13,7-14,1$ м/с; $L=139-136$ мм; $D=80-81$ мм. Нами виготовлені гвинти-розподільники із зазначеними параметрами.

У лабораторних дослідках вони показали нерівномірність висіву між відводами 3,82% та нестійкість висіву 2,62%, додатках А, Б та таблицях А.1, А.2, Б.1, Б.2, Б.3.

З вищевикладеного слід, що конструктивні та технологічні параметри розподільчого пристрою з центральним дозуванням, встановленого на рамі чизеля-добрива, для внесення мінеральних добрив повинні мати такі значення:

зовнішній діаметр $D=80$ мм; кількість витків 4; швидкість потоку повітря $U=14,2$ м/с; відстань між головкою та розподільником $L = 160$ мм; висота гвинта-розподільника $H = 220$ мм.

Лабораторно-польові випробування сівалки з центральним дозуванням, оснащеною горизонтальним розподільним пристроєм, встановленою на рамі чизеля-добрива.

Попередньо визначалося:

- вологість добрив, %;
- фракційний склад добрив, %;
- об'ємна вага добрив, кг/м^3 .

Внесення туків проводився за швидкості 10 км/год. Контрольний досвід проводився пневматичною сівалкою «Morris-620», обладнаний вертикальним розподільником. Під час лабораторно-польових випробувань сівалка з експериментальним розподільником працювала стійко, надійно та зупинок з технічних причин не було.

Початкові фази розвитку зернові найчастіше недостатньо забезпечені фосфорним харчуванням.

Фактична норма суперфосфату визначена перед проведенням основних дослідів на спеціально відведеній площі, і вони дорівнювали 162 кг/га.

Лабораторно-польові випробування проведено на двох режимах – при швидкості руху 5,82 та 8,77 км/год. На дослідних ділянках шар ґрунту (до 35 см) сухий, у середньому горизонті (5...15 см) його вологість не більше 18, 76%, що дещо нижче, ніж оптимальна за АТТ.

У зазначених умовах чизель-удобрювач забезпечує обернену ґрунту на глибину 32...35 см і внесення добрив із шириною похилої стрічки 25...29 см.

Показники якості виконання процесу наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники якості виконання технологічного процесу внесення мінеральних добрив

| Найменування показників | Вертикальний розподіл | Пропонований горизонтальний розподіл |
|--|-----------------------|--------------------------------------|
| Швидкість руху машини, м/с | 2,44 | 2,44 |
| Доза внесення добрив, кг/га: | | |
| - максимальна | 480 | 480 |
| - мінімальна | 50 | 50 |
| Нерівномірність внесення між відведеннями, % | 15,6 | 14,2 |
| Нестійкість внесення, % | 11,8 | 9,72 |

Нерівномірність при внесенні туків між відводами становило 14,2 %, що на 9 % менше, ніж у агрегату з вертикальним розподільником.

Висновки по розділу

В результаті лабораторно-польових випробувань встановлено, що горизонтальний розподільний пристрій знижує нерівномірність висіву туків на 8,3-9,4%, ніж вертикальна.

ВИСНОВОК

Встановлено, що існуючі розподільні пристрої не дозволяють повною мірою здійснити рівномірний розподіл матеріалу по горизонтальному трубопроводу.

Дослідженнями обґрунтовано, що використання у технологічному процесі спеціального пристрою дозволяє ділити вихідний двофазний потік на рівні частини, при цьому надання додаткового обертального руху аеросуміші сприяє стабілізації процесу розподілу та підвищує його рівномірність.

Отримано залежності впливу конструктивно-технологічних параметрів на рівномірність розподілу добрив за робочим органом удобрювача.

Внаслідок проведення багатофакторних лабораторних експериментів отримані регресійні моделі, що адекватно описують залежності нерівномірності та нестійкості висіву добрив від конструктивних та технологічних параметрів.

Визначено оптимальні параметри розподільника:

- зовнішній діаметр $D = 80$ мм;
- кількість витків 4, з одночасним їх початком;
- відстань між ділильною головкою та розподільником $L = 160$ мм.
- висота гвинта-розподільника $h = 220$ мм.

6. Виявлено, що значний вплив на рівномірність розподілу добрив на вході до розподільного пристрою має величина швидкості частинок матеріалу. Оптимальні значення її має бути в межах 6-7 м/с за швидкості повітряного потоку 14 м/с.

В результаті лабораторно-польових випробувань встановлено, що горизонтальний розподільний пристрій знижує нерівномірність висіву туків на 8,3-9,4%, ніж вертикальна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Москва. Наука. 1976. 280с.
2. Волоха М. П., Дорошенко Ю. О. Моделивання двоєдиного технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту і сівби буряків цукрових. АВІА–2015. XII Міжнародна науково-технічна конференція. 28– 29 квітня 2015 р. Київ. НАУ. 2015. С. 4.22–4.27.
3. Дорошенко Ю. О., Волоха М. П. Моделивання траєкторії польоту насінини при сівбі висівним апаратом пневматичного типу. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Мелітополь. ТДАТУ. 2012. Вип. 4. т. 55. С. 81–86.
4. Кленин Н. И., Сакун В. А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Москва. Колос. 1994. 751 с.
5. Мельников С. В., Алешкин В. Р., Рощин П. М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Ленинград. Колос. 1980. 168 с.
6. Панков А. А. Возможности и задачи использования пневмоструйных устройств в технических средствах АПК : материалы IX Международной научно–практической конференции [«Проблемы горного дела и экологии горного производства»], (Антрацит, 24–25 апреля 2014 г.). Міністерство освіти, СУНУ ім. В. Даля, 2014. С.206–208.
7. Панков А. А. Совершенствование пневматических высевальных аппаратов. *Науковий вісник ЛНАУ. Спеціальний випуск. Серія Технічні науки.* 2011. № 30. С. 338–341.
8. Аулін В. В. Напрями розвитку висівальних систем. *Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник].* 2016. Випуск № 3 (102) / [ННЦ «ІМЕСГ»]. Глеваха, 2016. С. 54–58.

9. Внуков И. Е. Направления совершенствования высевяющих систем зерновых пневматических сеялок. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 1988. № 1. С. 23–27.

10. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку. *Механізація сільського господарства. Збірник наукових праць Національного аграрного університету*. Т. XIV. Київ, 2003. С. 189–194.

11. Петренко А. Е. Тенденции развития мобильных дозирующих систем сельскохозяйственных материалов. *Збірник наукових праць Національного аграрного університету*. 1998. Том 4. С. 368-381.

12. Раднаев Д. Н. Условия применения показателей эффективности посевных агрегатов. *Вестник КрасГАУ*. 2011. № 3. С. 141–146.

13. Астахов В.С. Совершенствование пневматических высевяющих систем сеялок: монография. Горки: МСХиП РБ БГСХА, 2007. 148 с.

14. Испытание универсальной рядовой сеялки Pronto 3 DC Horsch. Тракторы и другая сельхозтехника. *Profi.: Спецальный выпуск журнала «Профи»*. 2005. С. 70-73.

15. Шаршуков И.А. Параметры распределителя пневматической сеялки. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2005. №8. С. 28-30.