

УДК 631.331

Рудь А.В.
к.т.н., професор

кафедра сільськогосподарських машин і механізованих технологій

Інженерно-технічний факультет

Мошенко І.О.
інженер

Подільський державний аграрно-технічний університет

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: anatoliy-rudy@rambler.ru

ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКЦІЙНИЙ АНАЛІЗ КОМБІНОВАНИХ ПОСІВНИХ МАШИН КОМПАНІЇ VÄDERSTAD

Дослідження полягає у виконанні технологічно-конструкційного аналізу комбінованих посівних машин компанії Väderstad для господарств з різними ґрунтово-кліматичними умовами і технологіями вирощування сільськогосподарських культур. У статті пропонується методика дослідження шляхом технологічно-конструкційного аналізу робочих органів і комбінованих посівних машин компанії Väderstad. Дослідження спираються на результати технологічно-конструкційного аналізу комбінованих посівних машин компанії Väderstad для традиційної, мінімальної та без попереднього обробітку ґрунту технології вирощування сільськогосподарських культур. Зроблено конструкційно-технологічний аналіз робочих органів комбінованих посівних машин: сошників, агресивних ґрунтообробних дисків DiscAggressive, важких вирівнюючих планок GrossBoard, розпушувальних лоп і вирівнюючих планок Agrilla, ґрунтообробних дисків Disc, системи контролю і управління глибиною загорання насіння, прикочуючої частини, мінісівалки для підсіву трав та системи автоматичного управління і контролю висіву насіння і добрив. За питомими металомісткістю та енергомісткістю виявлені найбільш досконалі конструкції та розроблені рекомендації щодо використання комбінованих посівних машин компанії Väderstad у господарствах з різними ґрунтово-кліматичними умовами і технологіями вирощування сільськогосподарських культур. Результатом розробленої методики є застосування на легких і добре розпушених ґрунтах при різних технологіях вирощування сільськогосподарських культур для їх сівки сівалки Spirit, а на важких ґрунтах, при великій глибині загорання насіння і кам'янистому ґрунті слід рекомендувати до використання сівалки Rapid з однодисковими сошниками і прикочуванням ґрунту після сошників.

Ключові слова: аналіз, ґрунтообробнопосівний агрегат, диск, анкер, насіння, ґрунтообробне обладнання, висівний апарат, металомісткість, енергомісткість, Rapid, Väderstad.

Вступ. Одним з перспективних напрямів розвитку комплексної механізації сільськогосподарського виробництва є створення комбінованих машин, які забезпечували би одночасне в одному технологічному процесі виконання кількох операцій з обробітку ґрунту, сівки, внесення добрив і гербіцидів. Можливість та доцільність суміщення технологічних операцій визначають системами землеробства та обробітку ґрунту, засміченістю полів бур'янами та їх видовим складом, метеорологічними умовами, параметрами енергетичних засобів, агрономічними, техніко-економічними та іншими факторами. Доцільність суміщення технологічних операцій підтверджують матеріали дослідів та виробничий досвід. У більшості випадків суміщення операцій дає змогу забезпечувати якісну підготовку ґрунту за більш короткий час, ніж при виконанні цих операцій роздільно одноопераційними машинами. Окрім того, це дає змогу загорнути насіння культури, яку вирощують, у вологий свіжооброблений ґрунт і в результаті забезпечити високу й дружну польову схожість, кращі умови для початкового росту та розвитку рослин, що гарантуватиме більш високі

та сталі врожаї. Суміщення технологічних операцій дозволяє різко скоротити кількість проходів агрегатів по полю і зменшити шкідливу дію ходових систем агрегатів на ґрунт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у розробку і дослідження комбінованих посівних агрегатів зробили вчені В.І. Кравчук, М.І. Грицишин, С.М. Коваль [1, с. 119-140], П.В. Сисолін, І.М. Бендера, А.В. Рудь [2, с. 150-172], В.М. Сало, В.М. Кропівний [3, с. 234-241], С.Дж. Бейкер, К.Е. Сакстон, В.Р. Ритчи [4, с. 29-58] та багато інших. Ними розроблені конструкції комбінованих ґрунтообробнопосівних агрегатів та їх робочих органів, проведені теоретичні дослідження та експериментальні випробування. Однак використання та впровадження цих даних можливе за умови їх ретельного технологічно-конструкційного аналізу на предмет придатності до виробничого запровадження.

Мета дослідження полягає у виконанні технологічно-конструкційного аналізу комбінованих посівних машин компанії Väderstad для традиційної, мінімальної та без попереднього обробітку ґрунту технології вирощування сільськогосподарських культур на його основі запропонувати рекомендації щодо використання цих машин у господарствах з різними ґрунтово-кліматичними умовами і технологіями вирощування сільськогосподарських культур.

Методологія. Дослідження проводилися шляхом технологічно-конструкційного аналізу робочих органів і комбінованих посівних машин компанії Väderstad за результатами роботи авторів на виставках Інтер Агро 2013, Інтер Агро 2014, Інтер Агро Комплекс (виставковий центр Київ Експо Плаза), на Днях поля у Німецькому аграрному центрі в Україні (2014 і 2015 роки) та в 2015 році у кластері «Н-селко-Південь» агрохолдингу Kernel, с. Зіньків Віньковецького району Хмельницької області.

Результати. Висів сільськогосподарської культури є однією з найважливіших технологічних операцій від якої залежить рівень врожаю. Для розкриття потенціалу сільськогосподарської культури слід використати сівалку, яка б забезпечувала рівномірну сівбу насіння по всій площі з дотриманням норми висіву, забезпечувала б загортання насіння на оптимальну глибину та сприятливі умови для проростання і появи дружніх сходів, до того ж виконувала би всі перераховані операції на підвищеній швидкості та з високою продуктивністю.

Сімейство зернових сівалок компанії Väderstad представлено двома зразками техніки RapidSpirit. Основні відмінності між ними: різні конструкції сошників і величини їх притисного зусилля та різне положення прикочуючих елементів. Можливість роботи машин Rapid та Spirit за різними технологіями представлена на рисунку 1 [5, с. 10].



Рис. 1. Можливість роботи машин RapidSpirit за різними технологіями

Особливості конструкції сошників посівних машин Rapid та Spirit представлені на рисунку 2.



а



б

**Рис. 2. Однодисковий сошник посівних машин Rapid (а)
та двохдисковий сошник посівних машин Spirit (б)**

Однодисковий сошник посівних машин Rapid (рис. 2, а [6, с. 17]) вкладає насіння в прорізане диском тверде насіннєве ложе. Його найкраще застосовувати коли потрібне високе притисне зусилля на важких ґрунтах, велика кількість каміння на поверхні поля, багато рослинних решток, необхідно глибоко загортати насіння та передбачено використання мінімальної технології обробітку ґрунту.

Двохдисковий сошник посівних машин Spirit (рис. 2, б) [5, с. 11]) розміщує насіння в прикочений ґрунт. Його найкраще використовувати коли ґрунт розпушений і має низьку щільність, поле невіривняне, а сошник копіює нерівності поверхні, низькі тягові зусилля трактора і насіння загортається порівняно не глибоко.

Розміщення робочих органів сівалок представлені на рисунку 3 [5, с. 11].



а



б

Рис. 3. Розміщення прикочуючих коліс сівалок Rapid (а) і Spirit (б)

У сівалок Rapid (а) прикочування відбувається після проходження сошників (відмічено чорним прямокутником), а у Spirit (б) – перед проходженням сошників.

Принцип комбінованої сівби – локальне внесення добрив під час висіву насіння – має ряд переваг у порівнянні з розкидним способом: знижується кількість проходів агрегату по полю, не втрачаються азотні добрива через вивітрювання, добрива вносяться та розташовуються саме в тому шарі, де розвивається коренева система рослин і є доступ вологи (рис. 4) [6, с. 11].

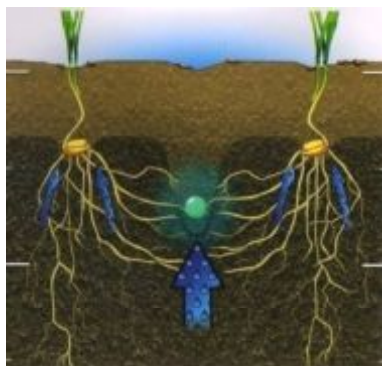


Рис. 4. Розміщення добрив і кореневої системи рослин, що розвиваються

Розміщуючи добрива на глибині 2-3 см нижче глибини загортання насіння та між рядками забезпечує швидкий доступ коренів рослин до поживних речовин, виключаючи у той самий час, ризик хімічних опіків. Навіть за умови висихання верхнього шару ґрунту, добрива розміщуються у вологому шарі, що необхідно для їхнього розчинення, при цьому забезпечується надійний доступ коренів культури до поживних речовин.

Сівалка Rapid компанії Väderstad є потужним ґрунтообробно-посівним комплексом, який здатний виконувати якісний висів культур у різних умовах та при різних технологіях. Завдяки наявним різноманітним знаряддям для обробки ґрунту (рис. 5) [5, с. 28] та унікальним сошникам, сівалка Rapid здатна виконувати сівбу за будь яких умов.



а



б



в



г

Рис. 5. Ґрунтообробне обладнання сівалок Rapid:

а – система агресивних ґрунтообробних дисків DiscAggressive; б – важкі вирівнюючі планки CrossBoardHeavy; в – система розпушувальних лап і вирівнюючих планок Agrilla; г – система ґрунтообробних дисків Disc

Система агресивних ґрунтообробних дисків DiscAggressive (рис. 5, а) обладнана дисками діаметром 450 мм. Важкі вирівнюючі планки CrossBoardHeavy (рис. 5, б) складаються з ряду S-подібних стояків, обладнаних наконечниками із загартованої сталі,

які ефективно працюють на добре оброблених ґрунтах та ефективно вирівнюють поверхню поля після оранки.

Система розпушувальних лап вирівнюючих планок Agrilla (рис. 5, в) призначена для обробітку легких ґрунтів та формування якісного посівного ложе з дрібногрудочковою структурою. Система ґрунтообробних дисків Disc (рис. 5, г) складається з двох рядів дисків конічної форми діаметром 410 мм. Одночасно з системою Disc можна встановлювати ряд вирівнюючих планок CrossBoard (легкі або важкі) для кращого вирівнювання поверхні.

Однією з основних переваг сівалки Rapid є унікальна система контролю глибини загортання насіння під час сівби. Кожне колесо системи прикочування одночасно ущільнює і контролює глибину ходу двох сошників (рис. 6) [5, с. 30].

Налаштування глибини загортання насіння активується за допомогою натискання кнопки на пульті управління, а конкретне значення глибини залягання насіння може бути задане з точністю до 1 мм за допомогою гідравлічного важеля з кабіни трактора (рис. 7) [5, с. 30].



Рис. 6. Система контролю глибини загортання насіння



Рис. 7. Активації налаштування глибини загортання насіння та її задання

Безкамерні колеса діаметром 740 мм з робочим тиском 0,15 Мпа при якісній гумі і високому протекторі створюють площу контакту з ґрунтом більше 50% (рис. 8) [5, с. 31].

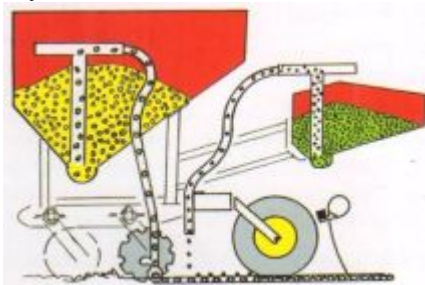


Рис. 8. Система OffSet – розміщення коліс прикочуючої частини в шаховій послідовності зі зміщенням на 190 мм і закріплення на індивідуальних осях

Штригельна борона (рис. 8) вирівнює та розпушує верхній шар ґрунту після прикочуючих коліс, як під час сівби так і на поворотних смугах.

В конструкції сівалок Rapid компанія Väderstad використовує нові електронні технології контролю висіву: пульт управління ControlStation, термінал ISOBUS, систему E-Control та комбінацію ISOBUS + E-Control. Система електронного контролю висіву дозволяє виявляти в процесі роботи можливе блокування сошників. Вона складається з монітора, що встановлюється в кабіні трактора та підключений до датчиків, які встановлені на кожному окремому пневмоматеріалопроводі.

Сівалка Rapid може бути обладнана міні-сівалкою BioDrill (рис. 9, а) [6, с. 27], яка за один прохід одночасно з висівом основної культури здійснюватиме підсів багаторічних трав та інших дрібнонасієних культур. Це дозволяє зменшувати кількість проходів, заощаджувати час та кошти. Випускний штуцер з пластиною розподільника насіння (рис. 9, б) розташовані за сошниками висіву насіння основної культури, перед прикочуючими колесами.



а



б

Рис. 9. Технологічна схема сівалки Rapid, обладнаної міні-сівалкою BioDrill (а) та випускний штуцер з пластиною розподільника насіння (б)

Технічні характеристики сівалок Rapid представлені в таблиці 1 [6, с. 2].

Користуючись даними таблиці 1 нами визначені та проаналізовані питомі

порівняльні показники сівалок Rapid, які представлені на рисунках 10 і 11.

Таблиця 1

Технічні характеристики сівалок Rapid

Модель	RD 300S	RD 300C	RD 400S	RD 400S	RDA 400S	RDA 600S	RDA 600C	RDA 600J	RDA 800S	RDA 800C	RDA 800J
Привід системи висіву	гідро	гідро	гідро	гідро	гідро	гідро	гідро	гідро	гідро	гідро	гідро
Потужність, кВт	66	74	88	96	96	132	147	147	177	191	191
Робоча ширина, м	3	3	4	4	4	6	6	6	8	8	8
Транспортна ширина, м	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3
Об'єм бункера, л	3000	3150	4100	4350	3100	3300	6200	6200	3300	6200	6200
Маса з системою Disc, кг	4200	4700	4600	5400	5400	7400	8700	8400	9200	10700	9600
Тиск сошника min/max, Н	700/ 2100	850/ 2450	750/ 2150	900/ 2300	1100/ 2300	900/ 1850	950/ 1950	900/ 1900	910/ 1700	850/ 1650	750/ 1550

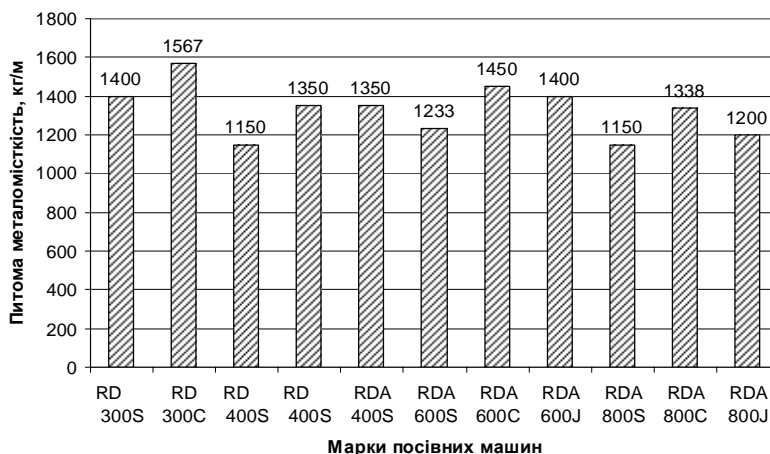


Рис. 10. Питома металомісткість сівалок Rapid

Аналізуючи рисунок 10 слід відмітити, що найвищу конструкційну досконалість мають сівалки RD 400S, RDA 800S та RDA 600S з питомою металомісткістю 1150 та 1233 кг/м, а найнижчу – сівалка RD 300C з питомою металомісткістю 1567 кг/м. Всі інші моделі сівалок Rapid займають проміжне положення.

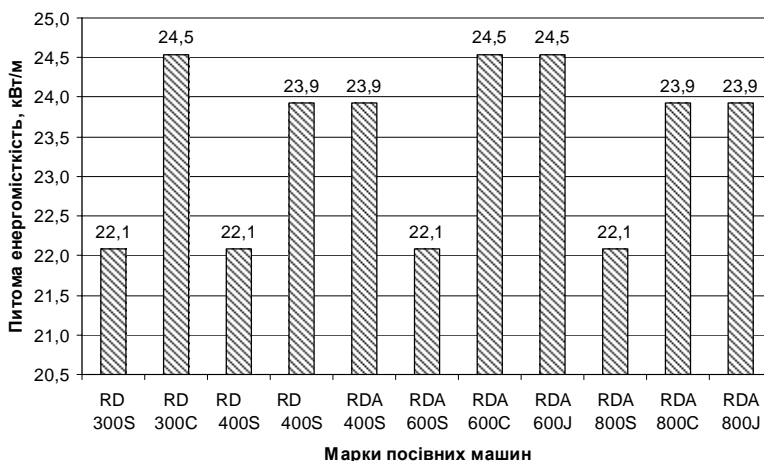


Рис. 11. Питома енергомісткість сівалок Rapid

Слід відмітити, що за питомою енергомісткістю(рис.11) найбільш досконалими є сівалки RD300S,RD 400S,RDA600S та RDA 800S з найнижчою питомою енергомісткістю 22,1 кВт/м, а найменш досконалими є сівалки RD300C,RDA600C та RDA 600Jз питомою потужністю 24,5 кВт/м. Всі інші моделі сівалок Rapid займають проміжне положення.

Висновки. На легких і добре розпушених ґрунтах при різних технологіях вирощування сільськогосподарських культур для їх сівби слід рекомендувати сівалки Spirit, які обладнані дводисковими сошниками і здійснюють прикочування ґрунту пневматичними колесами перед сошниками.

На важких ґрунтах, при великій глибині загртання насіння і кам'янистому ґрунті слід рекомендувати до використання сівалки Rapid з однодисковими сошниками і прикочуванням ґрунту після сошників. Отже, з аналізу всіх моделей сівалок Rapid ми рекомендуємо до використання найбільш досконалі з них, які мають найнижчі питомі металомісткість та енергомісткість RD 400S, RDA 600S та RDA 800S.

Список використаних джерел

1. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки [Текст] / За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалюка. – К.: Аграрна наука, 2004. – 396 с.
2. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців з напрямку 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» [Текст] / І.М. Бендера, А.В. Рудь, Я.В. Козій та ін. / За ред. І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисін О.В., 2011. – 640 с.
3. Сисолін, П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування [Текст] : підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва» / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний ; за ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва. – К. : Урожай, 2001. – 384 с.
4. Бейкер, С.Дж. Технология и посев. Наука и практика. Второе изд. [Текст] / С.Дж. Бейкер, К.Е. Сакстон, В.Р. Ритчи. – Нью-Йорк, 2002. – 264 с.
5. Сівба 2015-2016. VÄDERSTAD. Каталог. – 2015. – 96 с.
6. VÄDERSTAD. Безкомпромисное качество сева в любых условиях [Текст] : каталог. – 2014. – 40 с.
7. Spirit (Väderstad) [Текст] // Землероб. – 2015. – №10. – С. 13 – 19.
8. www.vaderstad.com

References

1. Kravchuk, V. I., Hrytsyshyn, M. I. & Koval, S. M. (2004). *Suchasni tendentsii rozvytku konstruksij sil's'kohospodars'koi tekhniki* [Modern trends in agricultural machinery construction] K.: Ahrarnanauka. [in Ukrainian].
2. Bendera, I. M., Rud', A. V. ... Kozij, Ya. V. (2011). *Proektuvannia sil's'kohospodars'kykh mashyn. Navchal'nyj posibnyk dlia vykonannia kursovykh proektiv z rozrobky sil's'kohospodars'koi tekhniki pry pidhotovtsi fakhivtsiv z napriamu 6.100202 «Protsesy, mashyny ta obladnannia ahropromyslovoho vyrobnytstva».* [Design of agricultural machinery. A manual for implementation of term projects to develop agricultural technology training at the direction 6.100202 "processes, machines and equipment for the agricultural production."]. Kam'ianets'-Podil's'kyj: FOP Sysin O. V. [in Ukrainian].
3. Sysolin, P.V., Chernovola, M.I., Salo, V.M., & Kropivnyj, V.M. (2001). *Sil's'kohospodars'ki mashyny: teoretychni osnovy, konstruksii, proektuvannia: Pidruch. dliastud. vysch. navch. zakl. izspets. «Mashynytaobladn. s.-h. vyr.-va»* []. *Mashynydlia ril'nytstva*. K.: Urozhaj [in Ukrainian].
4. Bejker, S. Dzh., Sakston, K. E. & Rytchy, V. R. (2002). *Tekhnolohyia y posev. Nauka y praktyka* [Technology and posev. Science and Practice]. N'iu-Jork.
5. Sivba 2015-2016. [Crop 2015-2016] (2015). VÄDERSTAD. *Kataloh*. [in Ukrainian].
6. *Bezkompromysnoe kachestvo sevav liubykh uslovyiakh* [Uncompromising quality sowing in all conditions]. (2014). VÄDERSTAD. [in Ukrainian].
7. Spirit (Väderstad). (2015). *Zemlerob*, 10, 13–19. [in Ukrainian].
8. Väderstad International. *vaderstad.com*. Retrieved from <http://www.vaderstad.com>.

Дата надходження статті до редакції : 2.12.15

1 рецензування : 20.12.2015, прийняття в друк : 10.02.2016

Received: 2/12/15. 1 revision: 12/20/2015. Accepted: 02/10/2016

Anatoliy Rud
Ph.D., Professor
Ivan Moshenko
Engineer

Department of agricultural machines and mechanized technologies
Engineering Faculty
State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamenets-Podilsky, Ukraine
E-mail: anatoliy-rudy@rambler.ru

TECHNOLOGICAL -STRUCTURAL ANALYSIS OF THE COMBINED COMPANY SOWING MACHINES VÄDERSTAD

The research is to perform a structural analysis of technology companies combined Väderstad sowing machines for farms with different soil and climatic conditions and crop production technologies. In the article the method of investigation by technological and structural analysis of working and sowing machine combined company Väderstad. The study results are based on technological and structural analysis combined sowing machine Väderstad company for traditional and without minimum tillage technology of growing crops. Made by design and technological analysis of the working of the combined sowing machines, shovels, aggressive tillage drive Disc Aggressive, heavy smoothing strips GrossBoard, ripping legs and smoothing strips Agrilla, tillage discs Disc, system monitoring and control depth of seeding, prykochuyuchoyi part minisivalky for sowing grass and automatic control system and control of seed and fertilizer. Specific energy consumption metal content and found most advanced design and recommendations on the use of combined sowing machine Väderstad farms with different soil and climatic conditions and technology of growing crops. The result is an application developed technique on light and well-loosened soil under different technologies of growing crops for their sowing sowing Spirit, and on heavy soils, with great depth zahrtannya seeds and rocky soil should be recommended for use with drills Rapid-disk openers packing of soil and soil after shovels. Analysis of all models of seeders Rapid we recommend the use of the most advanced ones that have the lowest energy intensity per unit metal content and RD 400S, RDA 600S and RDA 800S/

Keywords: *analysis, cultivating sowing unit drive anchor, seeds, tillage equipment, seeding machine, metal content, energy intensity, Rapid, Väderstad.*

Анатолий Рудь
к.т.н. профессор
Иван Мошенко
инженер

кафедра сельскохозяйственных машин
и механизированных технологий
Инженерно-технический факультет
Подольский государственный аграрно-технический
университет
Каменец-Подольский, Украина
E-mail: anatoliy-rudy@rambler.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ-КОНСТРУКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОСЕВНЫХ МАШИН КОМПАНИИ VÄDERSTAD

Исследование заключается в выполнении технологически конструкционного анализа комбинированных посевных машин компании Väderstad для хозяйств с различными почвенно-климатическими условиями и технологиями выращивания сельскохозяйственных культур. В статье предлагается методика исследования путем технологически конструкционного анализа рабочих органов и комбинированных посевных машин компании Väderstad. Исследования опираются на результаты технологически конструкционного анализа комбинированных посевных машин компании Väderstad для традиционной, минимальной и без предварительного обработки технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Сделано конструкционно-технологический анализ рабочих органов комбинированных посевных машин: сошников, агрессивных почвообрабатывающих дисков DiscAggressive, тяжелых выравнивающих планок GrossBoard, рыхлительных лап и выравнивающих планок Agrilla, почвообрабатывающих дисков Disc, системы контроля и управления глубиной заделки семян, прикатывающей части, минисвалки для подсева трав и системы автоматического управления и контроля высева семян и удобрений. По удельная металлоемкость и энергоемкостью выявлены наиболее совершенные конструкции и разработаны рекомендации по использованию комбинированных посевных машин компании Väderstad в хозяйствах с различными почвенно-климатическими условиями и технологиями выращивания сельскохозяйственных культур. Результатом разработанной методики является применение на легких и хорошо разрыхленных почвах при различных технологиях выращивания сельскохозяйственных культур для их посева сеялки Spirit, а на тяжелых почвах, при большой глубине заделки семян и каменистой почве следует рекомендовать к использованию сеялки Rapid с однодисковыми сошниками и прикатыванием почвы после сошников.

Ключевые слова: анализ, почвообрабатывающе-посевной агрегат, диск, анкер, почвообрабатывающее оборудование, высевной аппарат, семена, Rapid, Väderstad.