

УДК 631.354.2

**Іванишин В.В.***д.е.н., професор, ректор**Подільський державний аграрно-технічний університет**Кам'янець-Подільський, Україна**E-mail : vvivanyshyn@gmail.com***Іліяшик В.В.***к.т.н., доцент**кафедра сільськогосподарських машин і механізованих технологій**Подільський державний аграрно-технічний університет**Кам'янець-Подільський, Україна**E-mail : iliyashik@mail.ru***Дуганець В.І.***к.т.н., доцент**кафедра сільськогосподарських машин і механізованих технологій**Подільський державний аграрно-технічний університет**Кам'янець-Подільський, Україна**E-mail : duganec.vasil@gmail.com*

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЖАТОК І ПРИСТАВОК ДО ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИ ЗБИРАННІ БОБОВИХ КУЛЬТУР ТА РІПАКУ**

### **Анотація**

В статті зазначені основні проблеми, пов'язані з технологіями збирання бобових культур (сої, гороху) та ріпаку. Зроблено аналіз конструкцій спеціальних жаток типу Flex та приставок до жаток зернозбиральних комбайнів для збирання ріпаку компанії John Deere, Massey Ferguson, CLAAS, New Holland. Розкрито конструктивні та технологічні рішення жаток Flex, які дозволяють збирати такі культури, як соя, горох на мінімально-можливі висоті зрізу та спеціальних жаток і приставок для збирання ріпаку з мінімальними втратами. Розглянуті особливості гнучких платформ та гнучких різальних апаратів до спеціальних жаток зернозбиральних комбайнів. На основі приведеного аналізу конструкцій спеціальних жаток і приставок розглянуто можливість їх адаптації до роботи з зернозбиральними комбайнами CLAAS TUCANO, LEXION. Проведений аналіз конструкцій жаток John Deere 630F, 635F HidroFlex і приставок ПЗР з зернозбиральними комбайнами CLAAS TUCANO, LEXION свідчить про те, що під час використання їх у виробничих умовах будуть отримані позитивні результати, висока якість та надійність роботи.

**Ключові слова:** аналіз, New Holland, John Deere, CLAAS, Massey Ferguson, комбайн, John Deere 630F, 635F Hidro Flex, MAXFLEX S750, TUCANO, LEXION, жатка, Dial-A-Matic, регулятор, Varifield, SuperFlex, IntelliCruise, BISO Crop Ronger Flex, Crari Wind System.

**Вступ.** Виробництво зерна бобових культур, зокрема (сої і гороху) та ріпаку набувають в Україні все більшого значення. Соя, горох, ріпак стають стратегічними продовольчими та технічними культурами, основою рослинного білка і олії в світі. Для господарств мають значення як найбільш прибуткові культури. Найскладнішим технологічним процесом вирощування сої, гороху та ріпаку є їх збирання. Успішне збирання таких культур залежить не тільки від технічного рівня машин, що застосовуються, але й від ефективності їх використання. В аграрному секторі України

використовують зернозбиральні комбайни, як вітчизняних, так і багатьох зарубіжних фірм, зокрема таких компаній як Massey Ferguson, John Deere, CLAAS, New Holland, Case та інших. Останнім часом всі компанії і фірми, що випускають зернозбиральні комбайни, оснащують їх спеціальними жатками та приставками власного виробництва для збирання сої і ріпаку.

Однак, у науково-технічній та навчальній літературі практично відсутній аналіз конструкцій спеціальних жаток та приставок, зокрема для збирання бобових культур, таких як соя, горох та ріпак сучасними зернозбиральними комбайнами, а також рекомендацій щодо їх використання.

**Аналіз останніх публікацій і досліджень.** Значний внесок у розробку та дослідження зернозбиральної техніки, методологію досліджень зробили вчені В. Марченко, В. Сіньков [1], А.В. Рудь, І.О. Мошенко [2], І.О. Мошенко, В.В. Іліяшик, В.І. Дуганець [3...56], Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко [4, с. 260...359], В.М. Барановський, В.М. Булгаков, В.С. Гапоненко [5, с. 195...309], А.Ф. Морозов [6, с.3...208], П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало [7, с. 83...210]. Ними розроблені та досліджені конструкції робочих органів сучасних зернозбиральних комбайнів, написані підручники, навчальні посібники та практичні рекомендації з їх використання. Проте, аналіз більш нових конструкцій спеціальних жаток та приставок для збирання бобових культур, зокрема сої, гороху і ріпаку зернозбиральними комбайнами практично відсутній.

Також аналіз науково-технічних публікацій показує, що найменше інформації висвітлено про жатки зернозбиральних комбайнів компаній New Holland, Massey Ferguson, John Deere, CLAAS.

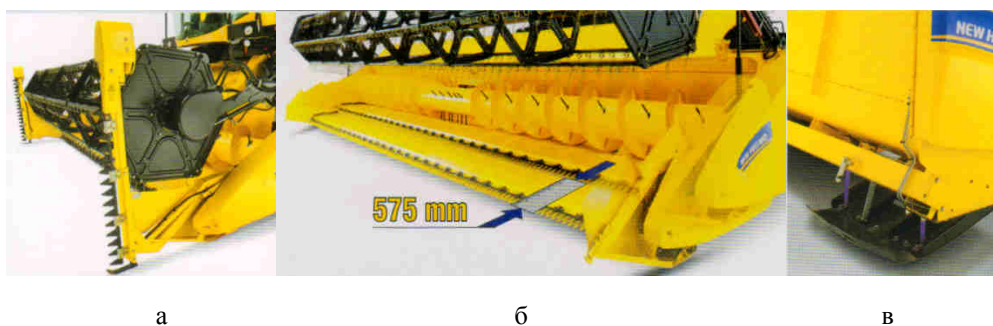
**Мета.** Виконати техніко-технологічний аналіз жаток Flex, спеціальних жаток та приставок для збирання ріпаку з можливістю їх адаптації для роботи з зернозбиральними комбайнами компанії CLAAS TUCANO, LEXION в господарствах з різними умовами збирання зернобобових культур (гороху, сої) та ріпаку.

**Методологія досліджень.** Дослідження проводилися шляхом технологічно-конструкційного аналізу жаток Flex зернозбиральних комбайнів компаній John Deere, CLAAS, Massey Ferguson, New Holland за результатами роботи авторів на виставках Інтер Агро 2014, 2015, 2016 році. Інтер Агро Комплекс (виставковий центр Київ Експо Плаза), на Днях поля у Німецькому аграрному центрі в Україні (2014 і 2015 роки) та в 2015, 2016 році у корпорації «Колос-ВС», с. Більче-Золоте Борщівського району Тернопільської області. Методологія та організація наукових досліджень проводилась на основі загальноприйнятих положень [8].

**Результати.** Найскладнішим технологічним процесом всієї технології вирощування сої, гороху та ріпаку є збирання, особливо у випадку несприятливих умов вегетації.

Збирають сою, горох та ріпак переважно зернозбиральними комбайнами закордонних виробників Massey Ferguson, John Deere, CLAAS, New Holland, Case та іншими. Найбільш пристосовані для збирання сої та гороху зернозбиральні комбайни з роторними та гібридними молотильно-сепаруючими апаратами. Останнім часом всі компанії і фірми, які випускають зернозбиральні комбайни, оснащують їх спеціальними жатками для збирання сої, та ріпаку – приставками з додатковими пристроями до жаток власної конструкції. Для збирання гороху широко використовують додатково встановлені на пальці різального апарату стеблепідіймачі.

Розглянемо особливості конструкції спеціальних жаток. Для різних типів культур і умов збирання компанією New Holland був створений широкий асортимент власних жаток з шириною захвату від 6 до 10,7 м з діаметром мотовила 1,07 м, шнеком з пальцями по всій ширині, електрогідравлічною системою регулювання положення мотовила, автоматичною синхронізацією швидкості мотовила відносно швидкості комбайна і швидкознімним гідравлічним односточковим з'єднанням. Жатку Varifeed використовують для збирання ріпаку із стеблостоем різної висоти. Поздовжнє положення ножів можна регулювати в діапазоні 575 мм (рис. 1, в). Шнек діаметром 660 мм з глибокими витками забезпечує швидку і рівномірну подачу зрізаної маси навіть найбільш важких культур. На збиранні ріпаку невід'ємною частиною обладнання є активний подільник з вертикальними ножами (рис. 1, а), що дозволяє мінімізувати втрати під час збирання.



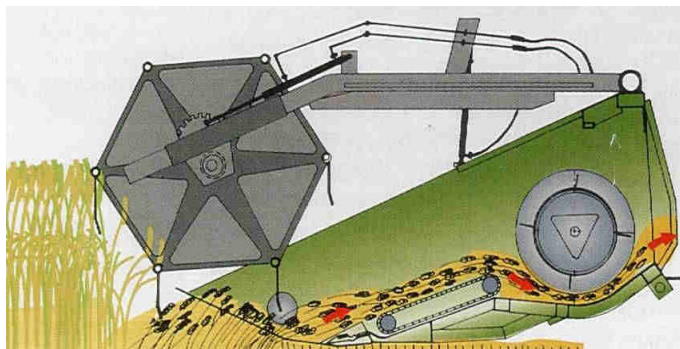
**Рис. 1. Інтегровані ножі для ріпаку (а), автоматичне регулювання висоти жатки Super Flex (б) і жатка Varifeed (в)**

В умовах горбистої місцевості слід використовувати жатку Super Flex. Гнучка опора ножа може згинатися на 110 мм на нерівній поверхні, забезпечуючи низький зріз і постійну висоту стерні. Повністю плаваючий шнек з глибокими витками забезпечує швидку і рівномірну подачу зрізаної маси найбільш важких культур.

Удосконалена система автоматичного регулювання висоти жатки (рис. 1,б) може працювати в трьох режимах: в режимі компенсації використовується попередньо встановлений контактний тиск на ґрунт, який підтримується гідравлічною системою для ефективного збирання прим'ятих або низькорослих культур, наприклад горох і боби; система автоматичного регулювання висоти стерні за допомогою датчиків, що розміщені в нижній частині жатки і гідроциліндрів управління жаткою; система AutoFloat використовує комбінацію датчиків, які забезпечують повторення жаткою нерівного рельєфу.

Жатки зернозбиральних комбайнів Massey Ferguson розроблені з урахуванням збирання широкого спектру культур. Універсальні жатки серії POWERFLOW (рис. 2) дозволяють збирати зернові, зернобобові культури, ріпак без додаткового переобладнання. В таких жатках зрізана хлібна маса від різального апарату до шнека спрямовується за допомогою стрічково-планчатого транспортера, що зменшує втрати через осипання зерна та забезпечує рівномірну подачу незалежно від умов роботи. Швидкість транспортера може регулюватися. Ширина транспортера складає 1,14 м, що поліпшує оглядовість і контроль роботи різального апарату. Для збирання ріпаку жатки комплектуються вертикальними ножами з електроприводом, а при збиранні високоврожайних ділянок ріпаку – додатковим шнеком. Практика підтверджує

збільшення продуктивності жаток POWERFLOW на збиранні таких культур як ріпак, бобові культури, жито до 50% і більше.



**Рис. 2. Схема жатки POWERFLOW фірми Massey Ferguson**

Компанія CWS випускає спеціальні приставки до зернових жаток для збирання бобових культур та сої, які оснащені системою Crari Wind Sysem (рис 3, а). В приставці використовується постійна подача повітряного потоку ззовні безпосередньо на різальний апарат, що забезпечує постійну подачу зрізаної маси до шнека, тим самим збільшуючи продуктивність і зменшуючи втрати під час збирання за жаткою.

Компанія BISO SCHRATTENECKER випускає спеціальні приставки для збирання ріпаку BISO CX100 та універсальні зернові жатки BISO Crop Ranger Flex 750 (рис. 3, б) для збирання ріпаку, зернових, сої, гороху та інших культур без втрат на всіх типах ґрунтів та при різному стані культур, що збираються.

Жатка має систему механічного висування різального апарата на 60 см, гнучкий різальний апарат, механічне регулювання кута атаки жатки та автоматичне встановлення висоти зрізу. Діаметр шнека становить 610 мм.



а



б

**Рис. 3. Приставка для збирання бобових культур із системою Crari Wind Sysem (а) і універсальна зернова жатка BISO Crop Ranger Flex 750 (б)**

Враховуючи площі збирання сої, гороху та їх врожайність, достатньо ефективним є використання зернозбиральних комбайнів John Deere 9660, 9880 STS, які оснащуються в таких випадках жатками John Deere 630F, 935F Hidro Flex (рис. 4, а) відповідно з

шириною захвату 7,6 м та 9,15 м.



а



б

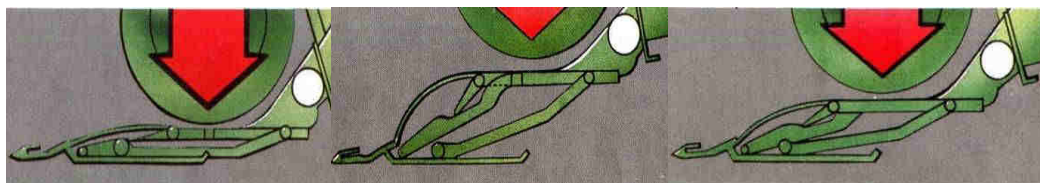
**Рис. 4. Жатка John Deere 625F на збиранні сої (а) з гнучким різальним апаратом (б):**

*1 - шнек жатки; 2 - гнучкий різальний апарат*

Ці жатки комплектуються універсальною електрогідравлічною муфтою. Шнек жатки 1 (рис. 4, б) діаметром 660 мм гарантує безвідмовну подачу скошеної маси незалежно від урожайності та забур'яненості поля.

Жатки серії 630F та 935F Hidro Flex комплектуються гнучкими платформами різального апарата 2 (рис. 4, б) з приймальною пластиною для запобігання попадання каменів в молотарку комбайна.

Мінімальну висоту зрізу для соєвих бобів та гороху забезпечує регулятор висоти Dial-A-Matic. В залежності від встановлення трьох режимів роботи налаштування притискача, регулятор Dial-A-Matic автоматично виставляє положення хедера. Електронний датчик реагує на зміни рельєфу поля і регулює хедер, що дає можливість узгоджувати висоту зрізу без постійного налагодження жатки. Така робота найбільш ефективна під час збирання низькорослих культур та з нерівним рельєфом поля. Перше положення (рис. 5, а) використовується на сухих полях з високим тиском жатки на ґрунт і мінімальною висотою зрізу за максимального збереження врожаю, що і необхідно використовувати під час збирання сої, гороху.



а

б

в

**Рис. 5. Схема роботи жатки з різним тиском на поверхню поля:**

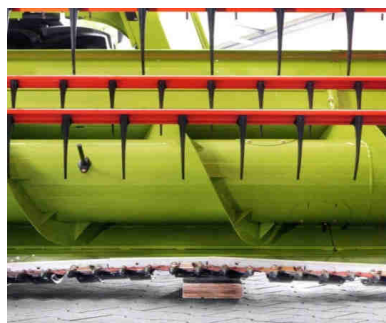
*а - високий тиск на сухих ґрунтах; б - середній тиск для нормальних умов роботи; в - легкий тиск для піщаних і вологих ґрунтів*

Компанія John Deere має пріоритет у розробці спеціальних жаток з гнучкою платформою. Такі жатки знайшли широке використання на практиці для комплектування їх з зернозбиральними комбайнами інших компаній. Для підвищення універсальності і

продуктивності таких жаток на збирання ріпаку, фірма Zurn (Німеччина) випускає ріпаківий стіл Raps-Profi 2 (рис. 6. а).



а



б

**Рис. 6. Комплектування жаток John Deere з приставкою Raps-Profi 2 (а) і гнучкий різальний апарат жатки MAXFLEX S750 (б)**

Привід ріжучого апарата, сегменти, протиріжучі пальці повністю взаємозамінні від жаток фірми John Deere.

Оскільки такі жатки широко представлені на ринку України, виникає питання в необхідності їх використання на зернозбиральних комбайнах, зокрема компанії CLAAS та конкретних моделях TUCANO, LEXION, які є також найбільш поширеними на нашому ринку.

Компанія CLAAS випускає для лінійки своїх зернозбиральних комбайнів спеціальні жатки FLEX S600, S750, S900 для збирання сої, а також жатки VARIO V600, V750, 900 для збирання зернових культур і ріпаку. Жатки MAXFLEX і FLEX оснащуються гнучким різальним апаратом (рис. 6, б), який автоматично адаптується до мінімальної нерівності поля. Прогинання різального апарату може складати до 180 мм.

В поєднанні зі зміною кута нахилу жатки, гнучкий різальний апарат запобігає втрат при будь-яких умовах роботи. Дані жатки придатні для збирання гороху, сої та інших спеціальних культур, наприклад конюшини.

Враховуючи особливості і переваги жаток John Deere серії 630F та 935F Hidro Flex, практика показала можливість їх агрегування із зернозбиральними комбайнами CLAAS TUCANO 470, LEXION 480, LEXION 600 (рис.7, а).



а



б

**Рис. 7. Зернозбиральний комбайн TUCANO 470 з жаткою John Deere 630F (а) і роз'єднувальна електрогідрравлічна муфта та механізм з'єднання похилої камери (б)**

За результатами аналізу і розрахунків було виготовлено та замінено зірочку на веденому валу приводу шнека для жатки JD 630F з кількістю зубів  $Z=56$ ; а для жатки JD 935F HydroFlex замінено на ведучому валу зірочку на  $Z=7$ .

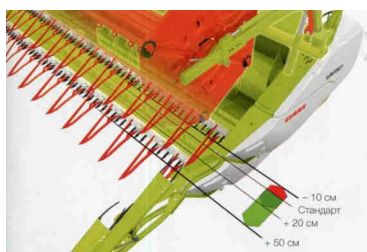
Відповідно були виготовлені та замінені шків приводу різального апарата на ведучому валу з діаметром 220 мм. Наладка механізму гідроприводу мотовила обмежилась додатковим встановленням і підключенням до електричної системи комбайна та електричного регульовального пристрою гідронасоса приводу мотовила, резистора та вимикача.

Для забезпечення регулювання піднімання та виносу мотовила жатки додатково необхідно встановити на жатку електрогідророзподільник жатки C750 або інший аналогічний електрогідророзподільник жаток зернозбиральних комбайнів CLAAS TUCANO, LEXION.

В нижній частині жатки додатково приварені два кронштейни з круглими отворами для встановлення пальців, які фіксують жатку і дають їй можливість повертатись в поперечній площині. В верхній частині бруса жатки прорізані два квадратні отвори з розмірами, що відповідають розмірам захватів гідроциліндрів похилої камери поперечного коректування положення жатки. Верхні кінці захватів гідроциліндрів повинні виступати над поверхнею балки жатки і фіксуватись від самовільного їх виходу. Квадратні отвори можна прорізати ближче до передньої стінки бруса. Жатка в такому випадку буде мати невеликий кут нахилу відносно похилої камери, що дасть можливість ще додатково зменшити висоту зрізування рослин.

По краях жатки, до її днища можна встановити дві скоби-копіри з потенціометрами від жатки комбайнів CLAAS, які підключають до роз'єднувальної електрогідравлічної муфти (рис. 7, б). Таким чином додатково може працювати система AUTO CONTOR, яка дозволяє компенсувати нерівності поля вздовж і поперек руху комбайна.

На збиранні ріпаку невід'ємною частиною обладнання жаток VARIO є ріпаковий стіл і активний подільник з вертикальними ножами (рис. 8, а, б), які дозволяють мінімізувати втрати під час збирання.



а

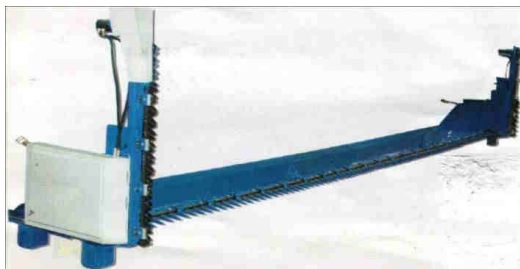


б

**Рис. 8. Жатка VARIO: а - схема роботи жатки VARIO;  
б – вертикальний інтегрований ніж**

На збиранні зернових культур (ячмінь), ширину лотка (рис. 8, а.) можна безступінчасто зменшити максимально на (-10 см), або максимально збільшити (жито, пшениця) на (+20 см). Для збирання ріпаку лоток жатки зміщується вперед на 50 см фіксовано (інтегрований ріпаковий лоток). Альтернативою жаткам VARIO V і стандартним жаткам серії С з 2017 року випускатиметься універсальна жатка CERIO, яка базується на жатках VARIO. Стіл жаток CERIO для оптимізації потоку рослинної маси регулюється вручну від -100 до +100мм.

В багатьох господарствах зернозбиральні комбайни CLAAS TUCANO, і LEXION є укомплектованими стандартними жатками серії С, як найбільш дешеві варіанти. Тому, як альтернативний варіант можна такі жатки доукомплектовувати приставками для збирання ріпаку – ріпаковими столами вітчизняного виробництва ПЗР з необхідною шириною захвату (рис. 9).



**Рис. 9. Приставка ПЗР для збирання ріпаку**

Як показав досвід виробничої експлуатації, такі приставки легко навішуються на жатки серії С з додатковим встановленням на боковинах приставки додаткових упорів для носків боковин жатки. Упори необхідно встановити таким чином, щоб різальний апарат приставки був на 6-8 см вище розміщення різального апарату жатки в вертикальній площині. Таке розміщення приставки забезпечує рівномірну подачу зрізаних стебел від різального апарату до шнека жатки при мінімальній дії на них мотовила, що запобігає втратам зерна від його осипання і вибивання із стручків ріпаку.

**Висновки і перспективи.** Аналіз жаток зернозбиральних комбайнів компанії New Holland, Massey Ferguson, John Deere, CLAAS показав їх високий конструктивний і техніко-технологічний рівень. Робочі органи жаток зернозбиральних комбайнів, їх технологічний процес в цілому розраховані на найбільш важкі умови роботи під час збирання зернових, зернобобових культур, сої та ріпаку.

Вибрана система адаптування жаток John Deere 630F, 635F Hidro Flex та приставок ПЗР-7,6 з жатками серії С і зернозбиральними комбайнами CLAAS TUCANO 470 та LEXION 480 позитивно показала себе у виробничих умовах. Три таких зернозбиральних комбайни в 2015-2016 роках ефективно працювали на збиранні сої, гороху та ріпаку, що підтверджує доцільність такого адаптування та переобладнання.

#### Список використаних джерел

1. Марченко В., Сіньков В. Агротехніка й механізація вирощування та збирання сої. *Механізація сільського господарства*. 2009. № 2 (23). С.18-23.
2. Рудь А.В., Мошенко І.О., Павельчук Ю.Ф., Іліяшик, В.В. Михайлова Л.М. Техніко-технологічний аналіз зернозбирального комбайна New Holland. *Збірник наукових праць : Випуск 23 / Подільський державний аграрно-технічний університет ; за ред. д.е.н., професора, заслуженого працівника сільського господарства України, ректора університету (голова) В.В. Іванишина. Кам'янець-Подільський, 2015. С.13-33.*
3. Іліяшик В.В., Дуганець В.І., Мошенко І.О. Аналіз конструкцій жаток FLEX та адаптація їх до роботи з зернозбиральними CLAAS на збиранні сої. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету : Випуск 24. 2016. С.48-56.*
4. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. Сільськогосподарські та меліоративні машини. Київ : Вища освіта, 2004. 544 с.
5. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. Київ : Вища освіта, 2005. 464 с.



6. Морозов А.Ф. Зерноуборочные комбайны. Альбом. Москва : Агропромиздат., 1991. 208 с.
7. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва». Кн. 2. Машини для рільництва. Київ : Урожай, 2002. 364 с.
8. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень. Київ : Кондор, 2003. 192 с.

*Дата надходження статті до редакції : 01.02.2017.  
1 рецензування : 17.02.2017 Прийняття в друк 28.02.2017*

**Ivanyshyn V.V.**

*Dr. Sc. (Econ.), Professor, Rector  
State Agrarian and Engineering University in Podilya  
Kamianets-Podilskyi, Ukraine  
E-mail : vvivanyshyn@gmail.com*

**Ilyashyk V.V.**

*Ph.D. (Techn.), Associate Professor  
Department of agricultural machines and mechanized technologies  
State Agrarian and Engineering University in Podilya  
Kamianets-Podilskyi, Ukraine  
E-mail : iliyashik@mail.ru*

**Duganets V.I.**

*Ph.D. (Techn.), Associate Professor  
Department of agricultural machines and mechanized technologies  
State Agrarian and Engineering University in Podilya  
Kamianets-Podilskyi, Ukraine  
E-mail : duganec.vasil@gmail.com*

## **ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS OF HARVESTERS AND COMBINE HARVESTER ADD-ON DEVICES AND THEIR USAGE PATTERN SOYBEAN AND RAPE HARVESTING**

**Abstract**

*The issues devoted to soybean and rape harvesting technologies are highlighted in the study. The analysis of specific reapers such as Flex and rape combine harvester add-on devices produced by John Deere, CLAAS, New Holland companies is given in the study. The constructive and technological characteristics of Flex reapers, which make it possible to collect soybeans, peas at the lowest cutting height and combine harvester add-on devices with minimal loss were examined in the article. The features of flexible platforms and flexible cutting machines to special reapers of combine harvesters were considered in the study. The analysis of reaper and add-on combine harvester device constructions showed that it is possible to adopt them to CLAAS TUCANO, LEXION combine harvesters. The analysis of John Deere 630F, 635F HidroFlex reaper constructions and PZR add-on devices in combination with CLAAS TUCANO, LEXION combine harvesters shows positive results, high quality and availability.*

**Keywords:** *Analysis, New Holland, John Deere, CLAAS, Massey Ferguson, Harvester, John Deere 630F, 635F Hidro Flex, MAXFLEX S750, TUCANO, LEXION, reaper, Dial-A-Matic, the regulator, Varifeed, SuperFlex, IntelliCruise, BISO Crop Ranger Flex, Crari Wind Sysem.*

**References**

1. Marchenko, V., & Sin'kov, V. (2009). Ahrotekhnika j mekhanizatsiia vyroschuvannia ta zbyrannia soi [Farming equipment and mechanization of cultivation and harvesting of soybeans]. *Mekhanizatsiia sil's'koho hospodarstva*, 2 (23), 18-23.

2. Rud', A.V., Moshenko, I.O., Pavel'chuk, Yu.F., Iliiashyk, V.V., & Mykhajlova, L.M. (2015). Tekhniko-tehnologichnyj analiz zernozbyral'noho kombajna New Holland. [Technical and technological analysis of the combine harvester New Holland]. *Zbirnyk naukovykh prac' Podil'skogo derzhavnogo agrarno-tehnichnogo universytetu. Tehnichni nauky*, 23, 13–33.

3. Iliiashyk, V.V., Duganets, V. I., & Moshenko I.O. (2016). Analiz konstruksii jatok FLEX j adaptaciya yh do robotu z zernozbyral'numu kombajnamu CLAAS na zbyrannia soi [Analysis of constructions of harvesters FLEX and adapting them to work with CLAAS harvesters for harvesting soybeans]. *Zbirnyk naukovykh prac' Podil'skogo derzhavnogo agrarno-tehnichnogo universytetu. Tehnichni nauky*, 24, 48–56.

4. Vojtiuk, D.H., Dubrovin, V.O., & Ischenko, T.D. (2004). *Sil's'kohospodars'ki ta melioratyvni mashyny* [Agricultural and reclamation machines]. Kyiv : Vyscha osvita.

5. Vojtiuk, D.H., Baranovs'kyj, V.M., & Bulhakov, V.M. (2005). *Sil's'kohospodars'ki mashyny. Osnovy teorii ta rozrakhunku* [Agricultural machines. Fundamentals of theory and design]. Kyiv: Vyscha osvita.

6. Morozov, A.F. (1991). *Zernouborochnye kombajny. Al'bom* [Combine harvesters. Album]. Moscow : Ahropromyzzdat.

7. Chernovol, M.I. (Ed.), Sysolin, P.V., Rybak, T.I., & Salo, V.M. (2002). *Sil's'kohospodars'ki mashyny: teoretychni osnovy, konstruksii, proektuvannia* [Agricultural machinery: the theoretical foundations, construction, design]. Kyiv : Urozhaj.

8. Kruschelnitska, O.V. (2003). *Metodologiya ta organizatsiya naukovykh doslidgen'* [Methodology and organization of scientific research]. Kyiv : Kondor.

*Received: January 02, 2017*

*1 Revision: February 17, 2017 Accepted : February 28, 2017*