

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БЛОЧНО-ПОРЦІЙНОГО ВИВАНТАЖУВАЧА КОНСЕРВОВАНИХ КОРМІВ ШЛЯХОМ ГІДРОФІКАЦІЇ ПРИВОДА РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Рассматриваются принципы конструирования и проектирования современной гидроприводной сельскохозяйственной техники, приведены пути повышения эксплуатационной надежности блочно-порционного отделителя консервированных кормов за счет его гидрофикации. Описан гидравлический привод механизма блочно-порционного отделителя консервированных кормов, который позволяет согласовать работу привода ножевого механизма с его подачей.

Principles of constructing and planning of sovremenoy of gidroprivodnoy selskokhozyaystvenoy technique are examined, the ways of increase of operating reliability of block a carte separator of the canned forage are resulted due to his gidrofikacii. The hydraulic drive of mechanism of block a carte separator of the canned forage, which allows to coordinate work of drive of knife mechanism with his serve, is described.

Вступ

Сучасне сільськогосподарське машинобудування відзначається високим рівнем автоматизації машин та виробничих процесів в цілому, що призводить до загострення конкуренції серед виробників даної продукції. Надлишкові виробничі потужності, зростання продуктивності праці за рахунок впровадження робототехніки, автоматизації, підвищення надійності та довговічності машин призвели останнім часом до зменшення попиту на ринку сільськогосподарської техніки. Тому в умовах конкурентної боротьби за ринки збуту виробники сільськогосподарської техніки намагаються використовувати максимальну кількість оригінальних новинок, спроможних підвищити споживчі якості виробів [1].

Подальший розвиток сільсько-господарської техніки пов'язаний не лише із збільшенням енергонасиченості, так і з необхідністю оптимізації використання цієї енергії. Така техніка потребує інтелектуальних приводних систем, обладнаних датчиками для контролю процесу та реагуючих на відхилення від заданих параметрів.

Постановка проблеми

Консервовані корми складають основу зимових раціонів (понад 50% загальної поживності раціонів) великої рогатої худоби. Однак при заготівлі саме цих кормів спостерігаються найбільші втрати поживних речовин (силосу 25 - 40%, сінажу 20 - 25%), що обумовлюються, насамперед, недосконалістю вітчизняних технологій заготівлі, консервування, зберігання та вивантаження. Нині на більшості тваринницьких ферм, де утримують

велику рогату худобу, для вивантаження консервованого корму використовують універсальні навантажувальні засоби типу СНУ-550, ПФ-0,5, ПЕ-1 "Карпатець", ПЕ-0,8 та ПКУ-0,8. Дані конструкції зазвичай не відповідають зоотехнічним вимогам до вивантажувачів консервованих кормів, де зазначено, що "...робочий орган після дії на кормовий моноліт повинен забезпечувати рівну і нерозрхлену поверхню" [2].

Для вивантаження консервованих кормів з сховищ і навантаження в транспортні засоби в країнах Західної Європи великої популярності набули механізми для блочно-порційного вивантаження. До переваг даного способу належать: мобільність і маневреність, висока продуктивність, низька металоємкість, можливість варіювання технології годівлі в залежності від поголів'я, розміщення тваринницьких приміщень та наявності кормозмішувачів у господарстві, а також запобігає повторній ферментації за рахунок якісного виконання технологічного процесу відокремлення корму від моноліту. Такі вирізуючі механізми випускають фірми: Strautmann, BvL van Lengerich, V. d. Heid, Vicon, Kuhn, Fella, Trioliet, Henrich Schaffer; Bressel und Lade; Stoll (Німеччина); Emily, Kuhn, Lucas, Jeantil, Belair (Франція); Seko, Agm (Італія); Trioliet (Голандія); Gehl (США); Maddelande (Швейцарія) та ін. Слід зауважити, що даний спосіб був розроблений ще у 70-х роках ХХ століття, але найбільшої популярності він набув в наш час. В Україні не випускаються механізми для блочного вивантаження, що пояснюється недостатнім рівнем наукових та конструктивних розробок, в наслідок цього на ринку відсутні вивантажувальні засоби вирізуючого типу вітчизняного виробництва.

Аналіз останніх досліджень

Блочно-порційному вивантаженню консервованих кормів присвячені роботи [3–5], в яких зазначено, що основним показником ефективності вивантажувача консервованих кормів є енергоємність виконуваного ним технологічного процесу. Технологічний процес роботи блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів з активними робочими органами залежить перш за все від фізико-механічних властивостей консервованого моноліту, конструктивно-технологічних параметрів робочого органа та способу подачі ножового механізму до зони різання.

При проектуванні нового блочно-порційного вивантажувача вибраний спосіб подачі ножового механізму визначає його конструктивні та технологічні параметри. Вибір того чи іншого способу подачі необхідно здійснювати із урахуванням розмірних характеристик кормової маси, яка перерізається, і перевантажень, які можуть виникати протягом різання.

При прямолінійній подачі робочого органа для забезпечення оптимальних умов різання ножі у кожному хвилину часу повинні переміщатися на певну величину. Даною величиною є подача на ніж, причому збільшення чи зменшення цієї величини веде до збільшення енерговитрат. При збільшенні швидкості подачі механізму різання при постійній частоті обертання вала привода потужність на різання зростає. Це пов'язано з тим, що подача матеріалу на один хід ножа збільшується. Опір на лезо ріжучих елементів ножа збільшується, і це призводить до підвищення потужності різання. Таким чином, для забезпечення оптимальних умов протягом усього процесу різання необхідно, щоб подача на ніж з метою стабілізації сили різання змінювалася відповідно до зміни опору процесу різання.

Слід зазначити, що забезпечення оптимальних умов роботи протягом усього процесу різання найбільш важливо при різанні крупної фракції корму, позаяк дозволяє запобігти перевантаженню, що призводить до збільшення енерговитрат і передчасному зносу ріжучого органа.

З технічної точки зору, виконання даної умови легко реалізувати за допомогою гідравлічного привода, який забезпечує регульовану подачу робочого органа. Порівнявши переваги та недоліки приводів, для привода блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів прийнято гідравлічний привод, оскільки він має низку переваг [6]:

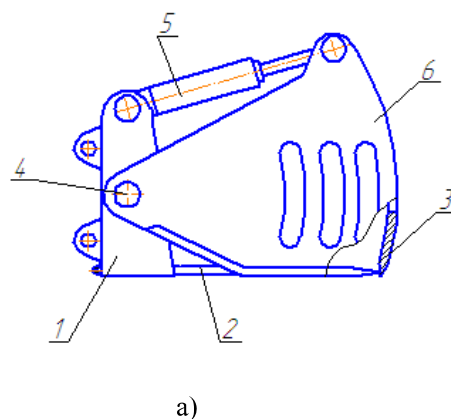
- простіша конструкція привода робочих органів, різноманітних по використанню потужності та по характеру виконання операцій, що діють як послідовно, так і паралельно;
- можливість значного віддалення робочих органів від джерела енергії, а також різноманітна їх конструкція;
- забезпечення незалежності виконання технологічного процесу для деяких паралельно працюючих робочих органів;
- безступеневе регулювання швидкості робочих органів, запобігання їх перевантаженню;

- покращення умов роботи механізаторів, можливість автоматизації технологічного процесу;
- зниження металоємності конструкції сільськогосподарської техніки.

Перераховане вище свідчить про переваги гідропривода і недоліки механічного, що використовуються у тих машинах, в яких від одного джерела енергії (двигуна) відбувається розходження потоку потужності по окремих робочих органах. У цьому випадку використання механічного привода не дозволяє без ускладнення кінематичного ланцюга даного привода змінити силовий і швидкісний режими окремих агрегатів і робочих органів, особливо, якщо це необхідно здійснювати протягом руху.

Виходячи із вище викладеного, з метою підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача виникла необхідність розроблення гідравлічного привода його робочих органів.

Розглянемо два основних приводи робочих органів блочно-порційного вивантажувача. Найбільшого поширення набули вирізаючі механізми “алігаторного” — відкусуючого типу з приводом робочого органа від гідроциліндрів (рисунок 1) [2].



б)

Рисунок 1 — Вирізаючий механізм “алігаторного” відкусуючого типу з приводом робочого органа від гідроциліндрів: 1 — рама, 2 — вила, 3 — ніж, 4 — вісь, 5 — гідроциліндр, 6 — П-подібна рамка

Вирізаючий механізм працює за таким принципом: вила 2 горизонтально заглиблюються в кормовий моноліт під напором трактора. Після чого включаються гідроциліндри 5, які приводять у рух П-подібну рамку 6 з ножами 3, ріжучий механізм вирізає із масиву силосний блок, відповідаючи конфігурації несучих вил. Після чого вила підіймаються, виймаючи при цьому блок із силосованої маси, який переноситься вивантажувачем на вилах до тваринницького приміщення, або вивантажується до кормозмішувача. Особливістю роботи даного вирізаючого механізму є необхідність руху штоків двох гідроциліндрів з однаковими швидкостями незалежно від навантаження на штоках.

На рисунку 2 показано принципову схему гідросистеми, яка забезпечує синхронічну роботу двох гідроциліндрів двосторонньої дії - Ц1 і Ц2 в двох напрямках. При постійному напрямку потоку робочої рідини від насоса Н через ділильник потоку ДП змінення напрямку руху поршня здійснюється розподільниками Р1 і Р2. Незалежно від напрямку руху поршнів рідина із циліндрів витискається через розподільники і напірний клапан КН2 в гідробак. Напірний клапан КН1 захищає гідросистему від перевантажень [6]. Недоліком вказаної гідравлічної схеми є дросельний ділильник потоку, який переважно розрахований на обслуговування не більше двох споживачів, при цьому неминучі втрати тиску в дроселі, який має обмежене використання в системах з відносно невеликою витратою рідини.

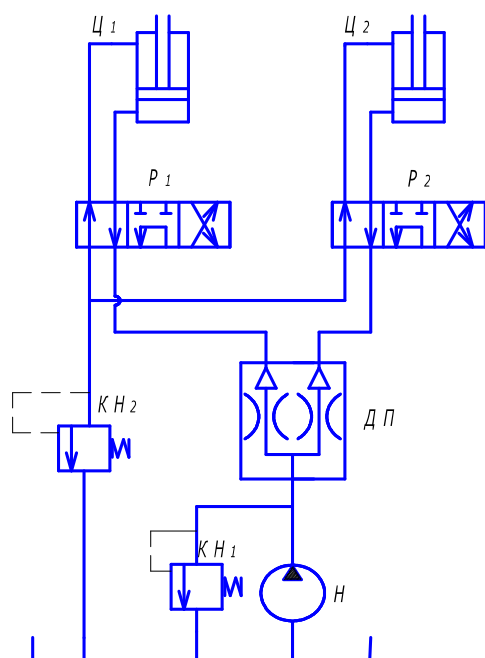
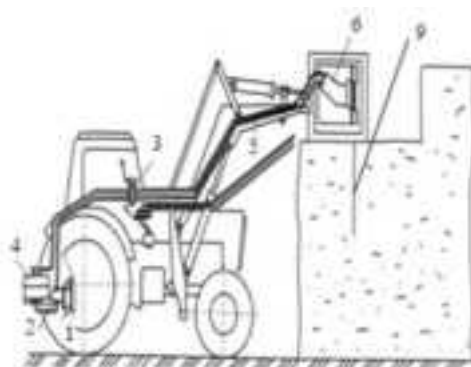


Рисунок 2 — Гідравлічний привод блочно-порційного вивантажувача з приводом робочого органа гідроциліндрами

До переваг “алігаторного” типу можна віднести малу тривалість операції різання порції корму в залежності від виду консервованого корму і конструкції ріжучого ножа — пряма або із зубами — цей процес може становити від 5—15 с. До основних недоліків даних навантажувачів

можна віднести значні зусилля різання, що призводить до збільшення параметрів рами, зубів і внаслідок цього до збільшення металоємності конструкції.

Розглянемо гідравлічний привод блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів з приводом робочих органів гідроциліндром та гідромотором (рисунок 3) [3]. Гідросистема складається з двох окремих приводів — гідроциліндра 7 подачі каретки 8 та гідромотора 6 ножа 9. Гідроциліндр 7 подачі ножа підключений до вільного каналу гідросистеми трактора з насосом НШ-32-У. Для приводу гідромотора встановлено додаткову гідросистему, привод якої від вала відбору потужності трактора, що містить редуктор 1, два насоси 2 (НШ-32-У), гідророзподільник 3 типу Р-75-33, гідробак 4, трубопровід 5 і гідромотор 6 аксіально-поршневого типу. Привод гідросистеми здійснюється від вала відбору потужності трактора. Керування гідроциліндром подачі каретки і гідромотором здійснюється з кабіни трактора одночасно двома розподільниками.



а)



б)

Рисунок 3 — Гідравлічний привод блочно-порційного вивантажувача з приводом робочих органів гідроциліндром та гідромотором: 1 — редуктор, 2 — насос, 3 — розподільник, 4 — гідробак, 5 — трубопровід, 6 — гідромотор, 7 — гідроциліндр, 8 — каретка, 9 — ніж

До недоліків даного гідравлічного привода слід віднести окремі приводи гідроциліндра і гідромотора, які не пов'язані одним джерелом живлення, а також відсутність регулювання швидкості руху штока гідроциліндра, що призводить до підвищення енергоємності, зниження ефективності роботи системи, збільшення паливних витрат та перевантаження гідромотора.

Сучасний розвиток конструкцій сільськогосподарських машин відбувається у напрямі концентрації значної кількості різноманітних операцій, що виконуються такими машинами. У зв'язку з цим особливу актуальність набуває питання оснащення таких машин відповідною кількістю активних робочих органів, яких у переважній більшості оснащено гідроприводами постійної витрати на базі гідророзподільників релейного типу. Ці гідросистеми відзначаються надійністю і невисокою вартістю, але за необхідності виконання точних переміщень чи регулювання витрати робочої рідини, яка подається на виконавчий гідродвигун, у них виникають значні втрати потужності, а отже не можуть забезпечити оптимальності технологічних процесів [7]. У розвинених країнах у приводах робочих органів мобільних машин досить часто використовують гідроприводи, чутливі до зміни навантаження, які забезпечують одночасну роботу декількох робочих органів у регульованих режимах з пропорційністю тиску на виході насоса найбільшому з навантажень на виконавчих органах. Вони отримали назву "гідроприводи з LS-регулюванням" або "гідроприводи, чутливі до навантаження". Особливістю цих гідроприводів є забезпечення руху гідродвигунів як поступальної, так і обертальної дії, від одного гідронасоса за наявності тиску в напірній гідролінії, що відповідає найнавантаженішому гідродвигуну. Це забезпечує зменшення втрат потужності у порівнянні з гідроприводом постійної витрати, оскільки контроль величини витрат робочої рідини в робочих контурах автоматично коректується з величиною витрат в напірній гідролінії у разі відхилення тиску навантаження від заданих значень [8]. В гідроприводі, чутливому до зміни навантаження, підтримується постійне значення зрівноважувального перепаду тиску на дроселюючому елементі гідропривода та витрати насоса.

Основна частина

Конструктивну схему блочно-порційного відокремлювача консервованих кормів показано на рисунку 4.

Різок вивантажувача складається з вертикальної рами 1, на нижньому брусі 2 якої закріплено вила 3, також на рамі розміщено П-подібну рамку 4 з ріжучими ножами 5, вертикальне переміщення якої здійснюється за допомогою гідроциліндра 6 та поперечної тяги 9, а відокремлення консервованого корму від моноліту у вертикальній площині здійснюється за допомогою ножевого механізму з приводом від гідромотора 8 [9]. Блочно-порційний відокремлювач навішується на стрілу 7 фронтального навантажувача на базі трактора МТЗ-82.

Механізм працює таким чином. При крайньому верхньому положенні П-подібної рамки 4 вила 3 під напором трактора горизонтально занурюються у кормову масу,

фіксує її відносно механізму. Після цього включається гідроциліндр 6 і гідромотор 8. Гідроциліндр 6 забезпечує зворотно-поступальне переміщення П-подібної рамки у вертикальній площині через поперечну тягу 9. Зворотно-поступальна дія рухомих ножів здійснюється за допомогою гідромотора 8. При вертикальному переміщенні П-подібної рамки по направляючих 10 зверху донизу відрізана порція корму має форму паралелепіпеда.

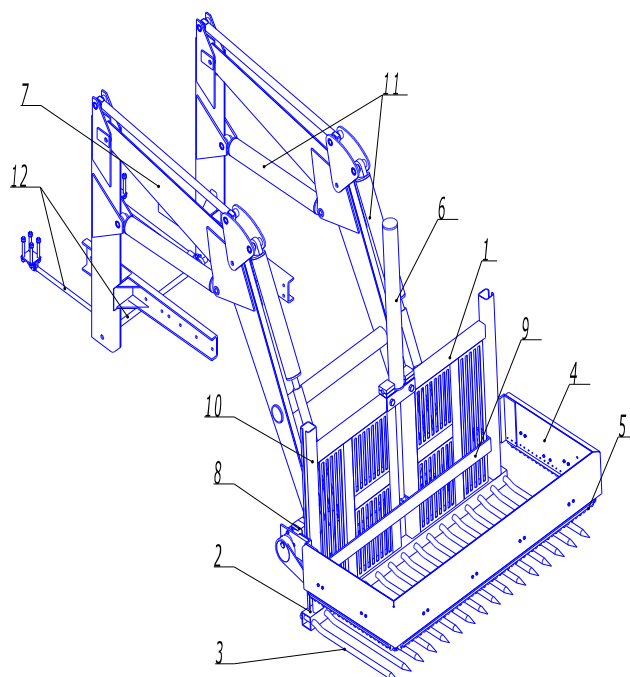


Рисунок 4 — Розроблений блочно-порційний відокремлювач консервованих кормів: 1 — рама блоко-різки, 2 — нижній брус, 3 — вила, 4 — П-подібна рамка, 5 — ріжучі ножі, 6 — гідроциліндр, 7 — стріла, 8 — гідромотор, 9 — поперечна тяга, 10 — направляючі, 11 — гідроциліндри стріли, 12 — елементи кріплення

Для відділення наступної порції корму П-подібна рамка повертається у верхнє положення, здійснюючи холостий хід, після чого процес повторюється.

Для підвищення ефективності використання механізму для блочно-порційного вивантаження консервованого корму, зниження витрат при його функціонуванні, підвищення продуктивності постала необхідність у вирішенні проблеми створення гідравлічного привода подачі П-подібної рамки блочно-порційного відокремлювача консервованих кормів, що дозволить зменшити швидкість подачі при ускладненні процесу різання.

Мета гідрофікації — створення гідравлічного привода блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів, чутливого до зміни навантаження на гідромоторі, в якому швидкість подачі П-подібної рамки в кормовий масив буде відповідати нормальним умовам різання (потік робочої рідини до гідромотору забезпечує швидкість різання матеріалу, узгоджену з подачею П-подібної рамки).

Гідравлічну схему привода ножевого механізму блочно-порційного відокремлювача показано на рисунку 5.

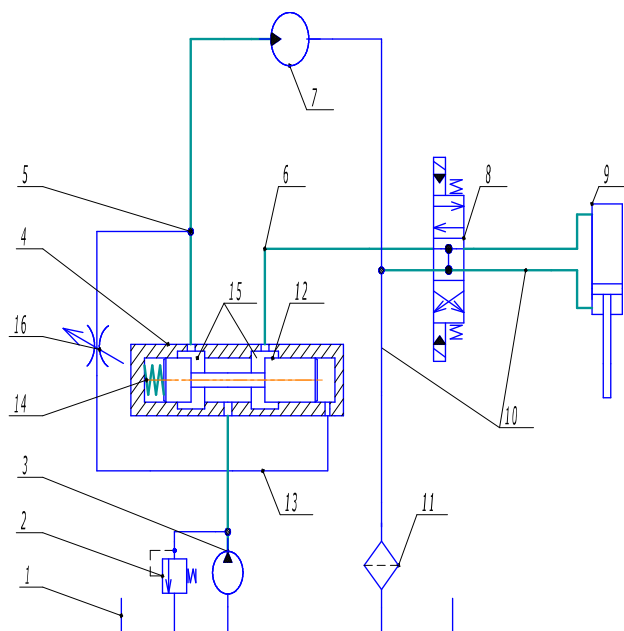


Рисунок 5 — Гідравлічна схема привода блочно-порційного відокремлювача консервованих кормів

Гідравлічний привід блочно-порційного відокремлювача консервованих кормів містить гідробак 1, запобіжний клапан 2, гідронасос 3, золотниковий ділильник потоку 4 з лінією керування 13, гідромотор 7, керований золотник 12, гідролінії напору 5,6, чотирьохлінійний трипозиційний розподільник з електрогідравлічним керуванням 8, гідроциліндр 9, гідролінії зливу 10, фільтр 11, дросель 16 та пружину 14.

Принцип дії гідравлічного привода блочно-порційного відокремлювача консервованих кормів наступний.

При виключеному насосі золотниковий ділильник потоку 4 знаходиться в крайньому правому положенні, при цьому між кромками корпусу і золотника 12 утворюється дроселююча щілина 15, що забезпечує мінімальну необхідну площу протікання робочої рідини.

При включенні насоса робоча рідина подається одночасно до гідромотора 7 та гідроциліндра 9 через чотирьохлінійний трипозиційний розподільник з електрогідравлічним керуванням 8 і гідролінії напору 5, 6. Тиск у гідролінії 5 зростає та по лінії 13 цей тиск передається до правої торцевої порожнини золотника 12. Для забезпечення плавності регулювання потоку робочої рідини у лінії 13 встановлено дросель 16. Під дією тиску золотник 12 займає положення, при якому потік робочої рідини до гідромотору 7 забезпечує швидкість різання матеріалу, узгоджену з подачею П-подібної рамки гідроциліндром 9. Рідина з порожнини гідроциліндра 9 через розподільник 8 і фільтр 11 зливається до баку.

При подачі рідини тиск в гідролінії 5 зростає при збільшенні навантаження і відповідно зростає тиск під правим торцем золотника 12, що призводить до його пе-

реміщення вліво. В результаті подача рідини в порожнину гідромотора 7 збільшується і процес різання інтенсифікується, а кількість рідини, що надходить у порожнину гідроциліндра 9, зменшується, що зменшує подачу П-подібної рамки до кормового масиву. Саме цим реалізується умова зменшення швидкості подачі при ускладненні процесу різання.

При переміщенні 4-лінійного трипозиційного розподільника з електрогідравлічним керуванням 8 у положення підйому гідроциліндра 9 гідромотор 7 працює у холостому режимі. У результаті цього тиск падає, золотник 12 переміщається у крайнє положення праворуч під дією пружини 14 і основний потік робочої рідини тече до штокової порожнини гідроциліндра 9, забезпечуючи максимальну швидкість підйому П-подібної рамки. При цьому незначна витрата рідини, що надходить на вхід гідромотора 7 забезпечує його обертання в уповільненому режимі.

Висновок

Розроблений гідравлічний привід ножевого механізму блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів дозволяє врахувати особливості технологічного навантаження за різних умов роботи машини, а також підвищити продуктивність вивантаження консервованого корму. Гідравлічний привід, чутливий до зміни навантаження на гідромоторі, на базі золотникового розподільника потоку забезпечує роботу гідропривода у таких режимах: розвантаження гідронасоса, регулювання витрати гідродвигуна та захист гідропривода від перевантаження.

Література

1. Соколов, А.В. Новые гидросистемы сельхозмашин (из зарубежного опыта) / А.В. Соколов, В.К. Аснач, А.Д. Сакжиев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 1989. — №12. — С. 53—55.
2. Кравчук, В.І. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів: Науково-практичний посібник / В.І. Кравчук, М.М. Луценко, М.П. Мечта. — К.: Фенікс, 2008. — 104 с.
3. Дубинин, В.Ф., Павлов, И.М. Обоснование конструкции рабочего органа для блочной выемки консервированных кормов к погрузчику ПЭА-1.0: Отчет о НИР/ Всесоюз. Науч.-техн. информ. центр: № г.р. 81099597, Инв. №0052856, Саратов, 1985. — 59 с.
4. Дубинин, В.Ф., Павлов, И.М., Макаров, С.А. Патент РФ №2174300 “Устройство для отрезания и погрузки силоса и сенажа” // Бюл. Изобр. — № 28. — 10.10.2001.
5. Толканов, А.А. Повышение эффективности технологического процесса и обоснование параметров рабочего органа погрузчика для блочной выемки консервированных кормов. Дис... канд. тех. наук. Саратов, 1998. — 175 с.
6. Андреев, А.Ф. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро и пневмомашины и передачи: Учеб. пособие для вузов / А.Ф. Андреев, Л.В. Барташевич, Н.В. Богдан и др.; Под ред. В.В.Гуськова. — Мн.: Выш. шк., 1987. — 310 с.

7. Козлов, Л.Г. Вдосконалення систем керування гідроприводів з LS-регулюванням: дис...канд. техн. наук: 05.02.03/ Козлов Леонід Геннадійович. — Вінниця, 2000. — 320 с.

8. Бондарь, В.А. Система Load-Sensing в сільськогосподарській техніці // Вибрации в технике и технологиях. — 2003. — №4 (30). — С.19—25.

9. Декларативний патент України на корисну модель № 67046 У, МПК А01D 87/00 / Механізм для відрізання і вивантаження силосу та сінажу / М.І. Іванов, В.С. Руткевич, І.М. Подолянин, С.А. Шаргородський, М.В. Зінев; заявник та патентовласник Вінницький національний аграрний університет. — № u 2011 09466; заявл. 28.07.11; опубл. 25.01.2012, Бюл. №2.

Надійшла 15.03.2013