



# Техника и оборудование для села

**Machinery and Equipment for Rural Area**

Сельхозпроизводство ⚙️ Агротехсервис ⚙️ Агробизнес

## TORUM 785

### БЕРЕЖНЫЙ ОБМОЛОТ В ЛЮБЫХ УСЛОВИЯХ

ЭФФЕКТИВНЫЙ  
ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ  
КОМБАЙН

В НОВОМ ИСПОЛНЕНИИ



Подробнее о модели:



**РОСТСЕЛЬМАШ**  
Агротехника Профессионалов

№3

Март 2021

Реклама

# IX СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ АГРАРНАЯ ВЫСТАВКА АгроЭкспоКрым

20 - 22 АПРЕЛЯ 2021 • Отель «Ялта-Интурист»



## Разделы выставки:



Минисельхозтехника



Животноводство



Системы полива, орошение



Пчеловодство



Растениеводство



Виноделие и виноградарство



Средства защиты растений



Готовая сельхоз продукция



[expocrimea.com](http://expocrimea.com)



+7 (978) 900 90 90

**Редакционная коллегия:**

главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,  
д-р техн. наук, проф., академик РАН,  
зам. главного редактора – **Мишулов Н.П.**,  
канд. техн. наук.

**Члены редколлегии:**

**Буклагин Д.С.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Голубев И.Г.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Ерохин М.Н.**, д-р техн. наук, проф., академик РАН,  
**Завражных А.И.**, д-р техн. наук, проф.,  
академик РАН,  
**Кешуов С.А.**, д-р техн. наук, проф.,  
академик НАН Республики Казахстан,  
**Конкин Ю.А.**, д-р экон. наук, проф., академик РАН,  
**Кузьмин В.Н.**, д-р экон. наук,  
**Левшин А.Г.**, д-р техн. наук, проф.,  
**Лобачевский Я.П.**, д-р техн. наук, проф.,  
академик РАН,  
**Морозов Н.М.**, д-р экон. наук, проф.,  
академик РАН,  
**Некрасов А.И.**, д-р техн. наук,  
**Сыроватка В.И.**, д-р техн. наук, проф.,  
академик РАН,  
**Цой Ю.А.**, д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,  
**Черноиванов В.И.**, д-р техн. наук, проф.,  
академик РАН  
**Шичков Л.П.**, д-р техн. наук, проф.

**Editorial Board:**

Chief Editor – **Fedorenko V.F.**, Doctor of Technical  
Science, professor, academician of the  
Russian Academy of Sciences,  
Deputy Editor – **Mishurov N.P.**, Candidate  
of Technical Science.

**Members of Editorial Board:**

**Buklagin D.S.**, Doctor of Technical Science, professor,  
**Golubev I.G.**, Doctor of Technical Science, professor,  
**Erokhin M.N.**, Doctor of Technical Science,  
professor, academician of the  
Russian Academy of Sciences,  
**Zavrzhnov A.I.**, Doctor of Technical Science,  
professor, academician of the Russian  
Academy of Sciences,  
**Keshuov S.A.**, D.E., professor, academician  
of the National Academy of Sciences  
of the Republic of Kazakhstan,  
**Konkin Yu.A.**, Doctor of Economics, professor,  
academician of the Russian Academy of Sciences,  
**Kuzmin V.N.**, Doctor of Economics,  
**Levshin A.G.**, Doctor  
of Technical Science, professor,  
**Lobachevsky Ya.P.**, Doctor of Technical Science,  
professor, academician  
of the Russian Academy of Sciences,  
**Morozov N.M.**, Doctor of Economics, professor,  
academician of the Russian Academy of Sciences,  
**Nekrasov A.I.**, Doctor of Technical Science,  
**Syrovatka V.I.**, Doctor of Engineering, professor,  
academician of the Russian Academy of Sciences,  
**Tsoi Yu.A.**, Doctor of Technical Science,  
professor, corresponding member  
of the Russian Academy of Sciences,  
**Chernoivanov V.I.**, Doctor of Technical Science,  
professor, academician  
of the Russian Academy of Sciences  
**Shichkov L.P.**, Doctor of Technical Science, professor

**Отдел рекламы**

Горбенко И.В.  
Дизайн и верстка  
Речкина Т.П.  
Художник Жуков П.В.

**ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА**

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

**В НОМЕРЕ**

**Техническая политика в АПК**

**Давыдова С.А., Старостин И.А., Ещин А.В., Гольяпин В.Я.** Анализ техниче-  
ского уровня современных сельскохозяйственных тракторов тягового класса 2 .... 2

**Юбилей** ..... 10

**Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения**

**Кормоуборочные комбайны RSM F 2650: заявленному верить**..... 12

**Инновационные технологии и оборудование**

**Иванов А.Б., Таркинский В.Е., Ревенко В.Ю.** К вопросу определения буксо-  
вания сельскохозяйственных тракторов ..... 14

**Комаров В.А., Курашкин М.И., Якушев И.В.** Оценка соответствия автотран-  
спортных средств, используемых в агропромышленном комплексе ..... 20

**Киреев И.М., Коваль З.М., Данилов М.В.** Экспериментальная оценка  
дисперсности капель, создаваемой разработанным техническим средством  
для краевой обработки поля..... 26

**Бобков С.И., Астафьев В.Л.** Эффективность применения элементов систе-  
мы точного земледелия в различных категориях хозяйств северного региона  
Казахстана ..... 31

**Новиков Э.В., Басова Н.В., Безбабченко А.В.** Результаты сравнительного  
анализа линий переработки технической конопля, полученной по различным  
технологиям ..... 37

**Агротехсервис**

**Фомин А.И., Сенин П.В., Власкин В.В., Баранов И.А., Баранов А.Ю.** Влияние  
технического состояния установки 011-1-02Н «Ремдеталь» на качество форми-  
руемых покрытий ..... 42

**Аграрная экономика**

**Мишулов Н.П., Свиридова С.А., Петухов Д.А., Семизоров С.А.**  
Оценка эффективности двухрядных дисковых борон с энергонасыщенными  
тракторами ..... 45

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий,  
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени  
кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:

- 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
- 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);
- 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);
- 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).

**Редакция журнала:**

141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60. Тел. (495) 993-44-04  
fgnu@rosinformagrotech.ru; r\_technica@mail.ru <https://rosinformagrotech.ru>

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале,  
допускается только с разрешения редакции.

© «Техника и оборудование для села», 2021

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 23.03.2021 Заказ 143



УДК 629.3.01

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-3-2-9

# Анализ технического уровня современных сельскохозяйственных тракторов тягового класса 2

**С.А. Давыдова,**

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,  
davidova-sa@mail.ru

**И.А. Старостин,**

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,  
starwan@yandex.ru

**А.В. Ещин,**

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,  
eschin-vim@yandex.ru  
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

**В.Я. Гольяпин,**

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,  
infrast@mail.ru  
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**Аннотация.** Проведен анализ технических характеристик современных сельскохозяйственных тракторов тягового класса 2, выявлены их отличительные особенности и дана оценка технического уровня.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственный трактор, техническая характеристика, технический уровень, двигатель, трансмиссия, агротехнические требования.

## Постановка проблемы

Повышение эффективности производства, объемов, качества и конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции является одной из основных задач Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [1]. На решение этих задач нацелена и Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [2]. Важнейшим условием решения поставленных задач является техническая и технологическая модернизация отрасли, применение передовых высокоэффективных технологий и технических средств, обеспечение технологической потребности в технике, в том числе тракторах.

Обеспеченность сельскохозяйственными тракторами, их технический уровень и эффективность использования оказывают значительное влияние на сроки и качество проведения работ, что сказывается на объемах производства и качестве получаемой продукции.

В настоящее время в России сохраняется тенденция сокращения парка сельскохозяйственных тракторов. Обеспеченность сельскохозяйственными тракторами в последние несколько лет находится на уровне 3 ед. на 1000 га пашни, в то время как в Беларуси этот показатель составляет 9 ед., в США – 27, в Германии – 83 ед. [3, 4]. В 2019 г. парк сельскохозяйственных тракторов в России составил 427,8 тыс. ед., а его дефицит – около 107 тыс. ед., при этом объемы приобретения составили лишь 10,7 тыс. ед. тракторов, что не позволяет компенсировать их выбытие [5].

Одними из наиболее востребованных в сельскохозяйственном производстве являются колесные тракторы тягового класса 2. Они универсальны, могут применяться как на общих полевых работах по основной и предпосевной подготовке почвы, так и при возделывании пропашных культур, в частности, при посеве и посадке, междурядной обработке, опрыскивании, уборке. Данные тракторы широко используются и в животноводстве: при заготовке грубых и сочных кормов, подготовке и раздаче кормов, на погрузочно-разгрузочных и транспортных работах и др. Общая потребность сельскохозяйственного производства в колесных тракторах тягового класса 2 составляет свыше 64 тыс. ед., а дефицит, по оценкам специалистов, превышает 12 тыс. ед. [3].

В 2019 г. на отечественных предприятиях произведено лишь

5,8 тыс. ед. сельскохозяйственных тракторов, т.е. почти половина приобретенных сельхозтоваропроизводителями тракторов – импортные [6]. На российских предприятиях в основном производятся тракторы тяговых классов 4-6, при этом отечественное производство колесных и гусеничных тракторов тяговых классов 0,6-3 практически отсутствует. Существуют несколько предприятий, которые пытаются локализовать производство импортных моделей тракторов в России. В частности, локализуется производство трех импортных моделей тракторов тягового класса 2: Беларусь 1221.2 (АО «Череповецкий литейно-механический завод»), Zetor ANT 4135F (ОАО «Ковровский электромеханический завод») и Massey Ferguson MF 6713 (ОАО «Голицынский автобусный завод»). Общий объем производства тракторов тягового класса 2 данными предприятиями в 2019 г. составил 298 ед. [6].

В сложившихся условиях дефицита парка сельскохозяйственных тракторов перед сельхозтоваропроизводителями особо остро встает вопрос приобретения удовлетворяющей существующим требованиям, наиболее производительной, энергоэффективной, качественной техники, позволяющей обеспечить наивысшие показатели экономической эффективности производства [7]. Выбор усложняется тем, что на мировом рынке сельскохозяйственных тракторов представлено несколько десятков производителей и несколько сотен моделей, имеющих различные характеристики и свои конструктивные особенности. В связи с этим является актуальным проведение сравнительной оценки характеристик сельскохозяйственных тракторов тягового класса 2 с целью выявления соответствия требованиям современ-

ных агротехнологий, конструктивных особенностей и основных тенденций развития.

**Цель исследования** – анализ технического уровня современных сельскохозяйственных тракторов тягового класса 2, выявление их отличительных особенностей и основных направлений развития.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследования выступали технические характеристики различных моделей сельскохозяйственных тракторов тягового класса 2 и реализованные в них конструктивные решения.

При проведении исследований использовали ГОСТ 27021-86 (СТ СЭВ 628-85) «Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы» и Межгосударственный стандарт ГОСТ 4.40-84 «Система показателей качества продукции. Тракторы сельскохозяйственные. Номенклатура показателей». Проведение комплексной оценки в соответствии с требованиями стандарта достаточно трудоемко и требует натурных испытаний, поэтому исследовались показатели назначения тракторов на основании представленных производителями в открытых источниках технических характеристик. Основой проведения исследований послужили статистические данные аналитической компании «АСМ-холдинг», интернет-ресурсы, информационные материалы предприятий сельскохозяйственного машиностроения. При проведении исследований использовались информационный анализ и синтез, экспертиза, информационно-аналитический мониторинг.

### Результаты исследований и обсуждение

Для проведения исследований выбрали модели сельскохозяйственных тракторов ведущих мировых производителей, входящие в мощностной диапазон 125-145 л.с., характерный для тракторов тягового класса 2. В результате выбраны следующие модели тракторов: Беларусь 1221.2

(ОАО «МТЗ», Республика Беларусь, сборка в России на АО «ЧЛМЗ»), Case Maxxum 125 (Case IH, США, входит в CNH Industrial), Claas Arion 620 C (Claas, Германия), Deutz-Fahr Agrotrac 130 (Deutz-Fahr, Германия, входит в SAME Deutz-Fahr Group), Dongfeng DF 1304 (Dongfeng Motor Corporation, Китай), Fendt 714 Vario (Fendt, Германия, входит в AGCO-RM), Foton TG1254 (Foton Motor Group, Китай), John Deere 6125 M (Deere & Company, США), Kubota M135 GX (Kubota Corporation, Япония), Massey Ferguson MF 6713 (Massey Ferguson Limited, США, входит в AGCO-RM, сборка в России на ОАО «ГолАЗ»), New Holland T6050 Delta (New Holland Construction, США, входит в CNH Industrial), Steyr 4130 Expert CVT (Steyr Landmaschinentechnik AG, Австрия, входит в CNH Industrial), Valtra G135 (Valtra, Финляндия, входит в AGCO-RM), YTO X 1304 (YTO Group Corporation, Китай), Zetor ANT 4135F (Zetor Tractors as, Чехия, сборка в России на АО «КЭМЗ»).

Анализ представленных сельскохозяйственных тракторов показывает, что производители ориентируются на выпуск полноприводных моделей классической компоновки, которая позволяет применять их при возделывании пропашных культур.

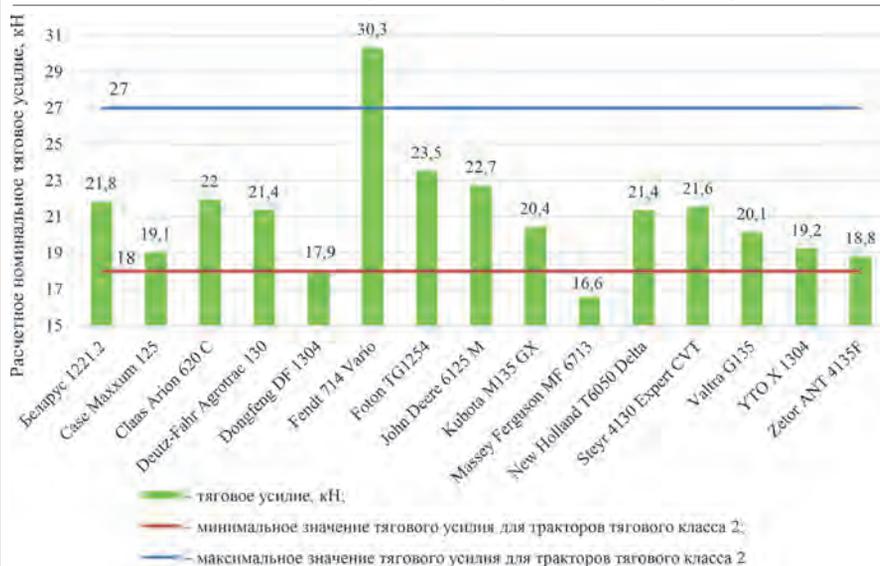
Для определения значения номинального тягового усилия тракторов произвели расчеты в соответствии с методикой ГОСТ 27021-86. Результа-

ты расчета представлены на графике (рис. 1).

В соответствии с ГОСТ 27021-86 минимальное значение номинального тягового усилия для тракторов тягового класса 2 должно составлять не менее 18 кН, максимальное значение – 27 кН. Данные границы отражены на графике соответствующими верхней и нижней прямыми линиями.

Как видно из приведенного графика, не у всех рассматриваемых моделей полученные расчетные значения номинального тягового усилия входят в интервал значений, установленный для тракторов тягового класса 2. Так, Dongfeng DF 1304 и Massey Ferguson MF 6713, несмотря на характерную для тракторов данного тягового класса мощность в 130 л.с., имеют расчетные значения номинального тягового усилия ниже установленных требованиями. В связи с этим для работы с орудиями, предназначенными для агрегатирования с тракторами тягового класса 2, данные тракторы необходимо балластировать: Massey Ferguson MF 6713 необходимо догружать не менее чем на 365 кг, Dongfeng DF 1304 – не менее чем на 25 кг.

Расчетное значение номинального тягового усилия трактора Fendt 714 Vario составило 30,3 кН, что превышает максимальное значение расчетного номинального тягового усилия для тракторов тягового



**Рис. 1. Расчетное номинальное тяговое усилие сельскохозяйственных тракторов**

класса 2 и позволяет отнести его к тяговому классу 3. Однако мощности данного трактора в 144 л.с. может оказаться недостаточно для эффективного выполнения работ с сельскохозяйственными машинами, предназначенными для агрегатирования с тракторами тягового класса 3. Поэтому принято решение отнести данную модель к тракторам тягового класса 2 и оставить для проведения дальнейшего сравнительного анализа.

Одним из ключевых элементов трактора является двигатель, от характеристик которого напрямую зависят производительность, экономичность, экологичность и другие важные параметры трактора.

Анализ представленных тракторов тягового класса 2 показывает, что на них устанавливаются преимущественно 4- и 6-цилиндровые дизельные двигатели. Около 46 % рассматриваемых двигателей имеют мощность в диапазоне 130-135 л.с. (табл. 1).

Наименьшую заявленную мощность имеют Foton TG1254 и John Deere 6125 M – 125 л.с., а также Case Maxxum 125 и Deutz-Fahr Agrot rac 130 – 126 л.с. Низкая мощность двигателей может негативно отразиться на производительности

данных тракторов по сравнению с конкурентами. Наибольшие значения мощности двигателя отмечаются у Fendt 714 Vario – 144 л.с. и Kubota M135 GX – 140 л.с.

Преобладающее большинство рассматриваемых двигателей (53 %) имеют объем 6-7 л. Двигатели с наибольшим объемом установлены на тракторах YTO X 1304 – 7,7 л, Беларус 1221.2 – 7,12 и Claas Arion 620 C – 6,8 л. Двигатели с наименьшим объемом установлены на Zetor ANT 4135F – 4,2 л, Massey Ferguson MF 6713 и Valtra G135 – 4,4 л.

Половина из рассматриваемых двигателей имеют крутящий момент 550 Н·м и выше. Наибольшее значение крутящего момента имеют двигатели тракторов Fendt 714 Vario – 664 Н·м, Steyr 4130 Expert CVT – 630 и Zetor ANT 4135F – 581 Н·м, наименьшее значение – Foton TG1254 – 421 Н·м, YTO X 1304 – 451 и Deutz-Fahr Agrot rac 130 – 485 Н·м.

Важным эксплуатационным показателем двигателей сельскохозяйственных тракторов является коэффициент запаса крутящего момента, который характеризует возможность двигателя преодолевать временные перегрузки. Чем выше коэффициент запаса крутящего момента, тем

устойчивее двигатель к перегрузкам. Практически половина двигателей рассматриваемых моделей тракторов имеют запас крутящего момента в 38 % и более. Наименьший коэффициент запаса крутящего момента имеет производящийся в Республике Беларусь и собирающийся в России трактор Беларус-1221.2 – 15 %, что может негативно сказываться на возможности данного трактора преодолевать временные перегрузки. Наибольший запас крутящего момента имеет Foton TG1254 – 45 %.

Показателем топливной экономичности тракторных двигателей является удельный расход топлива. Поскольку не все производители указывают данный показатель в технических характеристиках тракторов, при анализе для полноты исследований использовались и данные результатов испытаний Немецкого сельскохозяйственного общества DLG [8]. По данным производителей, заявленный удельный расход топлива составляет 192-248 г/кВт·ч. Наименьшее значение удельного расхода топлива заявлено у Fendt 714 Vario, наибольшее – у Foton TG1254. Однако, по предоставленным данным, в результате испытаний наименьший расход топлива выявлен у John Deere 6125 M – 274 г/кВт·ч,

**Таблица 1. Характеристики двигателей сельскохозяйственных тракторов, тяговый класс 2**

Марка / модель трактора	Мощность двигателя, кВт/л.с.	Объем двигателя, л	Максимальный крутящий момент двигателя, Н·м	Коэффициент запаса крутящего момента, %	Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup>	Удельный расход топлива, г/кВт·ч	Экологический класс
Беларус 1221.2	96/130	7,12	500	15	2100	226	Stage-1
Case Maxxum 125	92,6/126	6,75	555	38	2200	277*	Tier 3
Claas Arion 620 C	99/135	6,8	580	Н.д.	2200	348*	Н.д.
Deutz-Fahr Agrot rac 130	92,6/126	6	485	33	2350	275*	Tier 2
Dongfeng DF 1304	96/130	6,5	Н.д.	Н.д.	2300	Н.д.	Н.д.
Fendt 714 Vario	106/144	6,1	664	43	2100	192/295*	Н.д.
Foton TG1254	92/125	6	421	45	2400	248	Н.д.
John Deere 6125 M	92/125	4,5	522	25	2100	274*	Tier 3
Kubota M135 GX	103/140	6,1	566	27	2200	340*	Euro 4
Massey Ferguson MF 6713	96/130	4,4	540	Н.д.	Н.д.	316*	Н.д.
New Holland T6050 Delta	93/127	6,7	555	38	2200	Н.д.	Tier 3
Steyr 4130 Expert CVT	96/130	4,5	630	41	2200	276*	Stage V
Valtra G135	100/135	4,4	550	Н.д.	2200	Н.д.	Stage V
YTO X 1304	96/130	7,7	451	26	2300	215	Н.д.
Zetor ANT 4135F	100,2/136	4,2	581	38	2200	238	Tier 3

\* По данным испытаний DLG – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Немецкое сельскохозяйственное общество).

наибольший – у Claas Arion 620 C – 348 г/кВтч.

На большинстве рассматриваемых тракторов используется аккумуляторная система подачи топлива Common Rail, позволяющая повысить мощность, топливную экономичность и экологичность двигателя. Механическая система впрыска применяется на Беларус 1221.2, Case Maxxum 125, Foton TG1254, Dongfeng DF 1304, УТО X 1304 и Zetor ANT 4135F. Практически на всех рассматриваемых тракторах установлены двигатели с турбонаддувом. Атмосферный двигатель установлен лишь на тракторе УТО X 1304. На 60 % рассматриваемых тракторов устанавливается система охлаждения наддувочного воздуха, применяются четырехклапанная система газораспределения и электронные системы управления мощностью. Данные системы отсутствуют у моделей китайских и белорусских производителей.

Основным показателем экологичности сельскохозяйственных тракторов является уровень выбросов вредных веществ в атмосферу. В России с 2013 г. к тракторам предъявляются требования по выбросам, соответствующие Stage III, с 2020 г. требования повысились до Tier 4. Последним установленным требованием среди рассматриваемых моделей соответствуют тракторы Steyr 4130 Expert CVT и Valtra G135, относящиеся к экологическому классу Stage V. Этому способствует применение передовых систем двигателей и дополнительных систем нейтрализации отработавших газов [9]. Тракторы Беларус 1221.2 и Deutz-Fahr Agrotrac 130 по выбросам не соответствуют даже ранее установленным требованиям Stage III. Остальные рассматриваемые модели соответствуют только ранее установленным требованиям Stage III.

Следующим важным функциональным элементом трактора является трансмиссия. В трансмиссиях рассматриваемых тракторов тягового класса 2 используются преимущественно сухие фрикционные одно- и двухдисковые муфты сцепления постоянно замкнутого типа. Многоди-

сковая муфта сцепления в масляной ванне используется на тракторах Case Maxxum 125, Claas Arion 620 C и Kubota M135 GX (табл. 2).

Механические синхронизированные коробки переключения передач устанавливаются на 47 % моделей рассматриваемых тракторов, полуавтоматические с переключением нескольких передач внутри диапазона под нагрузкой – на 27 %, автоматические – на четырех моделях тракторов: ступенчатые – на Case Maxxum 125 и John Deere 6125 M, бесступенчатые – на Fendt 714 Vario и Steyr 4130 Expert CVT. Применение автоматических ступенчатых и бесступенчатых трансмиссий позволяет более эффективно выполнять полевые и транспортные работы, освободить оператора от выполнения функций управления трансмиссией, повысить производительность агрегата и экономичность трактора. Кроме того, применение автоматических трансмиссий позволяет в перспективе быстрее и проще реализовать в тракторе функции автоматического беспилотного управления [10].

Более половины рассматриваемых моделей имеют реверс на все передачи, остальные – на передачи в рамках одного диапазона. Наличие реверса позволяет более эффективно работать с фронтальным погрузчиком при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ.

В ступенчатых коробках передач рассматриваемых тракторов число передач переднего хода составляет 12-24, заднего хода – 4-12. Наибольшее число передач переднего хода имеют Deutz-Fahr Agrotrac 130, John Deere 6125 M, Kubota M135 GX, Massey Ferguson MF 6713, Valtra G135 и ANT Zetor 4135F. Большое число передач дает оператору возможность выбрать скорость, наиболее подходящую для выполнения технологической операции, максимально эффективно загрузить двигатель и добиться высоких показателей топливной экономичности. Наименьшее число передач переднего и заднего хода имеют тракторы китайского производства Dongfeng DF 1304 и УТО X 1304.

Трансмиссии рассматриваемых тракторов обеспечивают минимальную скорость движения вперед 0-3,29 км/ч, назад – 0-5 км/ч, что особенно важно при выполнении работ посадочными или уборочными машинами, мульчерами. Максимальная скорость рассматриваемых моделей составляет 27,9-50 км/ч. Тракторы с высокими скоростными характеристиками наиболее эффективны при выполнении транспортных работ.

Сельскохозяйственные тракторы тягового класса 2 часто используются при выполнении работ на животноводческих фермах, в теплицах, складах, садах, по уходу за пропашными культурами. Особое значение при выполнении таких работ имеют габаритные размеры, агротехнический просвет, колея и другие характеристики трактора.

Наименьшие значения высоты и ширины имеют тракторы Case Maxxum 125, New Holland T6050 Delta, Massey Ferguson MF 6713, что является преимуществом при выполнении работ в садоводстве, на фермах, в теплицах, складах и других помещениях (табл. 3).

Для универсально-пропашных тракторов одним из основных агротехнических показателей является агротехнический просвет, от которого зависит возможность использования трактора на работах по уходу за пропашными культурами. Существующие требования устанавливают, что агротехнический просвет колесных универсально-пропашных тракторов должен составлять не менее 640 мм [11]. Из рассматриваемых тракторов данному требованию не удовлетворяет ни один, в связи с чем могут возникнуть трудности при выполнении данными тракторами работ по уходу за пропашными культурами, в частности за высокорослыми. Наиболее приближенное к требованиям значение агротехнического просвета имеет Беларус 1221.2 – 620 мм, поэтому использование данного трактора на пропашных работах наиболее приемлемо по сравнению с другими рассматриваемыми моделями.

Другим важным требованием к универсально-пропашным тракторам

является обеспечение вписываемости в междурядья пропашных культур, которая достигается установкой определенной колеи. В соответствии с существующими требованиями универсально-пропашные тракторы должны обеспечивать возможность работы в междурядьях 450, 600, 700, 750 и 900 мм [11]. Соответственно, они должны иметь возможность бесступенчато изменять колею в диапазоне 1500-2100 мм либо ступенчато с установкой следующих

значений колеи: 1500, 1800 и 2100 мм. При этом необходимо соблюдать предусмотренные агротехникой к механизированным сельскохозяйственным работам защитные зоны растений. Возможность такой регулировки колеи имеется у тракторов Беларус 1221.2, New Holland T6050 Delta, Zetor ANT 4135F. Остальные модели либо не имеют возможности регулировки колеи, либо имеют в недостаточном интервале. В таких моделях тракторов часто использу-

ются пропашные колеса с дисками, имеющими определенный либо регулируемый вылет, за счет чего устанавливается необходимая колея.

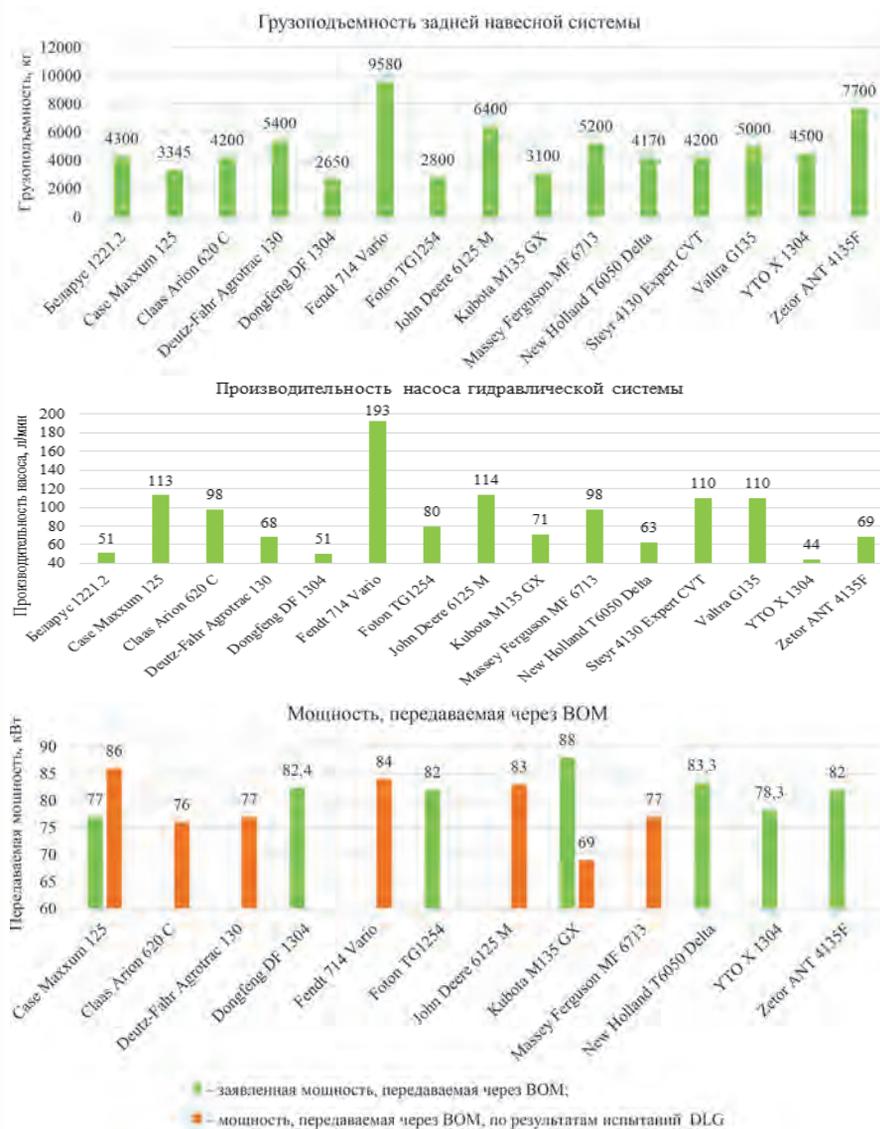
Маневренность тракторов характеризуется наименьшим радиусом поворота, который зависит от колесной базы трактора и максимального угла поворота управляемых колес. Согласно существующим требованиям радиус поворота сельскохозяйственных тракторов тягового класса 2 должен составлять не более 4,5 м [11].

**Таблица 2. Характеристики трансмиссий сельскохозяйственных тракторов, тяговый класс 2**

Марка / модель трактора	Тип сцепления	Тип коробки передач, число передач вперед/назад	Скорость движения вперед / назад, км/ч	
			минимальная	максимальная
Беларус 1221.2	Сухая фрикционная двухдисковая муфта сцепления постоянно замкнутого типа	Механическая синхронизированная, 16/8	1,54/2,75	33,8/16,4
Case Maxxum 125	Многодисковая муфта сцепления в масляной ванне	Автоматическая с реверсом на все передачи, 16/16	2,01/2,01	37,16/37,16
Claas Arion 620 C	Многодисковая муфта сцепления в масляной ванне	Полуавтоматическая с переключением 4 передач внутри диапазона под нагрузкой и с реверсом на все передачи, 16/16	1,8/1,8	40/40
Deutz-Fahr Agrotrac 130	Сухая фрикционная однодисковая муфта сцепления постоянно замкнутого типа	Механическая синхронизированная, 24/12	Н.д.	40/Н.д.
Dongfeng DF 1304	Сухая фрикционная двухдисковая муфта сцепления постоянно замкнутого типа	Механическая синхронизированная, 12/4	2/Н.д.	27,9/Н.д.
Fendt 714 Vario	Н.д.	Автоматическая бесступенчатая	0,02/0,02	50/33
Foton TG1254	Сухая фрикционная двухдисковая муфта сцепления постоянно замкнутого типа	Механическая синхронизированная с реверсом на все передачи, 16/16	3,29/Н.д.	32,7/Н.д.
John Deere 6125 M	Н.д.	Автоматическая ступенчатая, 24/24	1,4/1,4	40/40
Kubota M135 GX	Многодисковая муфта сцепления в масляной ванне	Полуавтоматическая с переключением 8 передач внутри диапазона под нагрузкой и с реверсом на все передачи, 24/24	0,2/0,2	40/40
Massey Ferguson MF 6713	Сухая фрикционная однодисковая муфта сцепления постоянно замкнутого типа	Полуавтоматическая с переключением 6 передач под нагрузкой и с реверсом на все передачи, 24/24	1,31/1,31	40/40
New Holland T6050 Delta	Н.д.	Механическая синхронизированная с реверсом на все передачи, 12/12	2,4/2,4	40/40
Steyr 4130 Expert CVT	Н.д.	Автоматическая бесступенчатая	0/0	40/40
Valtra G135	Н.д.	Полуавтоматическая с переключением 6 передач внутри диапазона под нагрузкой и с реверсом на все передачи, 24/24	1,3/1,3	43/43
УТО X 1304	Сухая фрикционная однодисковая муфта сцепления постоянно замкнутого типа	Механическая синхронизированная, 12/4	2,3/5	30,6/14,3
ANT Zetor 4135F	Мокрая фрикционная двухдисковая муфта сцепления постоянно замкнутого типа	Механическая синхронизированная, 24/18	2,1/Н.д.	40/Н.д.

**Таблица 3. Габаритные размеры, агротехнические характеристики, радиус разворота и масса сельскохозяйственных тракторов, тяговый класс 2**

Марка / модель трактора	Габаритные размеры (д×ш×в), мм	Агро-технический просвет, мм	Колесная база, мм	Колея передних / задних колес, мм	Минимальный радиус разворота, м	Эксплуатационная масса, кг
Беларус 1221.2	4500×2300×2850	620	2760	1540-2090/1530-2150	5,4	5570
Case Maxxum 125	4530×1900×2700	478	2627	1821-2080/1412-2110	4,32	4860
Claas Arion 620 C	4728×Н.д.×3055	464	2820	Н.д.	4,85	5600
Deutz-Fahr Agrotrac 130	4264×2216×2977	500	2750	1826-1944/1794-1802	Н.д.	5450
Dongfeng DF 1304	4875×2230×3000	460	2665	Н.д.	5	4570
Fendt 714 Vario	5240×2550×2946	506	2783	1950/1920	5,5	7735
Foton TG1254	5250×2400×3030	450	2688	1740-2150/1650-2450	5,5	6000
John Deere 6125 M	4485×2490×2940	490	2580	Н.д.	Н.д.	5800
Kubota M135 GX	4400×2320×2885	560	2690	1640-1770/1590-2090	4,1	5214
Massey Ferguson MF 6713	4760×1925×2840	520	2500	Н.д.	3,85	4230
New Holland T6050 Delta	4532×1913×2819	486	2412	1580-2337	5,45	5450
Steyr 4130 Expert CVT	4292×2470×2885	480	2412	Н.д.	Н.д.	5500
Valtra G135	4405×2380×2830	443	2550	Н.д.	4,36	5140
YTO X 1304	5050×2370×2890	470	2689	1822-2153/1662-2262	7	4910
Zetor ANT 4135F	5100×2430×2775	508	2490	1590-2040/1500-1800	5,7	4800



Представленные производителями данные показывают, что существующим требованиям по минимальному радиусу поворота соответствуют только Massey Ferguson MF 6713, Kubota M135 GX, Case Maxxum 125 и Valtra G135. Данные модели имеют не самую короткую колесную базу, следовательно, высокая маневренность достигается за счет увеличенного угла поворота управляемых колес.

Агрегатирование трактора с сельскохозяйственными машинами осуществляется с помощью навесной системы. Задняя навесная система является неотъемлемой частью современного сельскохозяйственного трактора и устанавливается в базовой комплектации, в то время как передняя – опционально. Одним из основных требований к навесной системе при работе тракторов в агрегате с навесными и полунавесными сельскохозяйственными машинами является обеспечение необходимой грузоподъемности. Проведенный анализ показывает, что грузоподъемность задней навесной системы сельскохозяйственных тракторов тягового класса 2 на расстоянии

**Рис. 2. Грузоподъемность задней навесной системы, производительность насоса гидравлической системы и мощность, передаваемая через BOM сельскохозяйственных тракторов, тяговый класс 2**

610 мм от оси подвеса составляет 2650-9850 кг (рис. 2). Среди рассматриваемых тракторов 56 % имеют грузоподъемность задней навесной системы 4000-5500 кг. Наибольшей грузоподъемностью обладают Fendt 714 Vario, Zetor ANT 4135F и John Deere 6125 M, наименьшей – Dongfeng DF 1304, Foton TG1254 и Kubota M135 GX, в связи с чем могут возникнуть трудности при агрегатировании данных моделей тракторов с тяжелыми навесными и полунавесными сельскохозяйственными машинами.

Управление рабочими органами сельскохозяйственных машин в большинстве случаев осуществляется за счет использования гидравлической системы трактора. В последнее время она все чаще используется именно для привода активных рабочих органов сельхозмашин, что требует достаточно высокого расхода масла и, соответственно, производительности гидравлического насоса.

Анализ данных производителей сельскохозяйственных тракторов показывает, что большая часть рассматриваемых моделей (53 %) оснащена насосами производительностью 70-115 л/мин. Гидравлическую систему с наивысшей производительностью имеет Fendt 714 Vario, на который опционально устанавливается насос производительностью 193 л/мин. Высокая производительность гидравлической системы позволяет данному трактору работать с сельскохозяйственными машинами, имеющими даже несколько рабочих органов с гидроприводом. Наименьшую производительность гидравлической системы имеют УТХ 1304 (44 л/мин), Беларусь 1221.2 и Dongfeng DF 1304 (по 51 л/мин), в связи с чем использование данных тракторов в агрегате с машинами, имеющими активные рабочие органы с гидроприводом, может быть малоэффективным.

В настоящее время все большее распространение получают машины с активным приводом рабочих органов. Одним из основных способов передачи энергии от двигателя к сельскохозяйственной машине является механический вал отбора мощности (ВОМ). На всех рассматриваемых тракторах устанавливается независимый ВОМ. На тракторах John Deere 6125 M, Massey Ferguson MF 6713,

New Holland T6050 Delta, Steyr 4130 Expert CVT и Valtra G135 установлены трехступенчатые ВОМ с режимами работы 540/540E/1000, на тракторах Claas Arion 620 C и Fendt 714 Vario – четырехступенчатые ВОМ с режимами работы 540/540E/1000/1000E, на остальных моделях (53 %) – двухступенчатый ВОМ с режимами работы 540/1000 мин<sup>-1</sup>. Наличие большего числа ступеней ВОМ позволяет работать при оптимальной частоте вращения двигателя, соответствующей максимальной топливной экономичности при данной нагрузке.

По заявленным производителями характеристикам, мощность на ВОМ рассматриваемых моделей тракторов составляет 76-88 кВт. Максимальную мощность на ВОМ имеет Kubota M135 GX – 88 кВт (85,4 % от мощности двигателя), минимальную – Case Maxxum 125-77 кВт (83,2 % от мощности двигателя). Результаты испытаний DLG говорят об обратном: максимальная мощность на ВОМ зарегистрирована на тракторах Case Maxxum 125 – 86 кВт (92,9 % от мощности двигателя), минимальная – на Kubota M135 GX – 69 кВт (67 % от мощности двигателя).

Передняя навесная система и передний ВОМ опционально устанавливаются на рассматриваемые модели тракторов, причем частота вращения переднего ВОМ у данных моделей составляет 1000 мин<sup>-1</sup>.

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений является внедрение в тракторы цифровых технологий, позволяющих создавать автономные роботизированные технические средства для выполнения полного комплекса сельскохозяйственных работ. Способствуют этому уже внедренные в современные тракторы электронные системы и устройства управления двигателем, трансмиссией, траекторией движения, навесной системой, ВОМ и т.д. Дальнейшее внедрение цифровых технологий будет являться драйвером развития роботизированных мобильных энергетических средств сельскохозяйственного назначения.

Анализ представленных сельскохозяйственных тракторов показал, что производители ориентируются на выпуск полноприводных моделей классической компоновки, которая

позволяет применять их при возделывании пропашных культур.

Произведенные расчеты номинального тягового усилия рассматриваемых тракторов показывают, что некоторые модели, несмотря на высокую мощность, имеют тяговое усилие, не соответствующее требованиям. В связи с этим для работы с орудиями, предназначенными для агрегатирования с тракторами тягового класса 2, данные модели необходимо балластировать.

На рассмотренных моделях тракторов тягового класса 2 устанавливаются преимущественно 4 и 6-цилиндровые дизельные двигатели, в основном объемом 6-7 л и мощностью 130-135 л.с. Крутящий момент двигателей рассмотренных тракторов – преимущественно свыше 550 Н·м, при этом практически половина двигателей имеет запас крутящего момента в 38 % и выше.

По данным производителей, заявленный удельный расход топлива составляет 192-248 г/кВтч, а по результатам испытаний, проведенных DLG, наименьший расход топлива – 274-348 г/кВтч.

Практически на всех рассматриваемых тракторах применяется турбонаддув. Большинство производителей используют аккумуляторную систему подачи топлива Common Rail, систему охлаждения наддувочного воздуха, четырехклапанную систему газораспределения и электронные системы управления мощностью. Данных технических решений в основном лишены модели китайских и белорусских производителей.

Большинство рассматриваемых моделей соответствуют ранее установленным требованиям Stage III и выше, за исключением тракторов Беларусь 1221.2 и Deutz-Fahr Agrotrac 130.

В трансмиссиях рассматриваемых тракторов тягового класса 2 используются преимущественно сухие фрикционные одно- и двухдисковые муфты сцепления постоянно замкнутого типа. На 47 % рассматриваемых моделей устанавливаются механические синхронизированные коробки переключения передач, на 27 % – полуавтоматические с переключением нескольких передач внутри диапазона под нагрузкой, на 13 % – автоматические ступенчатые и на 13 % – автоматические



бесступенчатые. Более половины рассматриваемых моделей имеют реверс на все передачи, остальные – реверс на передачи в рамках одного диапазона. В ступенчатых коробках передач рассматриваемых тракторов число передач переднего хода составляет 12-24, заднего хода – 4-12. Трансмиссии обеспечивают минимальную скорость движения вперед 0-3,29 км/ч, максимальную – 27,9-50 км/ч.

Из рассматриваемых тракторов ни один не удовлетворяет установленному к колесным универсально-пропашным тракторам требованию по величине агротехнического просвета. Лишь 20 % рассматриваемых моделей имеют конструктивную возможность изменения ширины колеи ведущих мостов трактора для работы в междурядьях пропашных культур, остальные модели либо не имеют возможности регулировки колеи, либо имеют, но в недостаточном интервале. В таких моделях тракторов часто используются пропашные колеса с дисками, имеющими определенный либо регулируемый вылет, за счет чего устанавливается необходимая колея.

Существующим требованиям к сельскохозяйственным тракторам тягового класса 2 по минимальному радиусу поворота соответствуют лишь 33 % рассматриваемых моделей, которые имеют не самую короткую колесную базу, что достигается за счет увеличенного угла поворота управляемых колес.

Проведенный анализ параметров навесных систем тракторов тягового класса 2 показывает, что грузоподъемность задней навесной системы рассматриваемых тракторов составляет 2650-9850 кг, причем 56 % тракторов имеют грузоподъемность задней навесной системы 4000-5500 кг.

Анализ характеристик гидравлических систем тракторов показывает, что 53 % рассматриваемых моделей оснащены насосами производительностью 70-115 л/мин. Наименьшую производительность гидравлической системы имеют в основном тракторы китайского и белорусского производства.

## Выводы

1. На всех рассматриваемых тракторах устанавливается независимый

ВОМ. На 53 % тракторов устанавливается двухступенчатый ВОМ с режимами работы 540/1000 мин<sup>-1</sup>, на 33 % – трехступенчатые ВОМ с режимами работы 540/540E/1000, а на 13 % – четырехступенчатые ВОМ с режимами работы 540/540E/1000/1000E. По заявленным производителями характеристикам мощность на ВОМ рассматриваемых моделей тракторов составляет 76-88 кВт, а по результатам испытаний DLG – 69-86 кВт.

2. Передняя навесная система и передний ВОМ опционально устанавливаются на рассматриваемые модели тракторов, причем частота вращения переднего ВОМ у данных моделей составляет 1000 мин<sup>-1</sup>. Таким образом, основными тенденциями совершенствования сельскохозяйственных тракторов тягового класса 2 являются: повышение мощности, экономичности и экологичности двигателей; совершенствование полуавтоматических и автоматических ступенчатых трансмиссий с переходом к бесступенчатым, увеличение производительности гидравлической системы; снижение габаритных размеров и повышение маневренности. Внедрение в современные тракторы электронных систем и устройств управления является драйвером развития роботизированных мобильных энергетических средств сельскохозяйственного назначения.

## Список использованных источников

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (с изм. и доп.) [Электронный ресурс]. URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70210644/paragraph/23505545:0> (дата обращения: 26.01.2021).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 26.01.2021).
3. Старостин И.А., Загоруйко М.Г. Материально-техническая база сельского хозяйства: обеспеченность тракторами и состояние тракторостроения // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 136-130.

4. Анализ технического уровня современных сельскохозяйственных тракторов тягового класса 1,4 / А.С. Дорохов [и др.] // Техника и оборудование для села. 2020. № 4. С. 8-13.

5. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2019 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. М.: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 2020. 193 с.

6. Производство и продажа тракторной и сельскохозяйственной техники производителями России и других стран СНГ: аналитический обзор. М.: ОАО «АСМ-холдинг». 2019. 107 с.

7. Семейкин В.А., Дорохов А.С. Экономическая эффективность входного контроля качества сельскохозяйственной техники // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2009. № 7. С. 15-17.

8. DLG Powermix [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dlg.org/fileadmin/powermix-app/> (дата обращения: 02.02.2021).

9. Давыдова С.А., Старостин И.А. Класс экологичности современных сельскохозяйственных тракторов // АгроЭкоИнфо. 2020, № 2 [Электронный ресурс]. URL: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/2/st\\_214.pdf](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/2/st_214.pdf) (дата обращения: 27.01.2021).

10. К вопросу создания отечественного гусеничного трактора для современного сельскохозяйственного производства / В.М. Шарипов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. 2018. № 2. С. 17-25.

11. Система критериев качества, надежности, экономической эффективности сельскохозяйственной техники: инструктивно-метод. издание. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 188 с.

## Analysis of the Engineering Level of Up-to-date Traction Class 2 Agricultural Tractors

S.A. Davydova, I.A. Starostin, A.V. Eshchin

(VIM)

V.Ya. Goltypin

(Rosinformagrotekh)

**Summary.** Specifications of up-to-date traction class 2 agricultural tractors are analyzed, their distinctive features are identified and the engineering level is assessed.

**Keywords:** agricultural tractor, specifications, engineering level, engine, power train, agrotechnical requirements.



Академик А.Ю. Измайлов – ведущий российский ученый в области механизации сельского хозяйства.

После окончания в 1983 г. Московского института инженеров сельскохозяйственного производства им. В.П. Горячкина по специальности инженер-механик сельского хозяйства Андрей Юрьевич прошел трудовой путь от помощника мастера (1983 г.) до директора (1996 г.) Машиностроительного завода опытных конструкций ВИМ.

Андрей Юрьевич активно участвует в разработке и реализации научных исследований ученых Всероссийского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства по приоритетным направлениям: разработка и внедрение в производство поточной системы уборочно-транспортных комплексов; разработка и внедрение в производство комплексов машин для механизации работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве культур; разработка и внедрение в сельскохозяйственное производство высокопроизводительных машин для почвозащитного земледелия; разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий производства кормов и др. Одновременно плодотворно занимается научными исследованиями, подготовил и успешно защитил (1999 г.) кандидатскую диссертацию.

Постановлением Президиума Россельхозакадемии в 2004 г. ВИМ реорганизован в государственное на-

7 апреля 2021 г.

**АНДРЕЮ ЮРЬЕВИЧУ ИЗМАЙЛОВУ,**  
доктору технических наук, академику РАН,  
члену президиума РАН,  
директору ФГБНУ ФНАЦ ВИМ  
исполняется 60 лет!

учное учреждение ВИМ, директором которого назначен А.Ю. Измайлов. В АПК страны начинается реализация приоритетного национального проекта «Развитие АПК», и под руководством А.Ю. Измайлова ВИМ принимает активное участие в техническом обеспечении его выполнения. Учеными института разработан комплекс машин к экологически безопасным тракторам нового поколения классов 1,4-2.

В 2010 г. по заказу Минсельхоза России институт успешно осуществил разработку зональных ресурсосберегающих технологий возделывания, подработки и хранения рапса. В 2012 г. разработаны опытные и макетные образцы сельскохозяйственной техники, конструкторская документация на комплекс машин для садоводства, ягодоводства, виноградарства и питомниководства, механизации крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств в рамках Союзного государства России и Беларуси.

В 2016 г. во исполнение решения ФАНО А.Ю. Измайлов успешно проводит реорганизацию ФГБНУ ВИМ путем присоединения к нему ФГБНУ ГОСНИТИ и ФГБНУ ВИЭСХ с образованием на их основе ФГБНУ Федеральный агроинженерный центр ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ).

В настоящее время завершено присоединение к ФГБНУ ФНАЦ ВИМ четырех научных организаций в качестве филиалов и шести государственных организаций научного обеспечения.

За достигнутые трудовые успехи, многолетний добросовестный труд, значительный вклад в развитие отечественной науки А.Ю. Измайлов в

2018 г. награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством», ему присуждена премия Правительства Российской Федерации 2020 года в области науки и техники за научное обоснование, разработку и реализацию инновационных машинных технологий и технических средств в питомниководстве и садоводстве, обеспечивающих импортозамещение и продовольственную безопасность России.

Андрей Юрьевич является автором и соавтором свыше 700 научных публикаций в российских и зарубежных изданиях, в том числе более 40 монографий и более 100 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

За время работы А.Ю. Измайлов проявил себя выдающимся ученым, энергичным, высококвалифицированным руководителем.

*Дорогой Андрей Юрьевич!*

*В день Вашего юбилея примите наши самые искренние поздравления и пожелания здоровья, семейного благополучия, долгих лет жизни, дальнейших успехов в совместной работе, новых свершений на благо развития механизации сельского хозяйства!*

От коллектива  
ФГБНУ «Росинформагротех»  
и редакции журнала  
«Техника и оборудование для села»  
**П.А. ПОДЪЯБЛОНСКИЙ,**  
врио директора, канд. юрид. наук;  
**В.Ф. ФЕДОРЕНКО,**  
научный руководитель,  
академик РАН;  
**Н.П. МИШУРОВ,**  
первый заместитель-заместитель  
директора по научной работе,  
канд. техн. наук

5 апреля 2021 г.  
**ЮРИЮ АЛЕКСЕЕВИЧУ ЦОЮ,**  
 доктору технических наук, профессору,  
 члену-корреспонденту РАН,  
 главному научному сотруднику ФГБНУ ФНАЦ ВИМ  
 исполняется 80 лет!



Свой трудовой путь Юрий Алексеевич начал младшим научным сотрудником отдела комплексной электрификации и механизации молочного животноводства ВИЭСХ, куда пришел сразу после окончания аспирантуры в 1967 г., а в последствии стал заведующим отдела. С 2000 г. – директор межотраслевого научно-технического центра по машинному доению «Техника для молока»; в 2000–2004 гг. являлся научным руководителем работ совместной российско-белорусской программы по производству молока.

С коллективом единомышленников в 1991 г. создал и возглавил научно-производственное предприятие «Фемакс», которое занимается разработкой и производством новых конкурентоспособных машин и оборудования для молочных ферм.

Под руководством Юрия Алексеевича и при его непосредственном участии разработаны: научные основы и инженерные методы расчета и проектирования технологических линий доения, обработки и переработки молока; методы оптимизации параметров отдельных процессов и видов оборудования молочных ферм, рациональные технологические и планировочные фермы, включенные в типовые проекты; методы функционального анализа и синтеза машин для животноводства и разработка на их основе элементно-агрегатной базы: блочно-модульные принципы создания машин для животноводства и концепция поэтапной модернизации и обновления технической базы отрасли; программно-алгоритмические методы и цифровые системы управления,

контроля, диагностики машин и оборудования для молочных ферм; конкурентоспособная импортозамещающая техника для молочных ферм.

За период деятельности Юрия Алексеевича и при его непосредственном участии было поставлено на серийное производство 25 наименований новых машин и оборудования, которые успешно используются на молочных фермах с общим поголовьем свыше 90 тыс. коров в 23 регионах России. В 2012 г. новый импортозамещающий комплекс машин для молочных ферм, разработанный под руководством Ю.А. Цоя, Президиумом Россельхозакадемии был признан лучшей работой года.

Научно-технические проекты, выполненные под его руководством, неоднократно выходили победителями международных и всероссийских конкурсов и выставок.

Юрий Алексеевич является автором и соавтором свыше 300 научных публикаций в российских и зарубежных изданиях, в том числе 3 монографий и более 100 авторских свидетельств и патентов на изобретения, активно пропагандирует достижения аграрной науки в профильных средствах массовой информации, являясь членом редколлегии журналов «Техника и оборудование для села», «Вестник Казанского аграрного университета», «Аграрная наука Евро-Северо-Востока».

Юрий Алексеевич уделяет большое внимание подготовке научных кадров. Под его научным руководством подготовлено и успешно защищено 5 докторских и 13 кандидатских диссертационных работ.

За огромный вклад в развитие отечественной агроинженерной науки Юрий Алексеевич удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации» и звания «Почетный работник агропромышленного комплекса России», награжден медалью «За освоение целинных и залежных земель»; за активное участие во внедрении новых технологий и оборудования неоднократно награждался почетными грамотами и благодарственными письмами Иванова, Ярославской, Самарской областей, республик Мордовия и Татарстан.

*Дорогой Юрий Алексеевич!*

*В день Вашего юбилея примите наши самые искренние поздравления и пожелания здоровья и неиссякаемой энергии на долгие годы, благополучия, успехов в работе и новых свершений на благо развития механизации сельского хозяйства!*

От коллектива  
 ФГБНУ «Росинформагротех»  
 и редакции журнала  
 «Техника и оборудование для села»  
**П.А. ПОДЪЯБЛОНСКИЙ,**  
 врио директора, канд. юрид. наук;  
**В.Ф. ФЕДОРЕНКО,**  
 научный руководитель,  
 академик РАН;  
**Н.П. МИШУРОВ,**  
 первый заместитель-заместитель  
 директора по научной работе,  
 канд. техн. наук

## Кормоуборочные комбайны RSM F 2650: заявленному верить



От современных кормоуборочных комбайнов требуется умение работать не только с силосом и сенажом, но и с такими еще недавно считавшимися «экзотическими» кормами, как корнаж и зерносенаж. А разнообразие агроклиматических условий выращивания кормов требует от машин высокой приспособляемости. Кормоуборочный комбайн Ростсельмаш модели RSM F 2650 – прекрасный образец такой универсальной машины, способной удовлетворить любые запросы сельхозпроизводителей. И это подтверждает практика эксплуатации комбайна в хозяйствах.

### Универсальность означает «одинаково хорош для всего»

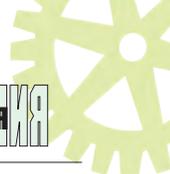
Эти два понятия не синонимичны, но органично дополняют друг друга, когда речь идет об агромашинах. Кормоуборочный комбайн RSM F 2650 универсален, поскольку одинаково хорошо приспособлен для заготовки любых сочных кормов, как сенажа, так и зерносенажа. Надежная конструкция позволяет агрегатировать машину с широкозахватными тяжелыми адаптерами, питающий аппарат с высокой пропускной способностью уверенно справляется с большими объемами массы, а гидравлический привод дает возможность гибко варьировать длину

резки в зависимости от культуры и условий уборки. Поэтому комбайн можно увидеть в хозяйствах с очень разными потребностями.

Например, в АО «Имени Кирова» (Кировская область) силос не заготавливают, тем не менее в парке работает RSM F 2650. Главный инженер хозяйства **Алексей Петрович Анисимов** так комментирует приобретение: *«Купили для заготовки влажного корма, в основном сенажа из трав. Нет, мощность не избыточна, потому что сроки уборки кормовых культур ограничены. К тому же сенаж подбираем из валков, уложенных с двух проходов, и даже мощной машине порой приходится нелегко... Комбайн может работать на высоких скоростях, что важно. На хороших ровных полях F 2650, так сказать, за машинами гонялся...»*

### Приспособляемость – это выигрыш во времени

Любая уборочная техника должна уметь приспособиваться к условиям конкретного хозяйства, состоянию конкретной культуры и конкретного поля. У кормоуборочного комбайна RSM F 2650 эти свойства выражены особенно ярко.



С этой машиной не приходится тратить ни одной лишней минуты при заготовке кормов, требующих разной глубины обработки. Например, для перехода с трав на кукурузный силос или корнаж все необходимые операции, кроме смены адаптера, комбайн выполняет самостоятельно по команде из кабины. Во-первых, это функция автоматической установки корн-крекера в технологический тракт и изменение зазора между вальцами. Во-вторых, это возможность изменения длины резки на ходу.

**Ольга Григорьевна Орлова**, заместитель директора предприятия по растениеводству **ООО «Агро-Нова»** (Псковская область), считает эти возможности очень важными: *«Очень понравилась функция регулировки длины резки на ходу. Если на других комбайнах для этого нужно отсоединить жатку, куда-то подлезть, что-то открутить, подкрутить, переключить, то в этой машине всего этого делать не нужно. Очень удобно и, в первую очередь, для механизатора.»*

*Автоматическая установка в технологический канал корн-крекера для нас очень нужный инструмент. Это серьезная экономия времени, особенно когда «погода играет роль». А в наших климатических условиях погода порой очень сильно «играет», каждые полдня на счету. С RSM F 2650 не нужно тратить пару дней на переоборудование, переход с одной культуры на другую. Бывает такое, что убираем кукурузу, а тут еще один укос на траве подошел, и оставить ее нельзя, иначе испортится кормовое поле на следующий год. А осенью дожди, времени нет. С этой функцией очень удобно: переключился, и проблем нет».*

### Производительность и качество корма – это главное

Мощный двигатель в 611 л. с., продуманная компоновка технологического тракта, «премиальная» базовая комплектация и высокая степень интеллектуализации комбайна служат залогом его высокой производительности и качества полученного корма.

Оптимальную загрузку питателя и измельчающего барабана обеспечивают система автоматической корректировки скорости движения и оборотов двигателя (в зависимости от загрузки двигателя и текущей производительности комбайна) и система изменения частоты вращения рабочих органов адаптера (в зависимости от поступательной скорости машины).

Бесперебойную и безупречную работу узла измельчения RSM F 2650 гарантирует «связанный» с ним функционал: автоматическая система заточки ножей и функция напоминания об этой необходимости; система подвода бруса; система регулировки зазора днища барабана. За счет совокупности этих функций на выходе хозяйство получает идеально измельченный продукт – без заматий, излишне крупных и излишне измельченных частей.

Корн-крекер с функцией регулирования зазора между вальцами по команде из кабины рушит более 99,9% зерен.

Универсальная система внесения консервантов позволяет работать как с концентрированными, так и с разбавленными препаратами, а система «РСМ Умная дозировка» корректирует объем подаваемого на форсунки консерванта в зависимости от влажности кормовой массы.

Специалисты хозяйств комментируют производительность и качество работы кормоуборочного комбайна RSM F 2650 однозначно.

**Виктор Анатольевич Еремцов**, заместитель генерального директора **ООО «УК «РУСМОЛКО»** по растениеводству, отмечает: *«...Могу сказать, что по производительности RSM F 2650 не уступает машинам нашего парка, иначе мы бы этот комбайн не приобрели. Перед тем как купить его, проверили: дали максимальную нагрузку, он выдержал... Качество корма такое же высокое, как и после других наших машин. Входной контроль у нас жесткий!».*

Такого же высокого мнения о машине придерживается **Ольга Григорьевна Орлова из ООО «Агро-Нова»**: *«Кукурузный силос мы заготавливаем с конца сентября до середины октября, работал комбайн две недели и убрал практически всю кукурузу – 400 га, заготовив 19 тыс. т. Дробление зерна, резка, скорость загрузки, качество массы соответствуют ожиданиям, по потреблению топлива комбайн экономный... ООО «Агро-Нова» на такие объемы по производству кормов вышло только в прошлом году. И кукурузный силос в таком количестве предприятие заготавливало впервые, так что на данный момент мы не можем произвести равнозначный сравнительный анализ. Но нас курируют специалисты по кормлению из Санкт-Петербурга, они утверждают, что качество нашего силоса – лучшее среди 20 хозяйств. Ранее мне доводилось работать с равнозначными машинами импортного производства. Разницы по дневной выработке между ними и RSM F 2650 нет».*

Главный инженер **АО «Имени Кирова» Алексей Петрович Анисимов** тоже удовлетворен производительностью машины: *«F 2650 отработал около месяца. За это время только сенажа мы заготовили 31 тыс. т. Если измерять производительность в площадях, то получается нагрузка на комбайн – 1500 га трав на сенаж и порядка 650-700 га других культур, т.е. более 2000 га. Это хороший результат для нас».*

Ростсельмаш традиционно направляет свои усилия на удовлетворение реальных потребностей аграриев. Заявляя высокую производительность и эффективность своих агромашин, компания выполняет обещанное. Кормоуборочный комбайн RSM F 2650 дает аграриям возможность решить одновременно несколько важнейших задач: сократить сроки заготовки кормов, обеспечить их высокое качество, высвободить сотрудников за счет высокой производительности машин и снизить требования к их квалификации за счет широкого функционала.

# К вопросу определения буксования сельскохозяйственных тракторов

**А.Б. Иванов,**

науч. сотр.,

artem\_b\_ivanov@mail.ru

**В.Е. Таркивский,**

д-р техн. наук,

вед. науч. сотр., зав. лабораторией,

tarkivskiy@yandex.ru

(Новокубанский филиал

ФГБНУ «Росинформагротех»

[КубНИИТИМ]);

**В.Ю. Ревенко,**

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,

artavirvimrev@rambler.ru

(ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

им. В.С. Пустовойта)

**Аннотация.** Рассмотрены известные методы определения буксования движителей сельскохозяйственных тракторов. Проведены регрессионный анализ тяговой характеристики колесного трактора и оценка эквивалентности метода определения текущего буксования через фактическую скорость движения трактора и частоту вращения коленчатого вала двигателя. Предложена регрессионная модель для определения величины буксования на основе метода локальных полиномиальных регрессий (LOESS).

**Ключевые слова:** трактор, машинно-тракторный агрегат, мощность, тяговое сопротивление, буксование, движитель, регрессионная модель.

## Постановка проблемы

Высокая энергонасыщенность современных сельскохозяйственных тракторов позволяет потребителю выполнять весь спектр сельскохозяйственных операций в широком диапазоне рабочих скоростей и тяговых усилий. Однако рациональное использование энергетических возможностей двигателя невозможно без обеспечения необходимых тягово-сцепных свойств движителей трактора [1-3]. Следствием недостаточности сцепного веса является повышенное буксование и невозможность реали-

зации необходимого тягового усилия. Кроме того, повышенное буксование приводит к ускоренному износу шин, снижению тягового КПД, ухудшению топливной эффективности и производительности МТА, истиранию поверхности почвы, ухудшению ее структуры влаго- и воздухопроницаемости, повышению подверженности ветровой эрозии, ухудшению и в конечном счете снижению плодородия. Не менее часто трактор эксплуатируется с превышением достаточного для реализации необходимого тягового усилия веса. Буксование движителей трактора в данном случае мало, однако увеличиваются потери мощности на перекачивание и уплотнение почвы, что также приводит к снижению топливной эффективности и производительности. Излишний вес трактора влечет за собой и увеличенный износ деталей трансмиссии, повышенные нагрузки на несущие элементы рамы и подвески. Излишнее переуплотнение по следу движителей приводит к снижению плодородия почвы.

Для снижения негативного влияния повышенного буксования движителей на почву и оптимизации тягово-мощностных показателей конструкции современных сельскохозяйственных тракторов предусматривают возможность балластирования в широком диапазоне. Разработаны рекомендации по оптимальной величине (и способам ее достижения) буксования на различных типах почв, однако практическую сложность для механизатора представляют измерение и контроль буксования движителей при рядовой эксплуатации трактора [4, 5].

При проведении испытаний и исследований показателей эффективности работы МТА для определения буксования на ведущие колеса трактора устанавливают датчики угла поворота [6, 7]. В этом случае

буксование каждого движителя  $\delta_i$ , %, определяется как отношение количества оборотов колеса при движении трактора без нагрузки  $n'_{Ki}$ ,  $c^{-1}$ , к количеству оборотов колеса при движении его с нагрузкой на крюке  $n_{Ki}$ ,  $c^{-1}$ , при одной и той же длине гона:

$$\delta_i = \left( 1 - \frac{n'_{Ki}}{n_{Ki}} \right) \cdot 10^2, \quad (1)$$

при использовании путеизмерителя:

$$\delta_i = \left( 1 - K_i \frac{I_s}{I_i} \right) \cdot 10^2, \quad (2)$$

де  $I_s$  – количество импульсов датчика путеизмерителя, ед.;

$I_i$  – количество импульсов датчика  $i$ -го ведущего движителя, ед.;

$K_i$  – коэффициент  $i$ -го ведущего движителя, полученный при проезде трактора без нагрузки (с нулевым буксованием) по участку фиксированной длины с ровным покрытием.

Коэффициент буксования трактора  $\delta$ , %, вычисляется по формуле

$$\delta = \frac{1}{n_{e.\delta.}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{e.\delta.}} \delta_i = \frac{1}{n_{e.\delta.}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{e.\delta.}} \left( 1 - K_i \frac{I_s}{I_i} \right) \cdot 10^2, \quad (3)$$

где  $n_{e.\delta.}$  – количество ведущих движителей, ед.

Описанный метод определения буксования характеризуется высокой точностью, но в силу многих причин не применим для постоянного использования при рядовой эксплуатации сельскохозяйственного трактора [8]. В то же время существует теоретическая возможность определения буксования более простым способом.

В общем случае буксование как кинематический фактор определяется отношением величины снижения скорости к возможному ее теоретическому значению при движении без буксования:

$$\delta = \left( 1 - \frac{v_{\text{факт}}}{v_T} \right) \cdot 10^2, \quad (4)$$

где  $v_{\text{факт}}$  – фактическая скорость энергосредства, м/с;

$v_T$  – теоретическая скорость энергосредства, полученная через частоту вращения ведущего колеса, м/с.

Поскольку теоретическая скорость имеет прямую зависимость от частоты вращения приводного вала трансмиссии, то в пределах одного передаточного отношения трансмиссии, принимая динамические радиусы качения колес неизменными, а движение трактора равномерным и прямолинейным, представляется возможным рассчитать значение буксования по формуле

$$\delta = \left( 1 - \frac{v_{\text{факт}}}{k' \cdot n_e} \right) \cdot 10^2, \quad (5)$$

где  $n_e$  – частота вращения коленчатого вала двигателя, с<sup>-1</sup>;

$k'$  – коэффициент, получаемый отношением фактической скорости  $v'_{\text{факт}}$  к частоте вращения  $n'_e$  коленчатого вала двигателя при движении трактора без нагрузки (с нулевым буксованием):

$$k' = \frac{v'_{\text{факт}}}{n'_e}. \quad (6)$$

Оценка уровня буксования косвенным методом – путем измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя более предпочтительна с точки зрения доступности, поскольку не требует сложного навесного монтажа дорогостоящих датчиков угла поворота. Однако перед выбором направлений развития указанного метода, позволяющего обеспечить контроль буксования при длительной эксплуатации тракторов в реальных условиях, следует оценить возможность его практического использования наряду с существующими общепринятыми методиками.

**Цель исследования** – обоснование альтернативного метода определения буксования энергосредств, позволяющего с наибольшей эффективностью реализовать тягово-сцепные показатели МТА.

## Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели необходимо провести сравнительную оценку методов определения буксования на основе эмпирических данных тяговой характеристики трактора и оценить точность и адекватность предлагаемой математической модели.

В рамках решения поставленной задачи проанализированы результаты измерения буксования колес трактора Беларус 3522, полученные при определении тяговых показателей на асфальтобетонном треке, на второй передаче второго диапазона трансмиссии. Одновременно с буксованием каждого колеса  $\delta_i$ , %, измерялись значения нагрузки на крюке  $R_T$ , кН, частоты вращения коленчатого вала двигателя  $n_e$ , мин<sup>-1</sup>, и фактической скорости движения трактора  $v_{\text{факт}}$ , м/с. Результаты измерений при 11 значениях нагрузки на крюке в диапазоне 0-93,87 кН представлены в табл. 1.

## Результаты исследований и обсуждение

По экспериментальным данным, представленным в табл. 1, были рассчитаны значения буксования  $\delta_{(ф.3)}$  и  $\delta_{(ф.5)}$  по формулам (3) и (5) соответственно, при этом коэффициент  $k'$ ,

необходимый для расчета по формуле (5), определялся по результатам измерений при  $R_T = 0,08$  кН (экспериментальная точка №1 в табл. 1) и составил  $9,61 \times 10^{-4}$ . Результаты расчета буксования трактора по формулам (3) и (5) представлены в табл. 2 и на рисунке.

Поскольку исходные экспериментальные данные, на основании которых проводился расчет, содержат в себе случайную неопределенность, для возможности оценки эквивалентности расчета буксования по формулам (3) и (5) встала задача построения регрессионной модели зависимости буксования от тяговой нагрузки на крюке  $\delta = f(R_T)$ , которая должна удовлетворять следующим основным требованиям (в порядке приоритета):

1) функция должна отражать физический смысл взаимосвязи буксования и тяговой нагрузки на крюке (непрерывная, нелинейная, возрастающая на всем диапазоне фактических значений  $R_T$  функция без экстремальных точек и точек перегиба);

2) функция должна максимально точно отражать эмпирический характер, определенный экспериментальными значениями (отклонения значений функции при каждом  $R_T$  от фактических значений должны отра-

**Таблица 1. Результаты определения тяговой характеристики трактора Беларус 3522 на второй передаче второго диапазона трансмиссии**

№ эксп. точки	Нагрузка на крюке $R_T$ , кН	Частота вращения коленчатого вала $n_e$ , мин <sup>-1</sup>	Скорость движения $v_{\text{факт}}$ , м/с	Буксование колес			
				передние		задние	
				правое $\delta_1$ , %	левое $\delta_2$ , %	правое $\delta_3$ , %	левое $\delta_4$ , %
1	0,08	2280	2,19	0	0	0	0
2	30,35	2260	2,12	2,02	2,36	2,07	1,63
3	41,72	2252	2,09	3,16	2,12	2,33	1,89
4	55,75	2244	2,07	3,23	3,90	3,33	3,33
5	58,50	2240	2,05	3,46	4,14	3,91	3,47
6	80	2216	1,97	7,19	6,85	5,81	7,53
7	81,35	2212	1,95	7,03	9	6,12	9,51
8	84,02	2204	1,92	11,37	7,09	10,84	7,90
9	86,79	2192	1,88	13,07	9,20	12,46	9,99
10	92,60	2144	1,79	13,41	13,71	12,41	14,46
11	93,87	2132	1,73	19,98	12,50	16,66	15,86

жать только случайную ошибку опыта и не зависеть от  $R_T$ ;

3) значения функции должны максимально приближаться к экспериментальным значениям.

Наличие п. 1 функциональной формы исключило возможность применения линейной и полиномиальной регрессионных моделей. Широко известные формулы зависимости коэффициента буксования от удельной силы тяги (7), (8), разработанные для промышленных тракторов Ю.В. Гинзбургом [9, 10], обеспечивают достаточную точность при удельном тяговом усилии в диапазоне, близком к максимальному тяговому КПД, однако на иных участках тяговой характеристики приводят к значительному отклонению от эмпирических значений, полученных в результате эксперимента.

$$\delta = 1 - \left(1 - \frac{\varphi}{\varphi_{max}}\right)^a, \quad (7)$$

$$\delta = 1 - \left(1 - \frac{\varphi}{\varphi_{max}}\right)^{0,1 \left(1 + \frac{\varphi}{\varphi_{max}}\right)}, \quad (8)$$

где  $\varphi$  и  $\varphi_{max}$  – удельная сила тяги и её максимальное значение на ведущих двигателях соответственно;

$a$  – эмпирический коэффициент.

Поэтому использование их в качестве основы для регрессионной модели в рамках поставленной задачи оказалось неприемлемым.

Более перспективным для достижения поставленной в работе цели представляется подход, предложен-

ный В.И. Саяпиным [11], который предлагал использовать разные виды эмпирических функций в зависимости от диапазона тягового усилия:

$$\delta = \begin{cases} a\varphi & \text{при } \varphi \leq 0,5 u \\ b\varphi^c + m & \text{при } \varphi \geq 0,5 \end{cases}, \quad (9)$$

где  $a, b, c, m$  – эмпирические коэффициенты.

Сама по себе формула (9), как и предыдущая, не дает полностью удовлетворительного результата, однако заложенный в ней принцип деления области определения функции на характеризующие интервалы был принят за основу построения регрессионной модели.

В результате проведенного исследования для построения регрессионной модели был применен метод LOESS (locally estimated scatterplot smoothing – метод локальных полиномиальных регрессий) [12-14], который является методом непараметрической регрессии и заключается в объединении нескольких регрессионных моделей в метамодель на основе определенного размера окна взвешивания вокруг каждой точки данных.

В качестве недостатка LOESS можно указать то, что он не создает функцию регрессии, которую легко представить математической формулой. С другой стороны, в нелинейной регрессии, чтобы обеспечить оценку неизвестных параметров и экспериментальной неопределенности, достаточно представить только функциональную форму [15, 16]. Для нашего случая регрессионную модель можно записать в виде:

$$\delta = f(R_T) := \text{interp}[LOESS(X, Y, span), X, Y, R_T], \quad (10)$$

где  $X$  и  $Y$  – массив фактических значений аргумента и массив соответствующих фактических значений функции;

$span$  – параметр, определяющий процентную долю общего числа точек в окне взвешивания вокруг каждой точки данных, такой что:

$$1 < span \cdot n < 2n,$$

где  $n$  – число степеней свободы регрессионной выборки.

Это обусловлено, с одной стороны, тем, что число точек, по которым выполняется усреднение для каждой последовательной аппроксимации, должно быть не менее двух, а с другой, при значении  $span = 2$ , регрессионная функция вырождается в полином 2-й степени.

В нашем случае опытным путем было выбрано значение параметра  $span = 0,91$ . Следует отметить, что меньшие значения параметра дают лучшее приближение к экспериментальным данным, однако при этом наблюдаются явно выраженные экстремумы и точки перегиба, т.е. несоответствие описанной выше функциональной форме.

График функции  $\delta = f(R_T)$  представлен на рисунке, значения функции, соответствующие опытным  $R_T$ , а также отклонения экспериментальных и рассчитанных по формулам (3) и (5) значений буксования – в табл. 2.

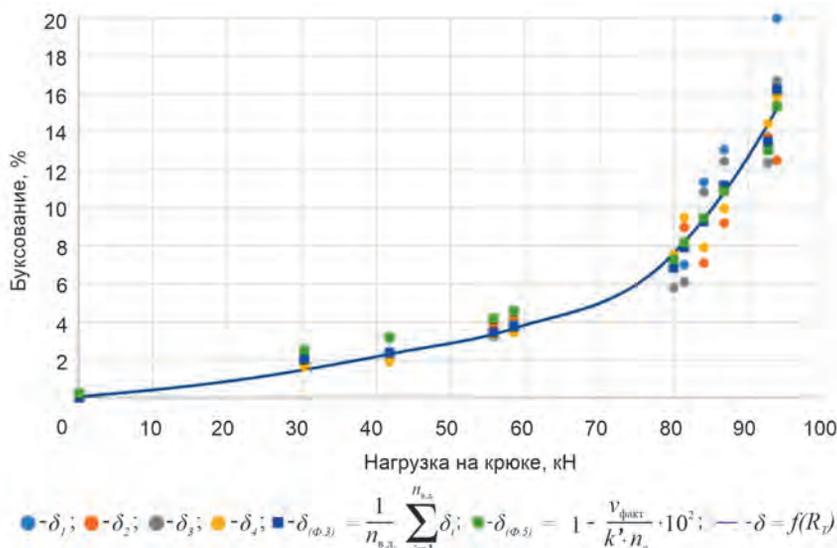
Из табл. 2 и рисунка следует, что расчет буксования по измеренным значениям фактической скорости и частоты вращения коленчатого вала двигателя в соответствии с формулой (5) приводит к большей средней ошибке в абсолютном выражении по сравнению с общепринятым методом определения. В то же время отчетливо видно, что при сокращении количества измеряемых параметров при базовом методе (установка датчиков на один или два ведущих двигателя при четырех фактических двигателях) ожидаемая средняя ошибка существенно превысит ошибку пред-





Таблица 2. Регрессионная модель буксования колес трактора Беларус 3522

№ эксп. точки	$\delta = f(R_T), \%$	$\delta_{(\Phi,3)} = \frac{1}{n_{\text{в.д.}}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{в.д.}}} \delta_i, \%$	$\delta_{(\Phi,5)} = \left(1 - \frac{V_{\text{факт.}}}{k \cdot n_e}\right) \cdot 10^2, \%$	$\Delta_i = \sqrt{(\delta_{(\Phi,3)_i} - f(R_{Ti}))^2}, \%$	$\Delta_i = \sqrt{(\delta_{(\Phi,5)_i} - f(R_{Ti}))^2}, \%$	$\Delta_i = \sqrt{(\delta_{1_i} - f(R_{Ti}))^2}, \%$	$\Delta_i = \sqrt{(\delta_{2_i} - f(R_{Ti}))^2}, \%$	$\Delta_i = \sqrt{(\delta_{3_i} - f(R_{Ti}))^2}, \%$	$\Delta_i = \sqrt{(\delta_{4_i} - f(R_{Ti}))^2}, \%$
1	0,09	0	-0,01	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09
2	1,50	2,02	2,33	0,52	0,99	0,52	0,85	0,57	0,13
3	2,32	2,38	3,08	0,05	0,88	0,84	0,20	0,01	0,43
4	3,37	3,45	4,13	0,08	0,82	0,14	0,53	0,04	0,04
5	3,68	3,75	4,53	0,07	0,87	0,22	0,46	0,23	0,21
6	7,64	6,84	7,60	0,80	0,37	0,45	0,79	1,83	0,11
7	8,20	7,91	8,66	0,29	0,02	1,18	0,79	2,09	1,31
8	9,42	9,30	10,21	0,12	0,05	1,95	2,32	1,42	1,51
9	10,85	11,18	11,95	0,33	0,03	2,22	1,65	1,61	0,86
10	14,38	13,50	14,74	0,89	1,34	0,97	0,67	1,98	0,08
11	15,25	16,25	17,86	1	0,10	4,73	2,75	1,41	0,61
$\Delta = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \sqrt{(\delta_i - f(R_{Ti}))^2}, \%$				138	0,226	0,351	0,333	0,408	0,224



**Регрессионная модель буксования колес трактора Беларус 3522**

ложенного альтернативного метода. А относительная неопределенность 1,51% в целевом диапазоне абсолютных значений буксования 8-16% в сочетании с технической доступностью позволяют отнести предложенный подход к приоритетным направлени-

ям в развитии методов, позволяющих обеспечивать контроль буксования при длительной эксплуатации тракторов в реальных условиях.

В качестве недостатка рассмотренного метода определения буксования можно отметить невозможность

разложения полученной информации на составляющие по каждому ведущему движителю, что повышает вероятность ошибочной интерпретации полученных данных при принятии решений, направленных на обеспечение оптимальных тягово-сцепных свойств движителей трактора.

**Выводы**

1. Проведенное исследование показало, что метод определения буксования движителей трактора путем измерения фактической скорости и частоты вращения коленчатого вала двигателя имеет ряд достоинств и недостатков. К недостаткам можно отнести меньшую точность и информативность по сравнению с традиционным методом, что может накладывать определенные ограничения на применение его при проведении исследований и испытаний. К достоинствам можно отнести простоту реализации и доступность, которые позволяют рассмотреть его в качестве приоритетного направления в развитии

методов, позволяющих обеспечивать контроль буксования при длительной эксплуатации сельскохозяйственных тракторов в реальных условиях, без применения дополнительных средств измерения и первичных преобразователей.

2. Метод непараметрической регрессии LOESS, несмотря на ряд недостатков, существенно облегчает построение регрессионных моделей при анализе экспериментальных данных, полученных в ходе исследования процессов, в том случае, если их сложно описать простыми функциями.

## Список

### использованных источников

1. **Иванов А.Б.** Энергонасыщенность современных сельскохозяйственных тракторов // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: Матер. XII Междунар. науч.-практ. интернет-конф. ИнформАгро-2020. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. С. 469-473.
2. **Иванов А.Б., Таркивский В.Е., Трубицын Н.В.** Новый метод определения энергетических параметров работы машинотракторных агрегатов // Техника и оборудование для села. 2020. № 9. С. 10-15.
3. **Kocher M.F., Smith B.J., Hoy R.M., Woldstad J.C., Pitla S.K.** Fuel consumption models for tractor test reports // American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2017. No. 60. P. 693-701.
4. **Кузнецов Н.Г., Гапич Д.С., Ширяева Е.В.** К вопросу об определении допустимого коэффициента буксования

полноприводного колесного трактора // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 2. С. 176-179.

5. **Венглинский А.М.** Контроль буксования колесных тракторов МТЗ при возделывании сельскохозяйственных культур // Улучшение эксплуатационных показателей с.-х. энергетики: Матер. IV междунар. науч.-практ. конф. «Наука – технология – ресурсосбережение». Киров: Вятская ГСХА, 2011. С. 10-12.

6. Применение инерциальной навигации для определения буксования сельскохозяйственных тракторов / В.Ф. Федоренко [и др.] // Вестник Мордовского ун-та. 2018. Т. 28. Вып. 1. С. 8-23.

7. **Таркивский В.Е.** Исследование методов получения и цифровой обработки сигнала датчика поворота колеса сельскохозяйственного трактора // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. 2018. № 5. С. 11-20.

8. Проведение исследований и разработка нового метода определения оптимального режима работы дизельных двигателей в реальном режиме времени: отчет о НИР / ФГБНУ «Росинформагротех»; рук. Таркивский В.Е.; исполн. Иванов А.Б., [и др.]. М., 2020. 93 с.

9. **Гинзбург Ю.В., Швед А.И., Парфенов А.П.** Промышленные тракторы. М.: Машиностроение, 1986. 293 с.

10. **Гинзбург Ю.В., Швед А.И., Парфёнов А.П.** Тяговые характеристики гусеничных и колесных промышленных тракторов. М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1981. 75 с.

11. **Саяпин В.И.** Удельные параметры гусеничных тракторов // Труды ЧИМЭСХ. Челябинск, 1950. Вып. 4. С. 33-59.

12. Local regression [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Local\\_regression](https://en.wikipedia.org/wiki/Local_regression) (дата обращения: 20.10.2020).

13. Smoothing by Local Regression: Principles and Methods [Электронный ресурс]. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Smoothing-by-Local-Regression%3A-Principles-and-Cleveland-Loader/d68e4a8cc150d888c5290180e433af527090bd84> (дата обращения: 23.10.2020).

14. **Cleveland W.S., Devlin S.J.** Locally Weighted Regression: An Approach to Regression Analysis by Local Fitting // Journal of the American Statistical Association. 1988. Vol. 83, pp. 596-610.

15. Smoothing: Local Regression Techniques [Электронный ресурс]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/45130357\\_Smoothing\\_Local\\_Regression\\_Techniques](https://www.researchgate.net/publication/45130357_Smoothing_Local_Regression_Techniques) (дата обращения: 02.11.2020).

16. **Bowman A.W., Azzalini A.** Applied smoothing techniques for data analysis. UK, Oxford: Oxford University Press, 1997. 204 p.

## To the Issue of Determining Agricultural Tractor Slipping

**A.B. Ivanov, V.E. Tarkivsky**  
(KubNIITIM)

**V.Yu. Revenko**

(Federal Scientific Center V.S. Pustovoit  
All-Russian Research Institute of Oil crops)

**Summary.** The well-known methods for determining the slipping of the propulsion devices of agricultural tractors are described. A regression analysis of the traction characteristics of a wheeled tractor is performed. The equivalence of the method for determining the current slippage through the actual tractor speed and engine crankshaft speed is assessed. A regression model is proposed to determine the amount of slippage based on the method of local polynomial regression (locally estimated scatterplot smoothing or LOESS).

**Keywords:** tractor, machine-tractor unit, power, traction resistance, slipping, propulsion device, regression model.



2021

Восемнадцатая специализированная выставка

# Защищенный грунт России

*Конструкции, технологическое оборудование и материалы для теплиц, сортировка и упаковка овощной продукции, семена, удобрения и средства защиты растений.*

8 - 10

ИЮНЯ

ИЮНЯ

г. Москва, ВДНХ,  
навильон 57

Организатор:



Спонсоры:



Grodan®



RIJK ZWAAN

УРАЛХИМ

При поддержке:

Министерства сельского хозяйства Российской Федерации  
Комитета Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации по аграрным вопросам  
Комитета Торгово-промышленной палаты Российской Федерации по развитию агропромышленного комплекса

УДК 631.3:338.436.33

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-3-20-24

# Оценка соответствия автотранспортных средств, используемых в агропромышленном комплексе

**В.А. Комаров,***д-р техн. наук, проф.,  
komarov.v.a2010@mail.ru***М.И. Курашкин,***аспирант,  
komarov.v.a2010@mail.ru***И.В. Якушев,***аспирант,  
komarov.v.a2010@mail.ru  
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»)*

**Аннотация.** Рассмотрены нормативные требования к соответствию и сертификации автотранспортных средств с учетом международного опыта. Представлена последовательность решения вопросов по соответствию и сертификации машин на примере Саранского завода автосамосвалов. Приведены результаты исследований по среднему количеству дефектов на один автомобиль и количеству автомобилей, принятых с первого предъявления в различных системах менеджмента качества.

**Ключевые слова:** соответствие, сертификация, нормативные требования, среднее количество дефектов, первое предъявление, автомобиль, система менеджмента качества.

## Постановка проблемы

Изготовленные автотранспортные средства (АТС) до их отгрузки, передачи или продажи сельхозпроизводителю подлежат приемке с целью удостоверения их годности для использования в соответствии с требованиями, установленными в стандартах или технических регламентах. Учитывая положения Федерального закона № 196-ФЗ от 10 декабря 1995 г. и Федерального закона № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г. [1, 2], АТС, изготовленные в Российской Федерации и предназначенные для участия в дорожном движении на ее территории, подлежат обязательной оценке соответствия в форме «Одобрения типа транспортного средства» [3]. Составные части конструкций АТС, предметы дополнительного оборудования,

запасные части и принадлежности также подлежат обязательной сертификации или определению соответствия. Целью данных мероприятий является обеспечение безопасности дорожного движения, создание условий деятельности предприятий, учреждений, организаций и предпринимателей на едином международном товарном и российском рынках, помощь заказчикам в обоснованном выборе изделия, защита потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя), контроль безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества граждан.

В качестве нормативных документов при оценке соответствия АТС используются Правила ЕЭК ООН [4] и национальные нормативные документы (НД). Сертификация АТС производится в соответствии с Техническим регламентом «О безопасности колесных транспортных средств» [5] (далее – техрегламент). Оценка соответствия АТС и запасных частей в общем случае предусматривает: определение путем проведения испытаний соответствия образца продукции требованиям НД; проверку производства сертифицируемой продукции на наличие условий, обеспечивающих стабильный уровень характеристик и показателей, подтверждаемых сертификационными испытаниями; признание имеющихся у заявителя «сообщений, касающихся официального утверждения по типу конструкции транспортного средства» [3-5], сертификатов соответствия и других документов, подтверждающих соответствие продукции требованиям, предъявляемым при сертификации; выдачу «сообщений, касающихся официального утверждения по типу конструкции транспортного средства» [3-5] или сертификата соответствия, а также выдачу «Одобрения

типа транспортного средства» [3]; инспекционный контроль за соответствием выпускаемой продукции требованиям, предъявляемым при оценке соответствия.

Анализ уровня соответствия и сертификации АТС рассмотрен в настоящей работе с точки зрения практического подхода.

**Цель исследований** – повышение уровня соответствия и снижение количества дефектов узлов и систем автотранспортных средств в условиях реального производства.

## Материалы и методы исследования

Исследования проведены на базе участков и цехов Саранского завода автосамосвалов (АО «САЗ»), производящего автотранспортные средства малой и средней грузоподъемности для АПК России. Очевидно, что АТС и запасные части, выпускаемые АО «САЗ», должны соответствовать требованиям НД по безопасности, изложенным в техрегламенте [5].

Требования к ведению конструкторской документации (КД) в АО «САЗ» определяются следующими положениями. Техническое задание или технические характеристики на проектируемое АТС должны предусматривать обеспечение соблюдения требований НД по его безопасности. На чертежах деталей и сборочных единиц, содержащих информацию о требованиях НД по безопасности, эти требования выделяются отличительным знаком «U». Технические требования таких чертежей должны содержать пункт «Размеры и параметры, отмеченные знаком «V», обеспечивающие выполнение Правил ЕЭК ООН [4] и национального нормативного документа [5].

Над основной надписью таких документов на свободном поле размещается надпись в рамке «Сертификация».



В обоснованных случаях на чертежах деталей и сборочных единиц, все размеры или параметры которых влияют на выполнение требований Правил ЕЭК ООН [4] или национального нормативного документа [5], над основной надписью на свободном поле чертежа в рамке размещается надпись «Сертификация» без выделения размеров или параметров.

Технические условия и техническое описание на сертифицированную продукцию содержат информацию о НД по безопасности для жизни, здоровья или имущества граждан и охраны окружающей среды, которым должна соответствовать продукция. Контроль технических требований и параметров, обеспечивающих безопасность сертифицированной продукции, устанавливается программами на периодические испытания [6-9]. Различные программы периодических испытаний должны быть максимально приближены к условиям реальной эксплуатации. Типовые программы испытаний учитывают контроль изделий одного типоразмера. При этом его осуществляют для оценки уровня совершенствований, существенно меняющих конструктивные особенности или производственно-технологический процесс [10-12].

Требования к ведению технологической документации (ТД) в АО «САЗ» определяются следующими положениями. На основании КД с надписью «Сертификация» в ТД на детали и сборочные единицы (маршрутная карта, карты технологических процессов, карта типового технологического процесса, технологические инструкции и др.) также проставляется надпись в рамке «Сертификация». Технологические и контрольные операции, обеспечивающие выполнение параметров и характеристик, выделенных в КД, также имеют отличительный знак «V», проставляемый в графе «Номер операции (позиции)». Технологические и контрольные операции, отмеченные таким знаком, полностью обеспечивают выполнение параметров и характеристик, обозначенных в КД.

Содержание работ по проверке продукции, подлежащей сертифика-

ции, указывается в «Перечне дополнительных проверок конструкции узлов и параметров сборки, в наибольшей степени влияющих на безопасную эксплуатацию автомобилей, прицепов и полуприцепов» [6-9]. В случае обнаружения несоответствия изделия сертифицированной конструкции ведомство по сертификации, выдавшее нормативный документ, или административное подразделение, выдавшее «Одобрение типа транспортного средства» [3], отправляет письменное уведомление владельцу сертификата об обнаруженных несоответствиях и прекращении действия нормативного документа.

Основными причинами признания изделий несоответствующими требованиям, предъявляемым к сертифицированному эталону, являются:

- неудовлетворительные результаты технического контроля на соответствие выпускаемых изделий сертифицированному эталону;

- информация зарубежных административных и технических подразделений, министерства транспорта России, ГИБДД МВД России, общества защиты прав потребителей Российской Федерации и других ведомств о выявленных несоответствиях изделий эталону, прошедшему процедуру установления соответствия техническим регламентам;

- рекомендации ГИБДД МВД России по результатам определения причинно-следственных факторов обнаружения ДТП и получения полной информации из диагностических карт по результатам государственного технического осмотра.

На основании официального предписания отдел качества АО «САЗ» совместно с конструкторско-технологическим и производственно-диспетчерским отделом отправляет (в срок до 10 дней) в ведомство по сертификации или в административное подразделение сведения о проведенных мероприятиях по обеспечению соответствия изделий сертифицированному эталону.

В случае признания ведомством по сертификации или административным подразделением проведенных мероприятий недостаточными

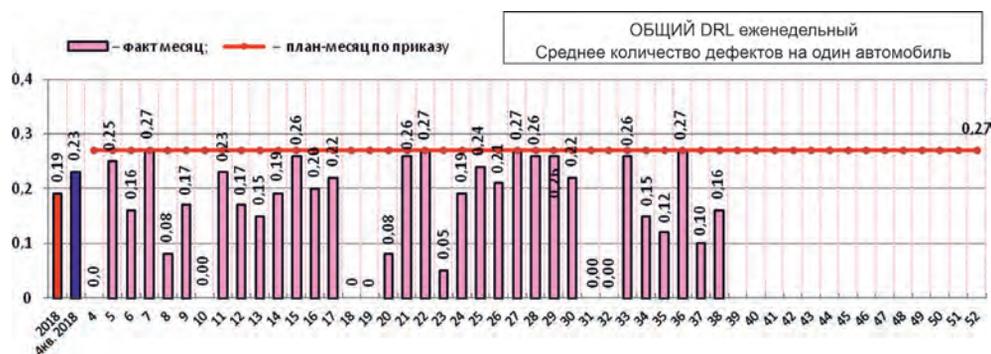
после отправления официального предписания по истечении 30 дней выданный сертификат или «Одобрение типа транспортного средства» отменяется. Об отмене «Одобрения типа транспортного средства» в недельный срок сообщается в АО «САЗ», единый реестр, ФГУ «Мордовский ЦСМ» и «Департамент обеспечения безопасности дорожного движения» МВД России.

АО «САЗ» приостанавливает или прекращает реализацию сертифицированной продукции, если она не отвечает требованиям нормативных документов, на соответствие которым сертифицирована, по истечении действия сертификата или в случае приостановления действия сертификата или его отмены решением органа по сертификации. Повторное представление на сертификацию продукции, на которую ранее был отменен выданный документ, осуществляется по той же процедуре, что и первичное представление. Организация, проведение и оформление результатов периодических (кратких контрольных) испытаний АТС производятся в соответствии с ГОСТ [6-9].

### Результаты исследований и обсуждение

Оценка соответствия по среднему количеству дефектов (DRL), количеству транспортных средств, принятых с первого предъявления (FTC) с использованием современных систем менеджмента качества, на АО «САЗ» проведена за период 2017-2019 гг. Соответствия целевым показателям выявлены у всех видов транспортных средств по параметрам «Среднее количество дефектов АТС» и «Количество АТС, принятых с первого предъявления» за исследуемый период (2017-2019 гг.). При этом целевой показатель по параметру «Среднее количество дефектов АТС» в АО «САЗ» был принят равным 0,27. Фактическая еженедельная величина исследуемого параметра изменялась в пределах 0-0,27. Средние значения показателя DRL в системе менеджмента качества составили: 0,23 – IV квартал 2017 г., 0,19 – 2018 и 0,17 – I, II и III кварталы 2019 г. (рис. 1).

**Рис. 1. Среднее количество дефектов (общий DRL еженедельный) на один автомобиль ГАЗ-САЗ-3507 в 2018-2019 гг.**



**Рис. 2. Показатель количества автомобилей ГАЗ-САЗ-3507, принятых с первого предъявления (общий FTC еженедельный) в 2018-2019 гг., %**



Целевой параметр «Количество АТС, принятых с первого предъявления» (показатель FTC), равный 73 %, исследован с использованием системы менеджмента качества в период 2017-2019 гг. Фактическая еженедельная величина исследуемого параметра изменялась в пределах 72,7-100 %. Средние значения показателя FTC в системе менеджмента качества составили: 78,8 % – IV квартал 2017 г., 80,5 % – 2018 и 83,7 % – I, II и III кварталы 2019 г. (рис. 2).

На основании анализа дефектов АТС в мае-августе 2019 г. с использованием системы менеджмента качества и метода Парето определены три наиболее часто встречаемых несоответствия (показатель DRR) (табл. 1, 2).

В результате определено, что 78,57 % от общего числа дефектов составили три параметра по прицепах: нарушение ТУ окраски, некачественная сварка бортов и нарушение ТУ цинкования (производитель комплектующих деталей – ООО «Точинвестцинк», г. Рязань).

**Таблица 1. Распределение дефектов выпускаемой продукции (май-август 2019 г.)**

Наименование дефекта	Количество дефектов	К общему количеству дефектов, %	Суммарное значение (диаграмма Парето), %
<i>Прицепы САЗ-83172</i>			
Нарушение ТУ окраски	20	35,71	35,71
Некачественная сварка бортов	16	28,57	64,28
Нарушение ТУ оцинковки	8	14,29	78,57
Некачественная сварка дышла	3	5,36	83,93
Нарушение ТУ контактной сварки бортов	0	0	83,93
Нарушение ТУ окраски оси и дышла	0	0	83,93
Некачественная окраска платформы	0	0	83,93
Царапины штамповки	0	0	83,93
<i>Автосамосвалы ГАЗ-САЗ-3507</i>			
Нарушение ТУ сборки надстроек бортов	5	8,93	92,86
Нарушение работы звуковых и световых приборов	0	0	92,86
Наличие течи масляного бака	0	0	92,86
Деформация вала запора	0	0	92,86
Нарушение ТУ окраски платформы	2	3,57	96,43
Наличие течи трубок, штуцеров и др.	0	0	96,43
Нарушение режимов сварки	2	3,57	100
Наличие течи гидрораспределителя и других узлов	0	0	100
<i>Другая техника</i>			
Специальная техника: сварка малых серий	0	0	100
Мусоровоз ГАЗ-САЗ-3901-10:			
некачественная сварка	0	0	100
наличие течи трубок и масляного бака	0	0	100
<b>Всего</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Таблица 2. Мероприятия по повышению качества прицепов САЗ-83172

Этап техпроцесса изготовления – наименование дефекта	Количество дефектов	К общему количеству дефектов, %	Суммарное значение (диаграмма Парето), %	Ответственный	Причина дефекта	Мероприятие по устранению дефекта
Окраска – непрокрасы (толщина не соответствует ТУ, сорность, выплески краски)	20	35,71	35,71	Участок окраски, цех № 4, АО «САЗ»	1. Неотрегулированы режимы окрасочного оборудования. 2. Невнимательность и спешка операторов	1. Провести регулировку окрасочного оборудования. 2. Проинструктировать операторов
Сварка бортов – непровар, прожоги, сварочные брызги и остатки сварочной проволоки	16	28,57	64,28	Участок сварки прицепов, цех № 4, АО «САЗ»	1. Неотрегулированы режимы сварочного оборудования. 2. Невнимательность и спешка операторов	1. Провести регулировку сварочного оборудования. 2. Проинструктировать операторов
Цинкование – завышен слой цинка (отлетает при набивке VIN- номера на каркасе) и механические повреждения	8	14,29	78,57	ООО «Точинвестцинк», г. Рязань	1. Несоблюдение техпроцесса цинкования. 2. Неполное выполнение операции зачистки. 3. Неправильная упаковка при отгрузке	1. Отправить информационное письмо с претензией. 2. Поиск альтернативного поставщика по горячему цинкованию

## Выводы

1. Установлено, что целевые задания на АО «САЗ» в 2017-2019 гг. по параметру «Среднее количество дефектов автотранспортных средств» (0,27) по всем автотранспортным средствам соответствуют техническому регламенту и стандартам. Фактическая еженедельная величина исследуемого параметра изменялась от 0 до 0,27. Выявлено постоянное улучшение среднегодовой величины параметра «Среднее количество дефектов автотранспортных средств» в период 2017-2019 гг. (0,23 – 2017 г., 0,19 – 2018 и 0,17 – 2019 г.).

2. Проведено исследование целевого показателя в области соответствия продукции требованиям технического регламента и стандартов на АО «САЗ» в 2017-2019 гг. по параметру «Количество автотранспортных средств, принятых с первого предъявления» (73 %). Выявлены единичные несоответствия, фактическое еженедельное значение данного параметра составляло 72,7-100 %. Установлено повышение качества по среднегодовой величине параметра «Количество автотранспортных средств, принятых с первого предъявления» в

период 2017-2019 гг. (78,8 % – 2017 г., 80,5 % – 2018 и 83,7 % – 2019 г.).

3. В результате краткосрочных наблюдений (май-август 2019 г.) и, используя метод Парето, определены дефекты (нарушение ТУ окраски, некачественная сварка бортов (АО «САЗ») и нарушение ТУ цинкования (производитель комплектующих деталей – ООО «Точинвестцинк», г. Рязань), которые составляют более 78 % от общего числа дефектов автотранспортных средств. Предложены мероприятия по их устранению.

4. Разработка стандартов предприятия [13, 14] и внедрение комплексной системы менеджмента качества с учетом современных правил Евразийской экономической комиссии ООН [4] и положений Технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» [5] в условиях АО «САЗ» позволили повысить уровень соответствия при производстве автотранспортных средств.

### Список

#### использованных источников

1. **196-ФЗ** о безопасности дорожного движения (с изменениями на 8 декабря 2020 г.).

Российская Федерация. Федеральный закон [Электронный ресурс]. url: <http://docs.cntd.ru/document/9014765> (дата обращения: 19.12.2020).

2. **184-ФЗ** Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации (с изменениями на 24 апреля 2020 года). Российская Федерация. Федеральный закон [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901744603> (дата обращения: 19.09.2020).

3. Коллегия Евразийской экономической комиссии. Решение от 9 декабря 2014 года. О правилах заполнения бланков одобрения типа транспортного средства, одобрения типа шасси, уведомления об отмене документа, удостоверяющего соответствие техническому регламенту, свидетельства о безопасности конструкции транспортного средства и свидетельства о соответствии транспортного средства с внесенными в его конструкцию изменениями требованиям безопасности (с изменениями на 10 сентября 2019 года) [Электронный ресурс]. URL: <https://sudact.ru/law/reshenie-kollegii-evrazijskoi-ekonomicheskoi-komissii-ot-09122014/reshenie/> (дата обращения: 20.09.2020).

4. Правила Евразийской экономической комиссии ООН 2014 г. [Электронный

ресурс]. URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/technicalregulationses/eecrules> (дата обращения: 19.09.2020).

5. **ТРТС018/2011** Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (с изменениями на 21 июня 2019 года) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320557> (дата обращения: 19.09.2020).

6. **ГОСТ Р 56013-2014** Оценка соответствия. Порядок обязательного подтверждения соответствия продукции требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200110453> (дата обращения: 19.09.2020).

7. **ГОСТ Р 53603-2009** Оценка соответствия. Схемы сертификации продукции в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200080734> (дата обращения: 19.09.2020).

8. **ГОСТ 33670-2015** Межгосударственный стандарт. Автомобильные транспортные средства единичные. Методы экспертизы и испытаний для проведения оценки соответствия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136417> (дата обращения: 19.09.2020).

docs.cntd.ru/document/1200136417 (дата обращения: 19.09.2020).

9. **ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-1-2017** Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента. Часть 1. Требования [Электронный ресурс]. URL: <http://docs2.kodeks.ru/document/1200146130> (дата обращения: 04.11.2020).

10. **Комаров В.В.** Международная система гармонизации требований к транспортным средствам, методов оценки соответствия и принципы ее реформирования // Автомобильная промышленность. 2010. № 2. С. 34-37.

11. **Комаров В.А., Курашкин М.И.** Исследование отказов комбайнов «ACROS 595» в гарантийный период // Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 38-39.

12. **Комаров В.А., Курашкин М.И.** Исследование отказов погрузчиков в гарантийный период // Техника и оборудование для села. 2019. № 2. С. 37-41.

13. **Комаров В.А.** Исследование предприятий технического сервиса для обеспечения показателей надежности машин (на примере агропромышленного комплекса Республики Мордовия) // Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28, № 2. С. 222-238.

14. **Комаров В.А., Салмин В.В., Курашкин М.И.** Исследование генеральных планов предприятий технического сервиса в агропромышленном комплексе // Инженерные технологии и системы. 2019. Т. 29, № 4. С. 560-577.

### Conformity Assessment of Vehicles Used in the Agricultural Sector

V.A. Komarov, M.I. Kurashkin, I.V. Yakushev

(Ogarev Mordovia State University)

**Summary.** Regulatory requirements for compliance and certification of vehicles taking into account international experience are discussed. The sequence of resolving issues on compliance and certification of vehicles is presented on the example of the Saransk dump truck plant. The results of research on the average number of defects per vehicle and the number of vehicles accepted from the first submission in various quality management systems are presented.

**Keywords:** compliance, certification, regulatory requirements, average number of defects, first submission, vehicle, quality management system.

## Информация

### Межрегиональная выставка-демонстрация ДЕНЬ ПОЛЯ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ 2021

**22-23 июля 2021 г. на базе ООО «Ока-Молоко» вблизи с. Нижний Якимец Александровского района Рязанской области будет проходить инновационная агропромышленная выставка-форум «ДЕНЬ ПОЛЯ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ».**

Организатором мероприятия выступает Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области. Оргкомитет выставки – Выставочная фирма «Центр».

«ДЕНЬ ПОЛЯ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ» – отличная база для коммуникаций, что способствует развитию агропромышленного комплекса области и края, налаживанию межрегиональных связей, продвижению инновационных проектов в аграрной отрасли, новым технологиям в сельскохозяйственном производстве, развитию контактов между организациями, предприятиями и инвесторами.

В рамках Дня поля будут представлены семена перспективных сортов и гибридов, средства защиты растений, удобрения, корма и лекарственные препараты для животных, сельхозтехника для возделывания, уборки культур и системы защиты растений, новые технологические и технические решения для мониторинга

и обследования почв и посевов, хранения и переработки продукции. В рамках мероприятия пройдет демонстрация сельскохозяйственной техники.

Формат мероприятия позволит наилучшим способом провести презентацию экспонентов, расширить клиентскую базу, закрепить существующие контакты, совершить продажи, сделать рекламу компаний эффективной, провести анализ рынка данной отрасли. насыщенная программа мероприятия включает в себя: осмотр статической экспозиции, проведение полевой демонстрации техники, осмотр посевов, результатов проведения эксперимента по внесению удобрений.

В числе посетителей – руководители и специалисты научно-исследовательских учреждений, сельскохозяйственных предприятий, фермеры, ученые из регионов России и стран ближнего зарубежья, дилеры иностранных компаний, выпускающих сельхозтехнику.

**Подробную информацию по участию в демонстрации сельскохозяйственной техники можно получить в оргкомитете выставки по телефону (473) 233-09-60 или на сайте [www.pole62.ru](http://www.pole62.ru)**

# КОНГРЕСС И ВЫСТАВКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПРИМЕНЕНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ И КОТЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ

(биобутанол, биоэтанол, бионефть, пеллеты, брикеты и другие биотоплива)



## 13-14 апреля 2021

Отель «Холидей Инн Лесная», Москва

+7 (495) 585-5167

[congress@biotoplivo.ru](mailto:congress@biotoplivo.ru)

[www.biotoplivo.ru](http://www.biotoplivo.ru)

### Темы конгресса

- Состояние отрасли: развитие технологий и рынка биотоплив.
- Биоэтанол: инжиниринг, производимые продукты, экономика.
- Производство пищевого и технического спирта: тонкости технологии, реконструкция заводов, новые виды сырья.
- Перепрофилирование спиртовых заводов на производство кормовых дрожжей и других биопродуктов.
- Топливный биоэтанол, бутанол и другие транспортные биотоплива.
- Биотоплива из соломы и опилок: технологии и коммерциализация.
- Пиролиз и газификация: бионефть и сингаз. Стандарты и рынок печного биотоплива.
- Биодизель, биокеросин и растительные масла как топливо.
- Твердые биотоплива: пеллеты, брикеты, щепы.
- Логистика лесной и сельскохозяйственной биомассы.
- Энергетика и водоподготовка при реализации проектов.
- Другие вопросы биотопливной отрасли.

### Технический семинар «СпиртЭксперт»

«Технология производства спирта и обеспечение бесперебойной работы спиртового производства» пройдет 15 апреля 2021 года.

### Кто будет участвовать:

Производители и трейдеры зерна, сахарные компании, лесозаготовители и переработчики древесины, ЦБК, нефтеперерабатывающие компании, ЖКХ, сети АЗС, предприниматели, банки, венчурные компании, инвестиционные фонды, инжиниринговые компании, производители оборудования, представители региональной и федеральной власти, журналисты и все, кому интересны топлива из возобновляемого сырья.



Российская  
Биотопливная  
Ассоциация™

УДК 631.51:632.931.1

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-3-26-30

# Экспериментальная оценка дисперсности капель, создаваемой разработанным техническим средством для краевой обработки поля

**И.М. Киреев,***д-р техн. наук, зав. лабораторией,  
kireev.i.m@mail.ru***З.М. Коваль,***канд. техн. наук, гл. науч. сотр.,  
zinakoval@mail.ru**(Новокубанский филиал  
ФГБНУ «Росинформагротех»  
[КубНИИТиМ]);***М.В. Данилов,***канд. техн. наук, зав. кафедрой,  
danilomaster80@mail.ru  
(ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ»)*

**Аннотация.** Приведены экспериментальные исследования по применению одновременной аэрозольной краевой обработки полей, прилегающих защитных лесополос и их оснований для уничтожения сорняков и защиты сельскохозяйственных культур от вредителей с помощью универсального технического средства. Полученные результаты свидетельствуют о возможности обоснования рациональных технологий применения опрыскивания как основного химического метода защиты сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** краевая обработка поля, техническое средство, щелевой распылитель, воздушно-капельный поток, дисперсность.

## Постановка проблемы

Особое значение в повышении плодородия почвы и урожайности растениеводческой продукции имеют ползащитные лесные полосы [1]. Их назначение – снижение скорости ветра, задержание снега и равномерное снегораспределение, увеличение влажности почвы и воздуха, повышение числа естественных врагов сельскохозяйственных вредителей – птиц, насекомых и др. [2]. Например, инвазионный вредитель, за-

везенный из Северной Америки, – белая цикадка повреждает рис, ячмень, кукурузу, пшеницу, сорго, морковь, томаты, картофель, перец, подсолнечник и сою. В неочищенных лесополосах на многолетних насаждениях она перезимовывает в стадии яиц [3]. На сахаристых выделениях белой цикадки поселяются сажистые грибы, в результате листья зараженного растения покрываются сухой пленкой и нарушается его обменный процесс. Растение прекращает расти, вянет и погибает. В лесополосах идет накопление и основного вредителя большинства масличных капустных культур – крестоцветных блошек. Изучено также заселение растений подсолнечника растительноядными клопами в зависимости от близости посевов к загущенным защитным лесонасаждениям. Наиболее высокое заселение (до 98 экземпляров на одном растении) отмечено на посевах подсолнечника, расположенных на расстоянии 25 м от загущенных лесополос. При этом основная задача состоит в выполнении профилактических мер и своевременной борьбе с таким опасным врагом, как вредители зерновых [2], зернобобовых культур и других возделываемых растений. Кроме этого, технологические проходы посадок являются зонами развития сорных растений, семена которых ветром разносятся по прилегающим полям, увеличивая количество сорняков на всем поле. Среди профилактических мер в интегрированной защите растений от вредителей, болезней и сорняков важное значение уделяется технологии опрыскивания краевых участков полей от вредителей, зимующих в защитных лесополосах. На сегодняшний день на рынке современной сельхозтехники представлено

различные предложения [4], в корне меняющие технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Имеется хорошая возможность повысить производительность современных опрыскивателей [4], которые способны обслуживать значительные площади, затрачивая при этом меньшее количество времени за счет более широкого захвата штанги, активной подвески, автоматизированного управления, четкого расхода рабочей жидкости. Значительно снижены риски некачественной обработки благодаря современным технологичным распылителям, специально сконструированным для целевых обработок различных культур. Однако в настоящий момент отсутствуют высокопроизводительные технические средства для обработки ползащитных лесополос от вредителей и сорных растений (известно лишь применение ранцевых опрыскивателей), а также для краевых обработок посевов имеющимися опрыскивателями в периоды начала миграции вредителей на поля. Краевые обработки полей на начальных стадиях массового развития вредителей являются экономически эффективным способом защиты посевов. Однако имеющимися штанговыми опрыскивателями обработка полос (шириной 5 м и более), прилегающих непосредственно к лесополосам, где имеет место массовое скопление вредителей в пределах контура поля, затрудняется из соображений техники безопасности (рис. 1).

**Цель исследований** – получение экспериментальных данных о возможности транспортирования капель, создаваемых щелевыми распылителями, к объектам назначения при краевой обработке поля универсальным техническим средством.



**Рис. 1. Самоходный штанговый опрыскиватель на краевой обработке поля от сорняков и вредителей**

### Материалы и методы исследования

Для решения существующей проблемы в работе [5] рассмотрен способ краевой обработки поля для уничтожения сорняков и вредителей, зимующих в полезащитных лесополосах. Создана универсальная конструкция для опрыскивания краевых участков полей щелевыми распылителями, установленными на штанге, с одновременным опрыскиванием прилегающих полезащитных лесополос и их оснований путем использования воздушно-капельного потока, создаваемого осевым вентилятором с гидронасосом и соплом со щелевыми распылителями на его плоском накопнике. Предварительные исследования [5] показали, что применение полидисперсного аэрозоля, создаваемого щелевыми распылителями с различной дисперсностью капель, позволяет решать целевые задачи по уничтожению сорной растительности вблизи полезащитных лесополос и в технологических проходах (для исключения переноса воздушным потоком семян сорной растительности на поле), а также избирательного вида вредителей в основании лесополос. Гидравлическое распыление препаратов [6] с массовым расходом меньше массового расхода воздуха [7] и закономерное нанесение на объекты в форме воздушно-капельного потока безопасно для птиц и полезных микроорганизмов (биообъектов), обитающих в лесополосах. Поэтому одновременная аэрозольная обработка краевых участков полей и обрамляющих их оснований лесополос с помощью универсального

технического средства [5] является перспективным решением, а оценка дисперсности для защиты растений – актуальной задачей.

В качестве объекта исследования принят технологический процесс транспортирования капель в форме воздушно-капельной системы, создаваемой режимом работы технического средства.

### Результаты исследований и обсуждение

Предварительная оценка распространения воздушно-капельной системы за пределы края штанги навесного опрыскивателя определялась методом наблюдения осаждения на поверхность крупных капель, а также более мелких капель из воздушно-капельного потока на полоску цветной бумаги, закрепленную на треугольной подставке (рис. 2).

При обтекании воздушно-капельным потоком предметной полоски наблюдалось осаждение на нее полидисперсных капель за счет инерции,

турбулентной диффузии и других механизмов [8]. Водяные капли смачивали полоску на расстоянии 7 м от края штанги до высоты 2 м от поверхности, что наблюдалось визуально. Лабораторные исследования по транспортированию капель факелов распыла подкрашенной жидкости от различных щелевых распылителей проводились на специальной площадке. В перпендикулярном относительно движения технического средства (трактор со штанговым опрыскивателем и специализированным оборудованием) направлении на планшетах скрепками закреплялись карточки из фотографической бумаги размером 50×70 мм на расстоянии 30 см друг от друга. Для обеспечения стабильного технологического режима работы распылителей в соответствии с приведенными в каталоге [9] требованиями расстояние от начала и до прекращения движения было принято 60 м.

Штанговый опрыскиватель, оснащенный разработанным универсальным техническим средством, в составе трактора Беларус 1025.2 при опрыскивании карточек щелевыми распылителями приведен на рис. 3, 4.

В качестве рабочей жидкости использовалась вода с красителем для принтера в соотношении 9 л воды к 1 л красителя. Такое соотношение чистой воды и красителя позволяет получать четкие отпечатки капель на предметных карточках для их сканирования, программной обработки и получения информационных сведений о технологии целевого применения технического средства.



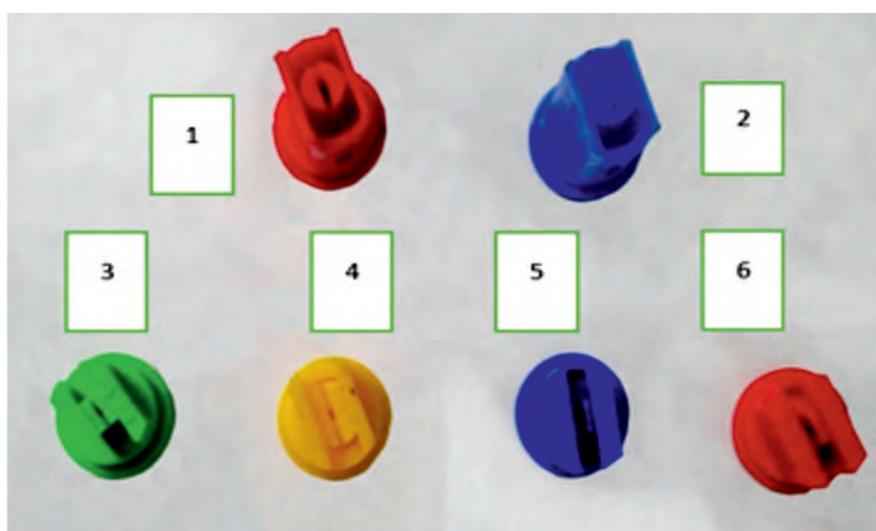
**Рис. 2. Качественная оценка распространения воздушно-капельной системы за пределы края штанги при работе навесного опрыскивателя**



Рис. 3. Опрыскивание картошек щелевыми распылителями, установленными на навесной штанге опрыскивателя



Рис. 4. Нанесение на карточки капель из воздушно-капельного потока, создаваемого подачей щелевыми распылителями факелов распыла подкрашенной жидкости в воздушный поток начального участка струи



- 1 – турбопенное воздуховсасывающее (тип сопла – ID, IDK, IDKN, LU, AD, ST, DF (60M – 04); код цвета – **красный**);  
 2 – турбопенное воздуховсасывающее (тип сопла – DF (80M – 03); код цвета – **синий**);  
 3 – щелевое пластиковое (код цвета – **зеленый**, тип сопла – LU – 015 AD – 015);  
 4 – щелевое пластиковое (код цвета – **желтый**, тип сопла – LU – 02 AD – 02);  
 5 – щелевое пластиковое (код цвета – **синий**, тип сопла – LU – 03 AD – 03);  
 6 – щелевое пластиковое (код цвета – **красный**, тип сопла – LU – 04 AD – 04)

Рис. 5. Сопла распылителей щелевого принципа действия производства компании «Lechler», использованные в опытах

Карточки с отпечатками капель сканировались и обрабатывались по разработанной в КубНИИТиМ специализированной программе. Сопла распылителей щелевого принципа действия [9], использованные в опытах, приведены на рис. 5.

При давлении жидкости 5 Бар производительность насадок составила: DF (60M – 04) – 2,04 л/мин; DF (80M – 03) – 1,52; LU – 015 AD – 015 – 0,76; LU – 02 AD – 02 – 1,02; LU – 03 AD – 03 – 1,52; LU – 04 AD – 04 – 2,04 л/мин.

Массовый расход воздушного потока (1,145 м<sup>3</sup>/с) [7], выходящий из щелевого сопла, в 20,2 раза больше массового расхода жидкости в факелах ее распыла [9] из двух насадок LU – 04 AD – 04. Такое соотношение позволяет определять распространение воздушно-дисперсной системы с витающими каплями [10] на основе закономерностей распространения воздушной струи [7].

Скорости передвижения технического средства при проведении лабораторных опытов в трехкратной

повторности составляли: 8, 10, 11, 12 км/ч. Создаваемое насосом давление в магистрали контролировалось по показанию стрелочного манометра на распределителе жидкости. Условия испытаний контролировались измерительными приборами в соответствии с действующим стандартом.

Опытные данные о дисперсности капель на карточках сканировались и обрабатывались специально разработанной программой. Массив полученной информации о размерах капель свидетельствует о реальной возможности совершенствования конструктивно-технических характеристик универсального технического средства для рациональной технологии защиты растений от сорняков и уничтожения различного вида вредителей с применением соответствующей дисперсности, создаваемой щелевыми распылителями. Информационные данные о дисперсности капель на карточках при скорости движения технического средства 10 км/ч проиллюстрированы в таблице. Программой выделялись: мелкие отпечатки капель (от 0 до 150 мкм включительно); средние отпечатки (свыше 150 до 300 мкм включительно) и отпечатки капель размером свыше 300 мкм. Из данных таблицы видно, что с увеличением расстояния от 4 до 6,5 м происходит уменьшение количества отпечатков капель по всем диапазонам. Уменьшается и среднее их число на 1 см<sup>2</sup>. Однако в процентном отношении количество мелких капель с увеличением расстояния практически не изменяется,

**Показатели дисперсности капель на учетных карточках при распыливании подкрашенной воды щелевым соплом (Lechler, тип – 04, код цвета – красный) при скорости движения агрегата 2,78 м/с (10 км/ч)**

Показатели	Значение показателя по опыту № 3 (код цвета сопла – красный; тип сопла – 04 – щелевое, скорость МТА – 10 км/ч)																	
	номер карточки																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Средний диаметр отпечатков капель, мкм:																		
мелкий	84,5	82,8	82,9	82,5	81,4	76,7	81,1	94,2	86,1	87	85	86	85	84,1	82	93,3	96,3	96,3
средний	210,4	212,3	211	203,9	215,8	212,6	209,9	213	210,8	212,7	218,4	210,7	207,4	211	209,8	211,6	214,7	212,6
крупный	921,8	962,9	942,8	1126,1	1403,5	1226,5	725,8	767,7	755,8	944,3	942,7	1039	509,4	531,4	590,3	683,3	702,4	718,8
Число отпечатков капель по диапазонам:																		
от 0 до 150 мкм включительно	378	667	365	349	351	446	499	413	410	304	237	174	249	259	429	263	150	284
свыше 150 до 300 мкм включительно	325	531	324	263	238	200	324	336	364	263	199	165	191	238	314	221	201	275
свыше 300 мкм	479	1031	548	347	301	307	422	467	427	357	317	274	120	150	303	272	260	389
Среднее количество отпечатков капель на 1 см <sup>2</sup>	33,8	63,7	35,3	27,4	25,4	27,2	35,6	34,7	34,3	26,4	21,5	17,5	17,3	18,3	29,9	21,6	17,5	27,1
Доля отпечатков по диапазонам, %:																		
от 0 до 150 мкм включительно	32	29,9	29,5	36,4	39,4	46,8	40,1	34	34,1	32,9	31,5	28,4	48,6	40,3	41	34,8	24,5	30
свыше 150 до 300 мкм включительно	27,5	23,8	26,2	27,4	26,7	21	26	27,6	30,3	28,5	26,4	26,9	31,6	36,3	30	29,2	32,9	29
свыше 300 мкм	40,5	46,3	44,3	36,2	33,8	32,2	33,9	38,4	35,6	38,6	42,1	44,7	19,8	23,4	29	36	42,6	41
Средне-взвешенный диаметр капли, мкм	458,9	521,1	498	493,9	565	476	333,4	386,1	362,3	454,5	482,1	546,8	207,7	234,7	267,7	340,5	393,9	385,9
Расстояние от карточек до края штанги, м	4					5					6,5							

средних – увеличивается на 19,3 %, а крупных – уменьшается на 18,7 %. Медианно-массовые диаметры капель с увеличением расстояния на 39,2 % уменьшаются.

Такие преобразования воздушно-дисперсной системы обусловлены взаимодействием полидисперсных капель, движущихся с различными скоростями и зарядами мелких и крупных размеров [11]. Особенности

дисперсной системы являются предметом специальных исследований применительно к технологии краевой обработки полей.

### Выводы

1. Проведена экспериментальная оценка транспортирования «холодного аэрозоля» к объектам обработки в форме воздушно-дисперсной системы, получаемой подачей щелевыми

распылителями факелов распыла подкрашенной жидкости в воздушный поток плоской струи, создаваемой осевым вентилятором с коническим соплом при перпендикулярном движении универсального технического средства.

2. Результаты осаждения капель на предметные карточки, закрепляемые на расстоянии 30 см друг от друга по высоте до 2 м на планшетах,

расположенных перпендикулярно направлению движения технического средства на расстоянии 4, 5 и 6,5 м, свидетельствуют о технологической возможности по транспортированию капель к объектам назначения при движении технического средства со скоростью до 12 км/ч.

3. Разработанное универсальное техническое средство позволит одновременно проводить краевую обработку поля, прилегающих полевых защитных лесополос и их оснований для наиболее эффективного уничтожения сорняков и вредителей сельскохозяйственных культур.

#### Список

##### использованных источников

1. **Докучаев В.В.** Лекции о почвоведении. Избранные труды. М.: изд-во «Юрайт», 2020. 464 с.
2. **Ещеров Р.Р.** Вредители зерновых культур в условиях засушливой зоны // Современные тенденции развития науки и технологий: сб. науч.-практ. конф. 2018. С. 44-45.
3. Полевые защитные лесные полосы стали неэффективны [Электронный ресурс]. URL: <https://agroportal-ziz.ru/articles/polezashchitnye-lesnye-polosy-staly-neeffectivny> (дата обращения: 13.01.2021).
4. **Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н.** Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: науч. аналит. обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 124 с.
5. **Киреев И.М., Коваль З.М., Зимин Ф.А.** Обоснование средства защиты растений от вредителей, зимующих в полевых защитных лесополосах // Техника и оборудование для села. 2020. № 11. С. 16-19.
6. **Пажи Д.Г., Галустов В.С.** Основы техники распыливания жидкостей. М.: Химия, 1984. 216 с.
7. **Абрамович Г.Н.** Теория турбулентных струй / Репринтное воспроизведение издания 1960 г. М.: ЭКОЛИТ, 2011. 720 с.
8. **Вальберг А.Ю., Исянов Л.М., Яламов Ю.И.** Теоретические основы охраны атмосферного воздуха от загрязнения промышленными аэрозолями: учеб. пособ. СПб.: МП «НИИОГАЗ – ФИЛЬТР» – СПбТИ ЦБП, 1993. 235 с.
9. Каталог TeeJet Technologies 50A-RU // TeeJet Technologies [Электронный ресурс]. URL: <https://www.teejet.com/ru/literature/catalogs-bulletins.aspx> (дата обращения: 13.01.2021).
10. **Альтшуль А.Д., Киселев П.Г.** Гидравлика и аэродинамика (Основы меха-

ники жидкости). Учеб. пособ. для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1975. 323 с.

11. **Шелудко А.Н.** Коллоидная химия. М.: Издательский центр «Академия», 1960. 332 с.

#### Experimental Estimation of the Drop Dispersion Created by the Developed Technical Means Designed for the Field Edge Processing

**I.M. Kireev, Z.M. Koval**

(KubNIITIM)

**M.V. Danilov**

(Stavropol State Agrarian University)

**Summary.** *Experimental studies on the use of simultaneous aerosol edge processing of fields, adjacent protective forest belts and their bases for the destruction of weeds and protection against pests of agricultural crops using a versatile technical means are presented. The results obtained indicate the possibility of substantiating rational processes for the use of spraying as the main chemical method for protecting agricultural crops.*

**Keywords:** *field edge processing, technical means, slot atomizer, mist flow, dispersion.*

#### Реферат

**Цель исследований** – получение экспериментальных данных о возможности транспортирования капель, создаваемых щелевыми распылителями, к объектам назначения при краевой обработке поля универсальным техническим средством. Для решения проблемы ранее рассматривался способ краевой обработки поля для уничтожения сорняков и вредителей, зимующих в полевых защитных лесополосах. Создана универсальная конструкция для опрыскивания краевых участков полей с помощью щелевых распылителей, установленных на штанге, с одновременным опрыскиванием прилегающих полевых защитных лесополос и их оснований путем использования воздушно-капельного потока, создаваемого осевым вентилятором с гидронасосом и соплом со щелевыми распылителями на его плоском наконечнике. Распыление полидисперсного аэрозоля щелевыми распылителями решает целевые задачи по уничтожению сорняков вблизи полевых защитных лесополос и в технологических проходах (для исключения переноса воздушным потоком на поле семян сорной растительности), а также отдельных вредителей в основании лесополос. Объект исследования – технологический процесс транспортирования капель воздушно-капельным путем, создаваемым режимом работы технического средства. Проведена экспериментальная оценка по транспортированию «холодного аэрозоля» к объектам обработки в форме воздушно-дисперсной системы, получаемой подачей щелевыми распылителями факелов распыла подкрашенной жидкости в воздушный поток плоской струи, создаваемый осевым вентилятором с коническим соплом при перпендикулярном движении универсального технического средства. Результаты осаждения капель на предметные карточки, закрепляемые на расстоянии 30 см друг от друга (по высоте до 2 м) на планшетах, расположенных перпендикулярно направлению движения технического средства на расстоянии 4; 5 и 6,5 м, свидетельствуют о технологической возможности транспортирования капель к объектам назначения при движении технического средства со скоростью до 12 км/ч. Разработанное универсальное техническое средство позволит проводить краевую обработку поля, прилегающих лесополос и их оснований для эффективного уничтожения сорняков и вредителей сельскохозяйственных культур.

#### Abstract

**The purpose** of the research is to obtain experimental data on the possibility of transporting droplets to be created by slot atomizers to the destination objects during the field edge processing using a versatile technical means. To solve the problem, a method of the field edge cultivation for the destruction of weeds and pests wintering in forest shelter belts has previously been described. A versatile installation has been created for spraying the edge areas of fields using slot atomizers mounted on a boom, while spraying adjacent field shelter belts and their bases using a mist flow created by an axial fan and a hydraulic pump and a nozzle fitted with slot atomizers mounted on its flat tip. Spraying poly-disperse aerosol using slot atomizers solves the target tasks of killing weeds near shelterbelts and in service passages (to exclude the transfer of weed vegetation seeds by air flow to the field), as well as individual pests at the base of forest belts. The object of research is the process of transporting drops with mist flow created by the operating mode of the technical means. An experimental assessment of the transportation of "cold aerosol" to the objects of treatment through an air-dispersed system obtained by supplying with slot atomizers tinted liquid spray torches into the air flow of a flat jet created by an axial fan equipped with a conical nozzle with a perpendicular motion of a versatile technical means has been performed. The results of droplet deposition on object cards fixed at a distance of 30 cm from each other (up to 2 m in height) on plates located at a distance of 4, 5 and 6.5 m from the perpendicular direction of movement of the technical means testify to the technological possibility of transporting droplets to destination objects when a technical device moves at a speed of up to 12 km / h. The developed versatile technical means will make it possible to perform edge cultivation of a field and a forest belt adjacent to field-protective plantations and their bases for the effective destruction of weeds and pests of agricultural crops.

УДК 631.171

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-3-31-36

# Эффективность применения элементов системы точного земледелия в различных категориях хозяйств северного региона Казахстана

**С.И. Бобков,**

канд. техн. наук,  
зав. лабораторией,  
sergbobkov@mail.ru

**В.Л. Астафьев,**

д-р техн. наук, проф.,  
директор,  
celinnii@mail.ru

(КФ ТОО «НПЦ агроинженерии»,  
Казахстан, г. Костанай)

**Аннотация.** Представлены результаты обоснования необходимого набора элементов системы точного земледелия для их эффективного использования в различных категориях хозяйств северного региона Казахстана. Установлено, что применение современных комплексов машин, оборудованных элементами системы точного земледелия, в хозяйствах различных категорий позволяет повысить производительность в 1,7-2,3 раза по сравнению с существующим парком сельскохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** комплекс машин, технология, производительность труда, категория хозяйства, элементы системы точного земледелия.

## Постановка проблемы

В настоящее время сельскохозяйственные предприятия Казахстана имеют возможность использования различных технологий, для реализации которых предлагается отечественная и зарубежная сельскохозяйственная техника, продаваемая на мировом рынке. При этом с появлением новых технологий в сельском хозяйстве, таких как точное земледелие (precision agriculture), использование цифрового оборудования в сочетании с другими факторами даёт широкие возможности повышения произво-

дительности труда и, соответственно, получения максимальной прибыли [1, 2]. Для этого сельскохозяйственным предприятиям Казахстана предлагаются цифровое оборудование, отечественная и зарубежная сельскохозяйственная техника. Однако использование сельскохозяйственной техники и дорогостоящего цифрового оборудования не по назначению лишь увеличивает затраты на производство продукции растениеводства, не решая проблемы повышения производительности труда [3, 4].

Обеспечить эффективность применения современной сельскохозяйственной техники, оснащенной элементами системы точного земледелия, возможно лишь на основе её использования в конкретных природно-производственных условиях различных регионов страны. В свою очередь, различные природно-хозяйственные условия обеспечивают различия между составом машинно-тракторного парка и набором элементов системы точного земледелия. Сами по себе элементы точного земледелия не являются главной причиной повышения производительности и качества выполнения работ, а лишь способствуют этому. Повышение производительности может быть достигнуто за счет комплексного применения современных высокопроизводительных машинно-тракторных агрегатов в ресурсосберегающих технологиях совместно со средствами цифровизации сельского хозяйства. Например, невозможно добиться хороших результатов, используя дорогостоящее цифровое оборудование с устаревшими тракторами тяговых классов 3-5 (ДТ-75, Т-4А, К-700А и др.).

Одним из основных зерносеющих регионов северного Казахстана является Акмолинская область, на примере природно-производственных условий которой проводились расчеты и обоснование составов комплексов машин и оборудования для системы точного земледелия. Анализ структуры посевных площадей по Акмолинской области показал, что общая посевная площадь составляет 5064,4 тыс. га. При этом 87,83% занимают зерновые, в том числе пшеница (71,5%). Анализ статистических данных министерства сельского хозяйства Республики Казахстан показал, что число фермерских (крестьянских) хозяйств, занятых в растениеводстве, составляет 3463, их посевная площадь – 1052,9 тыс. га. Количество мелких, средних и крупных ТОО составляет 1485 хозяйств с общей посевной площадью 4011,5 тыс. га. При этом в КХ и мелких ТОО, как правило, возделывают преимущественно зерновые культуры и применяют зернопаровой севооборот с содержанием паров в КХ до 33%, в ТОО – до 25%. В средних и крупных ТОО применяют пароплососменный севооборот с возделыванием комплекса культур, при котором содержание паров возможно до 20%.

С учетом этого и на основе анализа статистических данных сформированы четыре категории хозяйств с условными площадями возделывания культур, для которых проводилось обоснование составов комплексов машин и оборудования для возделывания сельскохозяйственных культур в системе точного земледелия. Характеристика хозяйств представлена в табл. 1.

**Таблица 1. Характеристика хозяйств**

Показатели	Категории хозяйств			
	крестьянские хозяйства	мелкие ТОО	средние ТОО	крупные ТОО
Средняя посевная площадь, га	300	1000	4500	15000
В том числе:				
пары	99	250	900	3000
зерновые	201	683,5	2623,7	9258,2
кукуруза на силос, соя	–	–	655,9	2314,6
прочие	–	66,5	320,4	427,2

**Таблица 2. Агроклиматические зоны Акмолинской области**

№ зоны	Название зоны	К	Рекомендуемая технология
I	Умеренно влажная, умеренно теплая	1-1,2	Почвозащитная, минимальная
II	Слабовлажная, умеренно теплая	0,8-1	
III	Слабозасушливая, умеренно теплая	0,6-0,8	Минимальная, нулевая
IV	Умеренно засушливая, теплая	0,5-0,6	Нулевая

Существуют данные по анализу агроклиматического зонирования Акмолинской области. С учетом влагообеспеченности территории и коэффициента увлажнения (К) за вегетивно-активный период (май-август) в результате анализа выявлены четыре агроклиматические зоны, для которых определены наиболее рациональные технологии возделывания сельскохозяйственных культур [5]. Агроклиматические зоны возделывания сельскохозяйственных культур представлены в табл. 2.

**Цель исследования** – обоснование состава комплексов машин и оборудования для комплексной механизации возделывания культур в системе точного земледелия.

## Материалы и методы исследования

Обоснование оптимальных комплексов машин и оборудования осуществлялось с применением методов оптимизации использования машинно-тракторного парка на основании проведения оптимизационных расчетов по критерию минимума совокупных затрат [6]. На первоначальном этапе определялись значения совокупных затрат, затрат труда для комплексов машин и оборудования при выполнении полевых работ в за-

данных категориях хозяйств с учетом применения современной высокопроизводительной техники. На основании результатов оптимизационных расчетов были выбраны составы агрегатов (комплексы машин), обеспечивающие минимальные значения совокупных затрат с учетом допуска 10%, проведены сравнительные расчеты и установлены показатели эффективности применения обоснованных комплексов машин, оборудованных элементами системы точного земледелия (производительность комплексов машин и срок окупаемости элементов системы точного земледелия), в сравнении с существующим парком для хозяйств различных категорий (КХ, мелкие, средние и крупные ТОО) по каждой технологии. В качестве сравниваемых вариантов использовались:

1 вариант – базовый вариант с существующим парком тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин;

2 вариант – парк обоснованных комплексов машин;

3 вариант – обоснованные комплексы машин, оборудованные системами параллельного вождения;

4 вариант – обоснованные комплексы машин, оборудованные системами автоматического вождения;

5 вариант – комплексный вариант (обоснованные комплексы машин, оборудованные системами автоматического вождения, мониторинга (контроля) высева СКВ, дифференцированного внесения минеральных удобрений ДВУ, картирования урожайности);

6 вариант – комплексный вариант (обоснованные комплексы машин, оборудованные системами автоматического вождения, мониторинга (контроля) высева СКВ, дифференцированного внесения минеральных удобрений ДВУ, картирования урожайности, дифференцированного внесения средств защиты растений).

Системы мониторинга (контроля) высева (СКВ), дифференцированного внесения минеральных удобрений (ДВУ), дифференцированного внесения средств защиты растений (ДСЗР), как правило, включают в комплект оборудования системы навигации или рекомендованы к использованию вместе с ними (например, системы ДСЗР устанавливаются на опрыскиватели, которые используются в ночное время и не могут работать без систем навигации). При этом на этапе сравнительных испытаний сельскохозяйственной техники, оснащенной навигационными системами, было установлено, что система автоматического вождения обеспечивает более высокие технико-экономические показатели.

Системы мониторинга высева и системы дифференцированного внесения минеральных удобрений могут устанавливаться совместно на современных посевных комплексах. При этом последние необходимо применять совместно с системой картирования урожайности, позволяющей определять проблемные участки на полях с малой урожайностью, на которых необходимо проводить агрохимобследование для создания электронных карт полей с последующим внесением удобрений.

Кроме того, для КХ и мелких ТОО система дифференцированного внесения средств защиты при реализации всех технологий не учитывалась из-за своей высокой стоимости. Она учитывалась для средних и крупных



ТОО при реализации минимальной и нулевой технологий (поскольку при почвозащитной технологии упор делается на механические способы борьбы с сорняками).

На основе анализа технической литературы принималось, что срок службы элементов системы точного земледелия составляет 4-5 лет. В этой связи на основании результатов сравнительных расчетов для различных категорий хозяйств выбирались элементы системы точного земледелия, срок окупаемости которых не превышает 5 лет.

### Результаты исследований и обсуждение

Анализ проведенных расчетов позволяет сделать вывод, что обоснованные комплексы машин, оборудованные элементами системы точного земледелия, позволяют повысить производительность труда для хозяйств всех категорий при реализации различных технологий по сравнению с существующим парком машин. В крестьянских хозяйствах с площадью до 300 га при реализации минимальной и нулевой технологий возделывания зерновых культур производительность повышается в 2 и 2,1 раза соответственно при использовании комплексов машин с тракторами, оборудованными системами дистанционного мониторинга техники. Из-за высокой стоимости автопилотирования, систем СКВ, ДВУ срок их окупаемости составляет более 12-28 лет, поэтому их применение нецелесообразно.

В мелких ТОО со средней площадью до 1000 га при возделывании зерновых культур по почвозащитной, минимальной и нулевой технологиям позволяет также повысить производительность в 2,2-2,3 раза соответственно при использовании комплексов машин с тракторами, оборудованными системами дистанционного мониторинга техники (табл. 3).

В средних ТОО с площадью 4500 га при возделывании только зерновых культур по всем видам технологий благодаря системам параллельного вождения обеспечивается повышение производительности

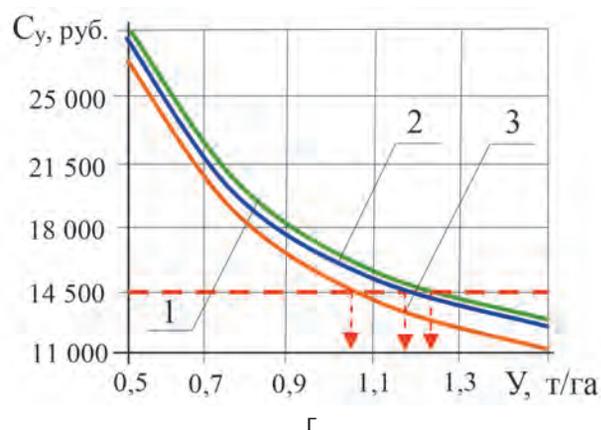
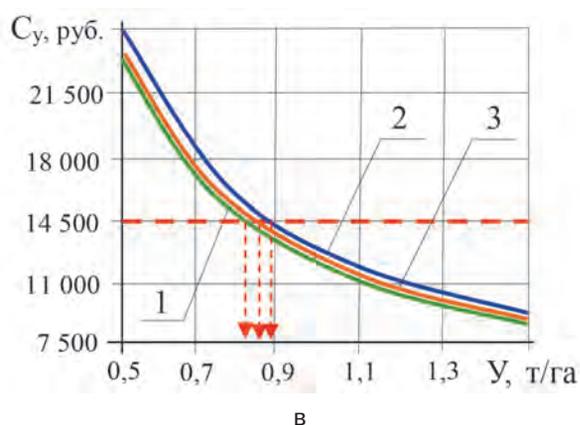
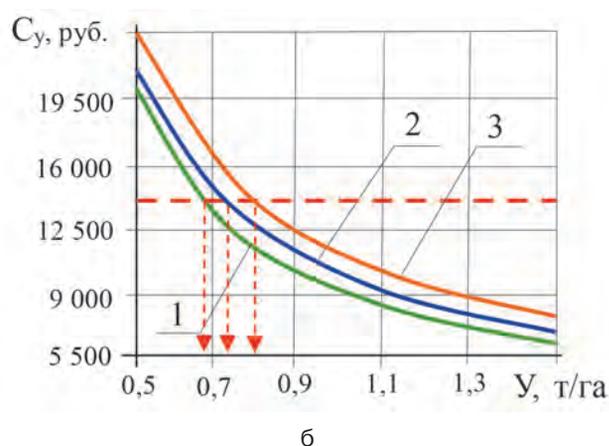
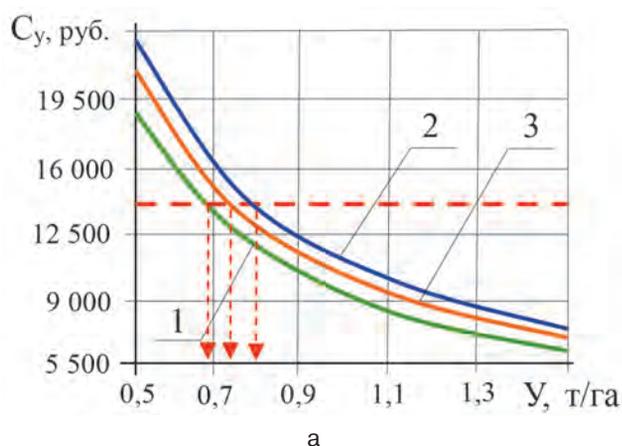
**Таблица 3. Производительность комплексов машин в хозяйствах различных категорий в зависимости от их оснащения элементами системы точного земледелия**

Вариант	Производительность, т/чел.-ч					
	крестьянское хозяйство (300 га)	мелкие ТОО (1000 га)	средние ТОО (4500 га)		крупные ТОО (15000 га)	
	зерновые	зерновые	зерновые	комплекс культур	зерновые	комплекс культур
<i>Почвозащитная технология</i>						
1	0,32	0,35	0,44	0,88	0,46	1,09
2	0,54	0,76	0,81	1,45	0,86	1,72
3	0,56	0,78	0,82	1,49	0,88	1,78
4	0,57	0,80	0,85	1,54	0,90	1,84
5	0,58	0,81	0,85	1,55	0,91	1,85
<i>Минимальная технология</i>						
1	0,34	0,40	0,51	0,72	0,52	0,69
2	0,67	1,05	1,09	1,50	1,14	1,40
3	0,69	1,08	1,13	1,54	1,17	1,44
4	0,71	1,11	1,17	1,59	1,21	1,48
5	0,72	1,12	1,17	1,61	1,22	1,52
6	–	–	1,17	1,61	1,22	1,52
<i>Нулевая технология</i>						
1	0,49	0,53	0,74	1,66	0,76	2,05
2	1,03	1,21	1,22	3,05	1,38	3,65
3	1,07	1,25	1,27	3,15	1,42	3,76
4	1,11	1,30	1,32	3,27	1,48	3,91
5	1,12	1,31	1,33	3,32	1,49	3,98
6	–	–	1,33	3,32	1,49	3,98

в 1,7-2,2 раза, при этом сроки окупаемости систем составляют до 2,5 лет. При возделывании комплекса культур (зерновые, соя, кукуруза на силос) за счет использования комплексов машин с системой автоматического вождения при почвозащитной технологии производительность повышается в 1,8 раза (срок окупаемости системы – 1,9 года). При использовании минимальной технологии рационально использовать комплексы машин, оборудованные набором цифрового оборудования (системы автоматического вождения, СКВ, ДВУ, картирования урожайности), что дает повышение производительности до 2,2 раз с окупаемостью систем в течение 3,1 лет. Для нулевой технологии необходимо использовать комплексы машин, оборудованные всем набором цифровых систем, включая систему диффе-

ренцированного внесения средств защиты растений (ДСЗР), при этом производительность повышается до 2 раз со сроком окупаемости систем 2,8 года.

В крупных ТОО с площадью 15000 га и более при возделывании монокультуры (зерновые) по почвозащитной и минимальной технологиям целесообразно использовать комплексы машин, оборудованные набором цифровых систем без системы ДСЗР, это дает повышение производительности до 2,3 раз со сроком окупаемости систем 4,5-5 лет. Для нулевой технологии необходимо использовать агрегаты, оборудованные системами автоматического вождения, что дает повышение производительности в 1,9 раза со сроком окупаемости системы не более 3,9 лет. При возделывании комплекса культур (зерновые, соя, кукуруза



### Зависимость затрат на производство 1 т урожая зерновых культур от их урожайности:

- а – КХ; б – мелкие ТОО; в – средние ТОО; г – крупные ТОО;  
 1 – почвозащитная технология; 2 – минимальная технология;  
 3 – нулевая технология

на силос) по всем технологиям необходимо использовать комплексы машин, оборудованные всем набором цифровых систем, включая систему дифференцированного внесения средств защиты растений (ДСЗР), при этом производительность повышается до 2,2 раз со сроком окупаемости систем не более 1,5 лет.

Кроме того, нужно учитывать, что для эффективного применения рекомендуемых комплексов машин, оборудованных элементами системы точного земледелия, необходимо обеспечить определенный уровень урожайности зерновых культур, поскольку они являются основной культурой, возделываемой в хозяйствах всех категорий, и составляют 87,8% от всей посевной площади региона. Для этого были проведены расчеты с учетом средней стоимости 1 т

урожая зерновых культур, которая в момент проведения расчетов составляла 14 500 руб. Установлено, что при реализации почвозащитной, минимальной и нулевой технологий для крестьянских хозяйств и мелких ТОО с площадью до 1000 га урожайность зерновых культур должна составлять не менее 6,5-8 ц/га, для средних ТОО с площадью до 4500 га – не менее 8-9 ц/га, для крупных ТОО с площадью до 15000 и более для того чтобы окупался весь набор машин и оборудования для системы точного земледелия – не менее 10,5-12 ц/га (см. рисунок).

На основании анализа полученных данных и с учетом срока окупаемости элементов системы точного земледелия был определен их рациональный набор для хозяйств всех категорий в зависимости от технологии производ-

ства сельскохозяйственных культур (табл. 4).

В качестве рекомендуемых элементов системы точного земледелия выбрано цифровое оборудование, нашедшее наибольшее распространение в северном регионе Казахстана. Рекомендуемые элементы системы точного земледелия представлены в табл. 5.

### Выводы

1. На основании проведенных оптимизационных расчетов по критерию минимума совокупных затрат были обоснованы комплексы машин для возделывания зерновых культур, кукурузы на силос и сои, а также определен рациональный набор элементов системы точного земледелия, которыми они должны оборудоваться, для каждой категории хозяйств региона.



**Таблица 4. Рациональный набор элементов системы точного земледелия для различных категорий хозяйств**

Оборудование	Крестьянское хозяйство (300 га)	Мелкие ТОО (1000 га)	Средние ТОО (4500 га)		Крупные ТОО (15000 га)	
	зерновые	зерновые	зерновые	комплекс	зерновые	комплекс
<i>Почвозащитная технология</i>						
Системы дистанционного мониторинга техники с датчиками расхода топлива	+	+	+	+	+	+
Система параллельного вождения	-	-	+	+	+	+
Система автоматического вождения	-	-	-	+	+	+
Система автоматического вождения + СКВ + ДВУ+ система картирования урожайности	-	-	-	-	+	+
<i>Минимальная технология</i>						
Системы дистанционного мониторинга техники с датчиками расхода топлива	+	+	+	+	+	+
Система параллельного вождения	-	-	+	+	+	+
Система автоматического вождения	-	-	-	+	+	+
Система автоматического вождения + СКВ + ДВУ + система картирования урожайности	-	-	-	+	+	+
Система автоматического вождения + СКВ + ДВУ + система картирования урожайности + ДСЗР	-	-	-	-	-	+
<i>Нулевая технология</i>						
Системы дистанционного мониторинга техники с датчиками расхода топлива	-	-	+	+	+	+
Система параллельного вождения	-	-	+	+	+	+
Система автоматического вождения	-	-	-	+	+	+
Система автоматического вождения+СКВ+система картирования урожайности	-	-	-	+	-	+
Система автоматического вождения + СКВ + система картирования урожайности + ДСЗР	-	-	-	+	-	+

**Таблица 5. Перечень наименований рекомендуемых элементов системы точного земледелия**

Вид элемента системы	Название	Основные показатели
Системы дистанционного мониторинга техники с датчиками расхода топлива	АвтоГРАФ GSM/GSM+, Teletrack TT2-21, CAP VT-10, GNS-GLONASS v. 4.7, Азимут 5.1 PRO	Канал передачи данных SMS, SMTP, GPRS
Системы параллельного вождения	Trimble EZ-Guide 250, Teejet Matrix Pro 570 GS	Точность вождения – 30-40 см
Системы автоматического вождения	Trimble CFX-750, Teejet Matrix Pro 570 GS с системой автоматического подруливания Teejet Unipilot, AutoTrac, Trimble AgGPS Autopilot	Точность вождения – 5-30 см
Системы мониторинга (контроля) высева	Аргонавт, Скиф	Диапазон ввода ширины захвата – 1-30 м; погрешность измерения площади – до 5%; погрешность измерения глубины хода сошников – ± 1 см; количество семяпроводов на одном бункере – до 16
Системы дифференцированного внесения минеральных удобрений	Агронавигатор-дозатор	Режим работы – off-line; точность параллельного вождения на открытой местности – 10-20 см; погрешность измерения площади по треку его контура – не более 1 га; ход штока актуатора – 10 см
Система картирования урожайности	Trimble	Датчик потока зерна – оптический; точность DGPS-системы от прохода к проходу – ±2,5 см; совместимость с комбайнами – CNH, John Deere, Claas, Gleaner, Massey Ferguson, Challenger, Ростсельмаш
Система дифференцированного внесения средств защиты растений	WeedSeeker	Программа для дифференцированного внесения – Trimble Field-IQTM; режим работы – on-line; ширина сканирования сенсора – 300-380 мм



2. Сформированные оптимальные комплексы машин и оборудования для комплексной механизации возделывания сельскохозяйственных культур для различного уровня оснащенности хозяйств позволяют повысить производительность в 1,7-2,3 раза по сравнению с существующим парком сельскохозяйственной техники за счет применения более мощных тракторов более высокого тягового класса, зерноуборочных комбайнов более высокой пропускной способности, оборудо-

ванных элементами системы точного земледелия.

#### Список

##### использованных источников

1. Жалнин Э.В. Точное земледелие – концепция успеха // Сельский механизатор. 2010. № 12. С. 10-11.
2. Фундаментальные и прикладные исследования по точному земледелию: основные направления / Г.И. Личман [и др.] // Нивы России. 2016. № 9. С. 74-76.
3. Leonard E.C. Precision Agriculture // Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). 2016. V.4. P. 162-167.

4. Farm profits and adoption of precision agriculture: Economic research report (No.217) / U.S. Department of Agriculture: Schimmelpfennig D. USA, 2016. 39 p.

5. Агроклиматические ресурсы Акмолинской области: научно-прикладной справочник. Астана, 2017. 133 с.

6. Шпилько А.В., Драгайцев В.И. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. М.: Минсельхозиздат, 1998. Ч. 2. 200 с.

#### Effectiveness of the Use of Precision Farming System Components in Various Categories of Farms in the Northern Region of Kazakhstan

S.I. Bobkov, V.L. Astafiev

(SPCAE, Kostanay, Kazakhstan)

**Summary.** *The results of substantiating the necessary set of precision farming system components for their effective use in farms of various categories of the northern region of Kazakhstan are presented. It has been established that the use of up-to-date systems of machines equipped with precision farming system components at farms of various categories can increase productivity 1.7-2.3 times in comparison with the existing fleet of agricultural machinery.*

**Keywords:** *system of machines, process, labor productivity, category of economy, precision farming system components.*



#### Уважаемые коллеги!

**ФГБНУ «РОСИНФОРМАГРОТЕХ» ПРИГЛАШАЕТ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ**  
в работе XIII Международной научно-практической Интернет-конференции  
«Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК»  
(ИнформАгро-2021), которая состоится 8-10 июня 2021 г.

**В работе конференции предусмотрены секции:**

1. **Научно-информационное обеспечение создания и внедрения конкурентоспособных технологий по реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы** (результаты реализации подпрограмм ФНТП).
2. **Развитие приоритетных подотраслей АПК: опыт и перспективы** (инновационные достижения в растениеводстве, органическом сельском хозяйстве, животноводстве, пищевой и перерабатывающей промышленности, передовой опыт в АПК, конкурентоспособность и импортозамещение, экспортный потенциал и др.).
3. **Цифровые технологии в сельскохозяйственном производстве, научной, образовательной и управленческой деятельности** (цифровизация в сельском

хозяйстве, технологии сбора, обработки, формирования и использования информационных ресурсов, точное земледелие, геоинформационные технологии и др.).

4. **Инновационные технологии и технические средства для АПК** (инновационные технологические разработки, машины и оборудование для производства и переработки сельскохозяйственной продукции, технического сервиса и др.).

По итогам работы конференции электронный сборник материалов будет включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

**С более подробной информацией можно ознакомиться** на сайте <https://rosinformagrotech.ru>  
Телефоны для справок: **(495) 594-99-73**  
**E-mail: inform-iko@mail.ru**

УДК 658.512:4:677.21.051

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-3-37-41

# Результаты сравнительного анализа линий переработки технической конопли, полученной по различным технологиям

**Э.В. Новиков,**

канд. техн. наук, доц.,  
edik1@kmtm.ru

**Н.В. Басова,**

науч. сотр.,  
n.basova@fncl.ru

**А.В. Безбабченко,**

ст. науч. сотр.,  
fnc\_lk44@mail.ru  
(ФГБНУ ФНЦ ЛК)

**Аннотация.** Представлен сравнительный анализ отечественных линий первичной переработки на сырье технической конопли весенней уборки из валка и из стеблей. Проанализированы показатели качества коноплесырья и полученной из него однотипной пеньки. Получены характеристики однотипной пеньки и процесса ее первичной переработки, без которых нельзя планировать первичную переработку технической конопли.

**Ключевые слова:** техническая конопля, первичная переработка, валок, стебли, пенька однотипная, технологическая линия, выход волокна, массовая доля костры, средняя массодлина волокна, линейная плотность.

## Постановка проблемы

Конопля – важная сельскохозяйственная культура. В 2015 г. площадь ее возделывания в мире составляла около 115 000 га [1], в 2020 г. – более 200 000 га [2].

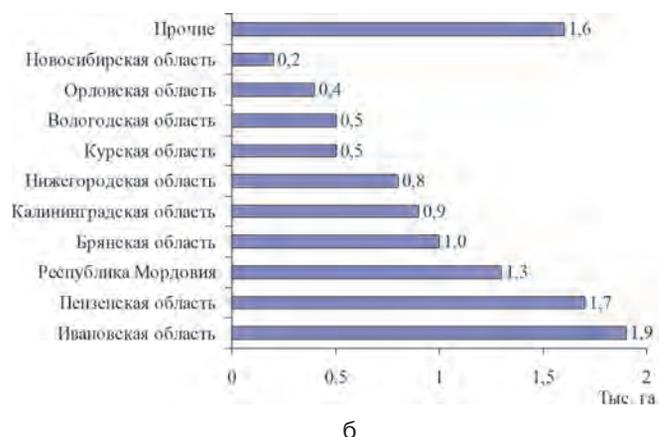
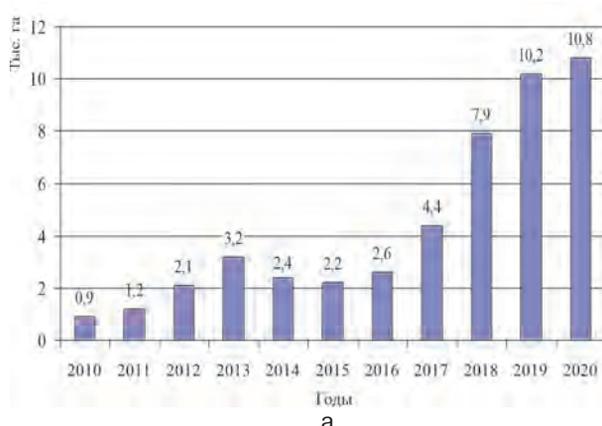
Ранее продукцию коноплеводства импортировали в Россию из других стран, но с 2010-2011 гг. началось возрождение отечественного коноплеводства. Посевные площади технической конопли в России ежегодно возрастают (рис. 1).

Особенностью данной культуры является безотходность производства – это волокно, костра, семена, жмых и др. [3]. Волокно из стеблей конопли (пенька) традиционно применяется в текстильной промышленности [4]. Из пеньки производят крученые изделия, бумагу, строительные материалы (изоляционные, армированное стекловолокно, наполнители), композиты, абразивные материалы, различные панели и др. [5, 6].

В настоящее время техническая конопля, выращиваемая в России,

убирается с поля осенью или весной в виде спутанной массы поломанных стеблей [7-10]. Такие стебли легко убираются и составляют более 75 % мирового производства коноплесырья [11-15].

Коноплесырье, убранное весной, получают по двум технологиям. По первой технологии конопля вылеживается с осени до весны в валке. По второй – с осени до весны находится в поле в виде стеблестоя, затем весной ее превращают в спутанную массу путем ломки стеблей специальными устройствами. В итоге сельскохозяйственные предприятия имеют похожие массы спутанных поломанных стеблей, но полученные по разным технологиям. Если коноплесырье, полученное по первой технологии, подробно изучалось и существует ряд результатов [9, 11, 16, 17], то коноплесырье, полученное по второму методу, на сегодняшний день не исследовалось. Кроме того, более 80 % российских заводов по первичной переработке технической



**Рис. 1. Посевные площади технической конопли в Российской Федерации:**

а – по годам; б – по регионам (2020 г.)

(в прочие регионы входят: Воронежская, Костромская, Рязанская, Смоленская, Тульская, Тамбовская, Тверская, Псковская, Омская, Курганская, Челябинская области, республики Марий Эл, Хакасия, Татарстан, Удмуртская, Крым, Адыгея, Краснодарский, Красноярский, Ставропольский и Алтайский края)

конопли используют устаревшие отечественные и зарубежные линии: Charle&Co, Demaitere, Laroche, которые являются дорогостоящими. В 2014 г. после введения санкций против Российской Федерации остро встал вопрос импортозамещения технологического оборудования и расширения применения отечественных линий [12, 13].

**Цель исследований** – сравнительный анализ линий переработки технической конопли, полученной по различным технологиям.

## Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Исследовать различия в качестве конопlesырья, полученного по двум технологиям: вылеживание с осени до весны в валке и с осени до весны в поле в виде стеблестоя, а затем превращение в спутанную массу путем ломки специальными устройствами.

2. Провести первичную переработку обоих типов конопlesырья на различных отечественных линиях.

3. Исследовать показатели качества полученной однотипной пеньки.

4. Обосновать рациональную отечественную линию переработки конопlesырья, полученного в поле по двум рассматриваемым технологиям.

Данные исследования будут проведены впервые и являются продолжением работы [11], в которой исследовался похожий состав линий на конопlesырье из Пензенской области, полученном по первой технологии (вылеживание в поле до весны в валке).

Как уже отмечалось, рассматривается конопlesырье, используемое в России и состоящее из поломанных стеблей, перепутанных с волокном, поэтому для его первичной переработки можно применить льнооборудование, описанное в работе [11].

Для исследования взяты два типа технической конопли из Нижегородской области урожая 2019 г., убранный с поля весной в кипах, а не в рулонах.

## Результаты исследований и обсуждение

Свойства разных типов конопlesырья представлены в табл. 1.

Анализ результатов табл. 1 показал, что существенных изменений показателей качества конопlesырья весенней уборки, полученного по двум технологиям, не наблюдается. Это относится к длине и диаметру стеблей, отделяемости, разрывной нагрузке.

Отдельно следует отметить, что конопlesырье имеет высокое содержание волокна – более 40 % (из-за механических воздействий в поле часть костры удалась), высокую отделяемость и линейную плотность волокна в стеблях – 61-69 текс (см. табл. 1).

В отличие от исследований, описанных в работе [11], в представленной работе исследовались пять аналогичных линий, включающих в себя оборудование, применяемое для льна [14, 15], так как оно малозатратное, надежное, эффективное и используется в Украине для переработки технической конопли [16, 17]. Кроме того, в настоящие исследования добавлена шестая отечественная линия – агрегат КП-100Л, который является предшественником широко используемого в настоящее время куделеприготовительного агрегата КПАЛ.

В состав линий входило следующее технологическое оборудование,

установленное на большинстве льнозаводов России: мяльная машина М-110Л2 (М), дезинтегратор ДЛВ-2 (Д), трясильная машина ТГ-135Л с нижним гребенным полем (Т), российский куделеприготовительный агрегат КП-100Л (предшественник агрегата КПАЛ и во многом аналогичен ему).

В итоге изучались следующие линии переработки: I – Д+Т+Т; II – Д+Д+Т+Т; III – М+Т+Т; IV – М+Д+Т+Т; V – М+Д+Д+Т+Т; VI – КП-100Л.

Влажность конопли перед переработкой составляла 12 %. Для каждой линии использовали навески конопlesырья по 100 г при плотности загрузки 0,5 кг/м, сырье загружалось в каждую машину вручную.

Режимы работы оборудования:

- мяльная машина М-110Л2 (стандартный набор вальцов, скорость движения материала 45 м/мин);
- дезинтегратор Д (частота вращения ротора 1000 мин<sup>-1</sup>);
- трясильная машина ТГ-135Л (частота качаний игольчатых валиков 230 мин<sup>-1</sup> – стандартный режим);
- КП-100Л (стандартные настройки).

После первичной переработки конопlesырья инструментальными методами определяли показатели качества пеньки однотипной и ее сорт по ГОСТ 9993-2014.

Результаты первичной переработки конопlesырья представлены в табл. 2 и 3, а также на рис. 2.

**Таблица 1. Показатели качества исследуемого конопlesырья**

Показатели	Тип 1* (до весны в валке)	Тип 2** (до весны в стеблях)
Средняя длина поломанных стеблей, мм	139	163
Средний диаметр поломанных стеблей, мм:		
минимум	5,5	5,2
максимум	3,3	2,3
Содержание волокна в исходной массе, %	9,7	8,8
Содержание волокна в исходной массе, %	48	40
Отделяемость волокна от древесины, ед.	7	8,3
Разрывная нагрузка волокна в массе тресты, кгс	20	20,4
Средняя массодлина волокна в тресте, мм	289,2	304,6
Средневзвешенная линейная плотность волокна в тресте, текс	61,4	69,3

\* Убрано весной по первому методу.

\*\* Убрано по второму методу.

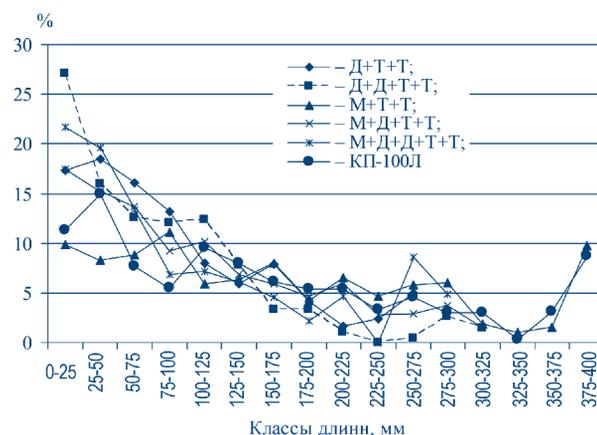
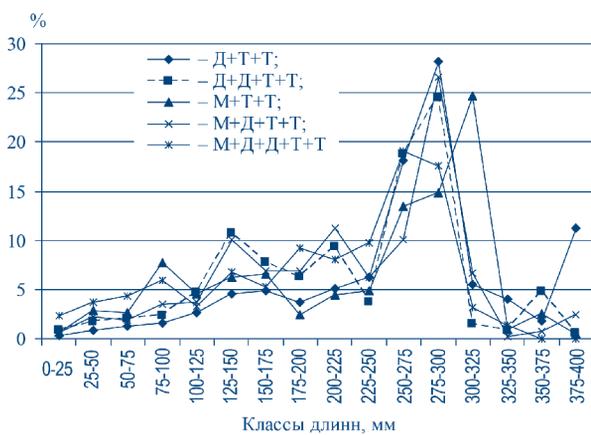
**Таблица 2. Показатели качества однотипной пеньки, полученной по первой технологии**

Показатели качества	Технологические линии переработки					Требования по ГОСТ 9993-2014
	I	II	III	IV	V	
Разрывная нагрузка скрученной ленточки, кгс	19	15	19	18	17	31-17
Массовая доля костры и сорных примесей, %	9	6	15	2	3	10-16
Массовая доля «лапы», %	5	1	5	0	1	4-7
Сорт однотипной пеньки	3	-	3	3	3	1-3
Средняя массодлина волокна, мм	261,5	222,9	229,1	222,5	204,1	Не тестируется
Средняя линейная плотность волокна, текс	20,8	21,7	14	18,4	14,5	
Выход однотипной пеньки, %	40	29	48	37	30	

**Таблица 3. Показатели качества однотипной пеньки, полученной по второй технологии**

Показатели качества	Технологические схемы переработки						Требования по ГОСТ 9993-2014
	I	II	III	IV	V	VI	
Разрывная нагрузка скрученной ленточки, кгс	0,6	0*	4,4	5,5	6,9	9,2	31-17
Массовая доля костры и сорных примесей, %	11	12	8	3	2	5	10-16
Массовая доля «лапы», %	0	0	1,7	1,4	0,3	1,5	4-7
Сорт однотипной пеньки	-	-	-	-	-	-	1-3
Средняя массодлина волокна, мм	90,6	79,5	122,8	106	99,4	109	Не тестируется
Средняя линейная плотность волокна, текс	21	28,8	22,9	21,6	22,2	19,8	
Выход однотипной пеньки, %	32	30	31	28	27	28	

\* Так как сырье короткоштапельное (79,5 мм), лента в лентообразователе не формируется.



**Рис. 2. Содержание волокон разных классов длин в пеньке однотипной, полученной из коноплесырья по первой (а) и второй (б) технологиям в зависимости от линий переработки**

Переработка тресты технической конопли, полученной по первой технологии (вылеживание в валке) на линии II, не позволяет получить пеньку, соответствующую какому-либо сорту из-за несоответствия показателя разрывной нагрузки. Пенька, полученная на других линиях, соответствует сорту 3 с различным сочетанием показателей качества в зависимости

от запросов конечного потребителя (см. табл. 2).

Из табл. 3 видно, что переработка конопли, полученной по второй технологии (в стеблестое до весны), не позволяет получить однотипную пеньку, соответствующую требованиям ГОСТ 9993-2014, из-за низкой разрывной нагрузки волокна, несмотря на низкую массовую долю костры. Это

объясняется тем, что, несмотря на практически одинаковые показатели качества обоих типов коноплесырья (см. табл. 1), мацерация стеблей, находящихся в вертикальном положении, проходила неэффективно и неравномерно, при этом волокно в стеблях было более жестким по сравнению с сырьем, полученным по первой технологии. В процессе

первичной переработки жесткое волокно в стеблях сильно измельчилось рабочими органами оборудования, что подтверждается более низкой средней его массодлиной – 79,5-122,8 мм (см. табл. 3) по сравнению с волокном из сырья, полученного по первой технологии (см. табл. 2). Кроме того, низкое значение массодлины не позволило сформировать ленту у волокна после линии II для определения разрывной нагрузки, а в образцах однотипной пеньки после других линий (см. табл. 3) ухудшилось сцепление волокон между собой при формировании скрученной ленточки. Линии III, IV, V, VI, содержащие в своем составе мяльную машину, позволяли получить из данной тресты волокно с большей средней массодлиной и более высокой разрывной нагрузкой, что связано с умягчением коноплесырья вальцами мяльной машины.

Как видно из рис. 2а, переработка технической конопли из валка на всех линиях позволяет получить однотипную пеньку с преобладающей длиной волокна 250-300 мм, а из стеблей – до 100 мм (см. рис. 2б), что еще раз подтверждает высказанные в предыдущем абзаце утверждения.

Впервые рассматриваемый агрегат КП-100Л и в его лице агрегат КПАЛ, по данным исследования, может перерабатывать коноплесырье с диаметром стеблей до 10 мм, при этом массовая доля костры не превышает 5 %.

С точки зрения значений массовой доли костры все рассматриваемые линии целесообразны на обоих типах коноплесырья, однако необходимо получить волокно с наибольшей средней массодлиной и меньшей массовой долей костры. Поэтому по результатам, представленным в табл. 2, 3, рациональной линией переработки является М+Д+Т+Г. Линия в таком составе также была признана рациональной в работе [11], но на другом типе коноплесырья, что еще раз исключает сомнения в ее выборе. При этом можно производить однотипную пеньку при выходе волокна 28-37 % с низкой массовой долей костры, средней массодлиной волокна 100-225 мм и линейной плотностью не менее 18 текс.

## Выводы

1. Показатели качества технической конопли в виде массы, убранной весной после вылеживания в поле с осени в валке, и в стеблях существенно не различаются, однако однотипная пенька может существенно различаться по значениям показателей качества в силу более жесткого волокна в коноплесырье, находящемся в поле до весны в стеблестое.

2. Тресту технической конопли, т.е. коноплесырье в виде спутанной массы поломанных стеблей и волокна весенней уборки независимо от рассмотренных технологий её получения в поле следует перерабатывать на отечественной линии, состоящей из мяльной машины, дезинтегратора и трясильных машин, а также можно применять классический агрегат КПАЛ, если диаметр стеблей не превышает 10 мм, при этом сорт пеньки не будет выше 3.

3. Получены характеристики однотипной пеньки и процесса первичной переработки, без которых нельзя планировать первичную переработку технической конопли.

Работа выполнена по государственному заданию НИОКТР № 0477-2019-0005 при финансовой поддержке Минобрнауки Российской Федерации.

## Список использованных источников

1. **Грабовска Л., Пневска И.** Перспективы выращивания промышленной конопли и применения конопляного сырья в ЕС и Польше // Проблемы і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства. Матеріали міжнар. наук. практ. конф. (Глухів, 10-12 лют. 2009 р). М-во аграр. Політики та продовольства, НААН [та ін.]. Суми: ТОВ «ТД «Папірус». 2011. С.17-22.

2. Увеличение мировых площадей посевов технической (агро) конопли или о чем еще говорили на Конференции [Электронный ресурс]. URL: [https://konoplektika.ru/news/uvlechichenie\\_mirovykh\\_ploshchadey\\_posevov\\_tekhnicheskoy\\_agro\\_konopli\\_ili\\_o\\_chyem\\_eshchye\\_govorili\\_na](https://konoplektika.ru/news/uvlechichenie_mirovykh_ploshchadey_posevov_tekhnicheskoy_agro_konopli_ili_o_chyem_eshchye_govorili_na) (дата обращения: 22.01.21)

3. **Баланюк Н.П.** Конопля глазами тех, кто ее выращивает и перерабатывает // Вестник Текстильпрома. Осень 2019. С. 54-57.

4. **Морыганов А.П.** Отечественное целлюлозное волокно – перспективное сырье для российской текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2017. № 4. С. 44-49.

5. **Кучинский А.В.** Конопля! Для чего выращивать и что можно получить...// Вестник Текстильпрома. Осень 2019. С. 58.

6. **Пасічник П.К.** Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства // Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства. Матеріали міжнар. наук. практ. конф. (Глухів, 10-12 лют. 2009 р). М-во аграр. Політики та продовольства, НААН [та ін.]. Суми: ТОВ «ТД «Папірус». 2011. С. 3-17.

7. **Примаков О.А.** Дослідження станції луб'яних культур Інституту сільськогосподарства Північного Сходу Національної академії аграрних наук України // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк. 2012. Випуск № 39. С. 163-167.

8. **Белопухов С.Л.** И в пир, и в мир. Техническая конопля может заменить десятки материалов в различных сферах // Агроинвестор. 2019. № 5. С. 50-56.

9. **Лукьяненко П.В.** Составляющие рулона конопли из тресты осеннего и весеннего приготовления, полученной после уборки семян зерноуборочным комбайном // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве Матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 19-20 октября 2011 г.). Т. 2. С. 113-117.

10. Современная технология выращивания конопли технической на семена и волокно [Электронный ресурс]. URL: <https://agro.jofo.me/1667971.html> (дата обращения: 15.01.21).

11. Схема переработки технической конопли в однотипную пеньку / Н.В. Басова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 1. С. 63-67.

12. **Басова Н.В., Новиков Э.В., Безбаченко А.В.** Анализ линий переработки технической конопли // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 4. С. 54-61.

13. О коноплеводстве и технико-экономический анализ линий для переработки промышленной конопли в однотипное волокно / Н.В. Басова [и др.] // Известия вузов «Технология текстильной промышленности». 2019. № 2. С. 58-63.

14. **Павловский Е.П., Внуков В.Г.** Дезинтегратор для отделения костры от отходов трепания // Льняное дело. 1998. № 3. С. 38-40.

15. **Носов А.Г., Вихарев С.М., Дроздов В.Г.** Влияние влажности на вероятностные параметры распределения штапельной



длины отходов трепания при обработке в дезинтеграторе // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 3. С. 40-42.

16. **Коропченко С.П., Белоусов А.И.** Инновационный подход к переработке стеблей конопли // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: матер. Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (Минск, 18-20 октября 2017 г.) / редкол.: П. П. Казакевич (гл. ред.), Л. Ж. Кострома. Минск: Беларуская навука. 2017. С. 196-199.

17. **Лук'яненко П.В.** Комплексна економічна оцінка збирання та перероб-

ки трести конопель, отриманої за новою технологією // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк. 2012. Випуск № 39. С. 97-101.

**Results of a Comparative Analysis of Industrial Hemp Processing Lines Obtained Using Various Manufacturing Processes**

**E.V. Novikov, N.V. Basova, A.V. Bezbabchenko**

(Federal Scientific Center for Bast Crops)

**Summary.** The paper presents a comparative analysis of domestic lines for primary

processing of industrial spring harvesting hemp that is taken either from rolls or from stems in order to obtain raw material. The indicators of the quality of hemp raw materials and the hemp fiber of the same type obtained from it have been analyzed. The characteristics of the same type hemp and the process of its primary processing have been obtained, without which it is impossible to plan the primary processing of industrial hemp.

**Keywords:** industrial hemp, primary processing, roll, stems, hemp of the same type, process line, fiber yield, bun mass fraction, average fiber mass-and-length, linear density.

**V ЕЖЕГОДНАЯ ПОЛЕВАЯ ВЫСТАВКА-ДЕМОНСТРАЦИЯ**

**3-4 июня**

**ДЕНЬ  
ДОНСКОГО ПОЛЯ**



**50**  
ДЕМПОКАЗОВ  
ВСЕГО ЦИКЛА  
С/Х РАБОТ

**120**  
СОРТОВ  
КУЛЬТУРНЫХ  
РАСТЕНИЙ

ОДИН  
ИЗ КРУПНЕЙШИХ  
ПРОЕКТОВ  
НА ЮГЕ  
РОССИИ!

**200**  
ЕДИНИЦ С/Х  
ТЕХНИКИ

**5 000+**  
ПОСЕТИТЕЛЕЙ

ПРОДЕМОНСТРИРУЙТЕ  
СВОИ ПРЕИМУЩЕСТВА И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
НЕПОСРЕДСТВЕННО В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ!

РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ КАК УЧАСТНИК  
И ПОДАВАЙТЕ ЗАЯВКУ УЖЕ СЕЙЧАС!

Ростовская область, Зерноградский район,  
**DON-POLE.RU**  
п. Экспериментальный  
**ОГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»**

(863) 268-77-94




Организатор: **ОДН «ДОНСКОЕ ПОЛЕ»** / Поддержка: **Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области** / Генеральный спонсор: **РОСЕСИЛЬХОЗМАШИНЫ** / Официальный партнер: **Альтаир** / Спонсор раздела «Технологии»: **ФосАгро** / Партнер выставки: **РОСНАУКА** / **СИБИРНИИ** / **СИБИРНИИ**

# Влияние технического состояния установки 011-1-02Н «Ремдеталь» на качество формируемых покрытий

**А.И. Фомин,**

канд. техн. наук, доц.,  
fominsurgod@yandex.ru

**П.В. Сенин,**

д-р техн. наук, проф.,  
проректор по науч. работе,  
senin53@mail.ru

**В.В. Власкин,**

канд. техн. наук, доц.,  
vvlac@yandex.ru

**И.А. Баранов,**

студент,  
baranov.igor7@yandex.ru

**А.Ю. Баранов,**

студент  
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»)

**Аннотация.** Представлены основные модули установки 011-1-02Н «Ремдеталь» для электроконтактной приварки стальной ленты. Выявлены неисправности установки, возникающие в процессе эксплуатации. Проведен анализ влияния данных неисправностей на формирование качественного поверхностного слоя при восстановлении деталей. Даны рекомендации по операциям технического обслуживания рассматриваемых модулей.

**Ключевые слова:** работоспособность, установка, деталь, узел, дефект, износ, восстановление, приварка, техническое обслуживание.

## Постановка проблемы

При возникновении отказов техники сельскохозяйственного назначения восстановление работоспособности достигается в основном двумя путями: заменой вышедших из строя узлов и агрегатов; применением технологических процессов по восстановлению изношенных деталей.

В настоящее время дефицита запасных частей не существует, однако для техники импортного производства сроки их поставки могут достигать нескольких месяцев, при этом стоимость

их достаточно высока. В связи с этим использование остаточного ресурса вышедших из строя деталей является серьезным фактором повышения технической готовности парка используемых машин. Целесообразной альтернативой по улучшению качества, снижению себестоимости и сроков проведения ремонтных работ является вторичное использование изношенных деталей, подвергающихся восстановлению.

При изучении опыта ремонта агрегатов в условиях малых ремонтных предприятий и научно-производственных подразделений вузов к числу актуальных можно отнести электроконтактные способы восстановления деталей [1-4].

Оборудование для восстановления деталей электроконтактной приваркой различных присадочных материалов разрабатывалось в основном лабораториями ГОСНИТИ и ВНПО «Ремдеталь», благодаря чему была выпущена достаточно большая номенклатура установок [5]. В свое время на предприятиях, занимающихся ремонтом техники, широко использовались установки для электроконтактной приварки 011-1-02Н «Ремдеталь», что было связано с их широкими технологическими возможностями, простотой реализации процесса восстановления и обслуживания.

При реализации процесса электроконтактной приварки присадочных материалов (стальной ленты) на данной установке под действием различных факторов техническое состояние ее узлов и деталей изменяется, что может привести к ухудшению качества формируемых покрытий и снижению послеремонтного ресурса агрегатов.

**Цель исследований** – оценка влияния технического состояния узлов и деталей установки 011-1-02Н «Ремдеталь» на качественное формирование поверх-

ностного слоя при электроконтактной приварке стальной ленты (ЭКПЛ).

## Материалы и методы исследования

В конструкции установки можно выделить следующие основные модули: блок управления – обеспечивает изменение энергетических и механических параметров процесса восстановления; кинематический модуль – осуществляет реализацию движений перемещения электродов и вращения обрабатываемой детали; модуль приварки – подводит и прижимает электроды, приварка стальной ленты к обрабатываемой поверхности; вспомогательный модуль – обеспечивает соосность оси восстанавливаемых поверхностей и оси вращения шпинделя.

Наиболее часто в данных установках использовались электроды, изготовленные из жаропрочной бронзы БрНБТ как обладающей высокой температурой разупрочнения и твердостью не ниже НВ 170. В связи с этим исследования проводились на установке 011-1-02Н «Ремдеталь» с электродами, изготовленными из данного материала, диаметром 360 мм и толщиной 12 мм с рабочей кромкой 4 мм, позволяющими обрабатывать, в том числе, шейки колленчатых валов. В качестве присадочного материала используется лента марки 30X13 толщиной 0,35 мм.

## Результаты исследований и обсуждение

Параметры, определяющие технологические режимы приварки ленты для формирования качественного слоя, можно разделить на электрические и механические.

Электрические параметры (сила сварочного тока, длительность сварочного цикла) в рассматриваемой установке формируются прерывателем тока ПСЛ 200, входящим в блок управления.

Значения данных параметров устанавливаются исходя из диаметра восстанавливаемой поверхности детали на основе проведения экспериментальных исследований. Однако при реализации процесса приварки ленты с выбранными ранее режимами было отмечено, что в некоторых случаях наблюдается отслоение ленты от основного металла в процессе приварки или при последующей механической обработке (рис. 1).

Причиной данного дефекта является снижение величины сварочного тока, возникающего в результате окисления токопроводов (рис. 2 а), повышенного износа деталей узла подшипников скольжения в сварочной головке (рис. 2 б), приводящего к превышению допустимого зазора в соединении, и увеличения площади контакта электрода с привариваемой лентой (рис. 2 в) в результате «расплющивания» рабочей

кромки электрода под действием импульсного тока и давления, создаваемого силовыми пневмоцилиндрами.

Для обеспечения необходимого качества формируемого покрытия зачастую прибегают к увеличению силы тока и продолжительности сварочного цикла относительно рекомендуемых. Изменение этих значений приводит к окислению зоны термического влияния, что ведет к образованию значительных растягивающих остаточных напряжений и образованию поверхностных микротрещин, «вытеснению» присадочного материала из зоны приварки и, следовательно, уменьшению толщины качественного слоя за счет создаваемого дефектного слоя.

Элементами кинематического модуля обеспечивается изменение механических параметров: приводом шпинделя (рис. 3 а) – частоты вращения детали, приводом сварочной головки (рис. 3 б) – скорости перемещения модуля приварки со сварочными электродами относительно восстанавливаемой детали.

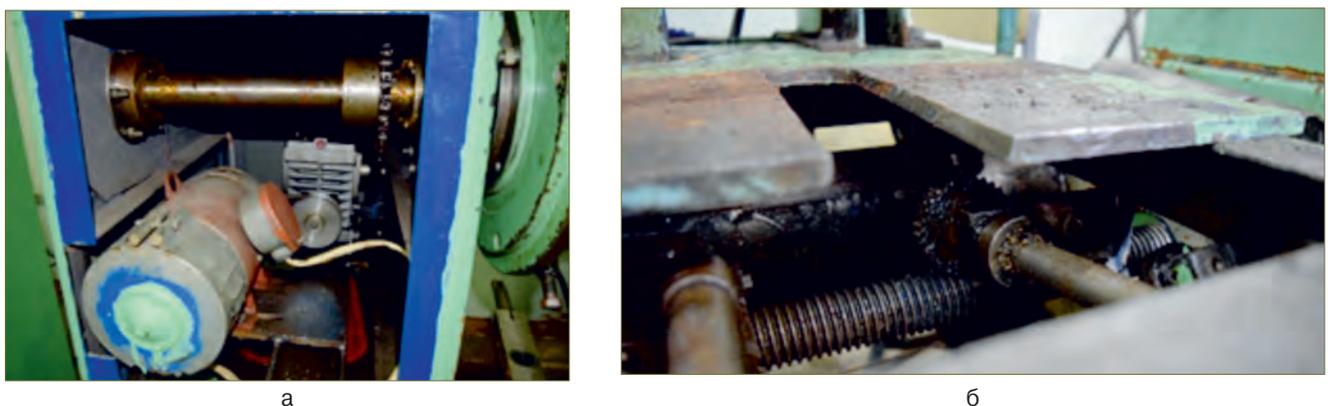
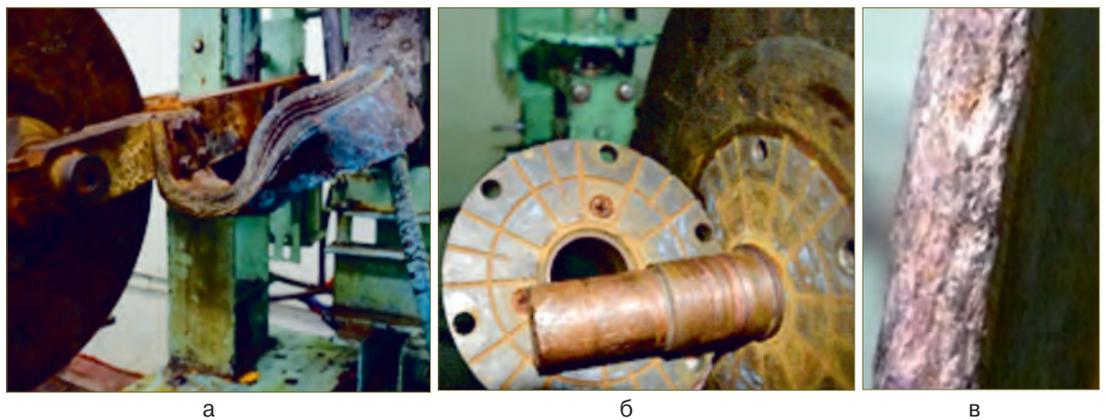
Нестабильные частота вращения детали и скорость перемещения модуля



**Рис. 1. Отслоение ленты:**  
а – в процессе приварки, б – при шлифовании

**Рис. 2. Причины снижения величины сварочного тока:**

- а – окисление токопроводов;
- б – износ деталей подшипникового узла;
- в – «расплющивание» рабочей кромки электрода



**Рис. 3. Элементы кинематического модуля:** а – привод шпинделя; б – привод сварочной головки



а



б

**Рис. 4. Поверхность детали после приварки:**

а – при малом количестве сварных точек; б – при избыточном количестве сварных точек

ля приварки оказывают существенное влияние на величину равномерного перекрытия сварных точек (рис. 4): малая величина уменьшает количество сварных точек на единицу площади и, как следствие, снижает прочность сцепления присадочного материала с основой; при чрезмерном перекрытии увеличивается зона отпуска, приводящая к уменьшению поверхностной твердости приваренного слоя.

Существенное влияние на качество формируемого слоя в процессе приварки оказывает механизм обеспечения необходимого усилия прижатия электродов к обрабатываемой поверхности. Недостаточное усилие вызывает точечные «проколы» ленты (малые объемы привариваемой ленты вырываются электродами), при этом электроды перегреваются и наблюдается их коробление. Превышение рекомендуемых усилий приводит к «выплеску» присадочного материала.

### Выводы

1. Все перечисленные факторы имеют значительное влияние на качественное восстановление изношенной поверхности. Формирование качественного покрытия электроконтактной приваркой ленты возможно при соответствии параметров узлов и деталей установки требуемым значениям. Для снижения негативных факторов технического состояния описанных

выше модулей и блоков установки необходимо своевременное проведение работ по контролю, техническому обслуживанию и ремонту.

2. В процессе работы подшипниковый узел сварочных электродов необходимо периодически очищать и производить наполнение графитовой смазкой УССА ГОСТ 3333-80. При превышении зазора в данном узле более 0,5 мм требуется их перекомплектовка или ремонт. Токоспроводы необходимо очищать от следов окисления химическим или механическим способом. Для снижения износа приводных элементов кинематического модуля (ходового винта, цепной передачи и редуктора механизма привода вращения шпинделя) по окончании рабочей смены следует проводить работы по очистке и смазке. Равномерное перемещение модуля приварки и частоты вращения детали обеспечивается контролем и регулировкой усилия натяжения приводных ремней.

### Список

#### используемых источников

1. Сайфуллин Р.Н., Наталенко В.С. Разработка блочно-модульной установки для восстановления и упрочнения деталей машин // Вестник БГАУ. 2018. № 2. С. 93-100.
2. Голубев И.Г. Восстановление деталей как направление импортозамещения запасных частей сельскохозяйственной техники

// Наука в Центральной России. 2015. № 5. С. 32-37.

3. Черноиванов В.И., Голубев И.Г. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 376 с.

4. Бурак П.И. Восстановление деталей машин электроконтактной приваркой металлической ленты через промежуточный слой: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03. М., 2004. 137 с.

5. Модернизация установки для восстановления деталей электроконтактной приваркой стальной ленты, проволоки и порошков. Часть 3 / Р.Н. Сайфуллин [и др.] // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2013. № 8. С. 8-10.

### **Influence of the Technical Condition of the 011-1-02N Remdeta Installation on the Quality of the Coatings Formed**

**A.I. Fomin, P.V. Senin, V.V. Vlaskin, I.A. Baranov, A.Yu. Baranov**  
(Ogarev Mordovia State University)

**Summary.** The main modules of the 011-1-02N Remdeta installation for steel tape electrical resistance welding are described. The plant malfunctions arising during operation are identified. The analysis of the influence of these faults on the formation of a high-quality surface layer during the restoration of parts is performed. Recommendations on the maintenance operations of the modules under consideration are given.

**Keywords:** operability, installation, part, assembly, defect, wear, restoration, welding on, maintenance.

УДК 631.313.6:631.514

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-3-45-48

# Оценка эффективности двухрядных дисковых борон с энергонасыщенными тракторами

**Н.П. Мишуров,**

канд. техн. наук, первый зам. - зам. директора по науч. работе, [mishurov@rosinformagrotech.ru](mailto:mishurov@rosinformagrotech.ru) (ФГБНУ «Росинформагротех»);

**С.А. Свиридова,**

зав. лабораторией, [S1161803@yandex.ru](mailto:S1161803@yandex.ru)

**Д.А. Петухов,**

канд. техн. наук, зам. директора по науч. работе, [dmitripet@mail.ru](mailto:dmitripet@mail.ru) (Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» [КубНИИТиМ]);

**С.А. Семизоров,**

канд. с.-х. наук, доц., [semizorov-tyumen@yandex.ru](mailto:semizorov-tyumen@yandex.ru) (ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья»)

**Аннотация.** Представлены результаты анализа применения субсидируемых в 2020 г. двухрядных дисковых борон к тракторам тяговых классов 5 и выше. Приведены показатели эксплуатационно-технологической и экономической оценок.

**Ключевые слова:** двухрядная дисковая борона, техническая характеристика, показатель, оценка, эксплуатационно-технологическая и экономическая оценка.

## Постановка проблемы

В сложившейся в настоящее время в стране экономической ситуации наиболее востребованной и доступной для сельхозтоваропроизводителей является техника отечественного производства, субсидируемая из федерального бюджета в рамках Постановления Правительства № 1432 (далее – Программа 1432) [1].

Программа 1432 является одной из ключевых мер господдержки модернизации отечественного агропромышленного комплекса. За время действия программы (с 2013 г.) российские заводы увеличили отгрузку сельскохозяйственной техники в 3,3 раза, в 2,5 раза выросла доля

российских производителей в продажах, в 2,6 раза увеличился экспорт [2].

По данным Минпромторга России на середину декабря 2020 г., производителями сельскохозяйственной техники со скидкой было отгружено 22014 ед. продукции, в том числе 4258 зерноуборочных комбайнов, 519 кормоуборочных, 2940 сельскохозяйственных тракторов, 14297 ед. прицепной, навесной, стационарной и прочей сельскохозяйственной техники [3].

В настоящий момент на рынке представлен широкий ассортимент отечественных моделей дисковых борон, отличающихся рядностью, диаметром, толщиной, формой и расположением дисков, углом атаки, типом крепления к несущей раме, шириной захвата, массой, классом агрегируемой техники, производительностью и стоимостью.

Проведенные в КубНИИТиМ исследования субсидированных государством в рамках Постановления 1432 дисковых борон отечественного производства показали эффективность их применения [4-5].

Следовательно, перед сельхозтоваропроизводителями возникает актуальная задача приобретения дисковых борон для поверхностной обработки почвы, наиболее эффективных с точки зрения различной организационной структуры и различных природно-климатических условий хозяйствования.

**Цель исследований** – оценка эффективности применения двухрядных дисковых борон отечественного производства из перечня субсидируемых.

## Материалы и методы исследования

Исходные данные – результаты испытаний за 2019 г. дисковых борон к тракторам тяговых классов 5 и выше, отраженных в перечне субсидируе-

мой в 2020 г. техники и получивших положительное заключение по результатам испытаний на МИС [6].

Методика исследований основана на анализе технических, эксплуатационно-технологических и экономических показателей дисковых борон с проведением дополнительных расчетов в соответствии с действующим межгосударственным стандартом ГОСТ 34393 [7]. При проведении анализа использовалось программное обеспечение «Экономическая оценка» [8] по оценке техники по показателям ресурсосбережения: трудоемкости механизированных работ, потребности в технике, обслуживающем персонале, топливе, капитальных вложениях, эксплуатационным затратам денежных средств.

Расчеты по определению показателей экономической оценки машинно-тракторных агрегатов (МТА) с субсидируемыми боронами проведены на площадь 1000 га. Цена на сельскохозяйственную технику взята без учета НДС.

## Результаты исследований и обсуждение

Для проведения дальнейшей оценки в качестве объектов исследования были взяты семь образцов широкозахватных двухрядных дисковых борон от пяти производителей (табл. 1).

Дисковые бороны выполняют обширный перечень технологических операций, функционируют в широких диапазонах почвенных условий и являются наиболее универсальными почвообрабатывающими орудиями [9].

Рассматриваемые двухрядные дисковые бороны предназначены для ресурсосберегающей предпосевной и основной обработки почвы под зерновые, технические и кормовые культуры, уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков после уборки посевных культур.

**Таблица 1. Общие сведения о двухрядных дисковых боронах**

Марка	Изготовитель	МИС
БДТ-5ПР	ОАО «Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова»	Поволжская
БДТ-6ПР		Центрально-Черноземная
БДП-7.М	АО «Алтайский завод сельскохозяйственного машиностроения»	Центрально-Черноземная
Д-620ПС М «Доминанта»	ООО «Промзапчасть»	Центрально-Черноземная
DX-850-880	АО «Клевер»	Владимирская
БДМ-7×2П	ООО «БДМ-Агро»	Поволжская
М-9000ПС	ООО «Промзапчасть»	Поволжская Центрально-Черноземная

**Таблица 2. Краткая техническая характеристика двухрядных дисковых борон**

Марка машины	Агрегатирование, тяговый класс	Рабочая скорость, км/ч	Ширина захвата, м	Габаритные размеры, мм		
				длина	ширина	высота
БДТ-5ПР	5-6	8,8	5	7300	5020	2240
БДТ-6ПР	5	11,8	6	7120*	3370*	4160*
БДП-7.М	5	12	7	5630*	3485*	4100*
Д-620ПС М «Доминанта»	6	12,8	6,1	6730*	3000*	3875*
DX-850-880	5-6	11,1	8,8	7820*	4900*	3950*
БДМ-7×2П	5-6	7,2	7,4	5950	7600	1170
М-9000ПС	6-8	До 20	9,2	7000	9400	1690

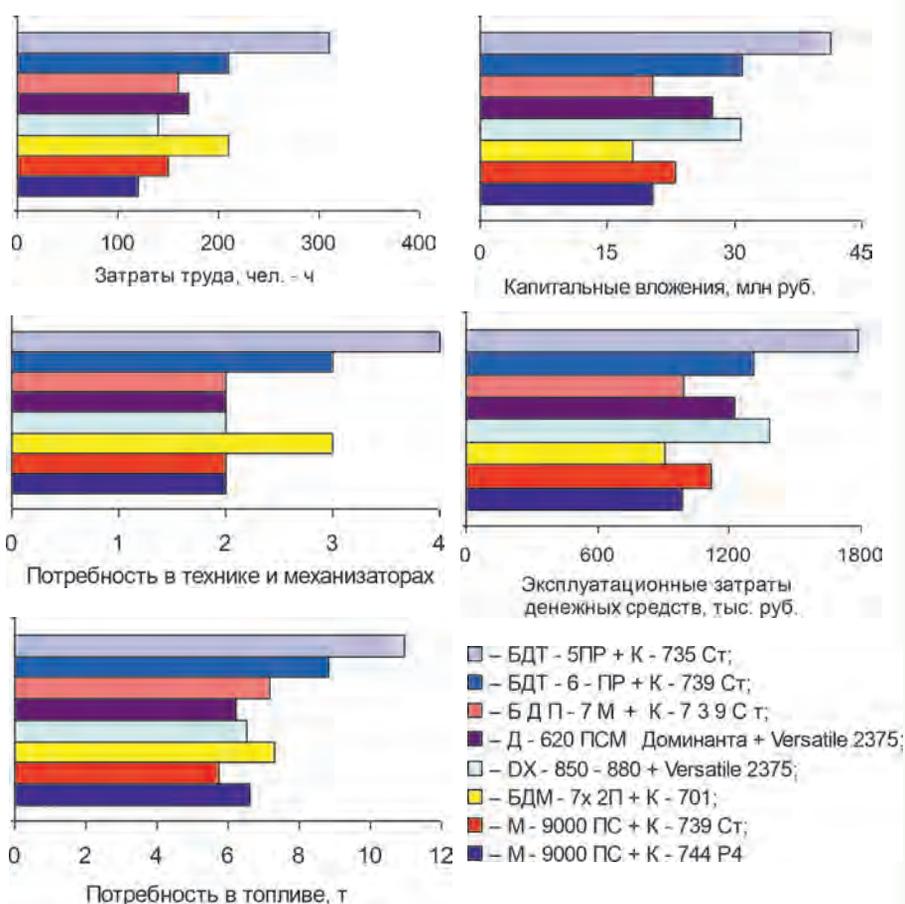
\* В транспортном положении.

Использование дисковых борон в минимальной технологии обработки почвы позволяет повысить ее плодородие, восстановить естественный гумусный слой при существенном снижении затрат на возделывание сельскохозяйственных культур.

Наличие у четырех исследуемых моделей дополнительных прикатывающих катков (БДП-7.М – пластинчатотрубчатые, БДМ-7×2П – шлейф-катки, Д-620ПС М «Доминанта» и М-9000ПС – тандемные) позволяет им также производить одновременное измельчение и уплотнение комков почвы, а также выравнивание поверхности поля. Краткая техническая характеристика исследованных двухрядных дисковых борон приведена в табл. 2.

Расчеты по определению показателей экономической оценки проведены с учетом агротехнического срока – 10 дней, продолжительности работы в день 10 ч. Показатели экономической оценки двухрядных дисковых борон с тракторами тяговых классов 5 и выше приведены в табл. 3 и на рисунке.

Наименьшая трудоемкость механизированных работ отмечена при работе дисковой бороны М-9000ПС в агрегате с трактором К-744Р4 (0,12 чел.-ч/га). Достаточно низкая (0,14-0,17 чел.-ч/га) трудоемкость механизированных работ получена при работе агрегатов с дисковыми боронами DX-850-880, БДП-7.М, Д-620ПС М «Доминанта» и бороны М-9000ПС с трактором К-739Ст.



**Показатели экономической оценки двухрядных дисковых борон с тракторами тяговых классов 5 и выше**

Средний уровень трудоемкости механизированных работ наблюдается при работе агрегатов с боронами БДТ-6ПР и БДМ-7×2П (0,21 чел.-ч/га), наибольший уровень (0,31 чел.-ч/га) – при работе агрегата с бороней БДТ-5ПР. Аналогичным образом рас-

пределяются испытанные агрегаты с боронами по необходимой потребности в технике и обслуживающем персонале в расчете на 1000 га. Минимальная потребность – два МТА и два механизатора наблюдается при применении агрегатов с боронами



**Таблица 3. Показатели экономической оценки МТА с двухрядными дисковыми боронами и тракторами тяговых классов 5 и выше**

Показатели	Значение показателя по МТА с бороной							
	БДТ-5ПР	БДТ-6-ПР	БДП-7.М	Д-620ПС М «Доминанта»	ДХ-850-880	БДМ-7×2П	М-9000ПС	
<i>Исходные данные для проведения расчетов</i>								
Марка трактора	К-735Ст	К-739Ст	К-739Ст	Versatile 2375	Versatile 2375	К-701	К-739Ст	К-744Р4
Производительность за 1 ч времени, га/ч:								
основного	4,30	6,43	8,05	7,71	9,70	6,37	8,71	10,57
сменного	3,23*	4,82	6,33	6,06	7,28*	4,78*	6,53*	8,27
Коэффициенты:								
использования сменного времени	0,75**	0,75**	0,79	0,79*	0,75**	0,75**	0,75**	0,78*
готовности	1	1	1	1	0,98**	1	1	1
Расход топлива, кг/га	10,94	8,82	7,19	6,21	6,50	7,29	5,73	6,61
Цена, руб.:								
бороны:	1 837 798	2 061 578	1 885 448	2 759 167	4 500 000	1 264 371	3 285 000	3 285 000
трактора	8 475 833	8 240 463	8 240 463	10 900 100	10 900 100	4 708 333	8 240 463	6 895 133
<i>Показатели экономической оценки (на 1000 га)</i>								
Затраты труда, чел.-ч	310	210	160	170	140	210	150	120
Потребность:								
в МТА, шт.	4	3	2	2	2	3	2	2
механизаторах	4	3	2	2	2	3	2	2
топливе, т	10,94	8,82	7,19	6,21	6,50	7,29	5,73	6,61
капитальных вложений, тыс. руб., всего	41 255	30 906	20 252	27 319	30 800	17 918	23 051	20 360
в том числе в бороны	7 351	6 185	3 771	5 518	9 000	3 793	6 570	6 570
Эксплуатационные затраты денежных средств, тыс. руб.	1 785	1 313	990	1 221	1 384	908	1 121	984

\* Получено расчетным путем.

\*\* В соответствии с СТО АИСТ 4.6-2018.

БДП-7.М, Д-620ПС М «Доминанта», ДХ-850-880 и М-9000ПС. Три МТА и три механизатора необходимы при использовании агрегатов с боронами БДТ-6ПР и БДМ-7×2П. Наибольшая потребность – четыре МТА и четыре механизатора получена при применении агрегата с бороной БДТ-5ПР.

Наименьшая потребность в топливе наблюдается при работе бороны М-9000ПС с трактором К-739Ст (5,73 т на 1000 га), средняя потребность (6,21-7,29 т на 1000 га) – при работе агрегатов с боронами БДП-7.М, Д-620ПС М «Доминанта», ДХ-850-880 и бороны М-9000ПС с трактором К-744Р4. Наибольшая потребность в топливе получена при работе агрегатов с боронами БДТ-6ПР (8,82 т на 1000 га) и БДТ-5ПР (10,94 т на 1000 га).

Минимальная величина капитальных вложений в необходимое количество техники в расчете на 1000 га отмечена при применении агрегатов БДМ-7×2П+К-701, БДП-7.М + К-739Ст и М-9000ПС+К-744Р4 (17,9-20,3 млн руб.). При использовании других агрегатов потребность в капитальных вложениях выше на 28,6-102,6 %.

Минимальные эксплуатационные затраты денежных средств наблюдаются при применении агрегатов БДМ-7×2П+К-701, БДП-7.М+К-739Ст и М-9000ПС+К-744Р4 (908-990 руб/га). При использовании других агрегатов удельные эксплуатационные затраты увеличиваются на 23,5-80,3 %.

Очевидно, что из восьми исследованных агрегатов, состоящих из субси-

дируемых дисковых борон и тракторов тяговых классов 5 и выше, по критериям минимума капитальных вложений и минимума эксплуатационных затрат денежных средств наблюдается значительное преимущество у агрегатов БДМ-7×2П+К-701, БДП-7.М+К-739Ст и М-9000ПС+К-744Р4.

### Выводы

1. Все рассмотренные образцы двухрядных дисковых борон имеют существенные отличия в исполнении, которые оказывают влияние на соответствующие уровни эксплуатационных параметров и показатели качества выполнения технологического процесса.

2. При комплектовании МТП дисковыми боронами в каждом конкретном хозяйстве необходимо учитывать

следующие факторы: финансовые и трудовые ресурсы, имеющийся парк тракторов, применяемую технологию обработки почвы, предшествующие сельскохозяйственные культуры, тип почвы и др.

3. По результатам проведенного исследования сельхозтоваропроизводители имеют возможность выбрать необходимую по параметрам, отвечающим конкретному производству, субсидируемую двухрядную дисковую борону отечественного производства.

#### Список

##### использованных источников

1. Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2012 г. № 1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru> (дата обращения: 13.01.2021).

2. Анонс. Круглый стол: нужны ли сельхозмашиностроению меры поддержки? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gosrf.ru/news/41019/> (дата обращения: 14.01.2021).

3. Минпромторг: Информационное сообщение об итогах реализации программы

субсидирования производителей сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс]. URL: <https://minpromtorg.gov.ru> (дата обращения: 14.01.2021).

4. Результаты анализа эффективности применения субсидируемой сельскохозяйственной техники: информ. изд. / Н.П. Мишуров, В.Ф. Федоренко, Д.А. Петухов, С.А. Свиридова, А.Н. Назаров, А.Б. Иванов, Е.В. Чумак, А.А. Князева. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 208 с.

5. Свиридова С.А., Петухов Д.А., Семизоров С.А. Эффективность применения четырехрядных дисковых борон // Техника и оборудование для села. 2020. № 10. С. 40-44.

6. ФГБУ «ГИЦ» – Результаты испытаний за 2019 год [Электронный ресурс]. URL: <http://sistemamis.ru/protocols/2019> (дата обращения: 19.10.2020).

7. ГОСТ 34393-2018. Методы экономической оценки. М.: Стандартинформ, 2018. III, 12 с. (Техника сельскохозяйственная).

8. Свиридова С.А., Попелова И.Г. Современное программное обеспечение для экономической оценки сельскохозяйственной техники // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. XII Международной науч.-практ. конф. в рамках XXII Агропромышленного форума Юга России и вы-

ставки «Интерагромаш», Ростов-на-Дону: ДГТУ-Принт, 2019. С. 869-871.

9. Свиридова С.А., Петухов Д.А. Эффективность применения двухрядных дисковых борон отечественного производства // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. Матер. XII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. С. 474-484.

#### Evaluation of the Efficiency of Two-row Disc harrows to be Used Along With Energy-intensive Tractors

N.P. Mishurov

(Rosinformagrotekh)

S.A. Sviridova, D.A. Petukhov

(KubNIITIM)

S.A. Semizorov

(Northern Trans-Urals State Agrarian University)

**Summary.** The results of the analysis of operation of two-row disc harrows subsidized in 2020 and designed for tractors of traction classes 5 and higher are presented. The performance and economic assessments are given.

**Keywords:** two-row disc harrow, specifications, indicator, assessment, performance and economic assessment.

## Информация

### V Межрегиональная выставка-демонстрация ДЕНЬ ТАМБОВСКОГО ПОЛЯ 2021

8-9 июля 2021 г. на базе ООО «Белая Дача Фарминг» (Тамбовский район, Тамбовская область) пройдет ставший уже традиционным праздник – ДЕНЬ ТАМБОВСКОГО ПОЛЯ

Организатором мероприятия выступает Управление сельского хозяйства Тамбовской области, Оргкомитетом показа сельскохозяйственной техники – Выставочная фирма «Центр».

В рамках Дня поля будут представлены семена перспективных сортов и гибридов, средства защиты растений, удобрения, корма и лекарственные препараты для животных, сельхозтехника для возделывания, уборки культур и системы защиты растений, новые технологические и технические решения для мо-

нитинга и обследования почв и посевов, хранения и переработки продукции. В рамках мероприятия пройдет демонстрация сельскохозяйственной техники.

Насыщенная программа мероприятия включает в себя: осмотр статической экспозиции, проведение полевой демонстрации техники, осмотр посевов, результатов проведения эксперимента по внесению удобрений.

В числе посетителей – руководители научно-исследовательских учреждений, руководители и спе-



циалисты сельскохозяйственных предприятий, фермеры, ученые из регионов России и стран ближнего зарубежья, дилеры иностранных компаний, выпускающих сельхозтехнику.

**Подробную информацию по участию в демонстрации сельскохозяйственной техники можно получить в оргкомитете выставки по телефону (473) 233-09-60 или на сайте [www.pole68.ru](http://www.pole68.ru)**

# ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

## XXVI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



# МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2021



**22 -24 июня**

**МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОН № 75**

### СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



INTERNATIONAL FEED INDUSTRY FEDERATION  
МЕЖДУНАРОДНАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
КОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



EUROPEAN FEED  
MANUFACTURERS' FEDERATION  
ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ СВИНОВОДОВ



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION  
ВСЕМИРНАЯ НАУЧНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ПО ПТИЦЕВОДСТВУ



СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗООБИЗНЕСА



СОЮЗ КОМБИКОРМЩИКОВ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ  
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



РОССИЙСКИЙ ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБИОПРОМ»



СОЮЗРОССАХАР



НАЦИОНАЛЬНАЯ  
ВЕТЕРИНАРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ «РОСРЫБХОЗ»



### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР:

МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА



**ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:**  
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"



(495) 755-50-35, 755-50-38  
info@expokhleby.com  
WWW.MVC-EXPOHLEB.RU

# Agros<sup>DLG</sup> 2021 expo

Международная выставка технологий для  
животноводства и полевого кормопроизводства

## 18 - 20 | МАЯ

МОСКВА РОССИЯ / КРОКУС ЭКСПО  
НАЧИНАЯ С 2022 ГОДА, ВЫСТАВКА БУДЕТ ПРОХОДИТЬ В ЯНВАРЕ

### Цифры и факты 2020

**320**

участников  
экспозиции

из

**28**

стран  
мира

**8086**

профессиональных  
посетителей

из

**81**

региона  
России

и

**58**

стран  
мира

**62**

деловых  
мероприятия



ДЛГ РУС

DLG - Выставки для профессионалов  
от экспертов в сельском хозяйстве



agros-expo.com

**AGRI  
TECHNICA**  
THE WORLD'S NO. 1

**2021**

НАВСТРЕЧУ ИННОВАЦИЯМ.  
14-20 НОЯБРЯ, ГАННОВЕР, ГЕРМАНИЯ  
ЭКСКЛЮЗИВНЫЕ ДНИ: 14/15 НОЯБРЯ



**EuroTier**  
CHINA  
ANIMAL FARMING

ЧЭНДУ (CHENGDU), КНР  
12-14 СЕНТЯБРЯ 2021  
eurotierchina.com



**EuroTier**  
MIDDLE EAST  
ANIMAL FARMING

АБУ ДАБИ, ОАЭ  
7-9 ИЮНЯ 2021  
eurotiermiddleeast.com

@AGROS.EXPO

+7 (495) 128 29-59

AGROS@DLG.ORG