

УДК 631.31:519.876.5:631.51:631.572/.573

**Корчак М.М.**  
к.т.н., в.о. доцента

кафедра ремонту машин та енергообладнання  
Інженерно-технічний факультет  
Подільський державний аграрно-технічний університет  
Кам'янець-Подільський, Україна  
E-mail: [korchak07\\_80@mail.ru](mailto:korchak07_80@mail.ru)

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ МОДЕЛІ СПОСОБУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІСЛЯ ЗБИРАННЯ ГРУБОСТЕБЛОВИХ КУЛЬТУР

*Обґрунтовано аналіз технологій і конструкцій машин для обробітку ґрунту, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур з огляду на вибір механізованої технології обробітку. Обґрунтовано послідовність виконання та структуру технологічних процесів комбінованого способу обробітку поля, засміченого рослинними залишками. Розроблено енергоощадну та екологічно ефективну технологію обробітку ґрунту, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур та подрібнювач для її реалізації. Обґрунтовано функціональну математичну модель способу, яка в подальшому дала змогу визначити параметрично-технологічну структуру розробленого подрібнювача.*

**Ключові слова:** технологія обробітку, функціональна модель, рослинні залишки грубостеблових культур, подрібнювач, ґрунт.

**Вступ.** Рослинні залишки грубостеблових культур є важливим джерелом органічної речовини для збереження та підвищення родючості ґрунту. Подрібнення та рівномірний розподіл рослинних залишків є важливим завданням в системі раціональних способів обробітку ґрунту, де основними об'єктами обробітку є ґрунт та залишки рослин.

За технологічним процесом та типами робочих органів засоби механізації обробітку ґрунту, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур поділяють на дискові борони, лушильники, культиватори, фрези та комбіновані ґрунтообробні агрегати.

Комбінування активних робочих органів з пасивними широко поширене в сільськогосподарських машинах для різного виду обробітку ґрунту [1].

На відміну від знарядь з пасивними (дисковими) робочими органами, подрібнювачі активного (фрезерного) типу забезпечують більш високий ступінь подрібнення залишків грубостеблових культур, що досягається раціональним підбором поступальної швидкості агрегату, частоти обертання барабану та кількості встановлених ножів [2]. Активний обробіток ґрунту характеризується сталою глибиною, меншою гребеністістю, більшою пухкістю обробленого шару, вищою якістю розпушування на всю глибину обробітку [3].

Існуючі комбіновані ґрунтообробні агрегати для основного обробітку ґрунту, засміченого залишками грубостеблових культур та наукові розробки комбінованих подрібнювачів рослинних залишків [4] мають наступні недоліки: не повністю загортають подрібнені рослинні залишки в ґрунт; мають складну конструкцію та низьку технологічну надійність; маючи велику металомісткість, чинять великий тиск на ґрунт, збільшуючи його ущільнення; не забезпечують екологічно чистої технології обробітку ґрунту.

Обробіток пасивними та активними робочими органами деяких подрібнювачів здійснюється на всю ширину захвату агрегату, що потребує додаткових затрат енергії. Агрегати не повністю пристосовані до деяких умов, які диктує стан аграрного сектору України (стан поля, можливість агрегувати з тракторами нижчого класу, менші питомі витрати пального на обробіток).

Перспективним напрямком удосконалення існуючих комбінованих агрегатів є зменшення енергетичних витрат на виконання технологічного процесу та кількості проходів, зменшення металомісткості їх конструкцій, підвищення їх продуктивності, забезпечення необхідного обробітку без шкідливого впливу на екологію.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Над вирішенням питань механізації обробітку ґрунту, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур працювали Спірін А.П., Марченко О.С., Ніконов П.К., Бороніхін Г.І., Поляков А.Г., Пархоменко В.А., Гогунський Г.Г., Гільштейн П.М., Мітков В.Б., Труш М.М., Соловях Є.К., Аулін В.В., Гридасов А.Д., Richard A., Ronald D. [5-10] та інші. Проте вони не досліджували стан засміченості поля рослинними залишками грубостеблових культур, що має дуже важливе значення для запропонованої технології.

В працях вчених значну увагу приділено теоретичному обґрунтуванню параметрів ґрунтообробних робочих органів, розвитку наукових основ оптимізації технологічних схем машин та комплексів для різних ґрунтово-кліматичних умов та агротехнічних вимог.

Вченими обґрунтовувались способи комбінування різнотипних робочих органів в одній машині, аналіз конструкцій та принципи їх побудов. Результати досліджень комбінованих машин викладено в наукових працях А.С. Кушнар'ова, А.А. Вілде [11] та інших.

Г.А. Хайліс рекомендує оптимізацію об'єктів механізації с/г виробництва проводити при таких значеннях факторів, коли необхідний параметр досягне потрібного найбільшого чи найменшого значення [12].

А. Б. Лур'є розробив основи моделювання технологічних процесів аграрного виробництва та встановив методи побудови та аналізу математичних моделей сільськогосподарських машин [13].

Однак, використання відомих конструкцій комбінованих подрібнювачів для обробітку ґрунту після збирання грубостеблових культур вивчено недостатньо, дослідження роботи їх органів велись окремо від загальної схеми комбінування, не достатньо вивчено взаємовплив та результуючий вплив різних робочих органів на рослинні залишки грубостеблових культур та зміну стану шару ґрунту, що обробляється.

Слід звернути увагу на те, що умови роботи і стан навколишнього середовища розглядаються в загальному, а не конкретно для умов обробітку, коли ґрунт обробляється іншими робочими органами, що йдуть попереду комбінованої машини. Не розроблено рекомендацій з використання пасивних та активних робочих органів в залежності від ґрунтово-кліматичних і механіко-технологічних умов технології та агротехнічних вимог.

На перспективу поставили завдання створити нову технологію обробітку ґрунту, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур та подрібнювач для її реалізації з оптимально обґрунтованою конструкцією, яка дасть змогу забезпечити енергоощадний обробіток та підвищити родючість ґрунту шляхом подрібнення та заробки рослинних залишків, які є важливою органічною сировиною для відтворення гумусу.

**Мета.** Метою даної публікації є обґрунтування технологічної функціональної моделі способу обробітку ґрунту після збирання грубостеблових культур.

**Результати.** Розробка способу обробітку поля, засміченого рослинними

залишками грубостеблових культур після їх збирання здійснюється шляхом поєднання послідовних процесів впливу на рослинні залишки та ґрунт, що дозволяє забезпечити: якісний обробіток поля, подрібнення і загортання рослинних залишків по всьому фронту ширини захвату за один прохід агрегату; ефективне використання енергії, що витрачається на привод засобів подрібнення залишків, а тим самим досягти можливості збільшення ширини захвату агрегату та його продуктивності; залишити вирівняну поверхню поля. Реалізація цього способу полягає у розробленні та обґрунтуванні технологічних параметрів та режимів роботи комбінованого подрібнювача рослинних залишків завдяки дослідженню технологічних процесів.

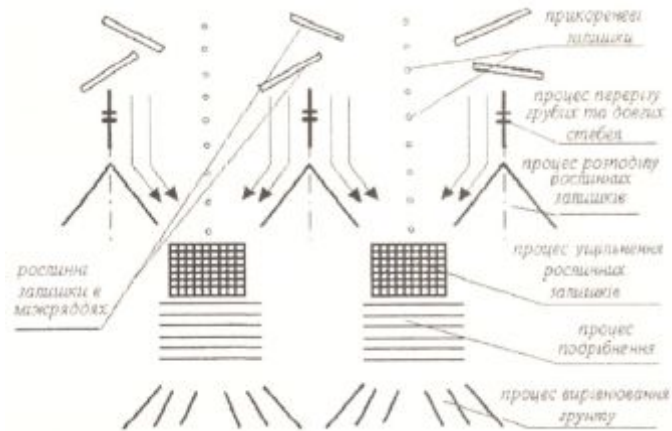
При запропонованому способі обробітку поля, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур, послідовно здійснюються процеси: переріз довгих та грубих рослинних залишків; розподіл по рядках; ущільнення; подрібнення згорненої рослинно-земляної маси; вирівнювання обробленої поверхні ґрунту. Кожен процес сприяє кращому протіканню наступного.

Процес перерізу здійснює перерізання довгих та грубих стебел в міжряддях. Процес розподілу призначений для спрямування рослинних залишків з міжрядь на рядки посіву. Процес ущільнення забезпечує втрамбування згорнених рослинних залишків та сприяє кращому підготовленню до процесу подрібнення. Процес подрібнення здійснює подрібнення рослинних залишків і перемішування їх з ґрунтом. Процес вирівнювання забезпечує вирівнювання обробленої поверхні поля.

Технологія запропонованого способу відбувається наступним чином. При переміщенні машини вздовж рядків поля після збирання грубостеблових культур розподільники рухаються в міжряддях, забезпечуючи процес розподілу розрізаних стебел в зони подрібнення (до рядків посіву), де вони разом з прикореневими залишками подрібнюються ножами фрезерних секцій і перемішуються з ґрунтом. Для перерізання довгих та грубих стебел, а також для запобігання забиванню розподільників встановлені плоскі дискові ножі, що забезпечують процес перерізу довгих та грубих рослинних залишків та подання їх на бокові стінки напрямних крил розподільників, якими вони вільно переміщуються. Далі відбувається втрамбування згорненої рослинної маси прикочувальними котками, що працюють по рядках посіву, забезпечуючи процес ущільнення. Після вищеписаних процесів відбувається процес подрібнення фрезерними барабанами, що працюють в зонах подрібнення. Ґрунт і рослинні залишки, що відкидаються ножами, за допомогою вирівнювальних щитків забезпечують процес вирівнювання поверхні поля.

Розроблений спосіб забезпечує подрібнення і загортання рослинних залишків грубостеблових культур при ефективному використанні енергії, що витрачається на подрібнення, залишає вирівняну поверхню поля, завдяки тому, що складається з об'єднаних технологічних процесів перерізу та розподілу довгих і грубих стебел, ущільнення згорненої маси, подрібнення рослинних залишків з ґрунтом та вирівнювання поверхні поля. Процеси перерізу та розподілу рослинних залишків відбуваються в міжряддях, а процеси ущільнення, подрібнення та вирівнювання по рядках посіву. Технологічна схема способу зображена на рис. 1.

Завдяки тому, що перед процесом розподілу відбувається процес перерізу довгих та грубих стебел, а після процесу розподілу по рядках посіву процес ущільнення, при якому ущільнюються згорнені рослинні залишки, листостеблова маса краще підготовлюється до процесу подрібнення, покращується обробіток ґрунту, якість подрібнення і перемішування з ґрунтом рослинних залишків, створюється рівномірне подрібнення, при цьому зменшуються енерговитрати на обробіток, що дозволяє збільшити ширину захвату агрегату та підвищити його продуктивність [14].



**Рис. 1. Технологічна схема способу обробки ґрунту, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур**

Така послідовність виконання технологічних процесів комбінованого способу обробки поля, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур, дасть змогу істотно зменшити енерговитрати по даній технології, а також покращити якість подрібнення рослинних залишків.

При виконанні технологічного способу ґрунтообробною машиною відбувається прогнозована зміна агрофізичного стану ґрунту в результаті комплексної дії всіх робочих органів.

Схемою технологічного способу обробки може бути схема, побудована за принципом “вхід-вихід”. Вхідними змінними виступають зовнішні чинники обставин  $X$  – умови роботи та керування  $U$  – регламенти технологічних процесів, окремі з яких змінюються в часі  $t$ :

$$X = [x_1, x_2(t), \dots, x_n(t)], \quad n \in \Sigma_{вх}, \quad (1)$$

де  $\Sigma_{вх}$  – множина вхідних чинників умов роботи;

$$U = [u_1, u_2(t), \dots, u_n(t)], \quad n \in \Sigma_{кер}, \quad (2)$$

де  $\Sigma_{кер}$  – множина керованих чинників технологічних режимів роботи машини.

Вихідні змінні представимо сукупністю параметрів, які визначають якість роботи, енергетичні та техніко-економічні показники роботи машини:

$$Y = [y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)], \quad n \in \Sigma_{вих}, \quad (3)$$

де  $\Sigma_{вих}$  – множина вихідних параметрів.

Основною складовою комбінованого способу обробки поля, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур є ґрунтообробна машина – технічна система, що містить робочі органи з конструкційно-технологічними взаємозв’язками. Технологічна структура комбінованої ґрунтообробної машини відображається множиною відповідних робочих органів  $Q_i$ , об’єднаних в операційні групи  $\Pi_{1-5}$  з певною послідовністю для виконання робочих процесів:

$$Q_i = [\Pi_{1-5}] \quad (4)$$

Розглядаючи функціонування комбінованої ґрунтообробної машини при технологічному способі обробітку ґрунту, засміченого рослинними залишками ґрубостеблових культур, проаналізуємо показники вихідних вимог до обробітку ґрунту за схемою: “об’єкт впливу – вплив – результат”.

При обробітку об’єктом впливу буде певна ділянка поля із своїм рельєфом та фактичним станом ґрунту, що визначає умови функціонування машини, яка, виконуючи певну операцію, змінює стан ґрунту. Необхідний результат визначається передумовами функціонування технічних засобів та агротехнічними вимогами.

Область функціонування обставин технологічного способу обробітку ґрунту, засміченого рослинними залишками ґрубостеблових культур, задається множиною кліматичних та ґрунтово-фізичних параметрів. Для розглядуваного конкретного випадку ряд чинників приймають певне фіксоване значення, яке визначається доцільністю виконання даного технологічного способу взагалі.

Умови функціонування за стабільності показників можна розділити на: незмінні, стабільні на період обробітку, змінні під впливом машини. Незмінними в процесі роботи ґрунтообробної машини є рельєф, склад ґрунту; стабільною на період обробітку є температура повітря і ґрунту, вологість ґрунту та інше. В результаті впливу машини змінюється щільність ґрунту, його агрегатно-фракційний склад, вирівняність поля тощо.

З агротехнічних показників акцентуватимемо увагу на показниках якості виконання технологічного способу і виберемо найважливіші з них – кришення ґрунту, подрібнення та заробку рослинних залишків.

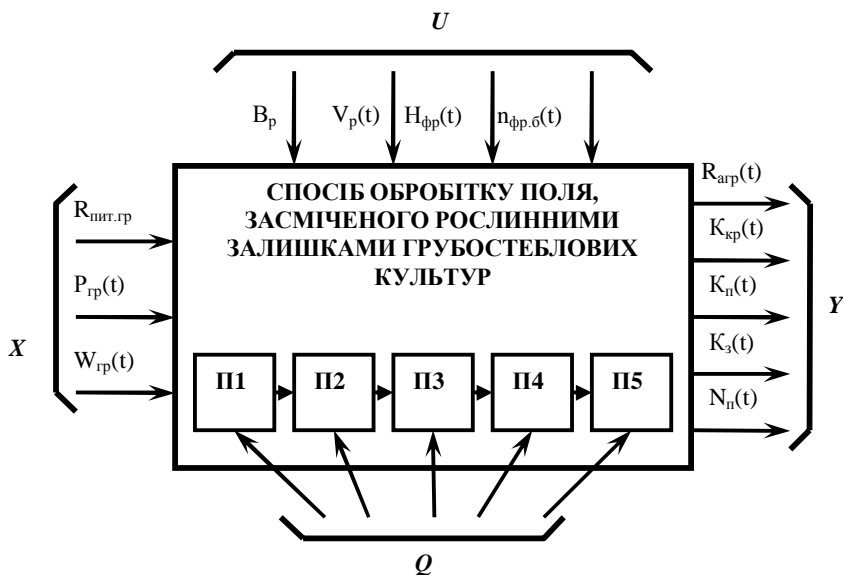
Енергетичні показники доцільно представити тяговим опором комбінованої ґрунтообробної машини та потужністю на її привод, оскільки, в залежності від робочої швидкості і глибини обробітку, вони визначають ступінь завантаження двигуна трактора, витрати пального, буксування рушіїв тощо. Експлуатаційно-технологічні показники задаються робочою швидкістю, глибиною обробітку і шириною захвату.

В результаті проведеного аналізу, параметричний запис математичної моделі технологічного способу обробітку поля, засміченого рослинними залишками ґрубостеблових культур, що виконується комбінованою ґрунтообробною машиною, запишемо у вигляді функції:

$$Y[y_1(t), y_2(t), y_3(t), y_4(t), y_5(t)] = F\{X[x_1, x_2(t), x_3(t)], U[u_1, u_2(t), u_3(t), u_4(t)], Q_i[\Pi_{1-5}]\} \quad (5)$$

де  $y_1(t)$  – вихідний параметр тягового опору ( $R_{a2p}$ );  $y_2(t)$  – вихідний параметр кришення ґрунту ( $K_{кр}$ );  $y_3(t)$  – вихідний параметр подрібнення рослинних залишків ( $K_n$ );  $y_4(t)$  – вихідний параметр заробки рослинних залишків ( $K_3$ );  $y_5(t)$  – вихідний параметр потужності на привод ( $N_n$ );  $x_1$  – вхідний параметр питомого опору ґрунту ( $R_{num.2p}$ );  $x_2(t)$  – вхідний параметр твердості ґрунту ( $P_{2p}$ );  $x_3(t)$  – вхідний параметр вологості ґрунту ( $W_{2p}$ );  $u_1(t)$  – вхідний параметр робочої швидкості ( $V_p$ );  $u_2(t)$  – вхідний параметр робочої ширини ( $B_p$ );  $u_3(t)$  – вхідний параметр глибини обробітку ( $H_{фр}$ );  $u_4(t)$  – вхідний параметр частоти обертання фрезерного барабана ( $n_{фр.бар}$ );  $Q_i$  – параметри технологічної структури машини.

Модель комбінованого способу обробітку поля, засміченого рослинними залишками ґрубостеблових культур зображена на рис. 2.



**Рис. 2. Модель комбінованого технологічного способу обробітку поля, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур:**

*П1 – процес перерізу грубих та довгих стебел; П2 – процес розподілу рослинних залишків;  
П3 – процес ущільнення рослинних залишків; П4 – процес подрібнення ущільненої маси;  
П5 – процес вирівнювання ґрунту*

Обґрунтування технологічної схеми, перехід до опису процесів комбінованої ґрунтообробної машини та визначення характеристик робочих органів пов'язане з визначенням параметрично-технологічної структури машини  $Q$ . Через велику кількість компонентів параметрів  $Q$ , дослідження і встановлення їх значень можливе шляхом поєднання теоретичного аналізу та практичного вивчення їх взаємодії і впливу на ґрунт та рослинні залишки.

Оскільки аналітична модель не враховує ряду факторів, а окремі розглядає наближено, то для її достовірності необхідна експериментальна ідентифікація. Тому, для моделювання способу обробітку поля, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур, використовували об'єднану аналітично-експериментальну модель, реалізація якої дозволила вирішити основні задачі моделювання – аналіз, синтез і оптимізацію.

Аналіз прогнозує вихідні якісно-енергетичні показники для певних умов роботи і визначені параметри комбінованої ґрунтообробної машини, вирішує питання використання в реальних умовах.

Теоретично синтезувати комбіновану машину у повному обсязі складно через невизначеність взаємозв'язків різних робочих органів, режимів і умов їх роботи. Саме тому, доцільно поєднати задачі синтезу та оптимізації, враховуючи встановлені умови і потрібні результати роботи. Виходячи з формули (5), функціональна параметрична структура машини має вигляд:

$$Q = F[Y, X, U]. \quad (6)$$

Конструкційно-технологічні показники різних робочих органів визначаються вирішенням задачі оптимізації в межах відповідного процесу при встановлених внутрішніх факторних зв'язках і взаємозв'язках, які з'являються під час взаємодії з ґрунтом та рослинними залишками.

З формул (5) і (6) видно, що розкриття суті способу обробітку засміченого поля пов'язане з параметрами умов початкового стану ґрунту; визначенням технологічної структури машини, взаємозв'язків та взаємодії робочих органів, встановленням технологічних режимів роботи; дослідженням впливу всіх перелічених чинників на результати її роботи.

**Висновки.** Вперше розроблено та обґрунтовано комбінований спосіб обробітку поля, засміченого рослинними залишками грубостеблових культур та функціональну математичну модель способом, яка в подальшому дала змогу визначити параметрично-технологічну структуру розробленого подрібнювача. Новизну технічних рішень підтверджено деклараційними патентами України: №29342, №31514, №33829, №33819, № 90538А, № 90535А [15-20].

#### Список використаних джерел

1. Комбинированные почвообрабатывающие машины [Текст] / Вилде А.А., Цесниекс А.Х., Моритис Ю.П. [и др.]. – Л. : Агропромиздат : Ленингр. отд-ние, 1986. – 128 с.
2. Хоменко, М.С. Перспективы использования почвообрабатывающих машин с пассивными и активными рабочими органами [Текст] / М.С. Хоменко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – № 5. – С. 26.
3. Листопад, Д.Н. Фрезерні ґрунтообробні машини [Текст] / Д.Н. Листопад, М.П. Рубцов, О.П. Лювасенко. – К. : Урожай, 1985. – 64 с.
4. Антонов, А.П. Комбинированные сельскохозяйственные агрегаты. Альбом-справочник [Текст] / А.П. Антонов, Н.С. Кабаков, П.А. Щербина, В.И. Гаврюшин. – М. : Россельхозиздат, 1975. – 183 с.
5. Пат. 4522267, США, МКИ А01В 49/04. Shredder / plow combination [Text] / Lew son Richard A., Ronald D. Wetherell. – № 448937; Заявл. 13.12.82; Опубл. 11.06.85; НКІ 172/28.
6. А.с. 471075, СССР, МКИ А01В49/02. Почвообрабатывающий агрегат [Текст] / Спириин А.П., Яцук Е.П., Марченко О.С., Грицик М.И., Никонов П.К., Боронихин Г.И., Орлов В.П., Поляков А.Г., Пархоменко В.А., Шестопалов В.Г., Тарасов В.П. – № 1913771; заявл. 26.04.73; опубл. 25.05.75, Бюл. № 19.
7. А.с. 523653, СССР, МКИ А01В49/02, А01В31/00. Почвообрабатывающая машина [Текст] / Жук А.Ф., Кабаков Н.С., Гогунский Г.Г., Гильштейн П.М., Сонис З.Г., Марченко О.В., Холяво Ч.А., Кириухин В.Г., Панов И.М. – № 1907397; заявл. 13.04.73; опубл. 05.08.76, Бюл. № 29.
8. Распопов, А.Р. Измельчитель пожнивных остатков подсолнечника / А.Р. Распопов, А.Д. Гридасов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1973. – № 8. – С. 38–39.
9. Труш, М.М. Обґрунтування необхідності удосконалення існуючої конструкції навісного подрібнювача стебел НПС – 3,9 [Текст] / М.М. Труш, Є.К. Солових, В.В. Аулін // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 2002. – Вип. 4. – С. 249–253.
10. Мітков, В.Б. Перспективи використання комбінованого агрегату для оранки ґрунту одночасно з подрібненням рослинних решток / В.Б. Мітков // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 2002. – Вип. 4(18). – С. 254–257.
11. Комбинированные почвообрабатывающие машины / А.А. Вилде [и др.] – Л. : Агропромиздат, 1986. – 126 с.
12. Хайлис, Г.А. Основы теории и расчёта сельскохозяйственных машин: Учебное пособие / Г.А. Хайлис. – К. : УСХА, 1992. – 240 с.
13. Лурье, А.Б. Расчёт и конструирование сельскохозяйственных машин [Текст] / А.Б.Лурье, А.А. Громбчевский. – Л. : Машиностроение, 1977. – 528 с.
14. Корчак М.М. Розробка комбінованого способу та подрібнювача для ґрунту, засміченого рослинними залишками [Текст] / М.М. Корчак // Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Львівський національний агроуніверситет, 2009. –

№13, т. 1. – С. 155–163.

15. Пат. 29342, Україна, МПК А 01 В 33/00. Фрезерний подрібнювач кореневих та листостеблових залишків [Текст] / Корчак М.М., Бендера І.М., Єрмаков С.В., Говоров О.Ф. – № u200710230; заявл. 14.09.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1.

16. Пат. 31514, Україна, МПК А 01 В 33/00. Подрібнювач кореневих та листостеблових залишків [Текст] / Корчак М.М., Бендера І.М., Єрмаков С.В., Говоров О.Ф. – № u200714212; заявл. 18.12.2007; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 7.

17. Пат. 33829, Україна, МПК А 01 В 33/00. Комбінований культиватор-подрібнювач [Текст] / Корчак М.М., Бендера І.М., Єрмаков С.В. – № u200803382; заявл. 17.03.2008; опубл. 10.07.2008, Бюл. № 13.

18. Пат. 33819, Україна, МПК А 01 В 33/00 Комбінований фрезерний культиватор-подрібнювач рослинних залишків грубостеблових культур [Текст] / Корчак М.М., Бендера І.М., Єрмаков С.В. – № u200803323; заявл. 17.03.2008; опубл. 10.07.2008, Бюл. № 13.

19. Пат. 90538, Україна, МПК А 01 В 33/00. Спосіб звільнення поля від рослинних залишків грубостеблових культур [Текст] / Корчак М.М., Бендера І.М., Єрмаков С.В., Яковенко А.І. – № a2008 04264; заявл. 04.04.2008; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9.

20. Пат. 90535, Україна, МПК А 01 В 49/02 (2006.01). Комбінований подрібнювач рослинних залишків грубостеблових культур [Текст] / Корчак М.М., Бендера І.М., Єрмаков С.В. – № a2008 03070; заявл. 11.03.2008; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9.

#### References

1. Vilde, A.A., Cesnieks, A.H., ... Moritis, Ju.P. (1986). *Kombinirovannye pochvoobrabatyvajushhie mashiny* [Combined tillage machine]. Leningrad : Agropromizdat : Leningr. otd-nie [in Rus.].

2. Homenko, M.S. (1987). Perspektivy ispol'zovanija pochvoobrabatyvajushhij mashin s passivnymi i aktivnymi rabochimi organami [Prospects for the use of tillers with passive and active working bodies]. *Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva* [Mechanization and electrification of agriculture], 5, 26 [in Ukr.].

3. Listopad, D.N., Rubcov, M.P., & Ljuvasenko O.P. (1985). *Frezerni truntoobrobni mashini* [Milling tillage machines]. Kiev : Urozhaj [in Ukr.].

4. Antonov, A.P., Kabakov N.S., Shherbina P.A., & Gavrijushin V.I. (1975). *Kombinirovannye sel'skohozjajstvennyje agregaty*. Al'bom-spravochnik [Combined agricultural machinery. Album catalog]. Moskow : Rossel'hozizdat [in Rus.].

5. Lew son Richard A., Ronald, D. Wetherell. (1985). *U.S. Patent No. 4522267*, Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office [in Ukr.].

6. Spirin, A.P., Jacuk, E.P., Marchenko, O.S., Gricik, M.I., Nikonov, P.K., Boronihin, G.I., Orlov, V.P. ... Tarasov V.P. (1975). *USSR Certificate of Authorship No. 471075*. Moskow [in Rus.].

7. Zhuk, A.F., Kabakov, N.S., Gogunskij, G.G., Gil'shtejn, P.M., Sonis, Z.G., Marchenko, O.V., Holjavo, Ch.A., Kirjuhina, V.G., & Panov, I.M. (1976). *USSR Certificate of Authorship No. 523653*. Moskow [in Rus.].

8. Raspopov, A.R., & Gridasov, A.D. (1973). *Izmel'chitel' pozhnivnyh ostatkov podsolnechnika* [Flowing sunflower crop residues]. *Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva* [Mechanization and Electrification of Agriculture], 8, 38–39 [in Rus.].

9. Trush, M.M., Solovih, Є.K., & Aulin, V.V. (2002). Obruntuvannja neobhidnosti udoskonalennja isnujuchoj konstrukcii navisnogo podribnjuvacha stebel NPS – 3,9 [Justification of the need to improve the existing design the chopper attachment stems NPCs - 3.9]. *Visnik agrarnoi nauki Prichornomor'ja* [Bulletin of Agricultural Science Black Sea], 4, 249–253 [in Ukr.].

10. Mitkov, V.B. (2002). Perspektivi vikoristannja kombinovanogo agregatu dlja oranki runtu odnocasno z podribnennjam roslinnyh reshtok [Prospects for the use of the combined unit for plowing the soil at the same time Shredders]. *Visnik agrarnoi nauki Prichornomor'ja* [Bulletin of Agricultural Science Black Sea], 4(18), 254–257 [in Ukr.].

11. Hajlis, G.A. (1992). *Osnovy teorii i raschjota sel'skohozjajstvennyh mashin* [Fundamentals of the theory and calculation of agricultural machinery]. Kiev : USHA [in Rus.].

12. Lur'e, A.B., & Grombchevskij, A.A. (1977). *Raschët i konstruirovannje sel'skohozjajstvennyh mashin* [Calculation and design of agricultural machines]. Leningrad : Mashinostroenie [Engineering] [in



Rus.].

13. Korchak, M.M. (2009). Rozrobka kombinovanogo sposobu ta podribnjuvacha dlja rruntu, zasmichenogo roslinnimi zalishkami [Development of the combined method and the chopper for the soil, clogged with plant remains]. *Visnik Lvivs'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu: Agroinzhenerni doslidzhennja [Bulletin of Lviv National Agrarian University: Agrotechnical research]*, 13 (1), 155–163 [in Ukr.].

14. Korchak, M.M., Bendera, I.M., Ermakov, S.V., & Govorov, O.F. (2008). *Ukraine Patent № 29342*. Kiev: Ukraine Patent and Trademark Office [in Ukr.].

15. Korchak, M.M., Bendera, I.M., Ermakov, S.V., & Govorov, O.F. (2008). *Ukraine Patent № 31514* Kiev: Ukraine Patent and Trademark Office [in Ukr.].

16. Korchak, M.M., Bendera, I.M., & Ermakov, S.V. (2008). *Ukraine Patent № 33829*, Kiev: Ukraine Patent and Trademark Office [in Ukr.].

17. Korchak, M.M., Bendera, I.M., & Ermakov, S.V. (2008). *Ukraine Patent № 33819*. Kiev: Ukraine Patent and Trademark Office [in Ukr.].

18. Korchak, M.M., Bendera, I.M., Ermakov, S.V., & Jakovenko, A.I. (2010). *Ukraine Patent № 90538*. Kiev: Ukraine Patent and Trademark Office [in Ukr.].

19. Korchak, M.M., Bendera, I.M., & Ermakov, S.V. (2010). *Ukraine Patent № 90535* Kiev: Ukraine Patent and Trademark Office [in Ukr.].

*Дата надходження статті до редакції: 29.11.2015,*

*рецензування : 18.12.2015, прийняття в друк 25.02.2016.*

*Received : 29.11.2015 1st Revision: 18.12.2015 Accepted: 25.02.2016*

**Nikolay Korchak**  
PhD(Techn.)  
Assistant Professor

*Department of repair of machines and power equipment  
Engineering faculty  
State Agrarian and Engineering University in Podilya  
Kamenets-Podilsky, Ukraine  
E-mail: [korchak07\\_80@mail.ru](mailto:korchak07_80@mail.ru)*

## **DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL AND FUNCTIONAL MODEL OF SOIL CULTIVATION METHOD AFTER HARVESTING ROUGH-STEM CROPS**

*The aim of given publication is determination of technological functional model of soil cultivation method after harvesting rough-stem crops. When cultivating ground after harvesting rough-stem crops, the operation is complicated due to the presence of rough after cutting residues-nearby root parts and stems, as a main object of cultivation isn't only soil but plant wastes that are grinded as well. Improvement in cultivation of field littered with plant rests of rough-stem crops after their harvesting are carried out by means of combined consecutive processes of influence upon plant residues and soil that allows to ensure: qualitative field cultivation, grinding and burying plant residues on the entire front of width gripping per a single aggregate passing; effective utilization of energy that is spent for drive of devices for grinding residues and thus to achieve the possibility for increasing the width of gripping of aggregate and its productivity, to make field surface. The analysis of technology and construction machinery for soil cultivation littered with plant residues of rough-stem crops for making choice of mechanized cultivation technology. Perspective trend in improvement of existing combined aggregates is a reduction of power expenses for technological process fulfillment and for conducting number of passing, decrease in large specific quantity of metal of their constructions, improvement in their productivity, provision with necessary cultivation without a harmful effect on ecology. The sequence of fulfillment and structure of technological processes of combined way in field cultivation littered with plant rests is given. The technology elaborated provides grinding and burying plant residues of rough-stem crops at effective energy utilization, that are spent for grinding, left levelled surface of field as consists of combined technological processes of cutting and distributing of long-and-rough stems, compacting gathered mass, grinding plant residues together with the ground and levelling field surface. Processes of cutting and*

*distributing long-and-rough plant residues are taken place in row widths where the processes of compaction, grinding and levelling in rows of sowings. Such sequence in carrying out the technological processes enables substantially reduce the power expenses and improve the cultivation quality. There was elaborated a technology of cultivation where soil is littered with rough-stem crops residues and a mincing machine (grinder) for its utilization with basing construction that ensures a qualitative power saving, ecologically effective and economy cultivation, as well as improves soil fertility with the method of grinding and with plant rests burying.*

**Key words:** *cultivation technology, functional model, plant rests of rough-stem crops, a grinder, soil.*

**Николай Корчак**  
к.т.н., и.о. доцента

*кафедра ремонта машин и энергооборудования  
Инженерно-технический факультет  
Подольский государственный аграрно-технический  
университет  
Каменец-Подольский, Украина  
E-mail : [korchak07\\_80@mail.ru](mailto:korchak07_80@mail.ru)*

## **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СПОСОБА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЧВЫ ПОСЛЕ УБОРКИ ТОЛСТОСТЕБЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР**

*Проведён анализ технологий и конструкций машин для возделывания почвы, засоренной растительными остатками толстостебельных культур, учитывая выбор механизированной технологии возделывания. Обоснованно последовательность выполнения и структуру технологических процессов комбинированного способа возделывания поля, засоренного растительными остатками. Разработано энергосберегающую и экологически эффективную технологию возделывания почвы, засоренной растительными остатками толстостебельных культур и измельчитель для её реализации. Обоснована функциональная математическая модель способа, которая в дальнейшем дала возможность определить параметрично-технологическую структуру разработанного измельчителя.*

**Ключевые слова:** *технология возделывания, функциональная модель, растительные остатки толстостебельных культур, измельчитель, почва.*