

**Authors:****N. M. Maksimov**<sup>✉</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-6671-7424>;**A. V. Popov**, Master degree

Velikiye Luki State Agricultural Academy, 2 Prospekt Lenina St., Velikiye Luki, Russia, 182112

max@vgsa.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 24.09.2025; одобрена после рецензирования 13.10.2025;

принята к публикации 01.12.2025.

The article was submitted 24.09.2025; approved after reviewing 13.10.2025; accepted for publication 01.12.2025.

Научная статья

УДК 631.331.024.2/.3

DOI 10.48012/1817-5457\_2025\_4\_178-184

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОШНИКОВ СЕЯЛКИ PRIMERA DMC 9000 И ОЦЕНКА ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

**Первушин Владимир Федорович**<sup>✉</sup>, **Ипатов Алексей Геннадьевич**,  
**Костин Александр Владимирович**, **Касимов Николай Гайсович**,  
**Салимзянов Марат Зуфарович**

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

pervushin54@mail.ru

**Аннотация.** Цель исследований – импортозамещение сошника сеялки Primera DMC 9000 при сохранении его износостойкости и эксплуатационного ресурса. В статье на основании данных исследований и полевых испытаний 2024 и 2025 гг. описываются два направления изготовления сошников. Первым направлением является изготовление сошников из листового проката (сталь 65Г) методом лазерной резки с поверхностной закалкой рабочей поверхности. Второе направление предполагает изготовление сошников с наплавленным слоем фронтальной рабочей поверхности износостойким электродом Т-590 с содержанием сормаита. Полевые испытания проводились в условиях СХПК-колхоз «Заря» Можгинского района Удмуртской Республики на машинно-тракторном агрегате в составе колесного трактора К-744 «Кировец» и сеялки Primera DMC 9000, а также в условиях СХПК-колхоз «Луч» Вавожского района Удмуртской Республики на машинно-тракторном агрегате в составе колесного трактора «Беларус-3023» и сеялки Primera DMC 9000. Контрольная наработка на одну сеялку была принята 500 га. По результатам исследований установлено, что износ сошников увеличивает тяговое сопротивление и расход топлива. По весовому и линейному износу получены следующие данные: эксплуатационный ресурс сошников, изготовленных с наплавленным слоем электродами Т-590, выше, чем сошников, изготовленных с поверхностной закалкой. Изнашиванию подвергается как фронтальная поверхность сошника, так и боковые утолщения, причем с различной интенсивностью. Износ носка сошника увеличивает тяговое сопротивление и расход топлива. Износ боковой поверхности и боковых утолщений изменяет параметры посевного ложа для заделки семян, а именно уменьшается ширина посевной полосы, которая влияет на качество внесения удобрений и химикатов, что снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Износ фронтальной поверхности сошника, расположенного выше износостойкой пластины, приводит к сгуживанию растительного материала и нарушению параметров заделки семян.

**Ключевые слова:** сеялка, анкерный сошник, эксплуатационный ресурс, наработка, пайка.

**Для цитирования:** Технология изготовления сошников сеялки Primera DMC 9000 и оценка их износостойкости / В. Ф. Первушин, А. Г. Ипатов, А. В. Костин [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 4 (84). С. 178-184. [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2025\\_4\\_178-184](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_4_178-184).

**Актуальность.** Интенсивный износ рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин является общей проблемой для всех

сельхозтоваропроизводителей. Самыми распространенными рабочими органами современных посевных машин в настоящее время

являются анкерные сошники, и главным следствием их износа является не столько увеличение тягового сопротивления и соответственно увеличение расхода топлива, сколько ухудшение качества заделки семян в почву и снижение урожайности [12].

Опыт использования сеялок Primera DMC 9000 в России показал, что эксплуатационный ресурс анкерного сошника находится в пределах от 60 до 200 га [2-5, 12]. Фигуры и характер износа в продольном и поперечном сечениях имеют серповидную и клиновидную форму и хорошо просматриваются визуально (рис. 1).



Рисунок 1 – Характер износа сошника-оригинала сеялки Primera DMC 9000



Рисунок 2 – Сгуживание растительного материала и почвы на сошник сеялки при его износе

Изнашиванию подвергается как фронтальная поверхность сошника, так и боковые утолщения, причем с разной интенсивностью. Износ носка сошника увеличивает тяговое сопротивление и расход топлива.

Износ боковой поверхности и боковых утолщений изменяет параметры посевного ложа для заделки семян, а именно уменьшается ширина посевной полосы, которая влияет на качество внесения удобрений и химикатов, что снижает урожайность сельскохозяйственных культур.

Износ фронтальной поверхности сошника, расположенного выше износостойкой пластины, приводит к сгуживанию растительного материала и нарушению параметров заделки семян (рис. 2) [1, 7, 8, 9-11].

**Цель исследований:** импортозамещение сошника сеялки Primera DMC 9000 при сохранении его износостойкости и эксплуатационного ресурса.

**Материал и методы исследований.** Ранее были опубликованы результаты исследований по изучению эксплуатационного ресурса сошников-оригиналов сеялки Primera DMC 9000 [7]. Основываясь на данных, полученных в 2024 г., было реализовано два направления изготовления нового сошника с целью импортозамещения:

а) изготовление сошников методом лазерной резки из стали 65Г, с поверхностной закалкой на глубину 0,5 мм (рис. 3);

б) изготовление сошников методом наплавки на фронтальной рабочей поверхности слоя износостойкого электрода Т-590 с содержанием сормита (рис. 4).

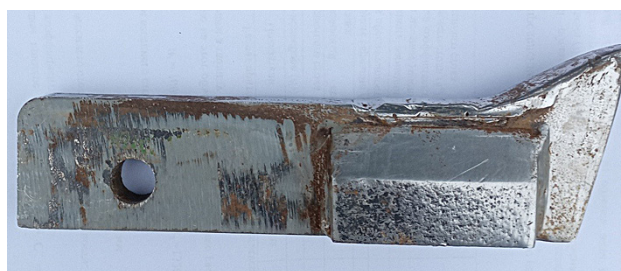


а



б

Рисунок 3 – Фигура и характер износа сошника, изготовленного из стали 65Г, с закалкой фронтальной поверхности:  
а – вид сбоку; б – вид на фронтальную поверхность



а



б

Рисунок 4 – Фигура и характер износа фронтальной поверхности сошника, изготовленного ручной электродуговой наплавкой электродов Т-590:

а – вид сбоку; б – вид на фронтальную поверхность

Сормайт, обладающий твердостью порядка 50 HRC, по химическому составу и своей структуре близок к высоколегированным белым чугунам и содержит 25-31 % хрома, 2,5-3,5 % углерода, 2,8-4,2 % кремния, 3-5 % никеля, до 1,5 % марганца, до 0,08 % серы и до 0,08 % фосфора.

Сплав сормайт широко применяется в качестве наплавочных материалов для повышения износостойкости поверхностей инструментов и деталей машин, которые должны эксплуатироваться в условиях сильного абразивного износа, в том числе без смазки и при повышенных температурах. По режущим свойствам сплав сормайт близок к стеллитам и занимает промежуточное положение между металлокерамическими твердыми сплавами и быстрорежущей сталью [6].

Полевые испытания и исследования сошников проводились в условиях СХПК колхоз «Заря» Можгинского района Удмуртской Республики на машинно-тракторном агрегате (МТА) в составе колесного трактора К-744 «Кировец» и сеялки Primera DMC 9000 и в условиях СХПК колхоз «Луч» Вавожского района на МТА в составе колесного трактора «Беларус-3023» и сеялки Primera DMC 9000.

Весовой и линейный износ сошников определяли на электронных весах CAS-SW-2 и штангенциркулем ШЦЦ-I-250 соответственно.

При производственных испытаниях и исследованиях характера износа сошников контрольная наработка на одну сеялку составляла 500 га. Учитывая, что количество сошников на одной сеялке 48 шт., контрольная наработка на один сошник составляет 10,4 га.

**Результаты исследований.** За время посевной кампании 2025 г. производственные испытания прошли сошники, изготовленные из стального листового проката (сталь 65Г), а также сошники, напавленные износостойким электродом Т-590 толщиной 2-3 мм по рабочей торцевой поверхности (табл. 1-4).

Таблица 1 – Весовой износ сошников сеялки, изготовленных из стали 65Г с поверхностной закалкой

№ пар- тии	Кол- во со- шни- ков в пар- тии	№ со- шни- ка	Масса сошника, г		Весовой износ	
			до ис- пыта- ния	после испы- тания	г	%
СХПК- колхоз «Заря»	5	1	1655	1580	75	4,5
		2	1650	1560	90	5,8
		3	1675	1590	85	5,1
		4	1660	1585	75	4,5
		5	1670	1590	80	4,8
Среднеарифметическое значение					81	4,95
СХПК- колхоз «Луч»	5	1	1650	1500	150	9,1
		2	1655	1575	80	4,8
		3	1670	1570	100	6,0
		4	1675	1580	95	5,7
		5	1675	1550	125	7,5
Среднеарифметическое значение					110	6,62
Статистические значения с 95 %-ным доверительным интервалом						
Среднеарифметическое значение по двум хозяйствам, г					95,5	
Среднеквадратическое отклонение					24,32	
Коэффициент вариации, %					25,46	
Ошибка выборочной средней, г					7,69	
Относительная ошибка, %					8,05	
Доверительный интервал, г					95,5±17,38	
Максимальное значение, г					112,88	
Минимальное значение, г					78,12	

Как следует из полученных данных, у сошников, изготовленных из стали 65Г с поверхностной закалкой, при контрольной наработке в 500 га в колхозе «Заря» среднеарифметический весовой износ составил 4,95 %, линейный износ – 6,46 %. В колхозе «Луч» – 6,62 % и 6,90 % соответственно. Интенсивность износа объясняется разными почвенно-климатическими условиями работы посевных агрегатов. Фигуры и характер износа сошников хорошо просматриваются визуально (рис. 3, 4).

**Таблица 2 – Линейный износ сошников сеялки, изготовленных из стали 65Г с поверхностной закалкой**

№ пар- тии	Кол- во со- шников в пар- тии	№ со- шни- ка	Линейный размер со- шника, мм		Линейный износ	
			до ис- пыта- ния	после испы- тания	мм	%
СХПК- колхоз «Заря»	5	1	220±1	207	13	5,9
		2		204	16	7,3
		3		205	15	6,8
		4		208	12	5,5
		5		205	15	6,8
Среднеарифметическое значение					14,2	6,46
СХПК- колхоз «Луч»	5	1	220±1	212	8	3,6
		2		199	21	9,5
		3		200	20	9,1
		4		204	16	7,3
		5		209	11	5,0
Среднеарифметическое значение					15,2	6,9
Статистические значения с 95 %-ным доверительным интервалом						
Среднеарифметическое значе- ние по двум хозяйствам, мм				14,7		
Среднеквадратическое от- клонение				3,95		
Коэффициент вариации, %				26,84		
Ошибка выборочной средней, мм				1,25		
Относительная ошибка, %				8,49		
Доверительный интервал, мм				14,7±2,82		
Максимальное значение, мм				17,52		
Минимальное значение, мм				11,88		

**Таблица 3 – Весовой износ сошников сеялки, наплавленных износостойкими электродами Т-590**

№ пар- тии	Кол-во со- шни- ков в пар- тии	№ со- шни- ка	Масса со- шника, г		Весовой износ	
			до ис- пыта- ния	после испы- тания	г	%
СХПК- колхоз «Заря»	5	1	1675	1610	65	3,9
		2	1670	1590	80	4,8
		3	1690	1620	70	4,1
		4	1680	1615	65	3,9
		5	1695	1620	75	4,4
Среднеарифметическое значение					71	4,22
СХПК- колхоз «Луч»	5	1	1670	1530	140	8,4
		2	1675	1605	70	4,2
		3	1690	1600	90	5,3
		4	1695	1610	85	5,0
		5	1695	1580	115	6,8
Среднеарифметическое значение					100	5,14
Статистические значения с 95 %-ным доверительным интервалом						
Среднеарифметическое значение по двум хозяйствам, г				85,5		

*Окончание таблицы 3*

Статистические значения с 95 %-ным доверительным интервалом	
Среднеквадратическое отклонение	24,32
Коэффициент вариации, %	28,44
Ошибка выборочной средней, г	7,69
Относительная ошибка, %	8,99
Доверительный интервал, г	85,5±17,38
Максимальное значение, г	102,88
Минимальное значение, г	68,12

**Таблица 4 – Линейный износ сошников сеялки, наплавленных износостойкими электродами Т-590**

№ пар- тии	Кол- во со- шни- ков в пар- тии	№ со- шни- ка	Линейный размер со- шника, мм		Линейный износ	
			до ис- пыта- ния	после испы- тания	мм	%
СХПК- колхоз «Заря»	5	1	220±1	213	7,0	3,2
		2		212	8,0	3,6
		3		212	8,0	3,6
		4		214	6,0	2,7
		5		212	8,0	3,6
Среднеарифметическое значение					7,4	3,34
СХПК- колхоз «Луч»	5	1	220±1	209	11	5,0
		2		216	4	1,8
		3		210	10	4,5
		4		212	8	3,6
		5		209	11	5,0
Среднеарифметическое значение					8,8	3,92
Статистические значения с 95 %-ным доверительным интервалом						
Среднеарифметическое значение по двум хозяйствам, мм					8,1	
Среднеквадратическое отклонение					2,18	
Коэффициент вариации, %					26,95	
Ошибка выборочной средней, мм					0,69	
Относительная ошибка, %					8,52	
Доверительный интервал, мм					8,1±1,56	
Максимальное значение, мм					9,66	
Минимальное значение, мм					6,54	

В колхозе «Заря» у сошников с наплавленным на фронтальной поверхности износостойким электродом Т-590 среднеарифметический весовой износ по массе составил 4,22 %, линейный износ – 3,34 %. В колхозе «Луч» – соответственно 5,14 % и 3,92 %.

На основании результатов статистической обработки представлены средние значения и доверительные интервалы износа сошников в виде гистограмм (рис. 5, 6).

Результаты анализа весового и линейного износа опытных образцов показали, что эксплуатационный ресурс сошников, изготовленных с наплавленным слоем электрода-

ми Т-590, выше, чем сошников, изготовленных с поверхностной закалкой. Средние значения износа сошников с закалкой при 95 %-ном доверительном интервале по линейному размеру составляют  $14,7 \pm 2,82$  мм, по весовому износу –  $95,5 \pm 17,38$  г. Износ сошников с наплавленными электродами Т-590 по линейному размеру –  $8,1 \pm 1,56$  мм и весовому износу  $85,5 \pm 17,38$  мм соответственно.

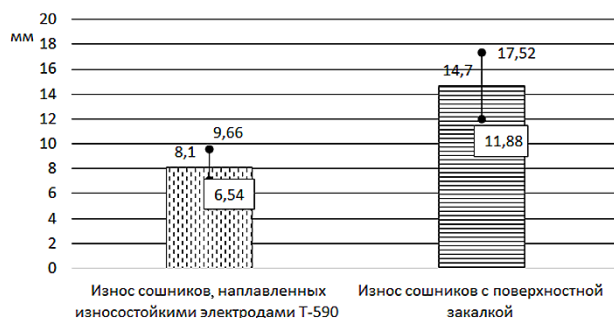


Рисунок 5 – Средние значения и доверительные интервалы износа сошников по линейному размеру

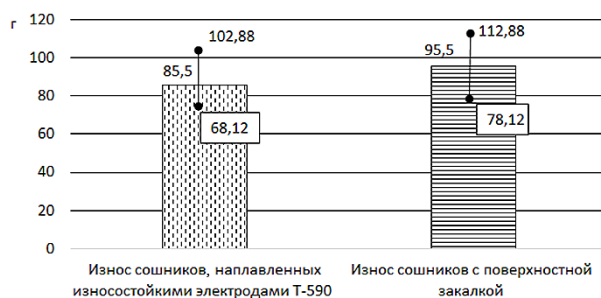


Рисунок 6 – Средние значения и доверительные интервалы износа сошников по массе

По результатам статистической обработки наблюдается высокая вариабельность износа сошников (коэффициент вариации находится в пределах 25,46-28,44 %), что указывает на неравномерный характер износа. Это объясняется разными физико-механическими свойствами почв в хозяйствах. В колхозе «Заря» преобладают супесчаные почвы, а в колхозе «Луч» – суглинистые.

Статистически значимых различий износа сошников по массе не наблюдается, так как отклонения и абсолютные ошибки совпадают в опытах.

**Выводы.** Предложены два способа изготовления сошников к сеялке Primera DMC 9000:

- из стального листового проката методом лазерной резки с поверхностной закалкой;
- с наплавленным на фронтальной рабочей поверхности электродом Т-590 с содержанием

сормайта (патент на полезную модель № 226271 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Анкерный сошник).

Результаты полевых контрольных испытаний сошников, изготовленных из стали 65Г с поверхностной закалкой на глубину 0,5 мм, неудовлетворительные. При выработке упрочненного слоя начинается интенсивный износ как фронтальной, так и всей рабочей поверхности сошника.

### Список источников

1. Влияние износа рабочих органов на технологические параметры культиватора / Р. М. Анутон [и др.] // Современные наукоемкие технологии. 2012. № 11. С. 12-14. EDN PKSXR.V.
2. ГОСТ 27674-88. Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения. Дата введения 1989-01-01. Москва: Изд-во стандартов, 1992. 20 с.
3. Драйер Х. Детальное рассмотрение сошника сеялки Primera DMC: информационная страничка к сеялке Primera DMC / Fermer.ru: сайт. URL: <https://clck.ru/3QkXsZ> (дата обращения 19.09.2025).
4. Егоров Н. Т., Подгайский М. С., Разумова Л. И. Изменение структуры малоуглеродистых сталей в зависимости от температуры нагрева // Металловедение и термическая обработка металлов. 1979. № 11. С. 40–43.
5. Износ долот анкерных сошников сеялки Primera DMC-9000, упрочненных комбинированными покрытиями, в условиях Алтайского края / В. П. Лялякин [и др.]. 2014. № 12(122). С. 124-132.
6. Наплавочные электроды Сормайт / ТД Завода сварочных материалов: сайт. URL: <http://sormait.tdzsm.ru/> (дата обращения 19.09.2025).
7. Направление импортозамещения сошника сеялки Primera DMC 9000 / В. Ф. Первушин [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 1(81). С. 168-174. DOI 10.48012/1817-5457\_2025\_1\_168-174.
8. Патент на полезную модель № 226271 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Анкерный сошник: № 2024108144; заявл. 28.03.2024; опубл. 29.05.2024 / В. Ф. Первушин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ.
9. Соловьев С. А., Лялякин В. П., Schwamm V. Комбинированные упрочняющие покрытия для долот анкерных сошников сеялки Primera DMC-9000 // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т. 117. С. 159-167.
10. Ткачев В. Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания. Москва: Машиностроение, 1995. 336 с.
11. Черноиванов В. И., Лялякин В. П. Организация и технологии восстановления деталей машин. Москва: ГОСНИТИ, 2003. 488 с.
12. Primera DMC: информационный проспект. URL: <https://clck.ru/3QkY2K> (дата обращения 19.09.2025).

## References

1. Vliyaniye iznosa rabochix organov na texnologicheskie parametry kul'tivatora / R. M. Anutov [i dr.] // Sovremennyye naukoemkie tekhnologii. 2012. № 11. S. 12-14. EDN PKSXR.V.
2. GOST 27674-88. Trenie, iznashivaniye i smazka. Terminy i opredeleniya. Data vvedeniya 1989-01-01. Moskva: Izd-vo standartov, 1992. 20 s.
3. Drajer X. Detal'noe rassmotrenie soshnika seyalki Primera DMC: informacionnaya stranichka k seyalkе Primera DMC / Fermer.ru: sajт. URL: <https://clck.ru/3QkXsZ> (data obrashheniya 19.09.2025).
4. Egorov N. T., Podgajskij M. S., Razumova L. I. Izmeneniye struktury malouglerodisty'x stalej v zavisimosti ot temperatury nageva // Metallovedeniye i termicheskaya obrabotka metallov. 1979. № 11. S. 40–43.
5. Iznos dolot ankernyx soshnikov seyalki Primera DMC-9000, uprochnennyx kombinirovannyxmi pokry'tiyami, v usloviyax Altajskogo kraya / V. P. Lyalyakin [i dr.]. 2014. № 12(122). S. 124-132.
6. Naplavochnyye e'lektrody Sormajт / TD Zavoda svarochnyx materialov: sajт. URL: <http://sormait.tdzsm.ru/> (data obrashheniya 19.09.2025).
7. Napravleniye importozameshheniya soshnika seyalki Primera DMC 9000 / V. F. Pervushin [i dr.] // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2025. № 1(81). S. 168-174. DOI 10.48012/1817-5457\_2025\_1\_168-174.
8. Patent na poleznuyu model' № 226271 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/20. Ankernyj soshnik: № 2024108144: zayavl. 28.03.2024: opubl. 29.05.2024 / V. F. Pervushin [i dr.]; zayavitel' FGBOU VO Udmurtskij GAU.
9. Solov'ev S. A., Lyalyakin V. P., Schwamm V. Kombinirovannye uprochnyayushhie pokry'tiya dlya dolot ankernyx soshnikov seyalki Primera DMC-9000 // Trudy GOSNITI. 2014. T. 117. S. 159-167.
10. Tkachev V. N. Rabotosposobnost' detalej mashin v usloviyax abrazivnogo iznashivaniya. Moskva: Mashinostroeniye, 1995. 336 s.
11. Chernoi vanov V. I., Lyalyakin V. P. Organizaciya i tekhnologii vosstanovleniya detalej mashin. Moskva: GOSNITI, 2003. 488 s.
12. Primera DMC: informacionnyj prospekt. URL: <https://clck.ru/3QkY2K> (data obrashheniya 19.09.2025).

## Сведения об авторах:

**В. Ф. Первушин**<sup>✉</sup>, доктор технических наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0003-0572-2080>;

**А. Г. Ипатов**, кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-2637-4214>;

**А. В. Костин**, кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-0589-3448>;

**Н. Г. Касимов**, кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-9009-0836>;

**М. З. Салимзянов**, кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-0877-4372>

Удмуртский ГАУ, 426069, Россия, Ижевск, ул. Студенческая, 9  
pervushin54@mail.ru

Original article

## MANUFACTURING TECHNOLOGY OF PRIMERA DMC 9000 SEEDER COULTERS AND THEIR WEAR RESISTANCE EVALUATION

**Vladimir F. Pervushin**<sup>✉</sup>, Alexey I. Ipatov, Alexander V. Kostin, Nikolay G. Kasimov, Marat Z. Salimzyanov

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia  
pervushin54@mail.ru

**Abstract.** The research aims to substitute the imported Primera DMC 9000 seeder coulter with a domestic alternative, while maintaining its wear resistance and operational life. The article describes two directions for the manufacture of coulters based on research data and field tests in 2024 and 2025. The first direction is the manufacture of coulters from rolled steel (65G steel) by laser cutting with surface hardening of the working surface. The second approach focuses on producing coulters with a welded pad on the front working surface, using the wear-resistant T-590 electrode with a sormite content. Field tests were carried out on the machine-tractor unit consisting of the K-744 Kirovetz wheeled tractor and the Primera DMC 9000 seeder in the Agricultural Production Cooperative Zarya in the Mzhginsky District of the Udmurt Republic. The tests were also conducted on the machine-tractor unit consisting of the Belarus-3023 wheeled tractor and the Primera DMC 9000 seeder in the Agricultural Production Cooperative Luch in the Vavozhsky District of the Udmurt Republic. The control operating time for one seeder was 500 ha. The research results have established that worn coulters lead to increased tractive resistance and higher fuel consumption. We have obtained the following data on weight and linear wear: the operating life of coulters made with a deposited layer of T-590 electrodes is higher than that of coulters made with surface hardening. Both the frontal surface of the shoe and the lateral thickenings are subjected to wear, and with varying intensity. The wear of the coulter point increases tractive resistance and fuel consumption. The wear of the side surfaces and their thickenings alters the parameters of

the seedbed for covering seeds. Specifically, the width of the sowing strip narrows, impacting the quality of fertilizers and chemicals. This, in turn, reduces crop yields. The wear of the front surface of the coulter located above the wear-resistant plate leads to overloading of the plant material and disruption of parameters of seed covering.

**Key words:** seeder, hoe coulter, operational life, operating time, soldering.

**For citation:** Pervushin V. F., Ipatov A. G., Kostin A. V., Kasimov N. G., Salimzyanov M. Z. Manufacturing technology of Primera DMC 9000 seeder coulters and their wear resistance evaluation. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2025; 4 (84): 178-184. (In Russ.). [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2025\\_4\\_178-184](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_4_178-184).

#### Authors:

**V. F. Pervushin**<sup>✉</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-0572-2080>;

**A. G. Ipatov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-2637-4214>;

**A. V. Kostin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-0589-3448>;

**N. G. Kasimov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9009-0836>;

**M. Z. Salimzyanov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-0877-4372>

Udmurt State Agricultural University, 9 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

[pervushin54@mail.ru](mailto:pervushin54@mail.ru)

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 01.09.2025; одобрена после рецензирования 22.10.2025;

принята к публикации 01.12.2025.

The article was submitted 01.09.2025; approved after reviewing 22.10.2025; accepted for publication 01.12.2025.

Научная статья

УДК 631.363.7

DOI 10.48012/1817-5457\_2025\_4\_184-191

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ ДЛЯ КОРМОЦЕХОВ

**Федоров Олег Сергеевич**<sup>✉</sup>, Широбоков Владимир Иванович,  
Дородов Павел Владимирович

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

[fos1973@yandex.ru](mailto:fos1973@yandex.ru)

**Аннотация.** Для повышения эффективности животноводства необходимо в полной мере использовать собственную кормовую базу, а также производить максимальное количество ингредиентов комбинированных кормов на собственных предприятиях. Целью исследований является обоснование рациональной технологической схемы получения белково-минерально-витаминных добавок и минерально-витаминных добавок. Для определения оптимального способа организации подачи ингредиентов в смеситель в условиях лаборатории ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ проведены экспериментальные исследования, направленные на получение однородной смеси при различных способах подачи смешиваемых компонентов. В качестве ингредиентов использовались зерна ячменя и тритикале. Эквивалентный диаметр зерен ячменя составил 4,53 мм, зерен тритикале – 6,87 мм. Влажность зерна – 15...16 %, насыпная масса зерен ячменя – 600 кг/м<sup>3</sup>, насыпная масса зерен тритикале – 760 кг/м<sup>3</sup>. Результаты исследований показали, что непрерывная подача компонентов в сравнении с порционной позволяет повысить однородность смеси более чем на 5 %. Предлагаемая технологическая схема приготовления комбинированных кормов позволяет производить полнорационные комбинированные корма, используя сырье собственной кормовой базы. Расчет годовой потребности в компонентах для производства собственных белково-минерально-витаминных добавок показал, что для хозяйства на 1000 голов требуется около 600 т. Средняя себестоимость производства жмыхов в хозяйствах региона, занимающихся производством масличных культур, составляет порядка 15 руб./кг. Стоимость соевого жмыха на рынке Удмуртской