

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ГАЛУЗЕВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ**

МАТЕРІАЛИ

**IV ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ
«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
МАШИНОБУДУВАННЯ»**

02-03 грудня 2021 року

ПОЛТАВА 2021

Рекомендовано до друку кафедрою галузевого
машинобудування Полтавського державного
аграрного університету
Протокол № 5, від 14.12.2021 р.

Редакційна колегія:

Яхін С.В., кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри галузевого
машинобудування;

Біловод О.І., кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого
машинобудування;

Муравльов В.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого
машинобудування;

Харак Р.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого
машинобудування.

УДК 631

*Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського
машинобудування* : матеріали IV Всеукраїнської інтернет-конференції,
02-03 грудня 2021 р. Полтава : Полтавський державний аграрний
університет, 2021. 81 с.

Викладено результати теоретичних, експериментальних
досліджень інженерно-технічних проблем та перспектив розвитку
сільськогосподарського машинобудування і виробництва.

Для наукових працівників, фахівців аграрного виробництва,
здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей.

Відповідальний за випуск: Харак Р.М., кандидат технічних наук, доцент

ЗМІСТ

Ветохін В.І., Рижкова Т.Ю., Негребецький І.С. ОГЛЯД ДЕЯКИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ГРУНТООБРОБНИХ РОТАЦІЙНИХ ГОЛЧАСТИХ ЗНАРЯДЬ	6
Курьянов О.С., Верещака О.І., Автухов А.К. ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ З ХРОМОНІКЕЛЕВОГО ЧАВУНУ	9
Дерябкіна Є.С., Клочко О.Ю., Воронов О.С. ВИКОРИСТАННЯ ГРАНУЛЬОВАНОЇ ШИХТИ ПРИ РЕМОНТІ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	11
Прілепо Н.В., Ковбаса В.П. ПЕРЕДУМОВИ АНАЛІЗУ ВЗАЄМОДІЇ ДЕФОРМІВНОГО КОЛЕСА З ДЕФОРМІВНОЮ ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ	14
Абалмасов О.О., Калюжний О.Б. ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ФІЛЬТРАЦІЇ ОБВІДНЕНОГОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ЧЕРЕЗ ПОРИСТИЙ ФТОРОПЛАСТ-4 НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВОДОВІДОКРЕМЛЕННЯ	18
Сивоус І.І., Ковбаса В.П. КІНЕМАТИЧНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ ПАСИВНОГО ГРУНТООБРОБНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ З ГРУНТОМ	21
Омельченко Л.В. ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ПОКРИТТЯМИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКАТОРІВ ОТРИМАНИХ З ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ	25

Лапенко Т.Г., Бутко Р.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ	27
Лукаш В.О., Костенко О.М., Дрожчана О.У. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОНИКНОСТІ ТА СЕЛЕКТИВНОСТІ МЕМБРАН ВІД ВЕЛИЧИНИ РОБОЧОГО ТИСКУ В КАНАЛІ МІКРОФІЛЬТРАЦІЙНОГО АПАРАТУ	31
Лукаш С.С., Ковбаса В.П. ПРО ФОРМАЛІЗАЦІЮ ВЗАЄМОДІЇ ГРУНТООБРОБНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ З ГРУНТОМ	34
Дудник В.В., Кибкало А.М. РОЛЬ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В ЕФЕКТИВНОМУ ВИКОРИСТАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	39
Медяник В.В., Костенко О.М., Дрожчана О.У. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ОЛІЇ	42
Шибка В.О., Костенко О.М., Дрожчана О.У. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ НА ПОДРІБНЕННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ХРЕСТОПОДІБНИХ НОЖІВ З РІЗАЛЬНИМИ ЛЕЗАМИ НА ЗАДНІЙ ПОВЕРХНІ	46
Кочерга С.І., Костенко О.М., Дрожчана О.У. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОДРІБНЮВАЧА-ЗМІШУВАЧА НА ПРОЦЕСИ ПОДРІБНЕННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ	49
Саксон О.В., Лапенко Т.Г., Дрожчана О.У. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПЛЮЩЕННЯ ЗЕРНА	53
Дудник В.В., Данелейко І.І. СПОСОБИ СУШІННЯ ЗЕРНА	56

Дудник В.В., Кулик Я.С. ПЕРЕДУМОВИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ПОДРІБНЮВАЧІВ РОТОРНОГО ТИПУ	59
Водяник В.Є., Ухань М.В., Харак Р.М. ВЛИВ РПАКОВИХ МЕТИЛОВИХ ЕФІРІВ НА САМОЗАЙМИСТІСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА	62
Дудник В.В., Прокопенко К.А. ВПЛИВ РЕЖИМУ РОБОТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТУ НА ДРОБЛЕННЯ ТА КІНЕМАТИКУ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ НАСІННЯ СОЇ	65
Харак Р.М., Сергієнко О.В., Стеценко О.В. КІНЕМАТИЧНЕ ТА СТАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО РЕГУЛЯТОРА ПАЛИВОПОДАЧІ	68
Чорнобай О.В., Ляшенко С.В. АНАЛІЗ ПРИЧИН СПРАЦЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН	70
Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Гобиш В.С. ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІЦНЕННЯ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП НАНЕСЕННЯМ ЗНОСОСТІЙКИХ СМУГ	75
Бородатий Д.Г., Кольвах Д.В., Муравльов В.В. ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ INDUSTRY 4.0 В МАШИНОБУДІВНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ	78

ОГЛЯД ДЕЯКИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ГРУНТООБРОБНИХ РОТАЦІЙНИХ ГОЛЧАСТИХ ЗНАРЯДЬ

Ветохін В.І., доктор технічних наук, доцент

Рижкова Т.Ю., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії

Негребецький І.С., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії

Полтавський державний аграрний університет

Застосування знарядь з ротаційними голчастими дисками набуло широкого розповсюдження в сучасному землеробстві. Знаряддя з ротаційними голчастими дисками забезпечують ефективний обробіток ґрунту на будь-якій стадії вегетації сільськогосподарських культур, регулювання (коригування) обміном вологою та мінеральними сполуками конкретних ділянок поля, а, отже, дозволяють за рахунок доступних ресурсів раціонально використовувати ґрунт і бережливо ставитися до навколишнього середовища. Критерії оцінки технічних рішень та методичні підходи щодо аналізу розвитку технічних засобів для обробітку ґрунту дозволяють визначити їх місце у структурі системи ґрунт-рослина-техніка [1, 2]. Результуючим фактором змін у системі є рівень обмінних процесів, та, як наслідок, позитивна динаміка врожайності.

Дослідження останніх років свідчать, що застосування ротаційних знарядь забезпечує ефективне розпушення ґрунту та режим вологообміну. Такі знаряддя достатньо ефективні при операції внесення добрив [3, 4]. Дієвість знарядь з ротаційними голчастими дисками можна прослідкувати у посушливі роки, коли обробіток ґрунтового покриву потребує особливих методів і засобів. Крім того, під час догляду за просапними культурами існує проблема забезпечення ефективного обробітку ґрунту в захисній зоні у різні періоди вегетації сільськогосподарських рослин [5].

Мету дослідження становить аналіз технічних рішень знарядь з робочими органами у вигляді ротаційних голчастих дисків, що забезпечують достатній механічний обробіток ґрунту, включаючи обробіток міжряддя та захисних зон рядка.

Знаряддя з ротаційними робочими органами виконуються за формою дисків з ножами, лопатами, голками та зубцями. Теоретико-

практичні дослідження свідчать, що найбільш проблематичним є розпушення ґрунту та знищення бур'янів у захисних зонах рядків. Для ефективного обробітку захисних зон застосовують різноманітні ротаційні робочі органи з пружними зубами та, на їх основі, мініборони [6].

Проведений аналіз ряду існуючих засобів з робочими органами у вигляді ротаційних голчастих дисків, дозволив визначити їх конструкційні особливості. Наприклад, знаряддя, що використовуються для розпушування ґрунтової кірки та знищення слабо вкорінених бур'янів, мають особливості у кріпленні та заміні голок [7].

Важливий аспект механічного обробітку ґрунту становить рівномірність та глибина обробітку. Розташування декількох робочих органів на спільній рамі (один поперед одного, механічно зв'язаних між собою ланцюговою передачею), забезпечує взаємозалежність ступеня обробітку з опором ґрунтового покриву та відповідне розпушення ґрунту [8].

За допомогою ротаційного голчастого знаряддя, що містить батарею дисків з овальними клиноподібними зубцями з косим повздовжнім розрізом, можливо створити уніфіковану технічну систему обробітку ґрунту для різних видів польових робіт. Однак, конструкційне виконання такої системи ускладнено. За заявленими перевагами знаряддя здатне розвивати швидкість обробітку ґрунту до 20 км/год та знищувати до 100 % ниткоподібних коренів бур'янів [9]. Такі показники потребують теоретичного узагальнення.

Висновки. Розглядаючи технічні рішення знарядь з ротаційними голчастими дисками, було визначено, що в роботі подібних агрегатів має значення ефективна глибина занурення, а, отже, оптимальна довжину голок. Крім того, не достатньо опрацьовано очищення голок та дисків від налипання ґрунту з рослинними рештками, що впливає на працездатність знаряддя та якість розпушення.

Список використаних джерел

1. Ветохин В.И. Систематизация свойств почвы как элемент теории проектирования почвообрабатывающих орудий и технологий. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України* : Зб. науков. праць. Дослідницьке : УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого, 2009. Вип. 13(27)), 2. С. 30-38.

2. Ветохін В. І., Алтибаєв А. Н. Аналіз властивостей ґрунту стосовно процесу управління його станом з мінімальними витратами ресурсів. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України* : Зб. наук. пр. УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого. Дослідницьке, 2017. Вип. 21 (35). С. 332-338.

3. Шейченко В.О., Хайліс Г.А., Шевчук В.В., Шевчук М.В. Дослідження тягового опору голчастої борони. *Механізація та електрифікація сільськогосподарства* : загальнодерж. наук. зб. Глеваха, 2016. Вип. 3(102). С. 44–53.

4. Шмидт А.Н., Кузьмин Д.Е., Мяло В.В., Союнов А.С. Особенности ранневесеннего влагосбережения. *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2019. Вип.1 (33). С. 162-167.

5. Ветохін В.І., Рижкова Т.Ю., Негребецький І.С. Дослідження руху у ґрунті голок ротаційного знаряддя в ґрунтовому каналі. *Техніка та технології в агропромисловому виробництві (присвячена 55-й річниці заснування інженерно-технологічного факультету Полтавського державного аграрного університету)* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 7-8 жовтня 2021 р. Полтава : ПДАУ, 2021. С. 35-37. URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/11182>.

6. Экспериментальные исследования игольчатой бороны / В.А. Шейченко и др. Saarbrücken, Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 163 с.

7. Голчаста борона : патент 107511 Україна : МПК А01В 21/02 (2006.01). № у 2015 12342 ; заявл. 14.12.2015 ; опубл. 10.06.2016, Бюл.№ 11.

8. Дводискова голчата борона : патент 82771 Україна ; МПК А01В 19/00 (2013.01). № у 2013 00975 ; заявл. 28.01.2013 ; опубл. 12.08.2013, Бюл. № 15.

9. Ротаційна борона голчаста : патент 104689 Україна ; МПК А01В 21/04 (2006.01). № у 2015 08492 ; заявл. 31.08.2015 ; опубл. 10.02.2016, Бюл. № 3.

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ З ХРОМОНІКЕЛЕВОГО ЧАВУНУ

Курьянов О.С., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Верещака О.І., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»
Автухов А.К., доктор технічних наук, професор

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Робота присвячена дослідженню покращення експлуатаційних властивостей робочого шару формуючих інструментів з хромонікелевого чавуну, що широко застосовуються для виробництва сортового та листового прокату, який використовується у різних галузях промисловості – сільському господарстві, машинобудуванні, будівництві та ін.

На сортопрокатних і листопрокатних станах широко використовуються формуючі інструменти – прокатні валки виконання СПХН і СПХНМ та двошарові хромонікелеві валки виконань ЛПНХд і ЛПХНМд [1,2].

Підвищенні вимог до характеристик прокату (точність геометричних розмірів, обробка продукції) висуває все більш високі вимоги до якості валків, збільшення терміну їх служби та економії енергоресурсів.

Базуючись на визначенні, що якість — це сукупність властивостей продукції, які обумовлюють її придатність задовольнити певні потреби відповідно до призначення, основними показниками якості хромонікелевих валків є рівень фізико-механічних властивостей, зносостійкість, термостійкість та ін.

Аналіз закордонних і вітчизняних публікацій свідчить, що основними напрямками підвищення показників якості валків з хромонікелевого чавуну є розробка нових і оптимізація існуючих складів валкових чавунів [1].

Показники якості прокатних валків з хромонікелевого чавуну суттєво залежать від хімічного складу матеріалу і способів їх виготовлення.

Хімічний склад чавуну надає суттєвий вплив на його структуру, фазовий склад і фізико-механічні властивості валкового матеріалу[3].

Метою виконання роботи було вивчення можливостей покращення якості хромонікелевого чавуну додатковим модифікуванням телуrom , а також Superseed ® 75 і Reseed ® Inoculant.

При проведенні досліджень вивчали вплив, вище наведених модифікаторів на хромонікелевий чавун наступного хімічного складу вага. % : вуглець 2,8-3,5; кремній 0,7-1,0; марганець 0,5-0,8; нікель 4,0-4,7; хром 1,3-2,0; молібден 0,1-1,0; мідь 0,1-0,5; залізо – останнє.

Домішку телуру вводили для пригнічення ефекту схильності до рафітизації сплаву в кількості 7-10 г/т.

Модифікування чавуну лігатурами Superseed ® 75, що складається з 73-75 % кремнію , 0,6-1,0 % стронцію, макс. 0,10 % кальцію, макс. 0,5 % алюмінію і Reseed ® Inoculant, що складається з 70-76 % кремнію , 0,75-1,25 % алюмінію, 0,75-1,25 % кальцію, 1,5-2,0 % церію вводили для зменшується схильності сплаву до викришування[4]. Введення модифікаторів Superseed ® 75 і Reseed ® Inoculant сприяє формування дрібного евтектичного зерна, однорідного розподілу виділень графіту і достатню частку дрібних включень карбідної фази в робочому шарі, що зменшується схильність до викрошування валків при експлуатації.

Обробку основного металу робочого шару в обсязі от 2,1 до 2,5т проводили у ковші сумарною масою модифікаторів в обсязі від 1 до 5 кг.

Виконані дослідження показали, що в залежності від кількості введених модифікаторів можливо отримати сплав з різними структурними складовими.

У досліджуваних сплавах з сумарною кількістю введених модифікаторів 1-2 кг включення графіту на глибині робочого шару 5мм переважно складаються з компактного графіту. Поруч із компактим є і включення пластинчастого графіту. Сумарний вміст графіту до 3%. Мікроструктура: ледебурит (зокрема виявляться неоднорідний його розподіл, скупчення), мартенсит, цементит 35-38%, є окремі ділянки трооститу, бейніту.

При введенні сумарної маси модифікаторів від 4,5 кг до 5 кг у сплаві утворюється графіт кулястої та компактної форми розміром до 25 мкм. Зі збільшенням глибини робочого шару розміри включень графіту зростають. Сумарний вміст графіту сягає 5%. Зерна продуктів розпаду аустеніту дрібніші і однорідна структура. Складові мікроструктури: мартенсит, бейніт, ділянки трооститу, ледебурит,

цементит 30-32%.

Виконані дослідження свідчать, що введення у хромонікелевий чавун сумарної маси модифікаторів ® 75 і Reseed ® Inoculant в обсязі 4,5 - 5 кг сприяє збільшенню кількості кулястого та компактного графіту в структурі чавуну та дробленню включень цементиту в робочому шарі валків, що покращує рівень якості виробів, а саме: знижує його схильність до викришування при експлуатації.

Список використаних джерел

1. Производство и применение прокатных валков. Справочник: под ред. проф. Скобло Т.С. / Т.С. Скобло, А.И.Сидашенко, Н.М.Александрова, О.Ю. Клочко [и др.] // Харьков: ЦД №1, 2013. 572с.
2. Вдовин К.Н., Гималетдинов Р.Х., Колокольцев В.М., Цыбров С.В. Прокатные валки. Монография. –Магнитогорск, МГТУ. 2005. 543с
3. Чавун робочого шару двошарових прокатних валків: Пат. №101550 Україна, МПК (2015.01) С22С37/06, С22С37/08, С22С37/10 № и 2015 00918; заявл. 05.02.2015; опубл. 25.09.2015, Бюл. №18.
4. Зносостійкий чавун: пат. №94040 Україна, МПК(2014.01) С22С 37/00, № и 2014 05232; заявл. 19.05.2014; опубл. 27.10.2014, Бюл. №20.

УДК 621.791.92

ВИКОРИСТАННЯ ГРАНУЛЬОВАНОЇ ШИХТИ ПРИ РЕМОНТІ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

*Дерябкіна Є.С., кандидат технічних наук, доцент
Клочко О.Ю., доктор технічних наук, професор
Воронов О.С., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»*

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

При відновленні чавунних деталей сільськогосподарської техніки усунення дефектів проводиться головним чином наплавленням (заваркою) [1]. Чавун є важко зварюваним матеріалом внаслідок утворення у шві крихких та важко оброблюваних структур відбілювання та загартування, обумовлених високим вмістом вуглецю, сірки та фосфору в основному металі, схильність чавуну до утворення

нерівноважних фаз при кристалізації, а низька пластичність основного металу та зони оплавлення призводять до утворення тріщин та пор. Труднощі наплавочних (зварювальних) робіт зростають при змінах структури чавуну, викликаних тривалим впливом високих температур, а також проникненням в нього мастила та продуктів згоряння пального. Труднощі особливо зростають при холодних способах наплавлення. При зварюванні чавуна у холодному стані електродами з чавуну наплавлений метал виходить дуже твердим, крихким і надзвичайно пористим [2].

Зварюваність залежить не тільки від властивостей чавуну (хімічний склад, структура і т.п.), але і від способу та режимів наплавлення, складу наплавочних матеріалів та інших параметрів. Пропонується при холодному зварюванні чавуну звичайними чавунними електродами зі стабілізуючим крейдовим покриттям використовувати гранульовану шихту, що складається з чавунних та сталевих стружок, феросиліцію і графіту. При наплавленні з шихтою одержання наплавленого металу та біляшовних зон, близьких за своїми фізико-хімічними властивостями з основним металом, залежить від хімічного складу основного матеріалу, електродів, компонентів шихти, форми та поєднання окремих перерізів деталі, режиму нагрівання та охолодження, характеру технологічного процесу, пов'язаного з підготовкою деталі до наплавлення та самого процесу наплавлення, що надає вирішальний вплив для отримання якісного наплавлення. Вибір гранульованої шихти проводиться відповідно до структури металевої основи зварюваних деталей з сірого чавуну. Склад шихти (у вагових частинах) наступний: для перліто - графітових чавунів: чавунна стружка...42, сталева стружка...6, феросиліцій...12; для ферито - перліто - графітових чавунів: чавунна стружка...45, сталева стружка...3, феросиліцій...15, графіт...2, алюміній...0,5; для ферито - графітових чавунів: чавунна стружка ...45, феросиліцій...20, графіт...10. Чавунна стружка, що входить до шихти, складається з 40% стружки штикового чавуну (ДСТУ 3132-95) і 60% стружки обернення, що містить вуглецю від 0,3 до 0,6 і складається з відходів поковок або прокату. Грануляція чавунної та сталеві стружок - 1,5-3 мм. Стружка, що забруднена мастилом, землею, іржею та домішками, не допускається до виготовлення шихти. Феросиліцій застосовується електропідічний (ДСТУ 4127:2002), графіт - сріблястий з вмістом вуглецю, рівним або більше 70%. Усі компонентні, що входять до шихти, ретельно перемішуються між собою. Приготовлена шихта для запобігання окисленню киснем повітря зберігається в залізних

герметично закупорених банках. Підготовка деталей до наплавлення обумовлюється характером їх дефектів, які можуть бути у вигляді зношених поверхонь, зламаних частин і недоливів. Поверхня, на яку роблять наплавлення, повинна бути очищена від іржі, окалини, піску і особливо від мастила. Для примусового формування шва виробляють форму місця наплавлення. При дефектах складної форми для формування служить азбестова крихта, кварцовий пісок, вогнетривка глина, цементуючою речовиною є рідке скло.

При напавленні на поверхню деталі нескладної форми, деталь поміщають у залізний короб з сухим піском так, щоб поверхня наплавлення розташовувалась горизонтально і виходила з піску на висоту 10—15 мм. Для усунення розтікання рідкого металу кромки деталі обкладаються смужками із сухого листового азбесту шириною 40—50 мм та товщиною 3—4 мм. Смужки зміцнюються присипанням піску. Для забезпечення проплавлення кромки смужки не доходять до кромки на 6—8 мм. Перед напавленням поверхню засипають рівномірним шаром шихти висотою 3-6 мм. Розплавлення основного металу і шихти виробляють електродом. Напавлення у всіх випадках ведеться на себе, одношаровим валиком товщиною до 10 мм. При багатошаровому напавленні після розплавлення першого шару шихти з'являється другий шар і розплавляється, як перший. Очищення шарів від шлаку не проводиться. Перерви повинні бити короточасні, що не допускають затвердіння рідкого металу ванни. Дуга збуджується і обривається без виходу електроду з шару шихти на основний метал. Це усуває появу відбілювання по кінцях валика. При напавленні на поверхню деталі простої форми ширина шару, що наплавляється, може доводитися до 60-100 мм, а довжина до 400мм. Довжину валиків шириною до 35 мм, які не виходять на край деталі, слід обмежувати 80 мм. Щоб усунути появу поперечних тріщин при напавленні вузьких валиків, що не виходять на краї деталі, створюються умови для їх рівномірного охолодження. При накладеннях валика в кінці його розтягують дугу і швидко повертаються до початку валика, обігрівуючи дугою вже напавлений метал. Після закінчення напавлення деталь засипають сухим піском для повільного охолодження до температури приміщення.

Таким чином, розроблена технологія способу «холодного дугового зварювання чавуну з гранульованою шихтою», апробація якої показала забезпечення отримання напавленого металу за своїми фізико-механічними властивостями подібного до основного металу, що дає

можливість рекомендувати його для наплавочних робіт і заварювання великих раковин при ремонті чавунних деталей.

Список використаних джерел

1. Антонишин Ю.Т. Совершенствование технологии восстановления деталей и повышение их качества электродуговой наплавкой / Ю.Т. Антонишин // Агропанорама. 2015. №4. С.13-14.
2. Исследование влияния способа нанесения покрытий на качество восстановленных деталей средств транспорта / Е.С. Дерябкина // Машинобудування: зб. наук. пр. -Х. : УПА, 2019. № 23. С. 100-106.

УДК 631.311

ПЕРЕДУМОВИ АНАЛІЗУ ВЗАЄМОДІЇ ДЕФОРМІВНОГО КОЛЕСА З ДЕФОРМІВНОЮ ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

*Прілепо Н.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Ковбаса В.П., доктор технічних наук, професор*

Полтавський державний аграрний університет

В багатьох процесах: в сільськогосподарському, меліоративному, будівельному, дорожньому та інших виробництвах виникає задача про визначення параметрів контактної взаємодії колеса і поверхні, по якій воно рухається. При цьому вирішуються задачі про визначення абсолютних та відносних деформацій опорної поверхні та поверхні колеса як в зоні контакту так і за її межами, а також визначенні напружень в межах зони контакту так і за межами поверхні колеса та опорної поверхні. При цьому про величину і розподіл напружень в опорній поверхні судять про несучу здатність матеріалу опорної поверхні, зміни його механічних властивостей та умовах виникнення буксування колеса та його прохідності. Крім того, отримані величини деформацій поверхні колеса и опорної поверхні дозволяють судити про опір перекочуванню колеса. В цих задачах слід розрізняти два випадки кочення деформівного колеса по опорній поверхні: кочення пасивного колеса, до якого не прикладений крутний момент и кочення ведучого колеса, тобто колеса, до якого прикладений крутний момент. С точки зору механіки взаємодії перший випадок кочення, кочення

пасивного колеса є частинним випадком кочення ведучого колеса. Тому, доцільно розглядати випадок кочення ведучого колеса як більш загальний.

Вагомий внесок у рішення таких задач належить Ішлінському А. Ю. [1,2], Золотаревській Д. И. [3, 4] та ін. Але аналіз цих робіт дозволяє зробити висновок про те, що не у всіх цих роботах враховані умови прикладання зусиль, зокрема крутного моменту, крім того, рішення цих задач не дає відповіді на те, як розподілені переміщення у вертикальному и поздовжньому напрямках контактування. Крім того, в цих рішеннях відсутнє чітке визначення границь зон контакту та їх залежність від характеру прикладуваних зусиль, геометричних форм та деформативних властивостей тіл, що контактують.

Слід також звернути увагу на більш загальні роботи про контактну взаємодію деформівних тіл [7,8,9]. Однак в цих роботах розглядаються загальні випадки контактування пружних тіл і в них неможливо знайти конкретних рішень відносно контактування деформівного колеса с деформівною поверхнею. Відомві також результати досліджень, що найбільш наближені до поставленої задачі [5,6], однак в них не повністю враховані навантаження на поверхні контакту, зокрема вертикальні складові сил, що утворюються дією крутного моменту.

В останніх дослідженнях використовуються методи розв'язання задач з застосуванням методів FEM та DEM [10,11,12], але в них втрачаються властивості загальності отриманих результатів.

Тому метою даного дослідження є побудова умов на поверхні контакту деформівне колесо – деформівна опорна поверхня за умов неузгодженості геометричних форм контактуючих поверхонь.

Для розв'язання поставленої задачі на першому етапі слід проаналізувати розподіл сил в зоні контакту деформівне колесо – деформівна поверхня.

Загальна схема умов на поверхні контакту представлена на рис.1.

Система координат xz і $idem \xi\zeta$ відповідає системі координат горизонтальній та вертикальній поверхні та системі координат колеса, відповідно. Колесо загальним радіусом r і радіусом кочення r_c навантажене приведеною до осі його обертання силою ваги G . Ця сила розподілена по поверхні контакту по величині $F_{G\xi}$. Точка O_c відповідає миттєвому центру обертання колеса, відстані a_1, a визначають задню та передню границі контакту колесо – поверхня.

Під дією крутного моменту M утворюється рушійна сила F_t , яка

розподілена по поверхні контакту $F_{t\xi}$.

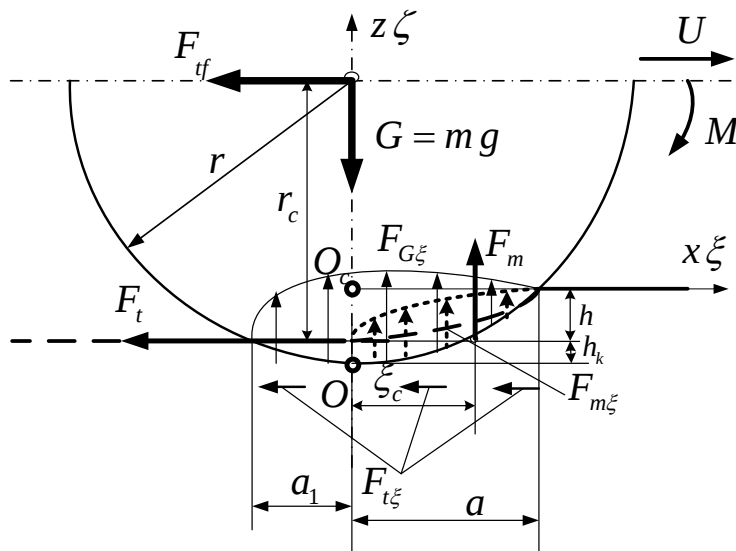


Рис.1. Схема контакту деформівного колеса з деформівною поверхнею

Крутний момент створює опір перекочуванню колеса F_m , який розподілений по поверхні контакту $F_{m\xi}$. Сила F_{tf} позначає прикладений до осі колеса приведений тяговий опір.

Визначення зосереджених сил не викликає складностей, оскільки це є тривіальною задачею теоретичної механіки,

При цьому форми поверхні контакту для колеса ζ_k та деформованої опорної поверхні ζ_n мають вигляд:

$$\zeta_n = h - \frac{\eta^2 k^2}{r} - \frac{l^2 \xi^2}{r}; \zeta_k \rightarrow h_k - \frac{\eta^2 k^2}{r} - \frac{l^2 \xi^2}{r};$$

А визначення розподілених по поверхні контакту сил можна скористатись відомими властивостями криволінійного інтегралу (для плоского випадку) або поверхневого інтегралу першого роду для просторового випадку. Ця процедура стає зрозумілою з наступного рівняння (для плоского випадку):

$$\frac{d}{d\xi} \left(\frac{F_i}{a_1 + a} \right) = \frac{d}{d\xi} \int_{a_1}^a F_{i\xi} d\xi, \text{ де } F_i - \text{зосереджена сила, } F_{i\xi} - \text{розподілена по}$$

кривій контакту сила.

Для просторового випадку:

$$\frac{d}{d\eta} \frac{d}{d\xi} \left(\frac{F_i}{(a_1 + a)(b_1 + b)} \right) = \frac{d}{d\eta} \frac{d}{d\xi} \int_{b_1}^b \int_{a_1}^a F_{i\xi\zeta} d\xi d\eta, \text{ де } F_{i\xi\zeta} - \text{розподілена по}$$

поверхні контакту сила, b_1, b – границі контакту в поперечному напрямку, η – поперечна координата в площині опорної поверхні.

Кінцеві результати аналізу не можуть бути наведені в межах даних тез.

Отримані таким чином розподілені сили є умовами на поверхні контакту для розв'язання задачі контакту з застосуванням методів

механіки суцільного середовища.

Список використаних джерел

1. Ishlinskiy, A. Yu. 1986. O kachenii zhestkikh i pnevmaticheskikh koles po deformiruemomu gruntu // Prikladnye zadachi mekhaniki. Kn. 1. – M.: Nauka. – S. 293–314.
2. Ishlinskiy, A. Yu. Matematicheskaya teoriya plastichnosti / A. Yu. Ishlinskiy, D. D. Ivlev. – M.: FIZMATLIT, 2001, 2003. – 704 s.
3. Zolotarevskaya, D. I. Vzaimosvyaz razlichnykh matematicheskikh modeley deformirovaniya pochvyi / D. I. Zolotarevskaya // Mehanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo hozyaystva. – 1983. – № 5. – S. 10-16.
4. Zolotarevskaya, D. I. 1997. Osnovy teoriy i metody rascheta uplotnyayuschego vozdeystviya na pochvu kolesnykh dvizhiteley mobilnoy selskohozyaystvennoy tekhniki: diss.... doktora tehn. nauk: 05.20.01 / D. I. Zolotarevskaya. – Moskva, 1997. – 432 s.
5. Kovbasa, V. P. Theoretical determination of the distribution of forces and the size of the boundaries of the contact in the interaction of the deformable drive wheel with the soil / Kovbasa, V. P.; Solomka, A., V; Spirin, A., V; ... Khassenov, A. K.; Published: Sep 2020 in Bulletin of the University of Karaganda-physics. P. 62-72.
6. Kovbasa, V. P. 2015. Kinematika vzaimodeystviya uplotnyayuschego katka s plastom pochvyi ogranichennoy glubiny / V. P. Kovbasa, V. P. Kurka, V. V. Pinchuk, Ali Ahmed Kadem // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2015. – Vol. 17. – № 3. – P. 267-273.
7. Aleksandrov, V. M. 2007. Vvedenie v mehaniku kontaktnykh vzaimodeystviy / V. M. Aleksandrov, M. I. Chebakov. – Moskva, Rostov-na-Donu, 2007. – 114 s.
8. Argatov, I. I. 2003. Osnovy teoriy uprugogo diskretnogo kontakta / I. I Argatov, N. N Dmitriev. – Sankt-Peterburg, Politehnika, 2003. – 233 s.
9. Popov, V. L. 2013. Mehanika kontaktnogo vzaimodeystviya i fizika treniya / V. L. Popov. – M. FIZMATLIT, 2013. – 352 s.
10. Wanshen Xiao YanZhang. Design of manned lunar rover wheels and improvement in soil mechanics formulas for elastic wheels in consideration of deformation/ Journal of Terramechanics, Volume 65, June 2016, Pages 61-71.
11. Wang Yang 1,*, Sun Tiecheng 2, Lu Yongjie 1 and Si Chundi. Prediction for Tire-Pavement Contact Stress under Steady-State Conditions based on 3D Finite Element Method/ Journal of Engineering Science and

Technology Review 9 (4) (2016), p. 17- 25.

12. A. Glenn Guthrie, Theunis R. Botha, P. Schalk Els. 3D contact patch measurement inside rolling tyres/ Journal of Terramechanics 69 (2017), p 13–21.

УДК 66.067.17-986

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ФІЛЬТРАЦІЇ ОБВІДНЕНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ЧЕРЕЗ ПОРИСТИЙ ФТОРОПЛАСТ-4 НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВОДОВІДОКРЕМЛЕННЯ

*Абалмасов О.О., здобувач вищої освіти
Калюжний О.Б., кандидат технічних наук, доцент*

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Вода в дизельному паливі прискорює знос паливної апаратури та знижує ефективність згоряння, що викликає збільшення викидів з двигуна вуглеводнів та оксиду вуглецю [1]. Також вода може викликати корозію і блокування компонентів двигуна [2]. Отже, важливо видалити воду з дизельного палива для захисту двигуна. Розділення "дизельне паливо/вода" здійснюється методом фільтрації. Водовідокремлення фільтруючих матеріалів визначається властивостями емульсії (розмір крапель води, концентрація води, міжфазний натяг), властивостями фільтруючого матеріалу (розмір пор, пористість, багат шарова структура) та умовами експлуатації (швидкість фільтрації, температура) [3].

У зв'язку з цим виникла необхідність у розробці ефективних фільтрів-сепараторів дизельного палива з використанням нових регенерованих матеріалів, стійких до хіміко-фізичного впливу палива. Для вирішення цього завдання запропонований пористий фторопласт-4, не волокнистої будови. Було встановлено [4] вплив структурних параметрів пористого матеріалу на процес водовідокремлення. Однак якісний характер отриманих результатів не дає можливості отримати кількісні значення критичної швидкості фільтрації потоку рідини при розрахунку установки для зневоднення дизельного палива. У цій роботі розпочато кількісне дослідження процесу сепарації води з дизельного палива, з метою з'ясування гідродинамічних режимів

фільтрації палива, що забезпечують ефективну сепарацію води.

У ході експерименту концентрація води в дизельному паливі підтримувалася постійною і становила 0,1%. Обводнення проводилося дистильованою водою. У ході експерименту, при прокачуванні обводненого дизельного палива через фільтруючий елемент на основі пористого фторопласту-4, швидкість натиску поступово змінювалася. На кожному ступені витрати палива проводилися вимірювання диференціального тиску на пористому матеріалі і відбір проб палива на виході фільтра. Кількість води в пробах палива встановлювалася кількісним оптико-мікроскопічним методом визначення вмісту води в дизельному паливі [5]. Точність визначення вмісту води становила $\pm 10\%$.

Ефективність водовідокремлення розраховувалася за такою формулою:

$$\eta = (Q_1 - Q_2)/Q_1 \times 100\% \quad (1)$$

де Q_1 і Q_2 – відповідно, концентрація води у пробах палива, відібраних до та після фільтра.

Були отримані гідравлічні характеристики пористого ПТФЕ, тобто залежності диференціального тиску на фільтроелементі від швидкості потоку палива для випадків зневодненого та обводненого палива. Результати випробувань наведено на рис.1.

При фільтрації зневодненого палива залежність $\Delta P(V)$ носить лінійний характер (крива 1 на рис. 1), тобто у вивченому діапазоні швидкостей потоку рідини процес фільтрації підпорядковується закону Дарсі. При фільтрації обводненого палива через цей же фільтроелемент характер залежності $P(V)$ змінюється (крива 2 на рис. 1). По-перше, при фіксованих значеннях V у всьому діапазоні швидкостей значення диференціальних тисків для обводненого палива значно вище (в ~ 2 рази), ніж для зневодненого, по-друге, для обводненого палива залежність $\Delta P(V)$ хоча і є лінійною, але зазнає зламу.

У вивченому діапазоні швидкостей фільтрації ефективність водовідокремлення, наприклад при наростанні V , спочатку залишається незмінною, а, починаючи з деякого критичного значення швидкості ($V_{кр.} = 6,3 \cdot 10^{-3}$ м/с), різко падає (крива 3 на рис. 1).

Залежність диференціального тиску на пористому ПТФЕ від швидкості потоку палива для випадку зневодненого палива описується лінійним рівнянням і має такий вигляд:

$$\Delta P = 0,0019V + 0,0006 \quad (2)$$

Так як залежність диференціального тиску на пористому елементі від швидкості потоку палива для випадку обводненого палива зазнає зламу, то вона може бути описана двома лінійними рівняннями:

- для $V < V_{кр}$.

$$\Delta P = 0,0039 \cdot V + 0,0033 \quad (3)$$

- для $V > V_{кр}$.

$$\Delta P = 0,0026 \cdot V + 0,0115 \quad (4)$$

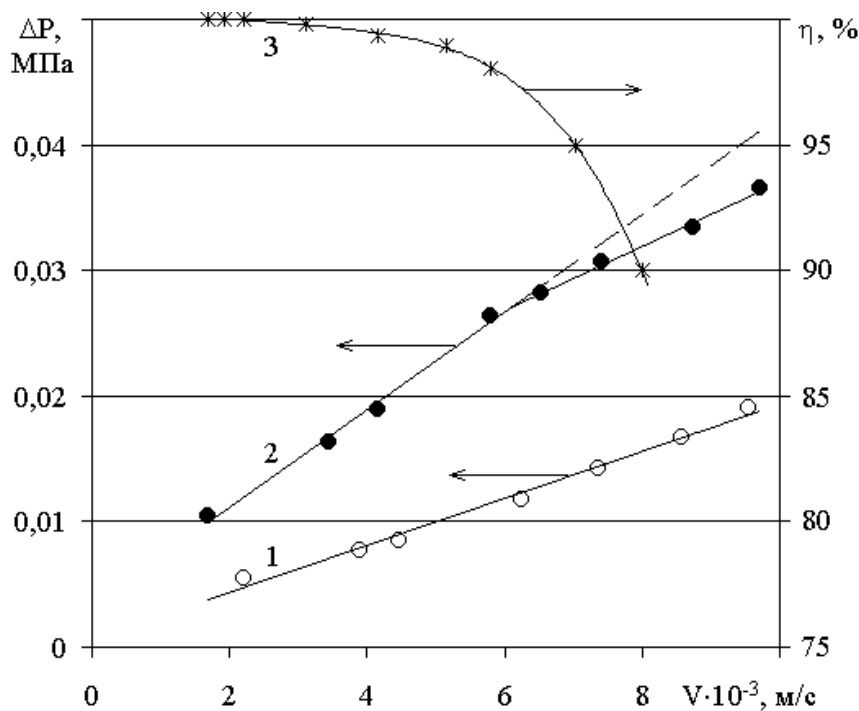


Рис.1. Залежність диференціального тиску на пористому фторопласті-4 (1-зневоднене паливо; 2-обводнене паливо) та ефективності водовідокремлення (3) від швидкості фільтрації.

Математична крива залежності ефективності водовідокремлення пористим фторопластовим елементом від швидкості потоку палива описується поліноміальним рівнянням кривої четвертого порядку і має такий вигляд:

$$\eta = -0,0119 \cdot V^4 + 0,1403 \cdot V^3 - 0,6534 \cdot V^2 + 1,1819 \cdot V + 99,311 \quad (5)$$

Відповідно до рівняння (5) вибиралася величина швидкості фільтрування V_{ϕ} , яка забезпечує $\eta = 98\%$, що відповідає $5,58 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$.

Прийнявши геометричні параметри пористого елемента рівними $d_{вн} = 0,034 \text{ м}$ і $h = 0,125 \text{ м}$, враховуючи величину усадки при ущільненні $\Delta h/h = 3\%$ і швидкість фільтрування $V_{\phi} = 5,85 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$, кількість

елементів, що забезпечують продуктивність сепаратора $M = 60$ л/хв визначається із співвідношення:

$$n = \frac{M}{V \cdot \pi \cdot d \cdot (h - 0,03 \cdot h)} = \frac{10^{-3}}{5,85 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,034 \cdot (0,125 - 0,03 \cdot 0,125)} = 13,12 \quad (6)$$

З рівняння (6) випливає, що сепаратор продуктивністю 60 л/хв, що забезпечує ефективність водовідділення не гірше $\eta = 98\%$, повинен утримувати 14 пористих елементів. При цьому перепад тиску на сепаруючій ступені відповідно до рівняння (2) відповідає $\Delta P = 0,026$ МПа.

На основі проведених досліджень та отриманих аналітичних залежностей здійснено розрахунок та розроблено конструкцію установки для очищення та зневоднення дизельного палива продуктивністю $M = 60$ л/хв, що забезпечує ефективність водовідокремлення 98%.

Список використаних джерел

1. Lif A., Holmberg K. Water-in-diesel emulsions and related systems. Adv. Colloid Interface Sci. 2006, 123–126, 231–239.
2. Stanfel C. Fuel filtration: Protecting the diesel engine. Filtr. Sep. 2009, 46, 22–25.
3. Qiang S., Jian K., Min T., , Yun L. Separation of Water in Diesel Using Filter Media Containing Kapok Fibers. Materials. 2020, 13(11), 2667.
4. Kalyuzhny A.B., Platkov V.Ya. High porosity tetrafluroethylene polymer for water separation from diesel fuel. Functional Materials 9, No.2 2002 p. 90-93.
5. Калюжный А.Б., Платков В.Я. Количественный анализ содержания воды в дизельном топливе. Нефтегазовые технологии. №6, 2001, стр. 11- 12.

УДК 631.313

КІНЕМАТИЧНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ ПАСИВНОГО ГРУНТООБРОБНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ З ГРУНТОМ

*Сивоус І.І., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Ковбаса В.П., доктор технічних наук, професор
Полтавський державний аграрний університет*

Величини деформацій та вигляд деформованого стану середовища

за взаємодії з ним робочих органів суттєво впливають на протікання процесів його обробітку [1,2,3,4]. У загальному випадку поверхня деформатора (просторового пасивного робочого органу довільної геометричної форми та розмірів) (рис. 1) може бути описана рівнянням у неявному вигляді:

$$f = \xi - sl + b(\eta - bs)^\beta + c(\zeta - H)^\gamma \quad (1)$$

Для аналізу кінематики точок середовища на поверхні контакту деформатор-грунт необхідно ввести такі припущення та спрощення:

- поверхня деформатора абсолютно гладка, а точки середовища рухаються по її поверхні без тертя. Правомірність такого припущення базується на пропорційному впливові на зміни компонентів швидкостей ковзання в усіх напрямках;
- поверхня рухається прямолінійно та рівномірно у напрямку осі Ox ;

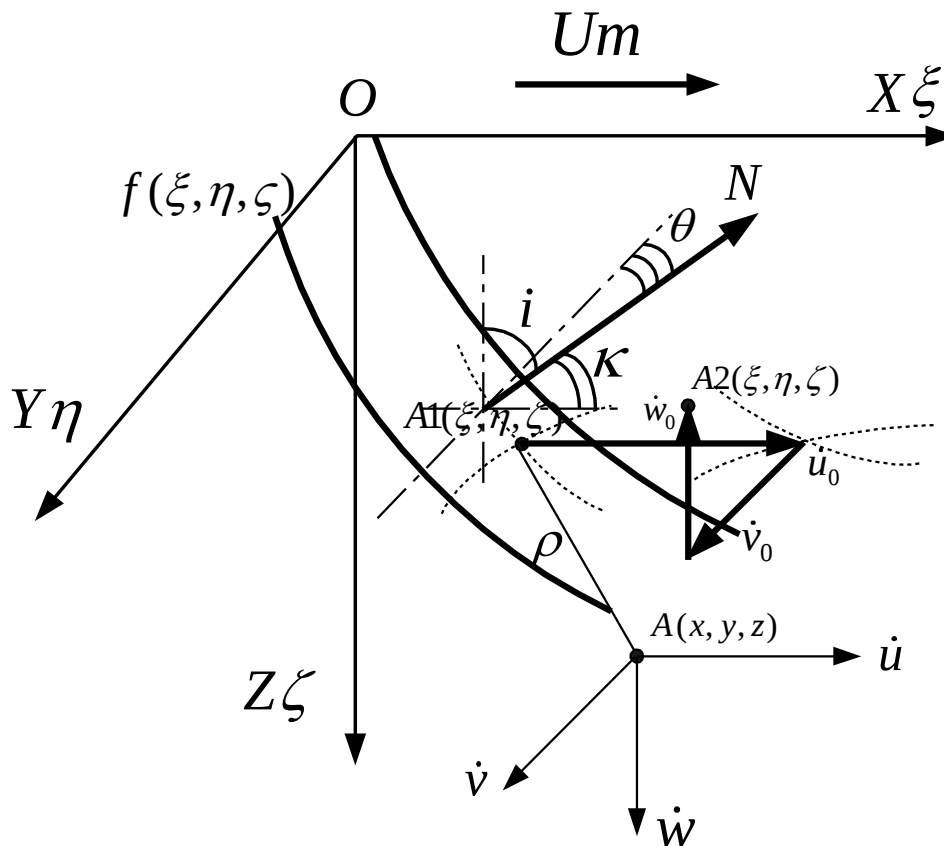


Рис. 1. Схема взаємодії робочого органу з ґрунтовим середовищем

- контакт середовища з поверхнею відбувається на всій її робочій частині;
- рівняння поверхні є аналітичною, гладкою, безперервною та такою, що диференціюється по всіх незалежних змінних, функцією;

- величина переміщень середовища вважається такою малою, що криволінійні траєкторії можуть вважатися прямолінійними;
- переміщення вважаються настільки малими, що порушення суцільності середовища та його руйнування при цьому не відбувається (тобто аналіз проводиться методами теорії пружності).

Довільно обрані коефіцієнти та показники ступенів рівняння (1) дозволяють визначити поверхню будь-якої геометричної форми.

За умов переміщення деформатора в середовищі зі швидкістю U_m за час t його поверхня переміститься в напрямку осі Ox на відстань, що дорівнює різниці абсцис точки A_{x2} та A_{x1} , тобто $U_m t$; одночасно за рахунок кривизни поверхні точка A переміститься з положення $A_1(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)$ в положення $A_2(\xi_2, \eta_2, \zeta_2)$, пройшовши шлях $\dot{u}_0 t$ в напрямку осі Ox , $\dot{v}_0 t$ – в напрямку осі Oy та $\dot{w}_0 t$ – в напрямку Oz .

При цьому тертям по поверхні деформатора можна знехтувати або врахувати коефіцієнт тертя φ , оскільки воно вносить однакові зміни за умов переміщення в усіх напрямках, а для визначення вигляду деформованого стану важливе співвідношення величин деформацій. Для простоти можна розглядати не самі переміщення, а їхні швидкості. При невеликих значеннях переміщень траєкторії руху точки по криволінійній поверхні можна вважати прямолінійними.

Переміщення поверхні зі швидкістю U_m викличе переміщення точки $A_1(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)$ в положення $A_2(\xi_2, \eta_2, \zeta_2)$, при цьому проекція абсолютної швидкості її переміщення в проекції на зовнішню нормаль до поверхні $f(\xi, \eta, \zeta)$ у відповідній точці становитиме:

$$U = U_m \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial \xi}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \eta}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \zeta}\right)^2} = U_m \sqrt{1 + c^2 \gamma^2 (-H + \zeta)^{-2+2\gamma} + b^2 \beta^2 (-bs + \eta)^{-2+2\beta}} \quad (2)$$

Компоненти швидкостей переміщень в проекціях на осі координат становитимуть:

$$\dot{u}_0 = U l; \dot{v}_0 = U m; \dot{w}_0 = U n,$$

$$\text{де; } n = \frac{\partial f / \partial \zeta}{\sqrt{\left(\partial f / \partial \xi\right)^2 + \left(\partial f / \partial \eta\right)^2 + \left(\partial f / \partial \zeta\right)^2}};$$

$$m = \frac{\partial f / \partial \eta}{\sqrt{\left(\partial f / \partial \xi\right)^2 + \left(\partial f / \partial \eta\right)^2 + \left(\partial f / \partial \zeta\right)^2}};$$

$$\dot{u}_0 = \varphi U m; \quad \dot{v}_0 = \varphi b U m \beta (-bs + \eta)^{-1+\beta}; \quad \dot{w}_0 = \varphi c U m \gamma (-bs + \zeta)^{-1+\gamma}. \quad (3)$$

Наведені залежності характеризують зміни величин компонент швидкостей переміщень точок поверхні просторового пасивного деформатора довільної геометричної форми та розмірів для конкретних точок на його поверхні.

Отримані залежності свідчать про суттєвий вплив кривизни поверхні (геометричної форми) на зміни компонент швидкостей переміщень по ній.

Тертя на поверхні контакту вносить пропорційний вплив на компоненти швидкостей переміщень і враховане коефіцієнтом тертя φ .

Залежності (3) є умовами на поверхні ґрунтообробного робочого органу, геометрична форма якого описується рівнянням (1). Ці початкові умови визначаються характером взаємодії робочого органу довільної геометричної форми з ґрунтом і в подальшому будуть використані при аналізі напружено-деформованого стану ґрунтового середовища перед робочим органом.

Аналіз залежностей впливу геометричних параметрів пасивного робочого органу на величини компонентів швидкостей переміщень точок ґрунтового середовища на поверхні контакту свідчить про суттєвий вплив кривизни та кутів установки робочого органу на величину та напрямок можливих переміщень ґрунту в зоні контакту.

Список використаних джерел

1. Бабицкий, Л. Ф. Біонічні напрямки розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф. Бабицкий. Київ : Урожай, 1998. 164 с.
2. Зеленин, А. Н. Основы разрушения грунтов механическими способами / А. Н. Зеленин. Москва : Машиностроение, 1968. 357 с.
3. Ковбаса, В. П. Вплив геометричної форми деформатора на вигляд деформованого стану середовища / В. П. Ковбаса // Наук. вісник НАУ. Київ, 2002. Вип. 49. С. 133-139.
4. Кулен, А. Современная земледельческая механика / А. Кулен, Х. Куиперс. Москва : Агропромиздат, 1986. 349 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ПОКРИТТЯМИ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКАТОРІВ ОТРИМАНИХ З ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Омельченко Л.В., кандидат технічних наук, асистент

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Основним напрямком використання отриманої вторинної сировини від утилізації боєприпасів є будівництво доріг, але враховуючи цінність матеріалів та хімічних елементів, що входять до складу боєприпасів згідно їх призначення пошук шляхів з інших напрямків її використання є економічно доцільним. В сучасному машинобудуванні для відновлення зношених деталей та зміцнення поверхонь нових виробів є наплавлення. В процесі наплавлення з метою підвищення експлуатаційної стійкості властивостей деталей використовуються модифікуючі та мікролегуєчі домішки, які при внесенні в рідку ванну суттєво впливають на структуроутворення, яке можливо корегувати складом домішки, її часткою та параметрами технологічного процесу.

Якість відновлення в значній мірі залежить від структури і властивостей матеріалу деталі що відновлюється але при напавленні за рахунок модифікування можливо значно підвищити міцність і експлуатаційну стійкість наплавленого шару.

Домішки нано- та дисперсних алмазів одержують, згідно діючої нормативно-технічної документації, а також у вигляді шихти з алмазною фракцією по додатковим технічним умовам.

В останні роки велика увага у машинобудуванні приділяється розвитку технологій, які для зміцнення та відновлення деталей використовують модифікуючі домішки з вторинної сировини одержаної з зольних відходів ТЕЦ, а в ХНТУСГ досліджено ефективність використання у цьому напрямку вторинної сировини одержаної від утилізації спеціального набору боєприпасів, які мають у своєму складі нано та дисперсні алмази. Така шихта має різні фракції зерен та може знайти використання в різних галузях виробництва –

машинобудуванні, металургії, транспорті та видобудуванні газу і нафти.

Для зменшення витрат у виробництві нами розроблено нову технологію та спосіб одержання детонаційної шихти від утилізації боєприпасів, які завершили період використання та зберігання на складах.

Новий спосіб одержання шихти з алмазною фракцією полягає у підборі та детонації конкретної номенклатури боєприпасів, їх спеціальному розташуванні при такому процесі та етапах проведення з характеристикою обладнання і умовами його реалізації.

Такий спосіб одержання алмазної фази відрізняється значною ефективністю у зв'язку з тим, що відсутні принципові границі на одержання конкретних статистичних об'ємів та маси вибухових зарядів, з підвищенням яких зростає час дії високого тиску, що забезпечує необхідну якість та розміри формуємих включень. Вони базуються на специфічних керуючих параметрах одержання алмазної дисперсної фракції та мають лише конкретне призначення.

Цей спосіб є економічним, та достатньо екологічним. Крім того, враховуючи матеріал з якого виготовлені конкретні боєприпаси та хімічний склад діючих речовин згідно їх призначення отримає сировину для високоякісного модифікатора, яка має не тільки наноструктурну алмазну фракцію, що не розчинюється при нанесенні покриттів, а і відіграє роль мікроохолоджувачів, та суттєво знижує структуроутворення.

В процесі проведення досліджень знайдені ефективні напрями використання магнітної складової шихти. Вона відрізняється формуванням дисперсних алмазних включень, які покриті кисневими плівками металів FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , Al_2O_3 , CuO . Підвищена температура цих сполук не дозволяє ідентифікувати при дослідженнях складу шихти – зерен конгломерату тому їх аналіз, поведінки у експлуатації та склад дисперсних алмазів вивчали лише при різних параметрах та технологіях нанесення покриттів.

Одержану при утилізації шихту поділили на фракції за розміром, а потім за складом, використовуючи магнітну обробку. Комплексними дослідженнями встановили, що магнітна фракція зерен конгломерату включає і частку не магнітної з наноалмазами та плівковими покриттями різних сполук комплексів. Тому для ефективного використання такої шихти детально визначили вміст такої вторинної сировини для розробки новітніх технологій нанесення покриттів.

Нами запропоновано три нових методи одержання покриттів на деталі з різних матеріалів: низьковуглецевих, низьколегованих та дисперснозміцнених, в яких досягались необхідні властивості якості та ефективності у використанні. До них відносяться: підвищення споживчих властивостей; гальмування зміцнюючих фаз в відновлювальному покритті деталі та одноразове зміцнення і залікування дефектів. Для цього використовували різні технологічні підходи введення модифікуючої домішки в рідку ванну при наплавленні з попереднім її відпалом для корегування частки кисню також одноразово корегували і частку модифікуючої домішки, яка змінювалась в межах від 5,0 до 15,0% ваги електрода.

Стендовими та промисловими дослідженнями в умовах виробництва ДП «Завод імені В.О. Малишева» показана ефективність використання модифікуючої магнітної частки домішки для споживчих властивостей. Введення такої домішки підвищує зносостійкість отриманих покриттів до 25%, а зносостійкість відновлених таким методом деталей, котрі працюють у спряженні до 37%. Це досягається за рахунок створення вторинних кисневих захисних плівок, які формуються та оновлюються у період експлуатації. Така киснева плівка на поверхні тертя включає до 0,34% кисню.

Економічний ефект від впровадження технології відновлення 100 шт карданних валів, згідно розробленої технології та параметрів їх зміцнення досягає 187,5 тис.грн.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ

*Лапенко Т.Г., кандидат технічних наук, доцент
Бутко Р.В., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»*

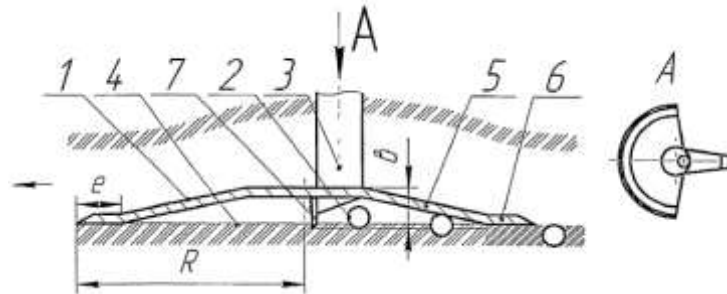
Полтавський державний аграрний університет

Як математичну модель системи «сошник-насіння-грунт» приймаються регресивні залежності фізико-механічних і технологічних властивостей ґрунту і насіння від параметрів і режимів роботи сошника.

При роботі тарілкового сошника 1 просапної сівалки насіння 2 після виходу з насіннепроводу знаходиться в польоті, пролітаючи під дією сили інерції і сили тяжіння в горизонтальній проекції шлях l_1 . При

падінні в під насіннєву канавку насіння під дією частини кінетичної енергії і пружності підскакує переміщаючись на довжину l_2 . Потім на нього впливає конічна площина тарілкового сошника на відстані l_3 і горизонтальний обід - l_4 .

Під час роботи тарілкового сошника 1 (рис. 1) просапної сівалки насіння 2 випадає з насіннєпроводу 3, падає в канавку утворену нарийльником 7 в твердій поверхні насіннєвого ложа 4, потім потрапляє під дію конічної частини 5 і обода 6 сошника, які вдавлюють насіння, забезпечуючи його щільний контакт із ґрунтом.[1, 2].



1 - тарілковий сошник; 2 - насіння; 3 - насіннєпровід; 4 - поверхня насіннєвого ложа; 5 - конічна частина сошника; 6 - горизонтальний обід сошника;
7 - нарийльник

Рисунок 1 – Схема впливу тарілкового сошника на насіння

Після виходу з насіннєпроводу насіння знаходиться в польоті, пролітаючи під дією сили інерції і сили тяжіння в горизонтальній проекції шлях l_1 (рис. 2). При падінні в насіннєву канавку під дією частини кінетичної енергії і пружності підскакує переміщаючись на довжину l_2 . Потім на нього впливає конічна площина тарілкового сошника на відстані l_3 та горизонтальний обід - l_4 [3].

Загальне сумарне відхилення насіння від точки випадання становить:

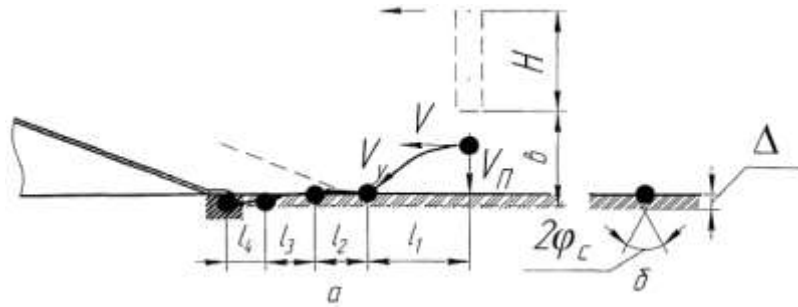
$$l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4, \quad (1)$$

де l_1 - відстань переміщення від точки випадіння насінини до його першого стикання з ґрунтом, м;

l_2 - відстань переміщення в наслідок відскакування і перекочування вздовж за сіялкою, м;

l_3 - відстань переміщення в наслідок дії конічної площини тарілчастого сошника, м;

l_4 - відстань переміщення під дією горизонтального обода тарілчастого сошника, м.



а - зона переміщення насіння; б - схема розміщення насіння в під насіннєвій канавці

Рисунок 2 – Відхилення насіння вздовж рядка від точки випадання його з насіннєпроводу

$$l_1 = V \cdot t_n, \quad (2)$$

$$t_n = \frac{a}{V_n}, \quad (3)$$

$$V_n = \sqrt{2g \cdot (H + v)}, \quad (4)$$

де V - швидкість сіялки, м/с;

t_n - час польоту насінини, с;

a - висота тарілчастого сошника, м;

V_n - вертикальна швидкість падіння насінини, м/с;

H - довжина насіннєпроводу, м;

$v = (a + \Delta)$ - відстань від насіннєпроводу до дна під насіннєвої борозенки, м;

g - прискорення вільного падіння, м/с².

Тоді:

$$l_1 = V \cdot \frac{\alpha}{\sqrt{2g \cdot (H + \alpha + \Delta)}}. \quad (5)$$

Знаходимо відстань переміщення в наслідок відскакування:

$$l_2 = V_y \cdot \beta \cdot t_o, \quad (6)$$

$$V_y = \sqrt{V^2 + 2g \cdot (H + \alpha + \Delta)}, \quad (7)$$

$$t_o = \frac{R - e - 0,5d}{V},$$

де V_y - швидкість удару насінини об ґрунт, м/с;

β - коефіцієнт відновлення при ударі об поверхню ґрунту;

t_o - час відскакування і перекочування, с.

Тоді:

$$l_2 = \frac{\beta \cdot (R - e - 0,5d_o)}{V} \cdot \sqrt{V^2 + 2g \cdot (H + \alpha + \Delta)}. \quad (8)$$

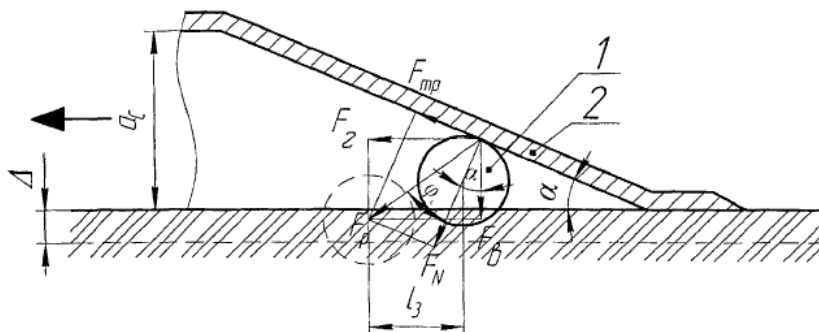
Для визначення відстані l_3 використовуємо схему впливу утворюючої кінцевика на насіння (рис. 3).

Відстань переміщення в результаті впливу конічної площини

тарілкового сошника рівна:

$$l_3 = [(a_c + \Delta) - d] \cdot \operatorname{tg}(a + \varphi_c) . \quad (9)$$

Горизонтальний обід тарілкового сошника ущільнює ґрунт в зоні насіння, покращуючи його контакт [4]. Переміщення насіння під впливом горизонтального обода можливо в тому випадку, коли сила тертя насіння по сталевій поверхні більше ніж сила тертя насіння об ґрунт.



1 - насіння; 2 - кінцевик сошника тарілкового

Рисунок 3 – Схема впливу кінцевика сошника на насіння

Відстань переміщення під впливом горизонтального обода тарілкового сошника:

$$l_4 = \frac{(f_n - f_c) \cdot (d - \Delta) \cdot e}{d}, \quad (10)$$

де f_n - коефіцієнт тертя насіння об ґрунт;

f_c - коефіцієнт тертя насіння по сталевій поверхні.

При $\Delta = d$, $l_4 = 0$.

Підставивши вирази 5, 8, 9, 10 отримаємо відстань переміщення насіння від точки випадання до його вдавлювання в ґрунт.

$$l = \frac{V \cdot \alpha}{\sqrt{2g \cdot (H + \alpha + \Delta)_1}} + \frac{\beta \cdot (R - e - 0,5d_0)}{V} \cdot \sqrt{V^2 + 2g \cdot (H + \alpha + \Delta)} + [(a_c + \Delta) - d] \cdot \operatorname{tg}(a + \varphi_c) + \frac{(f_n - f_c) \cdot (d - \Delta) \cdot e}{d}. \quad (11)$$

Отримана формула пов'язує основні конструктивні параметри, технологічні властивості ґрунту, насіння і дозволяє визначити відхилення l в залежності від умов роботи, швидкості руху сівалки.

Список використаних джерел

1. Будагов А.А Точный посев на высоких скоростях. Краснодар: Кн. изд-во. 1971. 140 с.
2. Вахитов Н.У. Исследование влияния конструктивных параметров сошника на процесс высева. Совершенствование

конструкций сельскохозяйственной техники. 1

3. Блудов М.И. Беседы о физике. Москва: Просвещение, 1972. 171 с.

4. Боков Д.В. Определение плотности почвы на дне борозды, образованной сошником. *Техника в сельском хозяйстве*. 2004. №5. С. 31.

УДК 621.3:665.335.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРОНИКНОСТІ ТА СЕЛЕКТИВНОСТІ МЕМБРАН ВІД ВЕЛИЧИНИ РОБОЧОГО ТИСКУ В КАНАЛІ МІКРОФІЛЬТРАЦІЙНОГО АПАРАТУ

*Лукаш В.О., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»
Костенко О.М., доктор технічних наук, професор
Дрожжана О.У., старший викладач*

Полтавський державний аграрний університет

Масложирова промисловість – одна з провідних галузей харчової промисловості країни. Рослинні олії та продукти, що виготовляються на їх основі, останніми роками стали базовими у структурі харчування населення.

Основою підвищення якості рослинних олій є виділення з них нежирових домішок та супутніх речовин. В даний час одним з перспективних напрямків у вирішенні цього завдання є використання процесу мікрофільтрації. Проведені нами попередні дослідження показують, що мембранні апарати дають високий ступінь очищення олії і сприяють зниженню її собівартості при подальшій обробці (рафінації, гідратації, дезодорації) за рахунок видалення з олії не тільки нежирових домішок, але і деякої частини супутніх речовин. Однак недостатній обсяг теоретичних та дослідно-експериментальних даних у галузі мембранного поділу рідких високомолекулярних полідисперсних систем зумовлює необхідність проведення власних досліджень процесу мікрофільтрації олії.

Метою досліджень є обґрунтування мембранного способу очищення післяпресової соняшникової олії на основі застосування процесу мікрофільтрації. Для досягнення поставленої мети одним із

завдань є дослідження впливу робочого тиску на проникність та селективність мембрани типу МФК-2, яка в ході досліджень визнана найбільш ефективною.

Результати досліджень проникності Q та селективності ψ мембрани МФК-2 при мікрофільтрації неочищеної в полі відцентрових сил соняшникової олії представлені у графічній формі на рисунку 1. З наведених даних видно, що підвищення робочого тиску понад 0,65 МПа для мембранного поділу як неочищеної, так і очищеної в полі відцентрових сил соняшникової олії не дає істотного приросту проникності мембран. Оскільки зростання величини робочого тиску безпосередньо пов'язане з енергетичними витратами, то збільшення його більше 0,65 МПа слід вважати недоцільним. Відповідно, всі подальші дослідження нами проводилися в діапазоні $\Delta P = 0,3-0,65$ МПа. Значення нижньої межі робочого тиску в мембранному каналі апарату прийнято виходячи з результатів попередніх досліджень та конструктивних особливостей експериментального обладнання.

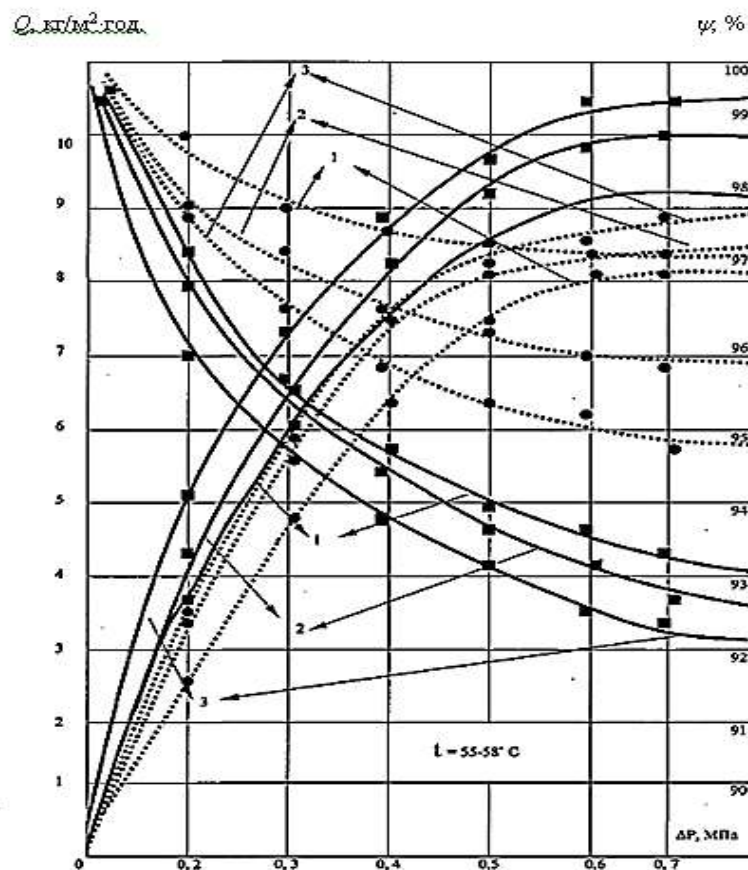


Рисунок 1 – Залежності проникності Q і селективності ψ мембрани від величини робочого тиску при мікрофільтрації неочищеної в полі відцентрових сил (-----) і очищеної (—) соняшникової олії. Швидкість

циркуляції системи в каналі мембранного апарату: 1 – 3,5-3,6 м/с; 2 – 4,5-4,63 м/с; 3 – 5-5,1 м/с

Результати досліджень (рис.1) показали, що проникність мембран МФК-2 при мікрофільтрації неочищеної в полі відцентрових сил соняшникової олії при швидкостях циркуляції 3,5-4,8 м/с дещо вище, ніж проникність мембран при мікрофільтрації очищеної в полі відцентрових сил соняшникової олії. Таку відмінність можна пояснити наявністю в неочищеній в полі відцентрових сил олії відносно твердих частинок, які за своїм розміром відносяться до механічних домішок. Ці частки впливають на процес масообміну в примембранній зоні мікрофільтраційного апарату, а саме [2]:

- турбулізують потік полідисперсної системи, що розділяється, тим самим зменшуючи ймовірність сильного прояву ефекту концентраційної поляризації за рахунок дифузії частинок дисперсної фази від поверхні мембрани в ядро потоку;

- механічно впливають на шар відкладень, що формується на поверхні мембрани в процесі мікрофільтрації, частково руйнуючи його і перешкоджаючи його ущільненню.

Слід зазначити, що для зразків як очищеної, так і неочищеної в полі відцентрових сил соняшникової олії залежності $Q_1 = f_1(\Delta P)$ і $Q_2 = f_2(\Delta P)$ мають вигляд характерний для мембранного поділу білкових полідисперсних водних

розчинів при сильній концентраційній поляризації. Отже, наявність складних білкових і фосфатидних фракцій у складі дисперсної фази може зумовлювати прояв ефекту концентраційної поляризації як для очищеної, так і неочищеної в полі відцентрових сил соняшникової олії.

В ході експериментальних досліджень проводилися порівняльні аналізи основних фізико-хімічних показників неочищеної в полі відцентрових сил соняшникової олії та отриманого з неї фільтрату (табл.1) [1].

Таблиця 1 – Результати аналізу основних фізико-хімічних показників соняшникової олії

Найменування показників	Допустимі рівні, мг/кг не більше	Вихідна олія	Очищена олія на мембранній установці
Кислотне число, мг КОН/г не більше	4,0	4,7	3,6

Найменування показників	Допустимі рівні, мг/кг не більше	Вихідна олія	Очищена олія на мембранній установці
Перекисне число, мг ммоль/кг не більше	10,0	13,5	10,2
Масова частка вологи та летких речовин, % не більше	0,2	0,35	0,22
Масова частка не жиркових домішок, % не більше	не більше 0,2	1,75	0,1

Таким чином, експериментальні дослідження показали принципову можливість застосування мембран типу МКФ-2 для мікрофільтраційного поділу неочищеної в полі відцентрових сил олії. При цьому робочий тиск у мембранному каналі не повинен перевищувати $\Delta P=0,65$ МПа.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-29]. Вид.офіц.Київ, 2019. 22с.
- 2.Осейко М. І. Технологія рослинних олій: підручник. Київ: Варта, 2006.280с.

УДК 631.313

ПРО ФОРМАЛІЗАЦІЮ ВЗАЄМОДІЇ ГРУНТООБРОБНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ З ГРУНТОМ

*Лукаш С.С., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Ковбаса В.П., доктор технічних наук, професор*

Полтавський державний аграрний університет

Однією з основних задач, яка повинна бути вирішена для адаптації робочих органів, є задача про взаємодію робочих органів із ґрунтом. Вона повинна включати в себе визначення умов на поверхні робочого органу (переміщення ґрунту, деформації ґрунту, напруження та їх розподіл по поверхні, сили, що діють на робочий орган з боку ґрунтового середовища), розподіл переміщень та деформацій у ґрунтовому середовищі перед робочим органом та енергомісткість

процесу взаємодії. Обробіток ґрунту спрямований в першу чергу на зміну його механічних властивостей, насамперед його об'ємної маси.

Зміна об'ємної маси ґрунту відбувається в результаті реакцій ґрунту на послідовні дії на нього робочого органу ґрунтообробної машини. Ці дії проявляються в створенні напружено-деформованого стану ґрунту, в результаті чого виникають пружні зворотні деформації (пружна складова), а після перевищення граничного значення критерію міцності (межі пластичності) відбуваються незворотні деформації. Формалізована схема механічного обробітку ґрунту наведена на рис. 1.

Для аналізу взаємодії робочих органів з ґрунтом останній повинен бути формалізований у вигляді моделі того чи іншого середовища таким чином, щоб властивості цієї моделі найбільш повно відповідали властивостям реального ґрунту.

Проблемі взаємодії ґрунтообробних робочих органів із ґрунтом присвячена значна кількість робіт. Великої уваги заслуговує класифікація моделей взаємодії, зроблена проф. А. С. Кушнар'овим. [1]. В основу цієї класифікації покладено форму представлення моделі будови ґрунту й види деформацій, які виникають в процесі взаємодії. Такий підхід дозволяє згрупувати зроблені багатьма дослідниками спроби розробити ті чи інші моделі взаємодії різних робочих органів за певними ознаками. Це полегшує аналіз виконаних досліджень і дозволяє зробити необхідні висновки. По формі представлення моделі побудови ґрунту всі роботи, які стосуються взаємодії робочих органів із ґрунтом, можна розділити на чотири групи: 1) тверде тіло; 2) суцільне пружне середовище; 3) суцільне нестискуване сипке середовище; 4) суцільне пружно-в'язко-пластичне середовище.

При цьому, в якості аналітичного апарату використовуються: методи механіки твердого тіла, методи теорії пружності та її спрощені варіанти, методи механіки ґрунтів, методи теорії подібності та розмірностей, методи статистичної механіки.

1) Модель ґрунту у вигляді твердого тіла . [2].

Це найбільш поширене представлення ґрунту при аналізі взаємодії з ним робочих органів ґрунтообробних машин. При розгляді таких моделей зовнішні сили з боку робочих органів зводяться до рівнодіючої, яка прикладена в точці. При цьому робиться припущення, що в напрямку дії рівнодіючої в ґрунті розвивається тріщина, а руйнування твердого тіла відбувається тоді, коли головний вектор перевищує критичне значення. Таке перетворення системи не змінює

результати дії сил на тіло, коли його представляють як абсолютно тверде. Таким чином, у розрахунковій схемі та її аналітичних наслідках відсутнє явище деформування ґрунту. Крім того, такий аналіз не дозволяє пояснити зміни фізико-механічних властивостей ґрунту. При зведенні дії на поверхню робочого органа до рівнодіючої неможливо визначити вплив геометричної форми поверхні на показники якості його обробітку та його енергомисткість.

2) *Модель ґрунту у вигляді суцільного пружного середовища [3,4].*

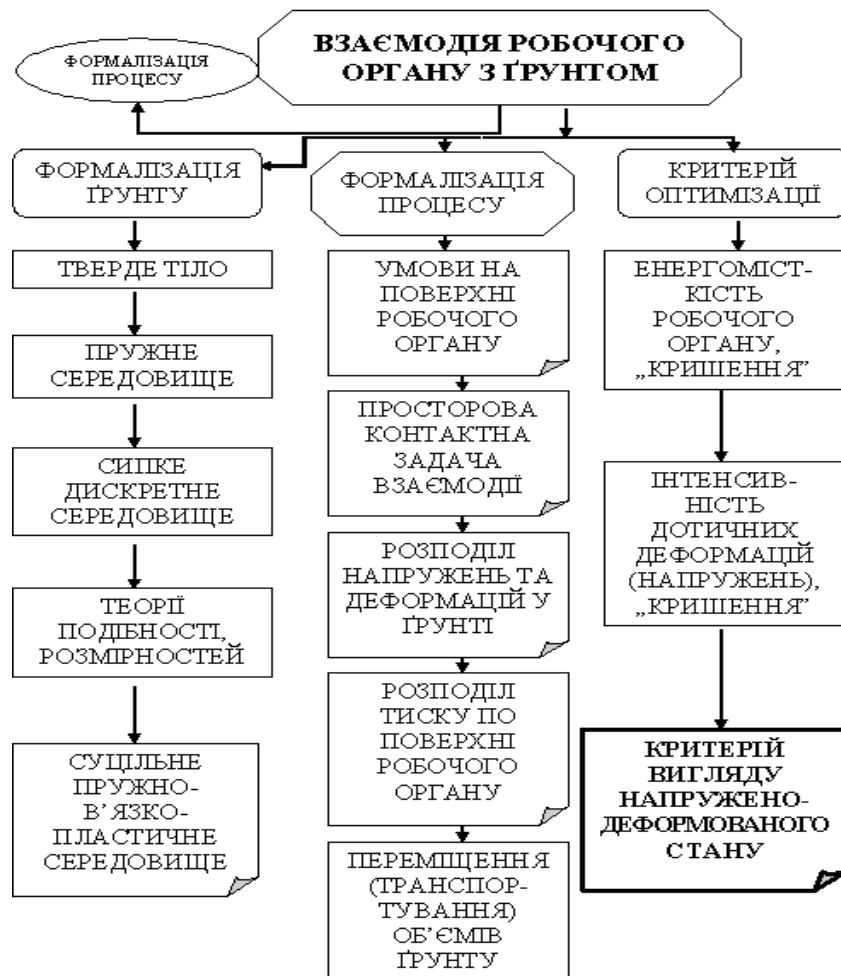


Рисунок 1 – Схема взаємодії робочого органу з ґрунтом

При використанні моделі ґрунту у вигляді суцільного пружного середовища, ґрунт схематизується як однорідне, ізотропне, суцільне, пружне середовище. Деформації, які виникають під дією робочого органу, вважаються прямо пропорційними напруженням у межах закону Гука й не залежать від часу деформування (тобто швидкості руху деформатора). Робиться припущення, що після припинення дії зовнішніх сил густина ґрунту повертається до вихідної. При розробці

розрахункової схеми вводиться спрощення в геометрії реального об'єкта. Скиба ґрунту розглядається як брус (балка), і використовується гіпотеза про плоскі перерізи. Розподілений тиск робочого органу на скибу часто замінюється зосередженою силою (реакцією робочого органу на скибу ґрунту).

При побудові моделі ґрунту у вигляді пружного суцільного середовища в розрахункові залежності можуть бути введені такі властивості ґрунту, як опір його стисканню та зсуву.

Проте, застосування методів теорії пружності пов'язане із введенням цілого ряду припущень і гіпотез. Так, теорія пружності розглядає задачі, в яких найбільш суттєвими є пружні (зворотні) властивості тіл. Крім того, теорія пружності розглядає лише однорідні суцільні середовища в межах дії закону Гука. Реальні матеріальні схеми базуються на однорідному суцільному середовищі незалежно від особливостей їх мікроструктури.

Отже, модель ґрунту у вигляді пружного середовища дозволяє пояснити деякі особливості його деформації під дією робочого органу. Проте, введення припущень про заміну розподіленої сили рівнодіючою приводить до висновку, що геометрія робочого органу не повинна впливати на вигляд деформованого стану та тяговий опір, що в свою чергу, суперечить експериментальним даним. Крім того, теорія пружності передбачає незалежність об'ємної маси від дії напружень, що також не відповідає реальності. Слід зазначити також, що застосування теорії пружності не дозволяє пояснити зміну енергомісткості обробітку як функції швидкості деформацій.

3) Модель ґрунту у вигляді суцільного нестискуваного сипкого середовища [5,6].

Типова розрахункова схема при побудові такої моделі зводиться до того, що дія робочого органу призводить до утворення блока ґрунту, обмеженого поверхнею ковзання, що задовольняє рівнянням міцності. В задачах про граничну рівновагу ґрунтового масиву визначаються умови рівноваги під дією зовнішніх сил і сили ваги сколотого ґрунту.

При побудові моделі ґрунту у вигляді суцільного нестискуваного середовища ґрунт розглядається як суцільне однорідне ізотропне середовище. При цьому робиться припущення про те, що опір ґрунту не залежить від величини деформацій. Опір зсуву визначається як лінійна функція нормального напруження. Рух по поверхні зсуву відбувається після подолання моменту рівноваги без зупинки й без подальшого збільшення напружень у зоні поверхні ковзання

(пластична течія матеріалу). Сколотий масив ґрунту розглядається як абсолютно тверде тіло.

Більшість дослідників при побудові моделі ґрунту у вигляді сипкого середовища використовують метод В. В. Соколовського [6].

За цим методом, ґрунт розглядається як середовище, в якому опір зсуву по даній площині є лінійною функцією нормального напруження. Межа міцності в цьому випадку залежить лише від величини зсувних напружень і не залежить від нормальних напружень на поверхні ковзання. Фізичні рівняння зв'язку напружень із деформаціями не враховують пружних властивостей ґрунту та його в'язкість, яка суттєво впливає на зміну напружень при зміні швидкості деформацій.

Для розв'язання конкретних задач граничної рівноваги сипкого середовища за методом В. В. Соколовського треба визначити цілий ряд показників для точок однієї з границь області граничної рівноваги й складові граничного тиску на поверхні контакту ґрунту з робочим органом. Розв'язання таких задач є досить складним і громіздким. Крім того, використання теорії граничної рівноваги в задачах взаємодії ґрунтообробних робочих органів із ґрунтом не може пояснити ряд суттєвих явищ, які при цьому виникають. Згідно теорії граничної рівноваги, визначається лише поверхня руйнування (ковзання). При цьому передбачається, що всередині об'єму скиби, що охоплена поверхнею ковзання, не відбувається зміни густини (пористості) BWV .

4) *Модель ґрунту у вигляді суцільного пружно-в'язко-пластичного середовища* [7,8].

Серед усіх моделей будови реальних середовищ лише модель деформованого суцільного середовища відображає характер зміни густини (пористості, BWV) та інших технологічних властивостей ґрунту в процесі дії робочих органів ґрунтообробних машин.

Використання гіпотези про суцільну будову ґрунту передбачає наявність внутрішніх сил (зв'язків) між елементарними частками. Внутрішні зв'язки між елементарними ґрунтовими частками зумовлені між собою такими факторами: – питомою поверхнею ґрунту; – станом ґрунтових колоїдів; – властивостями води, зв'язаної первинними й вторинними ґрунтовими частками.

Таким чином найбільш адекватною формалізацією взаємодії робочих органів з ґрунтом є його формалізація у вигляді суцільного деформівного середовища. При цьому для розв'язання задач використовуються методи механіки суцільного середовища.

Список використаних джерел

1. Кушнарєв, А. С. Механіко–технологіческие основы обработки почвы/ А. С. Кушнарєв, В. И. Кочев. Київ : Урожай, 1989, 144 с.
2. Гуков, Я. С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергетичних засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України / Я. С. Гуков. Київ : Нора-прінт, 1999. 280 с.
3. Прокопенко Д. Д. Прочностные свойства задернелых почв / Д. Д. Прокопенко // Научн. тр. Львовского СХИ. Дубляны. 1977. т. 72. С. 3-11.
4. Прокопенко, Д. Д. Экспресс-метод определения деформационных характеристик задернелых почв / Д. Д. Прокопенко // Механизация и электрификация с. х. 1983. №5. С. 22-26.
5. Нартов, П. С. Дисковые почвообрабатывающие орудия / П. С. Нартов. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1972. 184 с.
6. Соколовский, В. В. Статика сыпучей среды / В. В. Соколовский. – Москва : Изд-во физ.– мат. литературы, 1960. 240 с.
7. Кулен, А. Современная земледельческая механика / А. Кулен, Х. Куиперс. – Москва : Агропромиздат, 1986. 349 с.
8. Ковбаса В.П. Механіко-технологічні основи взаємодії робочих органів з ґрунтом / Ковбаса В.П. Київ -Ніжин, 2016. 298 с.

РОЛЬ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В ЕФЕКТИВНОМУ ВИКОРИСТАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

*Дудник В.В., кандидат технічних наук, доцент
Кибкало А.М., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»*

Полтавський державний аграрний університет

Великий внесок у розробку системи технічного обслуговування (ТО) внесли вчені, які розробили питання технічного обслуговування на основі діагностування та періодичного безперервного контролю, а також систему засобів технічного обслуговування і діагностування (ТОД) і ремонту [1, 2]. При цьому при розробці проектів пунктів ТО враховуються умови, необхідні для підтримки техніки в працездатному стані в період експлуатації (ремонт, технічне

обслуговування, діагностування, зберігання, заправка, матеріально-технічне забезпечення та ін.). У свою чергу, тривалість обслуговування залежить від технічного стану трактора і прийнятих форм і засобів обслуговування. А технічний стан в більшості випадків визначається конструктивно-технологічними його показниками, природньо-виробничими умовами, об'ємом і видом робіт при використанні трактора, дотриманням правил експлуатації, кваліфікацією тракториста, пристосованістю до проведення ТО і т.п. [1].

З метою скорочення трудомісткості чимале значення для тривалості проведення обслуговування має прийнята технологічність проведення операцій технічного обслуговування і діагностування, що визначає трудомісткість, кількість обслуговуючого персоналу [3].

Дані про стан основних фондів сільськогосподарських підприємств вказують про їх моральне і фізичне старіння. Оновлення машинно-тракторного парку (МТП) ведеться низькими темпами. Для виконання комплексу агротехнологічних робіт в області з урахуванням зносу, бракує близько 500 тракторів типу МТЗ-82. Розрахунок показує, що до 2025 року для виконання плану робіт по забезпеченню необхідної енергоозброєності сільгоспвиробників темпи оновлення парку тракторів типу МТЗ-82 повинні бути підвищені не менш ніж в 2 рази. Сезонне навантаження на зернозбиральну, кормозбиральну та іншу техніку більш ніж в 2...2,5 рази перевищує нормативні показники [4]. Обсяги технічного оновлення сільського господарства не орієнтовані на прискорену модернізацію галузі та здатні лише зупинити багаторічне скорочення парку машин на селі.

Відомо, що існує два способи забезпечення працездатності при найменших сумарних матеріальних, трудових витратах і втратах часу:

- 1) підтримання працездатності - технічне обслуговування (ТО);
- 2) відновлення працездатності - ремонт.

ТО - це сукупність обов'язкових операцій по перевірці, очищенні, змащуванні, підтягуванні кріплень, регулюванні, відновленні і заміні деталей і вузлів, що має на меті попередити передчасні зноси, появи несправностей і поломок, забезпечити працездатний стан машин [5]. Основою побудови технічного обслуговування у сільському господарстві є планово-попереджувальна система, що представляє собою комплекс взаємопов'язаних положень і норм, що визначають організацію і порядок проведення робіт в заданих умовах експлуатації відповідно до передбаченої нормативно-технічної документації. Обслуговування техніки планується, з урахуванням зональних

особливостей, за кількістю витраченого палива або з напрацювання (в мотогодинах або еталонних гектарах) [1].

ТО відноситься до числа найбільш трудомістких робіт з підтримки працездатності машини, від якісного проведення якого залежить її безвідмовність, довговічність і продуктивність. ТО № 1 (ТО-1) для тракторів МТЗ проводиться через 60 мотогодин роботи трактора, ТО № 2 (ТО-2) - 240 мотогодин, ТО № 3 (ТО-3) - через 960 мотогодин. З метою збільшення чистого часу зміни механізатори нерідко скорочують час, необхідний на підготовку машин, що в підсумку знижує ефективність використання техніки [2]. Час простоїв з технічних причин досягає 25...30% від загального робочого часу, а технічна готовність тракторів знижується до 60...70%, подовжуються терміни польових робіт і відповідно збільшуються втрати сільськогосподарської продукції [2]. Правильна організація щоденного, періодичного, сезонного, обкатного і інших видів технічного обслуговування є основою забезпечення високої технічної надійності машин [1].

Список використаних джерел

1. Ленский А.В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка. Москва : Роспромиздат, 1989. 238 с.
2. Вельских В.И. Справочник по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов. Москва : Россельхозиздат, 1986. 399 с.
3. Левин И.Е. Совершенствование технологичности процесса диагностирования при техническом обслуживании сельскохозяйственных тракторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03. Новосибирск, 1988. 24 с.
4. Немцев А.Е., Криков А.М., Лившиц В.М. Технический сервис в АПК. Рекомендации. Новосибирск : РАСХН, 2004. 171 с.
5. Аллилуев В.А., Ананьин А.Д., Михлин В.М. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва : Агропромиздат, 1991. 367 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ОЛІЇ

Медяник В.В., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»

Костенко О.М., доктор технічних наук, професор

Дрожжана О.У., старший викладач

Полтавський державний аграрний університет

Технологічні процеси очищення рослинних сирих і нерафінованих соняшникових олій із застосуванням акустичних і вібраційних систем відносяться до біотехнологій, що забезпечують отримання функціональних харчових продуктів з високим вмістом мікронутрієнтів.

Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення якості і продуктивності очищення сирих і нерафінованих соняшникових олій від первинних і вторинних продуктів окислення при виробництві та регенерації якісних показників при зберіганні.

Метою дослідження є вдосконалення процесу фільтрування сирих і нерафінованих соняшникових олій на основі застосування віброакустичного впливу.

Підвищення ефективності очищення сирих та нерафінованих соняшникових олій за рахунок використання додаткових вібраційних коливань здійснюється за допомогою підвищення швидкості фільтрування внаслідок зниження опору фільтраційної перегородки у функції часу очищення. Зниження опору пояснюється руйнуванням структури осаду, створенням суспензії пульсуючих тисків, що перешкоджають закупорці пор сорбенту. При цьому на сорбент мають накладатися гармонічні вібраційні коливання, нормальні до поверхні фільтрування [2].

Інтенсивність звукової хвилі (середня за часом енергія, що переноситься звуковою хвилею через одиничний майданчик, перпендикулярний до напрямку поширення хвилі в одиницю часу) визначає ефективність ультразвукових коливань.

Для інтенсифікації процесу очищення рослинної олії адсорбцією пропонувалося пропускати очищувальну рідину крізь кристали сорбенту впливом акустичних випромінювачів. Однак, процес

загасання хвиль в обсязі рідини негативно позначається на якості очищення, відповідно, вимагає великих витрат часу. Тому прийнято рішення використати додаткові джерела створення коливальних хвиль, що створюють кінематичне збудження середовища. Координата точки, що коливається, в рідкому середовищі визначається за формулою [1]:

$$j = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

де A – амплітуда коливань, мм;

ω – кутова частота вібрацій, рад/с; $\omega = 2\pi f$;

t – поточне значення часу, с;

φ – початкова фаза коливань або кут зсуву середнього переміщення шару

сорбенту від кінематичного збудження середовища, град.

З рівняння (1) можна визначити швидкість v і прискорення α вібрацій, які є конструктивно-режимними показниками:

$$V = y = A\omega \cos(\omega t + \varphi) = A\omega \sin(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}); \quad (2)$$

$$\alpha = y = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) = A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi + \alpha\pi). \quad (3)$$

Звідси їх амплітудні значення:

$$V_{max} = A\omega; \quad \alpha_{max} = A\omega^2. \quad (4)$$

Подальшими розрахунками досліджували рух одиничних частинок в оліях. Механічні вібраційні коливальні рухи в олії характеризуються як гармонійні поздовжні, що залежать від швидкості та прискорення переміщення частинок у середовищі з різними показниками щільності, що створюють опір рушійній силі. Механічний коливальний вплив на процес очищення олії здійснювався від пружинного віброзбуджувача. Власна частота додаткових коливань на пружних опорах [1]:

$$f_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{C}{m_0}}, \quad (5)$$

де C – жорсткість пружини, Н/м;

m_0 – маса частин апарату, що піддається вібрації, кг.

Аналіз закономірності розподілу акустичних ультразвукових коливань показав, що мікропотоки під дією сил опору середовища загасають, що веде до зниження ефективності очищення олії та забруднення сорбенту фільтратом. Цей технічний недолік усувається за рахунок створення механічного вібраційного коливального руху. Розрахункова формула коефіцієнта поглинання коливального середовища має вигляд [1]:

$$\alpha = \frac{2\eta f^2 + f_0^2}{3\rho c^3} = \frac{2\eta f^2 + \frac{\alpha}{4\pi^2} \cdot \frac{c}{m_0}}{3\rho c^3}, \quad (6)$$

де η - в'язкість олії, $\eta = 0,0598$ Па · с;

f – частота акустичних коливань, згідно з рекомендаціями [2], приймається $f = 10 f_0$ с⁻¹;

ρ – щільність очищувальної олії, $\rho = 920$ кг/м³;

c – коефіцієнт стисливості олії, $c = 20,5$.

При подальших розрахунках з конструктивних міркувань жорсткість пружини приймалася $c=800$ Н/м, маса елементів збудника та картриджа з сорбентом $m_0=3,5$ кг.

Для встановлення раціональної амплітуди коливань враховували розміри сорбенту, при дослідженнях використовували сорбент у суміші доломіту та опоки з розміром $d_c = 6-10$ мм. Об'єм ємності приймається рівним 25 л. Виходячи з цього встановлена амплітуда коливань $A = 1,5$.

Критерієм Рейнольдса: $R_e = \frac{v d_c}{\nu}$ при кінетичній в'язкості соняшникової олії $\nu=60,6 \cdot 10^{-6}$ м²/с при температурі середовища 20...30° С встановлений ламінарний характер обтікання частинок сорбенту очищувальною олією. Ця обставина підтверджує гіпотезу про більш ретельне проникнення олії в пори сорбенту.

Ефективність очищення олії від твердих частинок при її проходженні крізь фільтраційну перегородку залежить від маси та розмірів сорбенту. Виходячи з цього і прийнявши коефіцієнт опору середовища сорбенту $P_c=1500$ кг/м² отримали необхідну масу сорбенту, що забезпечує високу ефективність очищення:

$$m_c = \varepsilon V P_c, \quad (7)$$

Конструктивні розміри картриджа з сорбентом прийняті із співвідношення його висоти до діаметру $\frac{h_k}{d_k} = 1$:

$$\frac{\pi d_k^2}{4} h_k = V. \quad (8)$$

Із виразу (8) значення діаметра та висоти картриджа:

$$d_k = \sqrt[3]{\frac{2V}{\pi}}; \quad h_k = 2d_k. \quad (9)$$

Для забезпечення основної умови фільтрації встановлено величину перепаду тиску в матеріалі сорбенту:

$$\Delta P_c = \varepsilon \frac{l}{d_{\Pi}} \frac{v^2 \rho}{2}, \quad (10)$$

де l - довжина пори сорбенту, приймається $l=2h_k$, мм;

$d_{\text{п}}$ – діаметр пори сорбенту, $d_{\text{п}} = 0,2$ мм;

ε – опір середовища вібраційним впливам.

Розрахунками встановлено, що за кімнатної температури перепад тиску становить 745 Па, а при нагріванні до 30 °С він досягає 903 Па.

Важливим конструктивно-технологічним параметром при очищенні олії є сила опору середовища поширенню коливальних рухів [1]:

$$F_c = \Delta P_c S, \quad (11)$$

де S - площа опору поперечного шару картриджа, м²:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \varepsilon. \quad (12)$$

Для завершення конструктивних розрахунків апарату для очищення олії визначений привід віброзбуджувача:

$$F_a = \frac{m_c(\omega_0^2 - \omega^2)A}{\cos \varphi}, \quad (13)$$

де m_c - наведена сумарна маса системи, кг; $m_c = 22,5$ кг;

$\omega_0 = 2\pi f_0$ – кутова частота власних коливань, рад/с;

$\omega = 2\pi f$ – кутова частота вібрацій, рад/с;

φ – кут зсуву середнього переміщення шару від фази вимушеної сили,

$$\varphi \approx 160^\circ.$$

Статичний момент маси дебалансу щодо осі його обертання визначається за формулою:

$$K = \frac{F_a}{\omega^2}. \quad (14)$$

Дані розрахунків зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Конструктивні параметри для очищення олії

Параметр	Розрахункові значення
Частота вібраційних коливань f_0 , с ⁻¹	1,53
Частота акустичних коливань f , с ⁻¹	15
Коефіцієнт поглинання акустичних хвиль середовищем α	4,24
Швидкість вібраційних коливань V , мм/с	15
Прискорення вібраційних коливань a , мм/с ²	225
Опір середовища вібраційним коливанням ε	16
Діаметр картриджа d_k , м	0,21
Висота картриджа h_k , м	0,44
Перепад тиску в шарі картриджа ΔP , Па	745
Сила опору середовища F_c , Н	16,8
Площа поперечного шару картриджа S , м ²	0,023
Вимушена сила, що розвивається дебалансом F_a , Н	227

Параметр	Розрахункові значення
Статистичний момент маси дебаланса, Н·м	0,38
Потужність приводу вібробудувача N , Вт	30

Отже, в результаті досліджень встановлені раціональні конструктивні параметри для очищення олії.

Список використаних джерел

1. Берник П.С., Стоцько З.А., Паламарчук І.П., Яськов В.В., Зозуляк І.А. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посіб. Львів: Нац. ун-т «Львів. Політехніка». 2004. 335с.
2. Осейко М. І. Технологія рослинних олій: підручник. Київ: Варта, 2006. 280с.

УДК 637.5.02

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ НА ПОДРІБНЕННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ХРЕСТОПОДІБНИХ НОЖІВ З РІЗАЛЬНИМИ ЛЕЗАМИ НА ЗАДНІЙ ПОВЕРХНІ

***Шибка В.О.**, здобувач вищої освіти СВО «Магістр»
Костенко О.М., доктор технічних наук, професор
Дрожжана О.У., старший викладач*

Полтавський державний аграрний університет

Найбільшу частку у харчовій галузі займає м'ясна промисловість, підприємства якої виробляють м'ясо та м'ясні вироби. М'ясо є основним джерелом білка в раціоні людини та попит на нього постійно високий.

В Україні протягом останніх років загальний обсяг заготівлі м'яса у забійній масі зменшився на 1,44%. Зокрема, чітко виражено тенденції до зростання темпів приросту виробництва м'яса птиці – на 7,75% і зменшення виробництва яловичини та телятини на 6,11%, свинини - на 6,11%.

На відміну від зниження темпів виробництва м'яса обсяги промислової переробки за останні роки зросли на 5,68%: спостерігалися позитивні темпи приросту переробки м'яса на 9,83% поряд зі зниженням темпу приросту виробництва м'ясних продуктів – на 19,6%.

У структурі виробництва у натуральному вираженні основна частка приходить на вироби ковбасні фаршировані (67,8%), до яких відносяться варені ковбаси, сосиски та сардельки.

У технологічних процесах виробництва ковбас та ковбасних виробів подрібнювачі є базовим технологічним устаткуванням. Операції різання та подрібнення м'ясопродуктів дуже різноманітні та енергоємні, тому велика частка витрат у ціні продукції припадає на електроенергію [1].

У зв'язку з цим дослідження шляхів підвищення енергоефективності процесу подрібнення м'ясної сировини без втрати якості продукції є дуже актуальним завданням.

Удосконаленню процесу подрібнення м'ясної сировини присвячено досить велику кількість робіт, оскільки саме цей процес є найбільш енергоємним і істотно впливає на якісні показники готової продукції.

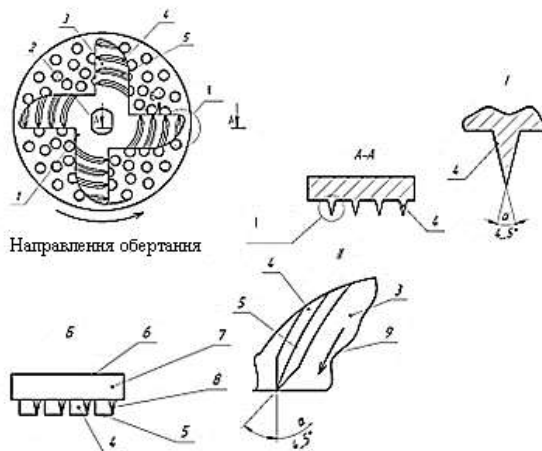
Метою роботи є підвищення енергоефективності процесу подрібнення м'ясної сировини для ковбасного виробництва. Для досягнення поставленої мети одним із завдань досліджень є дослідження основних закономірностей процесу подрібнення м'ясної сировини у подрібнювачах із хрестоподібним ножом.

Для проведення експерименту був виготовлений хрестоподібний ніж з лопатями, на задніх поверхнях яких є різальні леза, розташовані по дугах концентричних кіл (рис. 1) [1].

У ході проведення експерименту були випробувані ножі з різальними лезами на задніх поверхнях лопатей та без таких лез. Ножі відрізнялися один від одного тільки наявністю або відсутністю різальних лез на задніх поверхнях лопатей.

Рухливі ножі були виготовлені зі сталі 65Г, відпалені при температурі 790...815 °С, загартовані при температурі 800...815 °С до твердості 60...62 HRC, охолоджені в олії, відпущені при температурі 160...175 °С [2].

У процесі випробування ножів постало питання про оптимальну кількість різальних лез на задніх поверхнях лопатей (на одиницю довжини в радіальному напрямку). Випробування показали, що чим



5 - ріжуча кромка; 6 - ріжуча кромка на поверхні лопаті; 7 - перед

поверхня лопаті; 8 - ріжуча кромка на передній поверхні леза, розташованого на спинці лопаті; 9 - напрямок обертання лопаті

Рисунок 1 – Конструкція хрестоподібного ножа з лопатями, на задніх поверхнях яких є різальні леза

Але щільне розміщення різальних лез на задній поверхні лопаті не повною мірою відповідає вимогам до харчових машин та апаратів, а саме: «...не повинно бути щілин, раковин, западин, ..., важкодоступних для промивання, очищення та санітарної обробки».

У вузьких западинах між різальними лезами продукт, що подрібнюється затримується, що ускладнює процес очищення ножа.

Оптимальним, за результатами випробувань, слід вважати наявність одного різального леза на довжині 7...10 мм. Енерговитрати на процес подрібнення м'яса при використанні хрестоподібних ножів запропонованої конструкції (758 Вт) виявилися на 17,6% нижчими в порівнянні з енерговитратами на процес подрібнення з ножами без різальних лез на задніх поверхнях лопатей (920 Вт).

Отже на подрібнення продукту різальними лезами, розташованими на задніх поверхнях лопатей ножа, безумовно витрачається енергія. Енергія також витрачається на остаточне подрібнення продукту ріжучими кромками лопатей ножа спільно з ріжучими кромками отворів решітки. Але сумарні витрати енергії на подрібнення продукту ножами запропонованої конструкції виявилися

меншими, ніж витрати енергії на остаточне подрібнення продукту без попереднього подрібнення.

Список використаних джерел

1. Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П., Кюрчева Л.М. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: навч. посібн. Суми: Довкілля, 2004. 420 с.

2. Черевко О.І., Поперечний А.М. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник, 2-е видання, доп. та випр. Харків: Світ Книг, 2014. 495 с.

УДК 631.363.2: 631.22:636.034

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОДРІБНЮВАЧА-ЗМІШУВАЧА НА ПРОЦЕСИ ПОДРІБНЕННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ

*Кочерга С.І., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»
Костенко О.М., доктор технічних наук, професор
Дрожжана О.У., старший викладач*

Полтавський державний аграрний університет

Потреба у виробництві недорогих комбікормів для потреб дрібних і середніх селянських і фермерських господарств постійно зростає. У той же час на сьогоднішній день відсутній серійний випуск комбікормового обладнання для вирішення даної проблеми. Всі ці чинники обумовлюють необхідність розробки і використання нового обладнання, здатного виробляти дешево, швидко і якісно, при цьому залишаючись надійним, універсальним, простим в експлуатації/

У сучасних умовах ринкової економіки, при виробництві комбікормів, мікродобавок і БВД в невеликих кількостях, все більшого поширення набувають машини багатофункціональної дії, що поєднують в собі два або більше фізичних процесів впливу на матеріал. При суміщенні процесів подрібнення і змішування матеріалів на

стадіях підготовки сировини, як правило, загальні енерговитрати знижуються [1].

Означені тенденції по розробці машин, які суміщають в собі декілька процесів, обґрунтовують виробництво подрібнювально-змішувальної машини здатної виробляти недорогі комбікорми з необхідною якістю продукції.

Отже, мета роботи – обґрунтування режимів роботи подрібнювача-змішувача, який забезпечує отримання однорідних комбікормів необхідного гранулометричного складу.

Для досягнення поставленої мети одним із завдань є дослідження впливу конструктивних параметрів подрібнювача-змішувача на процеси подрібнення та змішування компонентів комбікормів.

Для встановлення раціональної схеми встановлення робочих органів на валу подрібнювально-змішувальної машини були обрані кілька варіантів схем установки конструкцій знімних робочих органів з кількістю лопатей 2, 4, 6 штук, прямокутної та трапецієподібної формами лопатей з кутом нахилу профілю відповідно 45° та 90° (рис. 1-2). Основні конструктивні параметри робочих органів представлені у таблицях 1-2 [2].

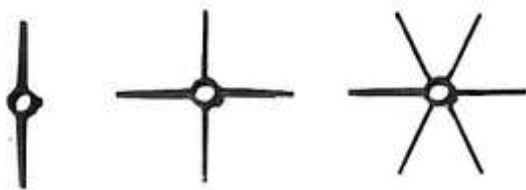


Рисунок 1 – Конструкція робочих органів лабораторної дробарки з прямокутною формою лопатей та кутом нахилу профілю 45°



Рисунок 2 – Конструкція робочих органів лабораторної дробарки з трапецієподібною формою лопатей та кутом нахилу профілю 90°

Таблиця 1 – Конструктивні параметри робочих органів з прямокутною формою лопатей

Кількість лопатей	Розміри, мм			Кут нахилу, град	Площа робочого органу, мм ²
	діаметр кінця лопаті	товщина лопаті	висота лопаті		
2	Ø190	5	20	45°	2660
4	Ø190	5	20	45°	5320
6	Ø190	5	20	45°	7980

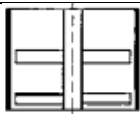
Таблиця 2 – Конструктивні параметри робочих органів з трапецієподібною формою лопатей

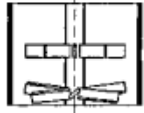
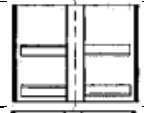
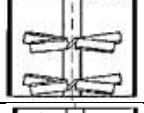
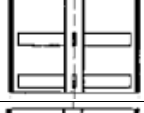
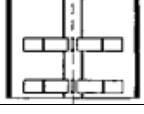
Кількість лопатей	Розміри, мм				Кут нахилу, град	Площа робочого органу, мм ²
	діаметр кінця лопаті	товщина лопаті	висота початку лопаті	висота кінця лопаті		
2	Ø190	5	20	8	90°	3800
4	Ø190	5	20	8	90°	7600
6	Ø190	5	20	8	90°	11400

Дослідження впливу конструктивних параметрів експериментального лабораторного подрібнювача-змішувача на процеси подрібнення та змішування компонентів комбікормів проводилися наступним чином. На валу ротора кріпилися 2 поярусно розташованих знімних робочих органи різної конструкції при різних схемах їх встановлення в робочій камері подрібнювача-змішувача (табл.1). Зазор між нижньою частиною нижнього робочого органу і днищем фіксувався і дорівнював 3 мм, зазор між торцем робочих органів та стінкою робочої камери дорівнював 5 мм. При встановленні верхнього робочого органу висота від днища становила 100 мм. Потім у робочу камеру подрібнювача-змішувача із завантажувальних бункерів у ваговому відношенні 1:50 по черзі висипалися вихідні компоненти – ячмінь та хлорид натрію.

Маса порції компонентів, що завантажувалися, становила 1,5 кг. Кутова швидкість обертання ротора в процесі експерименту не змінювалася і дорівнювала 350рад/с. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати пошукового експерименту

№ схеми	Схема установки робочого органа	Середньо-зважений розмір частинок, мм	Коефіцієнт неоднорідності, %	Ступінь подрібнення, од.	Потужність, Вт	Питома енергоємність процесу подрібнення-змішування, Вт·год/кг
1		1,82	16,52	2,13	268,5	2,98
2		1,67	9,93	2,32	337,43	3,75

№ схеми	Схема установки рабочего органа	Средне-звażений розмір частинок, мм	Коефіцієнт неоднорідності, %	Ступінь подрібнення, од.	Потужність, Вт	Питома енергоємність процесу подрібнення-змішування, Вт·год/кг
3		1,37	10,16	2,81	406,37	4,52
4		2,09	8,43	1,85	254,12	2,82
5		2,61	5,47	1,41	344,29	3,83
6		2,75	6,85	1,48	415,8	4,62
7		1,64	10,76	2,36	375,44	4,17
8		1,15	15,03	3,37	475,62	5,28
9		0,82	13,51	4,72	586,74	6,52

Отже, аналіз отриманих результатів показує, що найбільш раціональними є схеми №1, №2, №3, так як при такому розташуванні робочих органів середньозважений розмір частинок готового продукту та коефіцієнт неоднорідності розподілу контрольного компонента в суміші v лежали в допустимих межах. Схеми №4, №5, №6 не задовольняють якісного проведення процесу подрібнення, а при використанні схем №7, №8, №9 витрата енергії максимальна.

Список використаних джерел

1. Дяченко Л.С., Сивик Т.Л., Бомко В.С. Основи технології комбікормового виробництва: навч.посібн. Біла Церква, 2015. 306с.
2. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів: підручник. Одеса: Друкарський дім. 2011, 448 с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПЛЮЩЕННЯ ЗЕРНА

Саксон О.В., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»

Лапенко Т.Г., кандидат технічних наук, доцент

Дрожжана О.У., старший викладач

Полтавський державний аграрний університет

При дослідженні режимів виробництва пластівців із зерна обробляли зерно ячменю та гороху. Методика проведення досліджень була наступною. Зерно зволожували водою в змішувачі лопатевого типу та направляли в бункер для відволоження. Кількість води, що додається в змішувач, розраховували виходячи із вихідної та заданої вологості за формулою [1]:

$$M = \frac{Q(W_2 - W_1)}{100 - W_2} \quad (1)$$

де Q - продуктивність лінії, кг/год.;

W_1 - початкова вологість зерна, що надходить на зволоження, %;

W_2 - вологість, до якої необхідно довести зерно внаслідок зволоження, %; 100 - максимальний вміст води у продукті, %.

Потім зерно пропарювали у пропарювачі лопатевого типу до температури 80-100 °С. Тиск пари становив 0,22-0,32 МПа, температура - 130-140 °С, витрата пари - 120-220 кг/т (1,320-2,420 кг/кг·хв). Плющення пропареного зерна проводили на двовалковій плющилці при швидкості обертання валків 11,4 м/с та 7,6 м/с. Для отримання пластівців різної товщини змінювали зазор між валками у межах від 0,1 до 1,0 мм. Сушіння пластівців проводили на сушарці з ситом, яке розташоване під нахилом, під час продування гарячого повітря через шар пластівців. Потік гарячого повітря подавався вентилятором через паровий калорифер. Температура сушильного агента становила 95-98 °С, час сушіння - 7-13 хв. Сушіння здійснювали до вологості пластівців 8-12% .

Вибір інтервалів зміни факторів обумовлений технологічними умовами процесу плющення, технічними характеристиками плющильної машини. При проведенні досліджень як критерій оцінки

ефективності процесу плющення приймали вміст розчинних вуглеводів у пластівцях ячменю та гороху Y . Факторами, що варіюються були:

X_1 - вологість зволоженого продукту, %;

X_2 - тривалість пропарювання, хв.;

X_3 - вологість пластівців, %;

X_4 - зазор між валками, мм.

Всі ці фактори сумісні та некорельовані між собою. Межі зміни досліджуваних факторів наведено у таблиці 1.

Вибір критерії оцінки – вміст розчинних вуглеводів у пластівцях Y обумовлений їх найбільшою значимістю для процесу плющення. Він визначає глибину фізико-хімічних змін поживних речовин під час плющення.

Програма досліджень була закладена у матрицю планування експерименту [2].

Таблиця 1 - Межі зміни вхідних факторів

Умови планування	Межі зміни факторів			
	X_1 , %	X_2 , год.	X_3 , %	X_4 , мм
Основний рівень	18	4	5,5	0,7
Інтервал варіювання	0,5	0,5	0,3	0,1
Верхній рівень	20	6	12,8	1,0
Нижній рівень	16	2	4,8	0,3
Верхня «зіркова точка»	18,0	4,8	8,8	0,8
Нижня «зіркова точка»	17,0	3,7	5,2	0,6

Для дослідження було обрано дробовий факторний експеримент 2^{5-1} з дробовою реплікою $X_5 = X_1X_2X_3X_4$. Порядок дослідів ранжували за допомогою таблиці випадкових чисел, що унеможливило вплив неконтрольованих параметрів на результати експерименту.

При обробці результатів експерименту було застосовано такі статистичні критерії: перевірка однорідності дисперсії – критерій Кохрена, важливість коефіцієнтів рівнянь регресії – критерій Стюдента, адекватність рівнянь – критерій Фішера [2].

Взаємозв'язок чотирьох основних технологічних параметрів, що визначають ефективність обробки зерна зволоженням, пропарюванням і плющенням, апроксимований рівнянням множинної регресії. Встановлено, що найбільшу адекватність мають квадратичні моделі.

Отримані наступні рівняння регресії:

Для пластівців із зерна ячменю:

$$Y=0,753+0,9936X_1+0,5131X_2-0,2296X_3-8,7635X_4-0,02128X_1^2+0,00037X_1X_2-0,0712X_1X_3-0,1375X_1X_4-0,03398X_2^2-0,01929X_2X_3+0,15007X_2X_4+0,3142X_3^2-0,06841X_3X_4+1,56X_4^2 \quad (2)$$

Для пластівців із гороху:

$$Y=28,27-0,2009X_1-0,6209X_2+1,049X_3+5,4798X_4-0,03656X_1^2+0,08313X_1X_2+0,01402X_1X_3-0,8086X_1X_4+0,02883X_2^2+0,1876X_2^2-2,4914X_2X_4-0,08577X_3^2-2,6801X_3X_4+21,805X_4^2 \quad (3)$$

Через малі обсяги вибірки рівняння (2) і (3) являють собою практично функціональні квадратичні залежності при коефіцієнті кореляції $R=1,0$. Середнє квадратичне відхилення становило 0,4999, критерій Фішера $F = 0,8199$, середня відносна помилка - 6,3%.

Рішення отриманих рівнянь регресії дозволило визначити раціональні режими, за яких має місце найбільша ефективність процесу зволоження, пропарювання та плющення пластівців ячменю та гороху (табл. 2).

Таблиця 2 – Раціональні режими плющення ячменю та гороху

Найменування зерна	Вологість зволоженого водою зерна, %	Час відволожування, год.	Температура пропареного зерна, °C	Зазор між валками плющилки, мм
Ячмінь	16,0-17,0	2-3	95-100	0,3-0,6
Горох	17,0-19,0	4-6	95-100	0,8-1,0

В таблиці 2 представлені раціональні значення факторів, що забезпечують найкращі умови роботи обладнання та найбільші значення вмісту розчинних і легкогідролізованих вуглеводів.

Аналіз рівнянь регресії (2) - (3) дозволяє виділити фактори, що найбільше впливають на аналізований процес. Ступінь впливу параметрів відносно один одного $b_2: b_1 = -0,4$; $b_2: b_3 = 4,2$; $b_2: b_4 = -9,8$; $b_2: b_5 = -0,9$; причому знак плюс перед коефіцієнтом при лінійних членах вказує на те, що зі збільшенням вхідного параметра значення вихідного параметра збільшується, а знак мінус - зменшується.

На вміст розчинних вуглеводів у пластівцях, найбільший вплив має конструктивний параметр, найменший – коефіцієнт живого перерізу матриці.

Отримані рівняння (2), (3) нелінійні.

Таким чином, в результаті виконання дослідів отримано інформацію про вплив факторів і побудовано математичну модель процесу, що дозволяє розрахувати вміст розчинних вуглеводів у пластівцях усередині обраних інтервалів варіювання вхідних факторів.

Список використаних джерел

1. Дяченко Л.С., Бомко В.С., Сивик Т.Л. Основи технології комбікормового виробництва: навч.посіб. Біла Церква, 2015. 306 с.

2. Вовк В. М., Зомчак Л.М Оптимізаційні методи і моделі: навч.посібн. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 360 с.

СПОСОБИ СУШІННЯ ЗЕРНА

*Дудник В.В., кандидат технічних наук, доцент
Данелейко І.І., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»*

Полтавський державний аграрний університет

В даний час з літературних джерел відомо більше двох десятків різних способів сушіння зерна, класифікація яких наводиться лише по основним істотним ознакам: способом нагріву або підводу теплового потоку і станом зернового шару. Але така класифікація не повністю відображає тенденцію і шляхи розвитку процесу сушіння і не дозволяє провести глибокий структурний аналіз для визначення перспективного напрямку в удосконаленні способів сушіння зерна. Звідси виникає необхідність і доцільність класифікації способів сушіння зерна 5 ознаками.

1. Класифікація сушки за характером фізичного впливу.

В даний час відомі способи сушіння розрізняються за характером фізичного впливу, які представлені в літературних джерелах [1, 2].

- сорбційний - сушка зерна цеолітом.

- сублімація: волога, що знаходиться у висушуваному зерні, заморожується і виходить на поверхню у вигляді кристалів льоду, а потім випаровується, минаючи рідку фазу.

- механічне зневоднення застосовується при сушінні зерна при його перезволоженні в результаті випадання опадів у вигляді дощу.

- сушка у вакуумі проводиться при низьких температурах.

- теплофізичний полягає у підводі тепла до зерна, що підсушується, вилученням вологи з його внутрішніх шарів на поверхню.

2. За способом підведення теплового потоку або нагріву.

За способом підведення теплового потоку або нагріву прийнято

розрізняти такі способи сушіння [1, 2]:

- кондуктивний спосіб малоефективний, вимагає багато енерговитрат, можливий перегрів зерна і, як наслідок його псування.
- конвективний спосіб поширений в діючих зерносушарках, особливо ефективний в комбінації з кондуктивним нагріванням.
- радіаційний спосіб.
- сушка струмом високої частоти в електричному полі.

3. Станом зернового шару і організації його руху.

Характеристика процесу сушіння в розглянутих далі способах залежить від стану зернового шару і організації його руху, тому подальший розгляд способів сушки будемо розглядати в залежності від цих ознак [3, 4]:

- сушка в щільному нерухомому шарі застосовується в підлогових установках періодичної дії.
- сушка в псевдо зрідженому шарі.
- сушка у віброскрапленому шарі.
- сушка в падаючому шарі.
- сушка в підвішеному шарі.
- сушка у шарі, що фракційно розділений.
- сушка в щільному гравітаційно-рухомому шарі.

4. За характером взаємодії потоку теплоносія з зерновим шаром.

За характером взаємодії потоку теплоносія з зерновим шаром можна поділити способи по таким істотним ознаками [3, 4]:

- сушка зерна в прямотоці, передбачає одноразове проходження зерна через сушильну й охолоджувальні камери.
- сушка зерна в протivotоці.
- сушка з реверсуванням теплоносія при поперечному продуванні шару.
- сушка із змінним у напрямку потоком теплоносія щодо руху шару [8].
- сушка зі зміною швидкості теплоносія полягає в тому, при сушінні в щільному шарі швидкість теплоносія підтримують в межах 1,0...2,0 м/с, а продування в псевдо зрідженому шарі проводять в дві стадії, на першій з яких швидкість теплоносія підтримують рівної 5,7 м/с, а на другій - 1,0...2,5 м/с.

- сушка зі стадією зміни температури теплоносія.
- спосіб сушіння з циклічним нагріванням і відлежанням складається з стадій нагріву і відлежання з подальшим охолодженням матеріалу.

5. За енергозберігаючими технологічними прийомами.

До енергозберігаючих способів сушки зерна відносяться наступні [5]:

- спосіб сушіння з попереднім нагріванням зерна.

- спосіб сушіння непідігрітим повітрям або активним вентилуванням.

Розглядаючи безліч способів сушіння зерна, можна зробити висновок, що багато з відомих способів, таких як сорбційний, сублімаційний, ультразвуковий, вакуумний через технічну складність і низьку ефективності не знайшли широкого застосування і не вийшли за межі лабораторних досліджень. Широке поширення отримали способи з теплофізичним впливом, так як вони ефективно видаляють вологу з зерна, не порушуючи його структури і зберігаючи біологічні властивості.

За характером взаємодії потоку теплоносія і зернового шару поширені способи: протиточний, з поперечним потоком теплоносія. На цих способах засновані процеси сушіння в діючих зерносушарках. До найбільш ефективних, але технічно складних належать способи з періодичною дією або з періодичною зміною напрямку теплоносія до шару, що продувається, а також з його поступово змінною швидкістю і температурою.

Список використаних джерел

1. Лыков А.В. Теория сушки. Москва: Энергоиздат, 1968. 331 с.
2. Павловским Г.Т., Птицын С.Д. Очистка, сушка и активное вентилирование зерна. Москва: Высш. Школа, 1972. 256 с.
3. Полуэктов В.Н. Высокоэффективная зерносушильная техника. *Земледелие*. 1996. №4. С. 27-28.
4. Киреев М.В., Григорьев С.М., Ковальчук Ю.К. Послеуборочная обработка зерна в хозяйствах. Ленинград: Колос, 1981. 224 с.
5. Карпов Б.А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна. Москва: Агропромиздат, 1987. 288 с.

ПЕРЕДУМОВИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ПОДРІБНЮВАЧІВ РОТОРНОГО ТИПУ

*Дудник В.В., кандидат технічних наук, доцент
Кулик Я.С., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»*

Полтавський державний аграрний університет

Використання роторних дробарок при подрібненні зернофуражу до цього часу має нечисленний характер. Це відбувається через слабку пропрацьованість номенклатури процесів під час їх роботи, в тому числі процесу зносу робочих органів [1].

З кінематики процесу роторна дробарка схожа з молотковою, але розділення в ній зернівки на частини відбувається при кожній взаємодії з робочими органами. При цьому в конструкції роторної дробарки можна реалізувати енергоефективність способу впливу на вихідний продукт зрізом (сколюванням), аналогічним використовуваному в вальцових дробарках [1, 2].

Запропонована в роботі [1] схема подрібнення зернового матеріалу, дозволяє досягати хороших показників ефективності процесу. Але для роботи в виробничих умовах фермерських господарств необхідно вивчити питання, пов'язані з напрацюванням робочих органів роторних дробарок до граничного зносу.

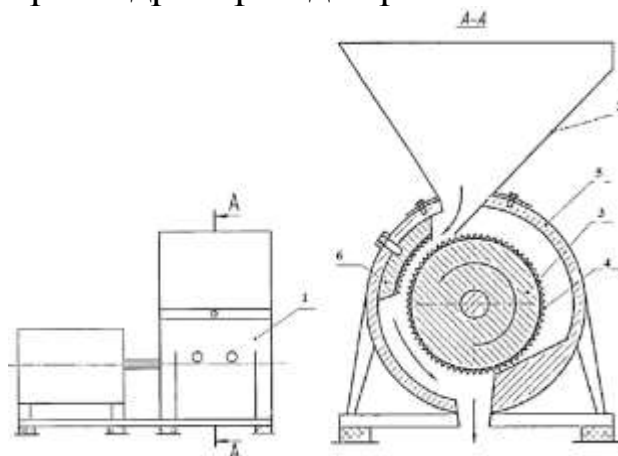


Рисунок 1 - Схема роторної дробарки

В роторній дробарці 1 (рис. 1) поділ матеріалу на частини відбувається за допомогою дотичного напруження зсуву, способом «сколювання-зріз». Зернівки, з завантажувального бункера 2 через завантажувальне вікно наповнюють дробильну камеру і потрапляють в пази (рифлі) 4 ротора 3. Далі вони транспортуються до різальних

елементів (противоріз з рифлями) 6 статора 5, де і відбувається їх поділ на частини. Простір між ротором і статором заповнюється, як вихідним продуктом, так і вже зрізаними частинами зернівок. Таким чином, отримані за один і більше зріз частки виводяться через розвантажувальне вікно [1].

Розмір робочого зазору між рифлями буде характеризувати те, що відбувається руйнування, тобто приводити до виникнення згинальної сили і саме тут буде спостерігатися максимальний тиск на робочі поверхні [3].

На підсумковий результат впливають положення зернівок в момент поділу, значення робочого зазору, форма, кількість і геометрія рифлів статора і ротора, фізико-механічні властивості зернівок, коефіцієнт заповнення, і заданий модуль помелу [1].

В результаті досліджень [1] була обґрунтована конструкція малогабаритної роторної дробарки з горизонтальною орієнтацією ротора і наступними конструктивними і робочими характеристиками:

- діаметр ротора повинен бути мінімум $D = 0,1$ м;
- виконання нарізки рифлів (крок t , висота h і кількість n_p) ротора і статора має відповідати подрібненому матеріалу при заданому модулі помелу, наприклад одна рифля на статорі для середнього та грубого помелу і т.д. [1].

Керуючись зафіксованими в роботі [1] оптимальними режимами при подрібненні зернових матеріалів в роторній дробарці, необхідно визначити вплив факторів, пов'язаних із зносом робочих поверхонь в цих експлуатаційних умовах при встановлених робочих параметрах. А саме при лінійних швидкостях в межах 4,5...6,5 м/с, робочому зазорі від 0 до 0,8 мм і різних модулях помелу.

При середньому помелі зернового матеріалу (пшениця, ячмінь, овес, кукурудза) вирівняність гранулометричного складу була 91,98%, що відповідає фактичній результативності процесу $\Phi_{ри} = 9,2...61,5$.

Поділ зернівок в конструкції дробарки [1] розглядався в зоні найбільшого зближення робочих поверхонь ротора і статора, а саме по горизонтальній осі ротора. Тому певний інтерес може мати перенос зони подрібнення в порожнині дробарки ближче до зони виведення продукту, що має додатково знизити вплив сил інерції, що порушують «спокійний» прохід матеріалу від завантаження до зони зрізу.

Також в роботі [1] була запропонована формула продуктивності горизонтальної роторної дробарки, що враховує ступінь подрібнення і коефіцієнт заповнення, але ігнорує показник зносу робочих поверхонь:

$$Q = l \cdot \frac{D_q}{\lambda} \cdot v_p \cdot \rho \cdot n_n \cdot k_3, \quad (1)$$

де l – довжина ротора, м;

D_q – вихідний розмір частини, м;

v_p – лінійна швидкість в зоні зрізу, м/с;

ρ – щільність зернового матеріалу, кг/м³;

n_n – пази на роторі, шт.;

k_3 – коефіцієнт заповнення порожнини дроблення.

Значення коефіцієнта заповнення також вимагає додаткового обґрунтування, тому що складає близько $k_3 = 0,06 \dots 0,1$, що менше значення $k_3 = 0,2$ цього ж коефіцієнта в вальцових верстатах, взятих в якості прикладу для конструктивно-технологічної схеми.

При цьому, проведений в аналіз показав, що в робочій порожнині роторної дробарки переважає абразивний знос. Як абразив будуть виступати не тільки мінеральні домішки, але і найдрібніші частинки вихідного продукту [4].

Абразивне зношування згубно впливає на металеві робочі поверхні. Його особливість полягає в прямому руйнуванні поверхневого шару, яке в кожен даний момент часу становить незначну частину від числа загальних контактів абразивних частинок з поверхнею. Абразив в порожнині роторної дробарки формується в основному за рахунок наявності в загальній масі зерна мінеральних домішок. Вивчення причин та наслідків інтенсивності зношування робочих поверхонь цими частками дозволить збільшити довговічність робочих поверхонь і передбачити заходи щодо його часткового або повного усунення [4].

ГОСТ 54078-2010 регламентує вміст у кормовій пшениці різних бур'янів домішок. До засмічених домішок відносять і мінеральну (грудочки землі, гальку, частинки шлаку, руди). Мінеральні домішки згідно з державним стандартом не повинні перевищувати 1% від загальної маси. Складові мінеральної домішки володіють фізико-механічними властивостями, що значно відрізняються від зернових, що тягне за собою проблеми при транспортуванні, зберіганні і переробці перенасиченої ними маси зернових матеріалів.

Так, наприклад, згідно дослідження з подрібнення зерна пшениці [1] одним з найважливіших факторів, що впливають на ефективність процесу, є робочий зазор в роторній дробарці. Як і будь-який інший абразивний матеріал, мінеральні домішки будуть створювати додаткове навантаження на робочі поверхні подрібнювача, викликаючи порушення

технологічних зазорів і їх підвищений знос [4].

До найбільш ефективних способів щодо підвищення зносостійкості робочих поверхонь роторної дробарки можна віднести: зміна геометрії (товщина, форма і т.п.); підбір оптимальної кількості робочих елементів, їх швидкості і частоти взаємодії з вихідним продуктом; підбір оптимального матеріалу для виготовлення робочих органів, виходячи з виду перероблюваного продукту; зміцнення частини або всієї робочої поверхні; забезпечення точного і своєчасного прогнозування ресурсу деталей; використання технологічного обладнання для ремонту і ТО.

На основі аналізу матеріалів і досліджень [1] необхідно провести ряд заходів, спрямованих на підвищення довговічності конструкції роторної дробарки, що розглядається.

Список використаних джерел

1. Искендеров Р.Р. Повышение эффективности процесса измельчения зерновых материалов в горизонтальной роторной дробилке: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Ставрополь, 2017. 190 с.
2. Лебедев А.Т., Валуев Н.В., Искендеров Р.Р. Экспериментально теоретические подходы к оценке эффективности процесса измельчения зерновых материалов. *Вестник АПК Ставрополя*. 2014. №2(14). С. 61-64.
3. Очинский В.В., Искендеров Р.Р., Лебедев А.Т., Магомедов Р.А., Шумский А.С. Совершенствование процесса измельчения зерна. *Сельский механизатор*. 2015. №1. С. 22-23.
4. Лебедев А.Т., Цховребов В.С., Симоновский А.Я., Макаренко Д.И., Шумский А.С. Износостойкость рабочих органов молотковых дробилок для кормления животных. *Вестник АПК Ставрополя*. 2012. № 3. С. 50-53.

ВЛИВ РІПАКОВИХ МЕТИЛОВИХ ЕФІРІВ НА САМОЗАЙМИСТІСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

*Водяник В. Є., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»
Ухань М. В., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»
Харак Р. М., кандидат технічних наук, доцент
Полтавський державний аграрний університет*

З чисельних замінників дизельного палива найбільше підходять

виготовлені на основі рослинних олій, оскільки вони мають близькі до дизельного палива показники самозаймання і теплоти згоряння. У світовому виробництві різних олій лідером є соя, на другому місці – пальмова і на третьому-четвертому місці – ріпак разом з соняшником. Однак, враховуючи реальні можливості вирощування олійних культур для енергетичних потреб Європи та України, ріпакова олія є пріоритетною.

Перевагами біодизельного палива перед нафтовим дизельним паливом є: швидке біологічне розщеплення; сприятливе ставлення до формування «парникового ефекту», що виникає внаслідок відновного характеру сировини – ріпаку; сприятливий склад відпрацьованих газів [1].

Одним із показників, які впливають на ефективність використання палива для дизелів, є цетанове число. Воно характеризує схильність палива до самозаймистості.

Численними дослідженнями було встановлено, що цетанове число впливає на часу пуску холодного дизеля, максимальний тиск згоряння, жорсткість роботи дизеля, питому витрату палива, знос деталей циліндро-поршневої групи [2].

В державних стандартах для дизельних палив регламентують цетановий індекс (*ЦІ*) – розрахункове цетанове число, що визначають згідно ГОСТ 27768-88 [3]. Цей стандарт поширюється на дизельне паливо і встановлює метод визначення цетанового індексу не вище 60. Метод полягає у визначенні густини дизельного палива при 15°C за і середньої температури кипіння 50%-вої (за об'ємом) фракції дизельного палива.

На основі отриманих даних розраховують по рівнянню або визначають по номограмі цетановий індекс дизельного палива.

Розрахунковий цетановий індекс рекомендується застосовувати для характеристики дистилянтних фракцій дизельних палив і палив, отриманих на установках каталітичного крекінгу, а також для характеристики їх сумішей у тих випадках, коли немає випробувальної апаратури або кількості зразка недостатньо для проведення випробування на двигуні.

Розрахунок цетанового індексу по рівнянню не заміняє визначення цетанового числа на випробувальній апаратурі, але є додатковим методом визначення цетанового числа.

Метод дає значні розбіжності при застосуванні його для визначення цетанового індексу нафти, залишкових продуктів і

високолетучих продуктів з кінцем кипіння нижче 260°C, які можуть додаватися в дизельне паливо.

Цетановий індекс (ЦІ) розраховують по рівнянню:

$$ЦІ = 454,74 - 1641,416 \cdot \rho + 774,74 \cdot \rho^2 - 0,554 \cdot t + 97,803 (\lg t)^2, \quad (1)$$

де ρ – густина при 15°C, визначена по ГОСТ 3900-85, г/см³;

t – температура кипіння 50%-ої (за об'ємом) фракції з урахуванням поправки на нормальний барометричний тиск 101,3 кПа, визначається за ГОСТ 2177-82;

$\lg$ – логарифм із основою 10.

Цетановий індекс дистильованих дизельних палив може бути визначений по номограмі.

Показники точності при визначенні цетанового індексу розрахунковим методом залежать від точності методів визначення густини за і температури кипіння 50%-ої фракції палива.

При проведенні експериментальних досліджень побудовані номограми по визначенню ЦІ суміші дизельного палива і метилових ефірів жирних кислот з олії ріпаку (РМЕ).

Результати визначень цетанового індексу дизельного палива, РМЕ та їх сумішей наведені на рис. 1.

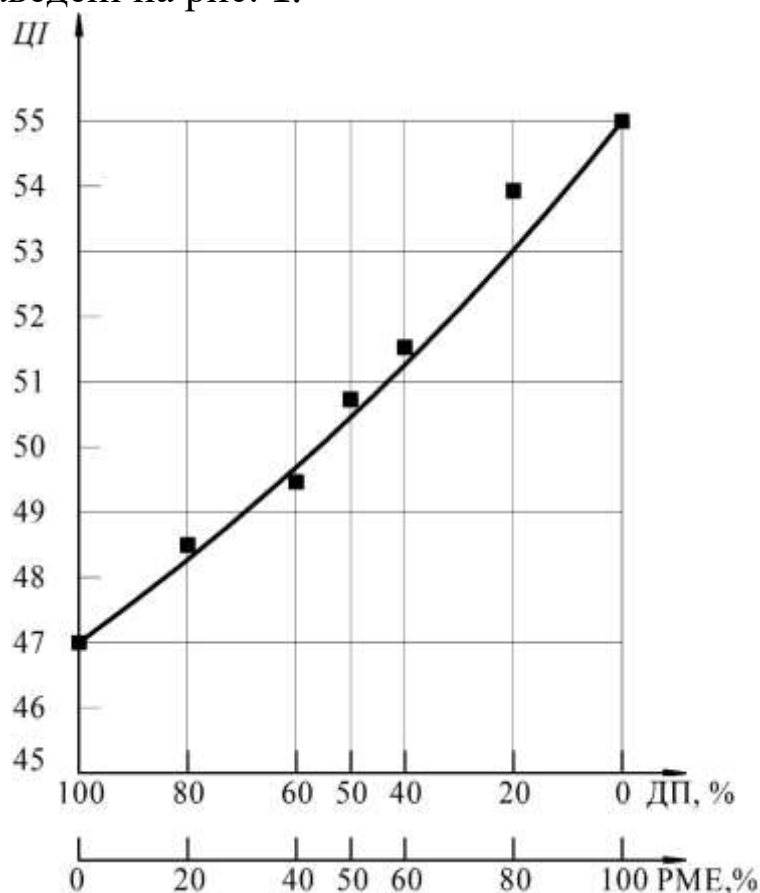


Рисунок 1 – Цетановий індекс дизельного палива, РМЕ та їх сумішей

Аналізуючи отримані дані дозволяють констатувати, що метилові ефіри ріпакової олії відмічаються хорошим самозагорянням, оскільки їх цетанове число досягає 55, тоді як цей показник традиційного дизельного палива складає 47.

Список використаних джерел

1. Адаменко О., Височанський В., Льотко В., Михайлів М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії : монографія. Івано-Франківськ : ІМЕ, 2001. 432 с.
2. Окоча А.І., Антипенко А.М. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. Київ : Урожай, 1996. 336с.
3. ГОСТ 27768-88. Топливо дизельное. Определение цетанового индекса расчетным методом. Москва : Изд. стандартов, 1988. 6 с.

ВПЛИВ РЕЖИМУ РОБОТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТУ НА ДРОБЛЕННЯ ТА КІНЕМАТИКУ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ НАСІННЯ СОЇ

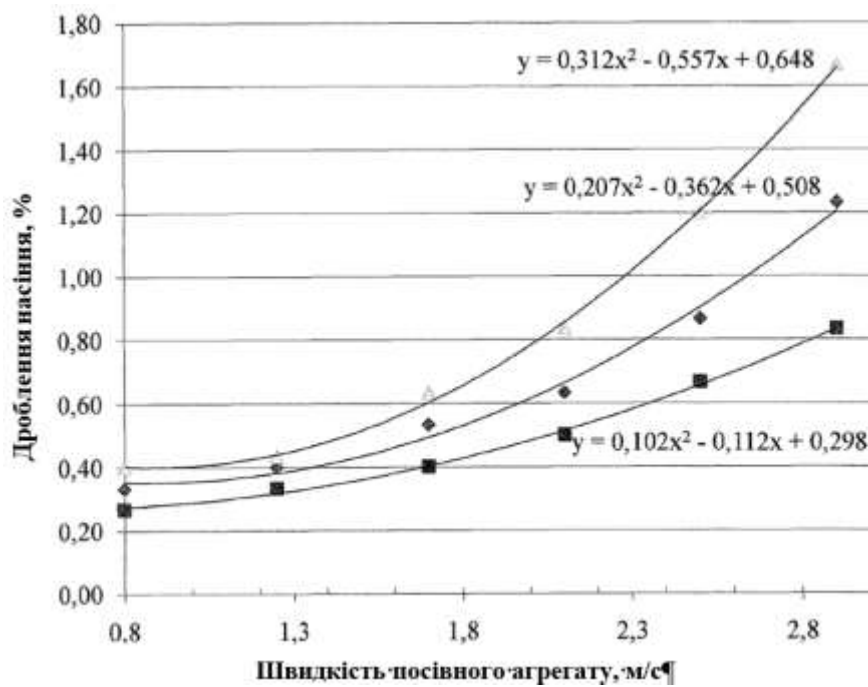
*Дудник В.В., кандидат технічних наук, доцент
Прокопенко К.А., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»*

Полтавський державний аграрний університет

Важливим показником якості роботи висівного апарату при посіві сої є дроблення насіння [1].

Аналіз результатів проведеного дослідження показує, що дроблення насіння при висіві експериментальним висівним апаратом залежить від швидкості агрегату і кутової швидкості ворошителя. У досліджах застосовували насіння сої з лінійними розмірами в діапазоні від 5,5 до 6,5 мм, що відповідає згідно з прийнятою методикою діаметру сім'япроводу $d_c=7,1$ мм і довжині дозуючого вікна $l_{до}=10,2$ мм [2].

Відсоток дроблення насіння в експерименті згідно графіків (рис. 1) змінюється від 0,33% при швидкості агрегату 0,8 м/с і кутовій швидкості – 15 с^{-1} до 1,67% при швидкості агрегату 2,9 м/с і кутовій швидкості – 25 с^{-1} .



◆ $\omega = 15 \text{ с}^{-1}$ ■ $\omega = 20 \text{ с}^{-1}$ ▲ $\omega = 25 \text{ с}^{-1}$

Рисунок 1 - Залежність дроблення насіння від швидкості посівного агрегату і кутової швидкості ворошителя при довжині дозуючого вікна $l_{\text{до}} = 10,2 \text{ мм}$

Величина дроблення насіння експериментальним висівним апаратом знаходиться в допустимих агрономічних вимогах [1] при посіві сої рівна і не перевищує 1% в наступних робочих режимах:

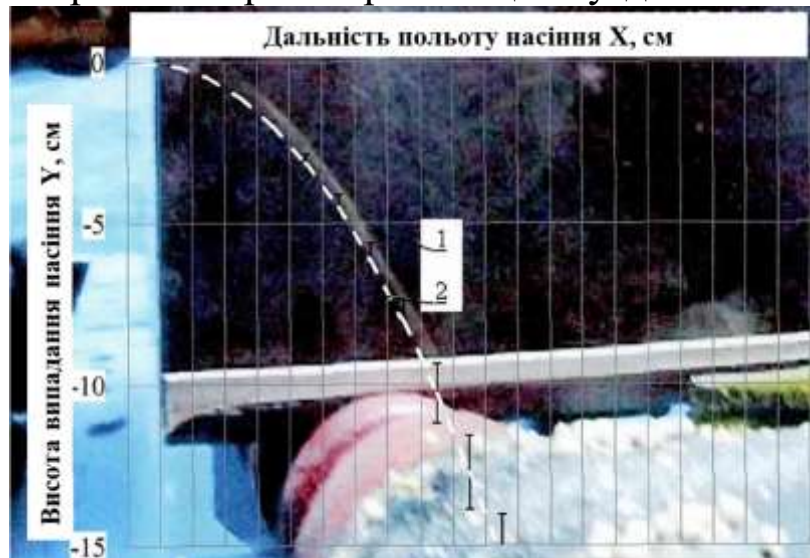
- в діапазоні робочих швидкостей агрегату до 2,5 м/с і кутовій швидкості ворошителя 15 с^{-1} (дроблення на рівні 0,87%);
- при швидкості агрегату до 2,9 м/с і кутовій швидкості ворошителя 20 с^{-1} (дроблення 0,83%);
- при швидкості агрегату до 2,1 м/с і кутовій швидкості ворошителя 25 с^{-1} (дроблення 0,83%).

Для здійснення якісного пунктирного посіву сої з дотриманням встановленого кроку необхідно, щоб після виходу насіння з плунжерній камери на шляху його руху в ґрунтову борозенку виникало якомога менше перешкод у вигляді ударних навантажень об внутрішню поверхню сошника. Ці перешкоди призводять до травмування насіння, нерівномірності висіву, погіршення польової схожості і, як наслідок, зниження врожаю.

В дослідженні по визначенню траєкторії руху насіння сої при викиді з плунжерній камери висівного апарату застосовували каліброване насіння сої із середнім діаметром 6,5 мм [1].

На графіку (рис. 2) наочно видно, що при кутовій швидкості

приводного кулачка, відповідній швидкості агрегату 1,7 м/с, експериментальні траєкторії (позиція 1) при поєднанні з теоретичними (позиція 2), отриманими в тих же режимах роботи висівного апарату, цілком узгоджуються і знаходяться в зоні довірчих меж дослідження (для наочності теоретична траєкторія зміщена уздовж осі Y на 3%).



1 - експериментальна; 2 - теоретична

Рисунок 2 - Траєкторія руху насіння при швидкості агрегату 1,7 м/с

Отримані результати необхідно використовувати при проектуванні кутових відводів сошникових пристроїв в висівних апаратах плунжерного типу з метою скорочення можливого травмування насіння сої при транспортуванні після виходу з плунжерній камери в посівну борозенку, а також при визначенні оптимальних умов висіву.

Список використаних джерел

1. Месяц И.И. Производство сои и совершенствование технологии ее возделывания. Обзорная информация. Москва: ВНИИТЭИСХ, 1979. 71 с.
2. Шишлов С.А. Совершенствование процесса посева сои пунктирно полосным способом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2003. 21с.

КІНЕМАТИЧНЕ ТА СТАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО РЕГУЛЯТОРА ПАЛИВОПОДАЧІ

*Харак Р.М., кандидат технічних наук, доцент
Сергієнко О.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Стеценко О.В., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»*

Полтавський державний аграрний університет

Однією із важливих проблем є розробка шляхів раціонального використання енергоресурсів. Зокрема, велике значення надається питанням економії палива. На сьогоднішній день до 50 % робочого часу колісні трактори сільськогосподарського призначення використовують на транспортних роботах в умовах неповного навантаження двигунів. Тому підвищення паливної економічності колісних тракторів є суттєвим резервом економії рідкого палива в аграрному секторі економіки України.

Застосування всережимних регуляторів на автотракторних і комбайнових дизелях призводить до надмірної подачі палива в циліндри двигуна на перехідних процесах і перевитрати палива [1]. Проведені дослідження показують, що на мобільних транспортних машинах краще застосовувати однорежимні або дворегимні регулятори. Треба відмітити, що найбільш доцільним на сьогоднішній день є регулятори, які дають змогу поєднати вище згадані види регулювання.

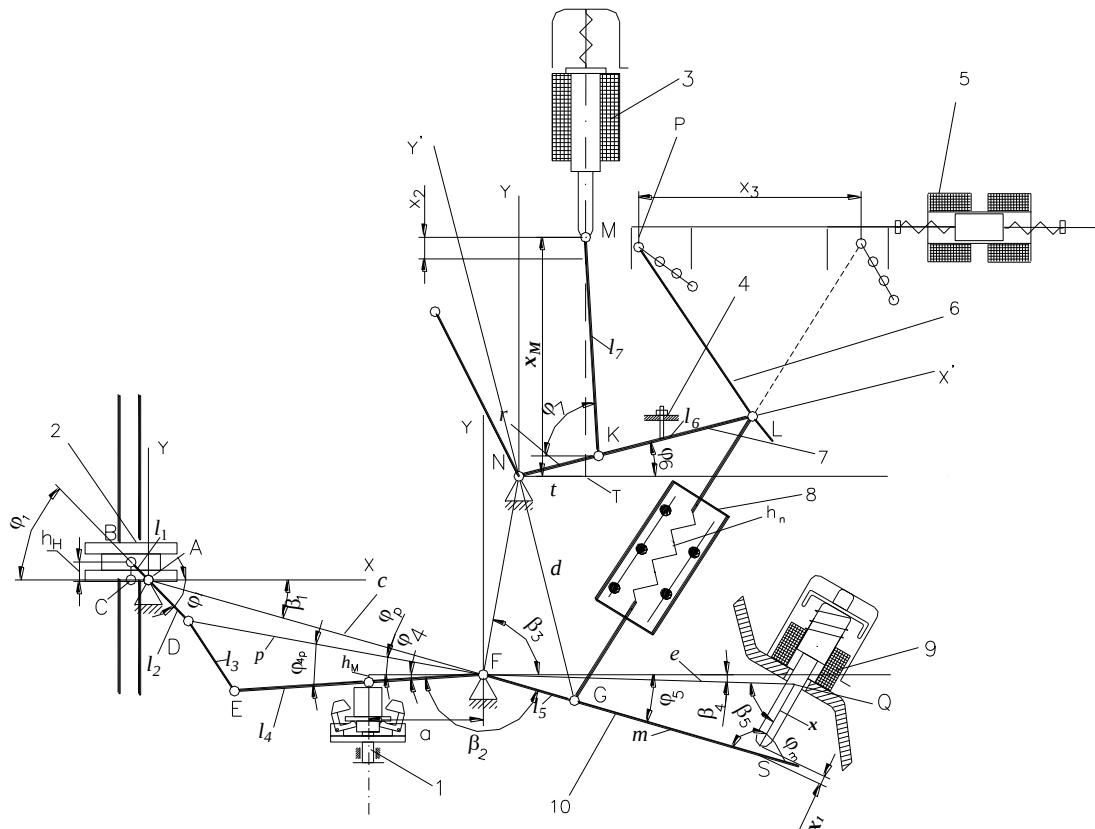
На даний момент відомі конструкції комбінованих (універсальних) регуляторів для рядних, розподільчих, роторних та гідравлічних паливних насосів високого тиску.

Не зважаючи на великий обсяг дослідно-конструкторських напрацювань щодо створення комбінованих регуляторів для тракторних дизелів не всі вони відповідають вимогам сьогодення. Так, деякі із них переключаються з одного виду регулювання на інше тільки при розбиранні регулятора і заміни його деталей та невирішеним залишається питання стосовно переключення режимів регулювання, яке відбувається вручну. Тому потрібні регулятори, в яких би переключення режимів регулювання відбувалося автоматично, а також без розбирання і зупинки дизеля.

Був розроблений універсальний регулятор з автоматичним переключенням режимів регулювання [2, 3].

Для подальшого вдосконалення регулятора необхідно визначити вплив дії електромагнітів системи автоматичного переключенням режимів регулювання комбінованого всережимно-дворежимного регулятора на циклову подачу палива, це і стало метою нашої роботи.

Для визначення процесу взаємодії електромагнітів з деталями універсального регулятора виконаний кінематичний та статичний аналіз комбінованого регулятора з елементами автоматичного переключення режимності роботи тракторного дизеля (рис. 1).



1 – механічний чутливий елемент; 2 – дозатор; 3, 5, 9 – електромагніти; 4 – упорний гвинт; 6 – поворотний упор; 7 – внутрішній важіль керування паливним насосом; 8 – блок пружин регулятора; 10 – двоплечий важіль регулятора.

Рисунок 1 – Кінематична схема комбінованого регулятора паливного насоса розподільного типу НД

Кінематичне дослідження проводилось методом замкнутих векторних контурів розробленим В.А.Зінов'євим, в ході якого були отримані слідуючі залежності: переміщення муфти регулятора h_M , блоку пружин h_n , якоря електромагніта, діючого на важіль коректора, X_1 від переміщення дозаторів h_H ; переміщення X_2 електромагніта, діючого на внутрішній важіль керування подачею палива,

електромагніта, діючого на поворотний упор, X_3 від кута φ_6 положення внутрішнього важеля керування подачею палива.

Для вимірювання зусилля та переміщення, з якими якоря електромагнітів діють на деталі комбінованого регулятора, була розроблена установка, яка дає можливість імітувати роботу електромагнітів.

Аналіз одержаної математичної розрахункової моделі процесу взаємодії якоря електромагніту з важелем коректора дозволив встановити, що переміщення якоря електромагніта на 0,1 мм призводить до зміни циклової подачі на 2,3...2,9 мм³/цикл.

За результатами лабораторних випробувань комбінованого регулятора встановлена адекватність математичної моделі. Різниця між експериментальними та теоретичними значеннями не перевищує 5%.

Список використаних джерел

1. Головчук А.Ф. Улучшение топливной экономичности и снижение дымности тракторных дизелей путем совершенствования системы автоматического регулирования : монография. Харьков : ХНАДУ, 2011. 472 с.

2. Головчук А.Ф., Харак Р.М. Вдосконалення універсального регулятора колісних тракторів ХТЗ. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. Дніпропетровськ, 2004. № 1. С. 56-60.

3. Головчук А.Ф., Харак Р.М. Кінематичний аналіз універсального регулятора швидкості з автоматичним перемиканням режимів регулювання. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. Дніпропетровськ, 2007. № 1. С. 75-78.

АНАЛІЗ ПРИЧИН СПРАЦЮВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Чорнобай О.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Ляшенко С.В., кандидат технічних наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет

Проектування конструктивних параметрів робочих органів

грунтообробних машин і знарядь передбачає врахування як різновидів виконуваних технологічних операцій, так і особливостей фізико-механічних властивостей ґрунту.

Питанню взаємодії робочих органів із ґрунтовою масою присвячені дослідження Горячкіна В.П., Желіговського В.А., Сінеєкова Г.Н., Кушнарєва А.С., Панченка А.М. Дубровіна О.В., Гукова Я.С., Шевченко І.А. та ін.

Велику увагу вивченню технологічних властивостей ґрунту, як основ раціонального та ефективного використання ґрунтообробних машин, приділяв Сінеєков Г.М.. У його роботах відмічається, що до найбільш важливих технологічних властивостей ґрунту відносять важкість обробітку, абразивність і липкість. Липкість і кам'янистість не є новими характеристиками ґрунту, однак, важкість обробітку і абразивність не достатньо вивчені.

Термін «абразивне спрацювання» походить від латинського слова *abradeze*, що означає обскоблювати, зіскоблювати. Процес спрацювання робочих органів надто складний унаслідок мінливості умов і абразивних властивостей різних типів ґрунтів.

У даний час не існує остаточної теорії, яка б розкривала механізм абразивного спрацювання робочих органів у ґрунтовому середовищі.

У 1937 році Лоренц В.Ф. вперше запропонував класифікацію видів спрацювання деталей сільськогосподарських машин.

Найдетальнішу класифікацію видів спрацювання висвітлили у своїх роботах Костецький Б.І. і Хрущов М.М.. У ГОСТ 27674–88 «Тертя, зношування і мащення» [1] знайшли своє відображення та були узагальнені результати класифікацій видів спрацювання.

В основі класифікації Хрущов М.М. виділив такі основні характеристики: фізичні властивості тіла, що викликає спрацювання; вид тертя; наявність мащення. За характером основних явищ, запропоновано три групи видів спрацювання (тертям і ковзанням): механічне, молекулярно-механічне та корозійно-механічне.

На думку Костецького Б.І. абразивне спрацювання як підвид механічного, має дві чітко виражені форми: перша – де переважає хімічне руйнування, друга – механічне. Останній підвид спрацювання вважається достатньо поширеним.

У своїх роботах Хрущов М.М., посиляючись на Крагельського І.В., вказує на те, що причиною, яка викликає спрацювання металу у ґрунті, слід вважати багаторазове деформування поверхневого шару абразивними частинками. В

результаті цього, поступово формуються тріщини. Внаслідок втомленості металу тріщини розриваються, що призводить до видалення окремих частинок матеріалу з поверхні тертя.

Такої ж думки про руйнування поверхневого шару дотримується і Ткачов В.Н.. Він виділив три основні види руйнування: мікрорізання, багаторазове деформування й спрацювання внаслідок старіння металу. Крім цього, у різних умовах всі види спрацювання взаємопов'язані.

На думку Кузнєцова В.Д., процес абразивного спрацювання є досить простим, який представляє собою елементарний процес дряпання. Тому, між явищами простого дряпання та абразивним спрацюванням існує тісний зв'язок. Автор, посилаючись на результати своїх досліджень [2], стверджує, що спрацювання відбувається за рахунок пластичного деформування металу частинками, які мають округлі виступи та грані.

Сінеоков Г.М. вважає, що спрацювання лез різальних робочих органів відбувається внаслідок дряпання металу гострими кутами й ребрами твердих ґрунтових частинок. Серед мінералів, які знаходяться у ґрунті, найбільшу твердість має кварц (7 одиниць по шкалі Мооса) і польовий штап (6 одиниць). Ці мінерали, особливо кварц, є основною складовою більшості піщаних ґрунтів. Значно меншу твердість мають частинки порід, які утворюють глинисті ґрунти, тому інтенсивність спрацювання робочих органів на суглинках порівняно із супісками значно менша.

Васильєв С.П. і Єрмолов Л.С., при вивченні абразивності п'яти різних за механічним складом ґрунтів лісостепової зони України, прийшли до висновку, що абразивність ґрунтів можна оцінювати відсотковим вмістом у ньому кварцових частинок розміром 0,25-1,0 міліметри.

Батурін А.А. вважає, що найбільш інтенсивне спрацювання викликають не великі, а маленькі піщані частинки і крупний пил, тобто частинки розміром 0,01-0,25 міліметри.

Посилаючись на роботи Батурина А.А., Васильєва С.П., Кузнєцова В.Д., Сінеокова Г.М., Ткачова В.Н., та ін., можна зробити узагальнюючий висновок про те, що абразивність ґрунтів знаходиться у прямій залежності від вмісту у ньому твердих мінеральних частинок розміром більших 0,01 мм.

Абразивні частинки, які знаходяться у контакті з поверхнею металу, можна умовно розділити на дві групи.

- частинки, які в процесі взаємодії з поверхнею деталей

унаслідок незначних сил зчеплення матеріалу руйнуються, не завдаючи суттєвих деформацій поверхні матеріалу.

— частинки, тиск на площу контакту яких доходить до межі циклічних навантажень. Вони викликають багаторазове деформування поверхні тертя і цим прискорюють процес руйнування. Таке руйнування є умовним, внаслідок того, що абразивна частинка в різні моменти взаємодії може здійснювати як активний процес руйнування, так і пластичне деформування поверхні матеріалу.

Геометричні параметри абразивних частинок ґрунту та частинок штучних абразивів відрізняються, останні характеризуються значною гостротою граней [3, 4].

Вважається [5], що абразивні частинки прорізують канавку в матеріалі, але не завдають шкоди більш твердим зернам-карбідам і мартенситам матеріалу деталі. Якщо вони затиснуті у ґрунті і не мають можливості повернутися, наприклад, при подрібненні каменя, то своїм виступом врізаються у метал.

Таким чином, спрацювання деталей робочих органів являє собою змішаний процес поверхневого руйнування.

Інтенсивність спрацювання деталей залежить від розмірів абразивних частинок, їх твердості, міцності й гостроти кромek. Тому при вивченні механізму абразивного спрацювання важливо знати розміри абразивних частинок.

Існує думка, що спрацювання залежить виключно від механічного складу ґрунту. Найбільший вплив на спрацювання мають абразивні частинки ґрунту розміром 0,1-0,35 міліметри.

Однак, існують підтверджені дослідними міркуваннями, що при збільшенні діаметра частинок абразивні властивості середовища зростають. Так, наприклад, спрацювання частинками діаметром 0,5-1,0 мм у чотири рази вище, ніж частинками діаметром 0,1-0,25 міліметри.

Спрацювання включає дві самостійні стадії: проникнення частинок (втиснення) і її руйнуюча дія при наявності тангенціальних сил [6]. Опір матеріалу на цих стадіях взаємодії визначає його стійкість до спрацювання. Опір руйнуванню поверхні тертя обумовлений властивостями поверхневого шару матеріалу. Глибина пластичних або крихких слідів подряпин визначає кінцеву величину спрацювання (характер руйнування).

Таким чином, загальний рівень опору сплавів абразивному спрацюванню залежить від опору втискуванню частинок у поверхню й

блокуванню переміщення шляхом утворення тріщин і сколів.

Серед опублікованих робіт, що безпосередньо стосуються встановлення залежності між зносостійкістю та твердістю металу, необхідно виділити широко відомі дослідження Хрущова М.М. і Бабічева М.А.. Вони виявили прямопропорційну залежність зносостійкості від твердості технічно чистих металів. У термічно обробленій сталі зносостійкість також збільшується (зростанні твердості матеріалу), але менш інтенсивно. Дослідники стверджують, що більша частина процесу абразивного спрацювання це мікрорізання, тобто безпосереднє відділення від металу мікроскопічної стружки внаслідок дряпання абразивними частинками.

Автори спостерігали на поверхні металу залишки мікроскопічної стружки і впевнились, що не всі абразивні частинки призводять до мікрорізання, деякі лише спричиняють деформування поверхні матеріалу робочого органу. Вони виділили три ймовірних режими, які визначають умови в залежності від співвідношення твердої частинки абразиву H_a і матеріалу H_m : перший – при умові $H_a > H_m$, спостерігається зростання спрацювання металу; другий – при $H_m = H_a$ величина спрацювання є постійною; третій – при $H_m > H_a$ відбувається незначне абразивне спрацювання металу.

Зростання зносостійкості є ступінчасте, при умові збільшення твердості матеріалу по відношенню до твердості абразивних частинок, про це свідчать роботи Львова П.Н., Тененбаума М.М, Ткачова В.Н., Хрущова М.М..

Висновок. Таким чином, із аналізу літературних джерел можна зробити висновок про те, що для забезпечення високої зносостійкості поверхонь робочих органів ґрунтообробних машин необхідно використовувати такі матеріали й покриття, основна структура яких по твердості дорівнює або перевищує твердість абразиву ґрунту.

Список використаних джерел

1. Сельскохозяйственная техника. ГОСТ 20915–75 Методы определения условий испытаний. [Введ. 01.01.77.] М.: Изд-во стандартов, 1975. 34 с.
2. Кузнецов В.Д. Физика твердого тела / В.Д. Кузнецов Т. 4, Томск, 1947. 760 с.
3. Маслов Е.Н. Основы теории шлифования металлов / Е.Н. Маслов М.: Машгиз, 1951. 167 с.
4. Маслов Е.Н. Теоретические основы процесса царапания

металлов / Е.Н. Маслов // Сб. «Склерометрия» М.: Наука, 1968. С. 24-43.

5. Львов П.Н. Износ и влияние износостойкости деталей строительных и дорожных машин / П.Н. Львов // Вестник машиностроения. 1956. № 1. С. 63-65.

6. Рабинович А.Ш. Стойкость и самозатачиваемость плужных лемехов и других режущих деталей сельхозмашин. Автореф. дисс. ... д-р техн. наук. 40 с.

УДК 631.316.022.4

ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІЦНЕННЯ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП НАНЕСЕННЯМ ЗНОСОСТІЙКИХ СМУГ

Рибалко І.М., доктор технічних наук, старший викладач

Тіхонов О.В., кандидат технічних наук, доцент

Гобиш В.С., здобувач вищої освіти

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Вивчивши характер зношування лап культиватора запропоновано новий спосіб їх зміцнення по периметру робочої поверхні [1]. Спосіб полягає в наплавленні на поверхню лапи зносостійких смуг (валиків) з введенням модифікуючої домішки з нано- і дисперсними алмазами або матеріалу природного походження – глини [2]. Смуги на стрілчастій лапі культиватора формували згідно рис. 1, з урахуванням інтенсивності та характеру її зносу. Згідно характеру зношування, зміцнюючим покриттям будуть сформовані смуги носка довжиною 20мм, а крил – 12-15мм з відстанню між ними не менше 10мм, щоб запобігти перекриття зон термічного впливу.

Оптимальні розміри смуг визначені з умов формування напруженого стану при наплавленні електродом, а також якістю покриття і схильністю металу до пошкоджуваності при зміцненні. Важливим є враховувати і виникаючі напруження в ріжучих кромках і перехідній зоні основи лапи – лезо, крилах при експлуатації. З урахуванням максимального зносу і деформації крил, зміцнюючі смуги в цих зонах наносили на протилежну поверхню щодо носку (рис. 1).

№ з/п	Варіант зміцнення	Знос, г	Відносний коефіцієнт зносу, %
4	Наплавлення електродом Т-620	0,0090	0,62
5	Наплавлення електродом Т-620 з додатковим введенням бентонітової глини	0,0066	0,45

З результатів випробувань слідує, що найкращі показники при оцінці зносостійкості показали зразки з додатковим введенням глини і немагнітної фракції детонаційної шихти з алмазними включеннями. Наплавлення по шлікерному покриттю істотних змін не вносить і за коефіцієнтом тертя вона знаходиться на рівні звичайного наплавлення електродом.

При введенні глини або шихти в відновлювальне покриття, зносостійкість підвищується в 1,3-2,0 рази відносно до нанесення його електродом без модифікування і в 2,0-3,0 рази – до звичайного матеріалу культиваторної лапи.

Виходячи з отриманих результатів випробувань, для підвищення стійкості культиваторних лап в експлуатації рекомендується при нанесенні відновлювальних покриттів використовувати вторинну сировину для модифікування і природні матеріали, які не тільки підвищують стійкість робочого інструмента машин, а й зменшують схильність їх до пошкоджуваності завдяки мінімальному проплавленню тонкостінного виробу культиваторної лапи і зниженню перетину перехідного шару та рівня напружень.

За запропонованою схемою наплавлення зміцнюючих смуг на робочу поверхню стрілкової лапи культиватора (рис. 1) наносили смуги (рис. 2). Наплавлення проводили з урахуванням наступних параметрів: $I=180-200\text{A}$, $U=68\text{В}$.



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд зміцнюючих смуг, нанесених на культиваторну лапу вітчизняного виробництва: а – носок; б – крила

Проведені стендові випробування в умовах виробництва ДП «Завод імені В.О. Малишева» показали підвищення зносостійкості модифікованих покриттів глиною в ~2,5 рази. Наразі проводяться випробування в умовах підприємства.

Список використаних джерел

1. Спосіб підвищення зносостійкості стрілчастої лапи культиватора: пат. 130824 Україна: МПК (2018.01) A01B 23/00, A01B 35/00 / Т.С. Скобло, О.І. Сідашенко, І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, О.К. Олейник. № u2018 06896. заявл. 19.06.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл.№ 24.

2. Спосіб підвищення якості та експлуатаційної стійкості відновлюючих покриттів їх модифікуванням маловитратною домішкою: патент 147660 України, МПК C23C 4/131 (2016.01) / Скобло Т.С., Нанка О.В., Рибалко І.М., Сайчук О.В., Тіхонов О.В., Сатановський Є.А., Олейник А.К., Захаров А.В. №u2020 08115. заявл. 18.12.2020; опубл. 02.06.2021, Бюл.№ 22.

3. Improving the wear resistance of hoe blades by modifying of restoration coatings / T.S. Skoblo, I.N. Rybalko, A.V. Tihonov, T.V. Maltsev // Problems of Tribology – 2019. - 94 (4) - P. 27-31. DOI: <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2019-94-4-27-32>

4. Evaluation of the wear of the duckfoot sweep cultivator blades and the technology of their hardening / T.S. Skoblo, I.M. Rybalko, O.V. Nanka, O.V. Saychuk // Problems of Tribology – 2021. - V. 26, No 2/100. – P. 6-18. DOI: <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2021-100-2-6-18>

ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ INDUSTRY 4.0 В МАШИНОБУДІВНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Бородатий Д.Г., здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр»

Кольвах Д.В., здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр»

Муравльов В.В., кандидат технічних наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет

В структурі світової економіки, яка постійно зазнає змін, машинобудування, є однією із галузей, які потребують впровадження сучасних інформаційних технологій та систем. Це дозволяє

створювати додаткову вартість пропонованої на ринку продукції. Вітчизняні підприємства машинобудівної галузі сьогодні знаходяться в ситуації, обмежених вільних обігових коштів та фінансових ресурсів. Це стає суттєвою перепорою на шляху впровадження сучасних систем планування ресурсів. Досвід використання ERP-систем в інших країнах показує, що підвищення купівельної вартості та конкурентоспроможності пропонованої інноваційними підприємствами продукції можливе за умов впровадження сучасного ІТ забезпечення, від якого залежить напрямки оновлення сфери послуг, розвиток внутрішнього та зовнішнього ринків. Інформаційно-інноваційне забезпечення є основою ефективного менеджменту машинобудівних підприємств, а запровадження хмарних технологій в структурі ERP-систем є основою для функціонування автоматизованих систем управління підприємством та основою для прийняття ефективних управлінських рішень.

Процеси впровадження інформаційних систем (ІС) на підприємствах України розпочалися близько 20 років тому й були зумовлені швидким розвитком інформаційних технологій, ускладненнями процесів управління. Необхідність застосування ІС стала передумовою для раціональної організації управління виробництвом і своєчасного прийняття рішень щодо оптимального ведення господарства. Найбільш поширеною концепцією інформаційних систем для сучасних машинобудівних підприємств є ERP-системи.

Сьогодні в українському машинобудуванні склалася ситуація, за якої підприємства, які потребують в новітніх технологіях, потребують впровадження сучасного устаткування. Підприємства очікують від держави активного залучення інвестицій до машинобудівної галузі. Основними напрямками інноваційної діяльності в машинобудуванні України є:

- 1) виробництво конкурентоспроможної за ціною та якістю продукції, що забезпечує, у першу чергу, реалізацію ресурсо- і енергозберігаючих технологій у галузях реального сектора економіки;
- 2) забезпечення технологічного переозброєння та автоматизації машинобудівних виробництв;
- 3) застосування прогресивних методів високоточної обробки конструкційних матеріалів, високопродуктивних інструментів, що дозволяють ефективно використовувати ріжучі властивості металокераміки, а також інших перспективних матеріалів;

- 4) підвищення якості поверхонь деталей та металоконструкцій;
- 5) механізацію та автоматизацію складальних процесів;
- 6) розвиток сучасних методів контролю та діагностики деталей, вузлів, агрегатів і машин у процесі виготовлення, експлуатації.

Задля вирішення інноваційних завдань, проектним та іншими організаціями не вистачає належної взаємодії з науковими установами та вищими навчальними закладами. Переважна більшість господарюючих суб'єктів ведуть розробку та реалізацію нових техніко-технологічних рішень самостійно. Це підтверджує і незначну кількість спеціалізованих фірм, що займаються пропагандою та впровадженням інновацій у регіонах. На машинобудівних підприємствах слабкі науково-технічні, технологічні й конструкторські структури. На багатьох із них взагалі відсутні спеціалізовані науково-дослідні підрозділи, а розробкою інноваційних процесів, зазвичай, займаються маркетингові служби. Простежується пріоритет виробничого проектування, інших видів підготовки виробництва для випуску нових продуктів, впровадження нових послуг або методів виробництва.

Однак, варто зазначити, що все зводиться до вдосконалення або відновлення наявного устаткування, оскільки практично не приділяється увага на придбання нових технологій та навчання персоналу. Однією із основних проблем є також недостатність фінансування інноваційних процесів [1]. Так, для розробки й впровадження інноваційних проектів потрібні серйозні інвестиції, але досить часто єдиним джерелом фінансування інноваційних процесів є самі машинобудівні підприємства.

Проблема полягає не тільки у необхідності фінансової підтримки окремих підприємств, але також має важливе значення розробка на регіональному рівні програм державної підтримки інноваційних процесів у машинобудівній промисловості, бізнес-інкубаторів, технопарків, особливих економічних зон і центрів трансферу технологій.

Вирішення цих проблем можливо тільки в результаті спільних зусиль учених, директорів підприємств машинобудування, власників та керівників потенційних замовників устаткування [2].

Тому на державному рівні підтримка подібних процесів проводиться шляхом створення в регіонах Центрів Індустрії 4.0. А після прийняття постанови КМУ № 750 від 21.07.2021 «Щодо сприяння впровадженню технологічного підходу «Індустрія 4.0» в

Україні» стало можливим відкриття подібних центрів і у структурі вищих навчальних закладах. Якщо до 2021 року в Україні були відкриті центри Industry 4.0 в КПІ та ХАІ, як відокремлені структурні підрозділи, то з 1 вересня 2021 р. в Полтаві в ПДАУ створено «Центр впровадження Індустрії 4.0», який входить в структуру університету. Його основна мета – розроблення та впровадження перспективних інформаційних технологій, організація та проведення інформаційно-просвітницьких заходів, організація навчання, формування зв'язків між підприємствами-розробниками технологій, виробничими підприємствами, закладами вищої освіти, науковими установами, органами державної влади, об'єднаннями громадян.

Створення подібних платформ для впровадження інновацій повинно якісно змінити машинобудівну галузь України.

Список використаних джерел

1. Індустрія 4.0 в машинобудуванні, стан та перспективи розвитку в Україні, аналітичний звіт, 2018, ПДАУ.
2. Незалежний портал «ERP-online» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.erp-online.ru/>