

Грушецький С. М.

Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: g.sergiy.69@mail.ru

Сорокін С.П.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка м.Харків, Україна

E-mail: sorokinsp@rambler.ru

**ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ
КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ
КОМПАНІЇ GRIMME**

УДК 631.356.46

Україна має унікальний природний потенціал, що дозволяє стати лідером по виробництву сільськогосподарської продукції в Європі. Проте, для успішного виходу на західні ринки необхідно забезпечити перш за все конкурентоспроможність власної продукції, яка досягається при комплексній механізації технологічних процесів, зниженні затрат праці, збільшенні врожайності та якості одержуваної продукції. Викладені результати техніко-технологічного аналізу робочих органів картоплезбиральних комбайнів компанії GRIMME: бадилеподрібнювача, підкопуючого робочого органу, систем регулювання всіх сепаруючих пристроїв, систем візуальний контроль з управлінням за допомогою шин, систем автоматичного водіння, систем точного землеробства та рекомендації з їх застосування в сучасних умовах ведення аграрного виробництва.

Ключові слова: аналіз, картоплезбиральних комбайнів, Grimme, картопля, технологія, Selbstfahrer, DS 80 bzw, DS 100, DSL 1700, SF 150-60, SF 3000, SF 1700 DLS/GBS, Varitron 200, Varitron 220, Varitron 270, Tectron 410, Tectron 415, Varitron 470, MultiSep, GentleFlow, ErgoDrive, Terra Control, Clean Control, Visual Protect, двигун Mercedes-Benz, автопілот, гусенична ходова система, система (ASR), очищення вихлопних газів SCR, кольоровий монітор.

Вступ. Урядом України обрано стратегічний курс на розвиток в аграрно-індустріальному напрямку. Україна має унікальний природний потенціал, що дозволяє стати лідером по виробництву сільськогосподарської продукції в Європі. Проте, для успішного виходу на західні ринки необхідно забезпечити перш за все конкурентоспроможність власної продукції, яка досягається при комплексній механізації технологічних процесів, зниженні затрат праці, збільшенні врожайності та якості одержуваної продукції [1].

В нашій країні, на жаль, вирощування картоплі у багатьох випадках здійснюється за старою, традиційною технологією. Потрібно негайно оновлювати техніку, що морально застаріла та вкрай зношена. Також постає проблема удосконалення існуючих та винайдення нових перспективних робочих органів картоплезбиральної техніки.

Проблемі вирощування та збирання картоплі присвячено чимало друкованих праць. Проблемами картопляної галузі займаються такі вчені, як Ходаківський Є.І., Приймачук Т.Ю., Лавров Р.В., Бондарчук А.А., Бендера І.М., Фірман Ю.П., Грушецький С.М. та ін. [2-10].

Стратегічні питання по вирощуванню картоплі в Україні із використанням найсучасніших техніки і технологій, яка б мала конкурентоспроможні якісні показники, дослідники у своїх працях, на жаль, оминають. Тому, розуміння сучасного стану в галузі картоплярства є завжди актуальною проблемою.

Постановка проблеми. Виконати техніко-технологічний аналіз картоплезбиральних комбайнів компанії GRIMME. На основі виконаного аналізу запропонувати рекомендації щодо використання картоплезбиральних комбайнів компанії GRIMME в господарствах з різними умовами збирання картоплі.

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems

Результати дослідження. Аналіз інформації, розміщеної на сайті компанії Grimme <http://www.grimme.com/de> [11], показує, що поворотними віхами розвитку комбайнобудування картоплезбиральної техніки почалося з 1956 року. Компанія Grimme відкрила серійне виробництво причіпних картоплезбиральних комбайнів. Першою країною для експорту стала Голландія, яка до цих пір є одним з найважливіших регіонів збуту. Важливою віхою в історії компанії став 1966. Фірма Grimme розробила перший картоплезбиральний комбайн з гідравлічними функціями, завдяки чому протягом всього одного року вийшла в лідери німецького ринку. У 1969 році Франц Грімме старший розробив перший у світі самохідний картоплезбиральний комбайн (рис. 1).



Рис. 1 – Аналіз історії комбайнобудування компанії Grimme

Зробимо техніко-технологічний аналіз най сучасного, інноваційного, самохідного картоплезбирального комбайна компанії Grimme Varitron 470 (рис. 2) – 4-х рядний підкопуючий пристрій, бункер об'ємом 7 т, висока ефективність сепарації, колісний ходовий механізм, 435 к.с.



Рис. 2 – Загальний вигляд картоплезбирального комбайна компанії Grimme VARITRON 470

Серія самохідних машин Varitron відрізняється високою здатністю адаптації до умов завдяки широкому вибору сепаруючих пристроїв Multi Sep, роликів сепаратор, елеватор подрібнення бадилля з високою продуктивністю. Зі зручної кабіни операторові відкривається хороший огляд підкопуючого пристрою і просіваючих транспортерів.

Комбайн дуже маневрений, оснащений колісною ходовою частиною. Сучасний двигун Mercedes-Benz відповідає рівню викидів Євро IV і, завдяки автономному пересуванню, є дуже економним.

Використання комбайна:

1. Покращена вартість і менший знос завдяки економії дорогої конструкції, наприклад розподільних транспортерів в кільцевому елеваторі або тереблячому пристрійі.

2. Кут повороту керованих коліс передньої осі становить 63° , задньої осі до 20° , що зменшує внутрішній радіус повороту до 6 м і забезпечує високу маневреність.

3. Потік вороху по системі GentleFlow із суцільним просіваючим каналом, а також сепаруючий пристрій із розподілом потоку вороху на висоті з'єднання задньої осі.

4. Для того щоб знизити витрату палива, можна зменшити діапазон числа обертів, відповідно необхідної потужності для машини.

5. Комфортне робоче місце з гарним оглядом підкопуючого пристрою – нова концепція ErgoDrive з вільно-програмованими функціями прямого доступу до багатофункціонального важелю управління і панель управління, інтегрована в підлокітник, а також пульт управління з сенсорним екраном CCI 100 і VT 50.

Обладнання:

1. Підкопуючий пристрій з гребневими барабанами і системою Terra Control.

2. Ширина міжряддя 75 см.

3. Потік вороху по системі GentleFlow із суцільним просіваючим каналом, а також сепаруючий пристрій із розподілом потоку вороху на висоті з'єднання задньої осі.

4. Приймний транспортер, а також 1-й і 2-й просіваючий транспортери з гідравлічним приводом і можливістю окремого регулювання швидкості.

5. Вібраційний грохот з гідроприводом і регулюванням швидкості на першому просіваючому транспортері.

6. Теребильний валець 1-го сепаруючого транспортеру.

7. 1-й і 2-й просіваючі транспортери з реверсуванням.

8. Кільцевий елеватор шириною 1200 мм зі стрічкою з тканини.

9. Залежно від навантаження підвищення швидкості кільцевого елеватора для зменшення ризику засмічення.

10. Бункер в безперервному режимі копання, бункер з перевантажувальним транспортером об'ємом 7000 кг з можливістю реверсивного обертання донного транспортера.

11. Донний транспортер бункера з тканини.

12. 2 керованих передніх колеса 270/95 R54 з можливістю гідравлічного поперечного переміщення ± 100 мм, кут повороту коліс $\pm 63^\circ$.

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів
Technical service of agriculture, forestry and transport systems

13. 2 керованих задніх колеса 1×900/60 R32 ліворуч, 1×1050/50 R32 праворуч, кут повороту коліс ± 20°.

14. Гідростатичний індивідуальний привід коліс з підключенням протибуксуючої системи (ASR).

15. Двигун Mercedes-Benz (MTU) OM 470 LA: 320 kW/435 PS рівень IV (Tier 4 Final) з технологією очищення вихлопних газів SCR (AdBlue).

16. Кабіна з 6 світлодіодними прожекторами і з пневматично-складаючимися електрично-регульованими зовнішніми дзеркалами з обігрівом.

17. Повітряний компресор – нова концепція ErgoDrive з вільно програмованими функціями прямого доступу до багатofункціонального важелю управління і панель управління, інтегрована в підлокітник, а також пульт управління з сенсорним екраном CCI 100 і VT 50.

18. Система Clean Control – централізоване регулювання всіх сепаруючих пристроїв.

19. Кольоровий монітор, вкл. камеру заднього ходу і освітлення.

20. Система Visual Protect – візуальний контроль з управлінням за допомогою шин CAN-Bu.

Високопродуктивний бадилеподрібнювач (рис. 3), забезпечує надійний ефект подрібнення бадилля і чистоти картопляної грядки. Для безпечного транспортування на дорогах, бадилеподрібнювач швидко складається і на полі розкладається



Рис. 3 – Високопродуктивний бадилеподрібнювач

Скошування зеленого бадилля відбувається за допомогою ремня і видалення на бік (рис. 4).

Удосконалена система з гідравлічним приводом підкопуючого робочого органу (рис. 5), електронне управління глибини і ширини картопляної грядки є ідеальною комбінацією для якісної сепарації картопляного вороху.



Рис. 4 – Бадилеподрібнювач у робочому стані



Рис. 5 – Система підкопуючого робочого органу

З метою кращої сепарації і продуктивності, частина підкопуючих робочих органів може гідравлічно підніматися (рис. 6), а автопілот (рис. 7) направляє машину по рядкам.

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems

Завдяки автопілоту оператор може, в загальному, просто сидіти і насолоджуватися чудовими краєвидами, які відкриваються на картопляних полях.



Рис. 6 – 2 підкопуючі робочі органи у піднятому положенні



Рис. 7 – Автопілот у роботі

Картоплезбиральний комбайн компанії Grimme Varitron 470 (рис. 8) може працювати при різних ґрунтово-кліматичних умовах, змінними розділовими пристроями, найвищою продуктивністю при максимальному завантаженні, потужному поділі обладнання та поступове падіння бульб і оптимізований потік вороху.



Рис. 8 – Технологічна схема роботи картоплезбирального комбайна Grimme VARITRON 470

На липких ґрунтах виконує свою роботу – роликівий осьовий сепаратор (рис. 9).

Для використання у важких умовах можуть використовуватися ролики закриті (рис. 10), де картопля і по них транспортується.



Рис. 9 – Роликівий осьовий сепаратор

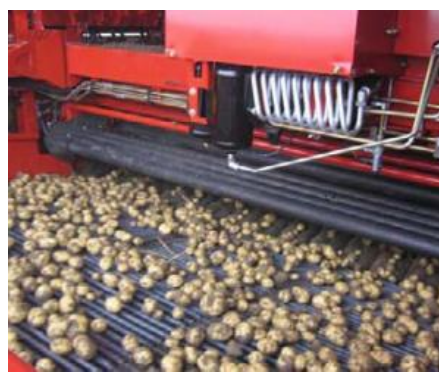


Рис. 10 – Роликівий сепаратор закритий

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems

Застосований Multisep відрізняється високою здатністю адаптації до умов завдяки широкому вибору сепаруючих пристроїв, а також в поєднанні з іншими пристроями поділу. Автоматичне налаштування (швидкість, напрямок обертання, відстань, регулювання висоти і кута нахилу).

Система MultiSepc 4 парами вальців (рис. 11) дозволяє з терміналу налаштувати гідравлічно зміну кута нахилу, обороти вальців, зазор і висоту гладких вальців, напрямок їх обертання. Тим самим система гарантує ефективне відділення домішок навіть на липких, грудкових ґрунтах. Для надзвичайно важких і липких ґрунтів завбачливі конструктори Grimme розробили роликівий сепаратор Varigo, що складається з дев'яти розташованих уздовж обгумованих пар вальців (відповідно, один спіральний і один гладкий). Його відмінною рисою є здатність за допомогою гідравлічних регулювань моментально реагувати на мінливі умови без зміни вальців. TwinSep повністю або частково перекриває роликівий сепаратор при збиранні картоплі зі слабкою шкіркою або ж на сухих і кам'янистих ґрунтах. Він має гідравлічний привід і може бути обладнаний шостим вальцем.

Не так давно розроблений елеватор OptiBags (рис. 12) розширив спектр функцій перевантажувального кільцевого елеватора. Зроблені з високоміцного поліуретану, ці «сумки» дуже добре відокремлюють бульби картоплі від дрібних грудок. Використання даного варіанта елеватора дозволяє розширити сумарну площу сепарації, а також збільшити пропускну здатність елеватора за рахунок збільшення ємності кожної окремої кишені елеватора. Що й казати, інженери дуже постаралися при розробці цієї машини. Буквально в кожній дрібниці відчувається німецька ощадливість. На нашу думку, якби курячі яйця росли на грядках, їх збір довірили б комбайнам компанії Grimme.



Рис. 11 – Система MultiSepc



Рис. 12 – Елеватор OptiBags

Не обійшли стороною конструктори і свою нову розробку – бункер з перевантажним транспортером (рис. 13). Картоплярство відомо поважає себе, що заявлений обсяг бункера, як правило, не відповідає реальному. Це з'ясовується тоді, коли транспортний засіб вже заповнено, а в бункері ще залишається картопля. Розташовується він зазвичай в розвантажувальній частині, і ця обставина не дозволяє використовувати повністю потенціал бункера, а значить, знижує продуктивність. Висота розвантаження дуже м'яко регулюється.



Рис. 13 – Бункер з перевантажним транспортером

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems

Завдяки реверсивному транспортеру бункера (рис. 14), що проходить також і по боковій стінці, частина картоплі повертається в бункер. Таким чином, всі 7 т обсягу бункера використовуються за призначенням.



Рис. 14 – Реверсивний транспортер бункера

Поєднання великого 65° кута повороту передніх коліс (рис. 15) і 19° кута повороту задньої осі обіцяє зробити Varitron 470 самим маневреним в своєму класі. Сучасна система ССІ з сенсорним екраном для управління ходовою частиною, двигуном і функціями підкопування дозволяє повністю контролювати процес збирання.

Два керованих передніх колеса 270/95 R54 з можливістю гідравлічного поперечного переміщення ± 100 мм, кут повороту коліс $\pm 63-66^\circ$.



Рис. 15 – Картоплезбиральний комбайн під час повороту

На задній осі в залежності від побажання замовника можуть бути встановлені гумові гусениці або шини великого діаметра (рис. 16). І ті, і інші забезпечують дбайливе ставлення до ґрунту і можливість роботи в несприятливих умовах.



Рис. 16 – Картоплезбиральний комбайн з шинами і гумовими гусеницями

Гусенична ходова частина (рис. 17) шириною 800 мм на задній осі з кутом повороту 15° за допомогою рульових тяг. Гусеничний хід не тільки підвищує прохідність машини, але і істотно знижує навантаження на ґрунт.

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems



Рис. 17 – Гусенична ходова частина картоплезбирального комбайна

Комфортне робоче місце з гарним оглядом підкопуючого пристрою – нова концепція ErgoDrive з вільно-програмованими функціями прямого доступу до багатofункціонального важеля управління і панель управління, інтегрована в підлокітник, а також пульт управління з сенсорним екраном CCI 100 і VT 50 (рис. 18).



Рис. 18 – Кабіна картоплезбирального комбайна серії Varitron

Управління з робочого місця, безперешкодний вид з відмінним оглядом на приймальний пристрій в поєднанні з відео спостереженням оператора із самого початку все на виду (рис. 19).

Сучасна привідна техніка – концепція приводу, складна гідравлічна система, в поєднанні з інноваційними технологіями управління і нове покоління двигунів з технологією SCR управління викидами, є базовим для низької витрати палива та ефективного використання (рис. 20).



Рис. 19 – Огляд на приймальний пристрій і відео спостереження оператора



Рис. 20 – Двигун з технологією SCR управління викидами

Паливо-збереження та захист довкілля, продуктивність на основі управління системою швидкості і приводами двигуна в залежності від необхідної потужності машини у полі та експлуатації на дорогах 1250-1650 об/хв. (рис. 21).

Ніч зроблено день – ксенонові фари, таким чином, навіть у темряві може продуктивно ідеально працювати система для всебічного освітлення обладнання картоплезбирального комбайна (рис. 22).

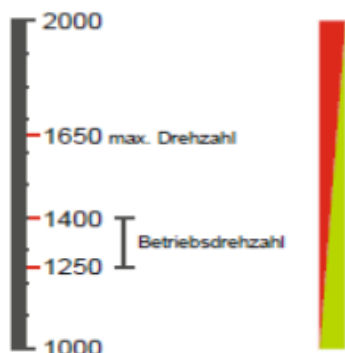


Рис. 21 – Система управління швидкості двигуна



Рис. 22 – Збирання картоплі в нічний час

Отже, з упевненістю можна сказати, що Varitron 470 незабаром стане фаворитом на українських полях. І це легко пояснити: деякі машини готові похвалитися таким діапазоном функцій і опцій. Єдиним каменем спотикання для картоплярства може стати суттєва ціна цього комбайна. Хоча досвідчені фермери кажуть, що він того вартий.

Висновки. Аналіз картоплезбиральних комбайнів компанії GRIMME показав їх високий конструкційний та техніко-технологічний рівень. Робочі органи комбайна та технологічний процес в цілому розраховані на самі важкі умови роботи при збиранні картоплі. Наявність систем автоматичного водіння полегшує роботу оператора та підвищує продуктивність на збиранні. Наявність системи картографування урожайності дає можливість працювати з системами точного землеробства.

Література

1. Іванишин В.В. Ринок сільськогосподарської техніки в Україні / В.В. Іванишин, В.В. Погорілий // Науковий вісник НАУ. – К.: НАУ. – 2005, № 80. – Част. 1. – С. 13-28.
2. Ходаківський Є.І. Виробництво та споживання картоплі / Є.І. Ходаківський, В.М. Положенець, Д.В. Чуб // Економіка АПК. – 2006, №7. – С. 109-111.
3. Приймачук Т.Ю. Економічні аспекти розвитку ринку картоплі в Житомирській області / Т.Ю. Приймачук, Н.В. Вождай, Т.Ю. Лукашенко, А.В. Проценко // Вісник аграрної науки. – 2008, № 8. – С. 65-69.
4. Лавров Р.В. Сучасний стан і проблеми формування ринку картоплі в Україні / Р.В. Лавров // Актуальні проблеми економіки. – 2007, № 6 (72). – С. 12-21.
5. Бондарчук А.А. Стан картоплярства в Україні та перспективи його розвитку / А.А. Бондарчук // Вісн. аграр. науки. – 2006, № 3-4. – С. 49-50.
6. Грушецький С.М. Інноваційна картопляна техніка – комплексне рішення задач / С.М. Грушецький // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвід. наук.-техн. зб. Під заг. ред. І.М. Черновола. – Кіровоград : КНТУ, 2009. – Вип. 39. – С. 68-81.
7. Грушецький С.М. Тенденції розвитку машин для вирощування картоплі / С.М. Грушецький, М.М. Борис // зб. наук. праць НАУ. – Вінниця : НАУ., 2010. – № 5. – С. 154-163.

8. Грушецький С.М. Тенденції розвитку сепаруючих робочих органів коренебульбозбиральних машин / С.М. Грушецький, С.В. Білоус, В.В. Білоус // Механіка та інформатика: Тези наукових праць. VIII Українсько-польська конференція молодих науковців, 12-14 травня 2011р., м. Хмельницький (Україна) – Хмельницький національний університет, 2011. – С. 23-24.

9. Грушецкий С.Н. Обоснование конструкции и параметров лемешно-отвального картофелекопателя с барабанным сепаратором картофельного вороха / С.Н. Грушецкий, И.Н. Бендера // Известия Международной академии аграрного образования. – № 14' 2012 (3), Том 1 – Санкт-Петербург, – 2012. – С. 81-93.

10. Грушецкий С.Н. Исследование и обоснование параметров лемешно-отвального картофелекопателя с барабанным сепаратором картофельного вороха / С.Н. Грушецкий, Ю.П. Фирман // MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture – 2015, Vol. 17, No.1, 17-26.

11. Електронний ресурс – <http://www.grimme.com/ru/products>.

Hrushetskiy S., Sorokin S. Technical and technological analysis of potato-digger combines by the company grimme

Introduction. The great number of researchers doesn't give the quality indicators and detailed information about the strategic question about potato growing in Ukraine with the usage of the modern machinery and technologies, which would be competitive nowadays. That is why, the burning issue in our country is the understanding of the real conditions in the potato-growing industry.

Formulation of the problem. Perform technical and technological analysis of potato-digger combines by the company GRIMME. Present recommendations for the farms about the usage of the potato-digging combines by the company GRIMME in different conditions.

The Results of the research. The results of the technical and technological analysis of the operative parts of the potato-digger combines by the company GRIMME are presented. The researchers reviewed the potato-digger combine by the company GRIMME Varitron 470: the undermining device with the crown barrel and the system Terra Control, the separator device with the dispensation of stream on the height where the rear axle is fasted; the taking conveyor, and the first and second planting conveyor with the hydraulic drive unit; circular elevator with the diameter 1200 mm with the fabric tape; 2 driven front wheels 270/95 R54 with the possibility of hydraulic lateral movement ± 100 mm, the angle of wheels turning $\pm 63^\circ$; 2 driven rear wheels $1 \times 900/60$ R32 right hand, the angle of wheels turning $\pm 20^\circ$; engine Mercedes-Benz (MTU) OM 470 LA: 320 kW/435 PS level IV (Tier 4 Final) with exhaust gas cleaning technology SCR (AdBlue); system Clean Control - centralized regulation; colored monitor, reversing and lighting camera; system Visual Protect - visual inspection with the help of tire CAN-Bu.

Key words: Analysis, potato-digger combines, Grimme, potato, technology, Selbstfahrer, DS 80 bzw, DS 100, DSL 1700, SF 150-60, SF 3000, SF 1700 DLS/GBS, Varitron 200, Varitron 220, Varitron 270, Tectron 410, Tectron 415, Varitron 470, MultiSep, GentleFlow, ErgoDrive, Terra Control, Clean Control, Visual Protect, engine Mercedes-Benz, autopilot, caterpillar, system (ASR), colored monitor.

References

1. Ivanyshyn V.V., Pogorilyj V.V. Rynok sil's'kogospodars'koi' tehniky v Ukraini Naukovyj visnyk NAU, K.: NAU, 2005, № 80, Chast, 1, S. 13-28.
2. Hodakivs'kyj Je.I., Polozhenec' D.V., Chub V.M. Vyrobnyc'vo ta spozhyvannja kartopli, Ekonomika APK, 2006, №7, S. 109-111.
3. Pryjmachuk T.Ju., Vozhdaj N.V., Lukashenko T.Ju., Procenko A.B. Ekonomichni aspekty rozvytku rynku kartopli v Zhytomyrs'kij oblasti, Visnyk agrarnoi' nauky, 2008, № 8, S. 65-69.
4. Lavrov R.V. Suchasnyj stan i problemy formuvannja rynku kartopli v Ukraini, Aktual'ni problemy ekonomiky, 2007, № 6 (72), S. 12-21.
5. Bondarchuk A.A. Stan kartopljarstva v Ukraini ta perspektyvy jogo rozvytku, Visn. agrar. Nauky, 2006, № 3-4, S. 49-50.
6. Grushec'kyj S.M. Innovacijna kartopljana tehnika – kompleksne rishennja zadach, Konstruivannja, vyrobnyc'vo ta ekspluatacija sil's'kogospodars'kyh mashyn : Zagal'noderzhavnyj mizhvid. nauk.-tehn. zb. Pid zag. red. I.M. Chernovola, Kirovograd : KNTU, 2009, Vyp. 39, S. 68-81.
7. Grushec'kyj S.M. Borys M.M. Tendencii' rozvytku mashyn dlja vyroshhuvannja kartopli, zb. nauk. prac' NAU, Vinnyc'ja : NAU., 2010, № 5, S. 154-163.
8. Grushec'kyj S.M. Bilous S.V., Bilous V.V. Tendencii' rozvytku separujuchykh robochyh organiv korenebul'bozbyral'nyh mashyn, Mehanika ta informatyka: Tezy naukovykh prac'.

VIII Ukrain's'ko-pol's'ka konferencija molodyh naukoviciv, 12-14 travnja 2011r., m. Hmel'nyc'kyj (Ukrai'na), Hmel'nyc'kyj nacional'nyj universytet, 2011, S. 23-24.

9. Grusheckij S.N. Bendera I.N. Obosnovanie konstrukcii i parametrov lemeshno-otval'nogo kartofelekopatelja s barabannym separatorom kartofel'nogo voroha, Izvestija Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovanija, № 14' 2012 (3), Tom 1, Sankt-Peterburg, 2012, S. 81-93.

10. Grusheckij S.N. Firman Ju.P. Issledovanie i obosnovanie parametrov lemeshno-otval'nogo kartofelekopatelja s barabannym separatorom kartofel'nogo voroha, MOTROL. Komisija motorizacii i jenergetika v sel'skom hozjajstve, 2015, Vol. 17, No.1, 17-26.

11. Elektronnij resurs, <http://www.grimme.com/ru/products>.