



Техника и оборудование для селa

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство • Агротехсервис • Агробизнес



- НАУКА
- ПРОИЗВОДСТВО
- ИННОВАЦИИ



РОСИНФОРМАГРОТЕХ

ТРАКТОРЫ RSM 3000

Эффективность в любых условиях

ДОСТУПНЫЕ МОДЕЛИ:

RSM 3435

RSM 3485

RSM 3535

RSM 3575

УЧАСТНИК ПРОГРАММЫ
СУБСИДИРОВАНИЯ
СЕЛЬХОЗТОВАРО-
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ № 650

Подробнее о модели:



Узнайте больше о самых мощных тракторах России*

Реклама



3,6_{м³}

Комфортная
двухместная кабина



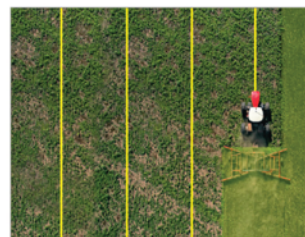
15_л

Объем двигателя –
высокая тяговитость



303_{л/мин}

Высокопроизводительная
гидравлика



100%-ный контроль

RSM Агротроник –
стандартная комплектация

* Произведенных в РФ среди колесных сельскохозяйственных тракторов общего назначения. Соответствует ПП РФ № 650.

ПОДРОБНОСТИ – ПО ГОРЯЧЕЙ ЛИНИИ

8 800 250 60 04

Звонок бесплатный на территории России

www.rostselmash.com

РОСТСЕЛЬМАШ

Агротехника Профессионалов

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

**Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Дорохов А.С.,
Самсонов В.А.** Приоритетные направления научно-технического развития
отечественного тракторостроения 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Инновационно. Точно. Эффективно 8
Системы автоматического вождения: с чего начать? 10

Инновационные технологии и оборудование

Алдошин Н.В., Маматов Ф.М., Исмаилов И.И. Средства механизации
для обработки почвы в бахчеводстве 12
**Костенко М.Ю., Гайбарян М.А., Тетерин В.С., Панферов Н.С.,
Митрофанов С.В., Гапеева Н.Н.** Теоретическое обоснование параметров
рабочих органов разбрасывателя центробежного типа 16
Скорляков В.И., Назаров А.Н., Петухов Д.А. Результаты производственного
применения зерноуборочного комбайна с выгрузкой зерна на краю поля 21
Успенский И.А., Юхин И.А., Мачнев А.В., Голиков А.А. Формирование
комплекса картофелеуборочных и транспортных машин 27
Соболева Е.В., Новиков Э.В., Безбабченко А.В. Лен масличный для произ-
водства длинного волокна 32
Гриднев П.И., Гриднева Т.Т. Определение вероятности проскока частиц
навоза через слои ферромагнитных элементов в аппаратах вихревого слоя 36

Агротехсервис

Нагорнов С.А., Зазуля А.Н., Мещерякова Ю.В., Голубев И.Г. Экологиче-
ские показатели работы дизелей на моторном топливе с биодобавками
из микроводорослей 40

Аграрная экономика

Карпузова Н.В., Чернышева К.В., Королькова А.П. Совершенствование
управления сельскохозяйственной организацией в условиях информаци-
онной экономики 44

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>

© «Техника и оборудование для села», 2021

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 19.02.2021 Заказ 17

УДК 631.171

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-2-2-7

Приоритетные направления научно-технического развития отечественного тракторостроения

Ю.Ф. Лачуга,

д-р техн. наук, акад. РАН,
академик-секретарь,
akadema1907@mail.ru
(Отделение с.-х. наук РАН);

А.Ю. Измайлов,

д-р техн. наук, акад. РАН,
директор,
vim@vim.ru

Я.П. Лобачевский,

д-р техн. наук, акад. РАН,
зам. директора,
lobachevsky@yandex.ru

А.С. Дорохов,

д-р техн. наук, чл.-корр. РАН,
зам. директора, гл. науч. сотр.,
ikg@rgau-msha.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

В.А. Самсонов,

д-р техн. наук, проф.,
гл. редактор журнала
(АНО редакция журнала «Механизация и
электрификация сельского хозяйства»)

Постановка проблемы

В настоящее время одной из приоритетных задач, стоящей перед отечественным сельскохозяйственным производством, является создание высокопродуктивного экспортно-ориентированного сектора. Для этого необходимо к 2024 г. достигнуть объемов экспорта сельскохозяйственной продукции в 45 млрд долл. США. В 2019 г. экспортировано продукции АПК на 25,5 млрд долл. Для достижения установленного целевого показателя в ближайшие пять лет потребуется почти вдвое увеличить производство экспортной сельскохозяйственной продукции. Достижение поставленной цели и дальнейшее закрепление достигнутых результатов возможно при повышении как количества производимой продукции, так и ее качества. Одной из проблем, требующей безотлагательного решения, является существенное повышение эффективности отечественного сельскохозяйственного производства [1].

Одним из главных показателей эффективности производства в экономике является производительность труда. В сельском хозяйстве России этот показатель в разы ниже, чем в ведущих европейских странах (рис. 1) [2]. Например, в Нидерландах, сопоставимых по площади с Московской областью, производительность труда в 9 раз выше, чем в России, а экспорт продукции составляет 90 млрд долл., что в 3,5 раза выше достигнутых в на-

шей стране результатов. Для повышения экспортного потенциала России необходимо резко увеличить темпы роста производительности труда в сельском хозяйстве.

Добиться этого возможно только за счет существенного повышения уровня инженерно-технического обеспечения отрасли. Требуется создание новых инновационных типов тракторов и комплексов специальной сельскохозяйственной техники. Тракторная энергетика в этом плане является фундаментом не только для экспортного потенциала отрасли, но и для продовольственной безопасности страны.

Цель исследований – оценка уровня обеспеченности сельскохозяйственного производства тракторами, приоритетных направлений развития отечественного тракторостроения и перспектив совершенствования тракторной энергетики.

Материалы и методы исследования

При исследовании использовались статистические данные Росстата, Минсельхоза России, консалтинговой компании АСМ-холдинг, материалы, опубликованные в периодической печати, информационные материалы российских и зарубежных компаний. Исследования проводились с применением методов построения и анализа временных (динамических) рядов, сравнительного анализа, ком-

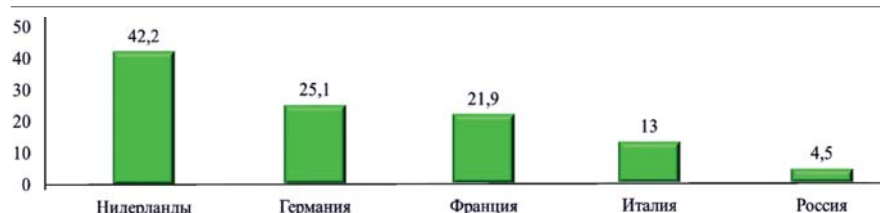


Рис. 1. Производительность труда в сельском хозяйстве различных стран мира (в международных долларах в час)

Аннотация. Показано, что уровень обеспеченности тракторами и энергообеспеченности сельскохозяйственного производства в России значительно ниже, чем в развитых странах. Установлено, что текущий ежегодный уровень приобретения тракторов не позволяет компенсировать их выбытие. Отечественное производство тракторов значительно уступает их импорту и количеству тракторов, собираемых на территории Российской Федерации из тракторокомплектов зарубежных стран. Предложена методика создания тракторов с двигателями внутреннего сгорания второго поколения, позволяющая создавать энергонасыщенные тракторы с более высокими показателями эффективности.

Ключевые слова: сельскохозяйственный трактор, обеспеченность тракторами, энергообеспеченность, трактор второго поколения, перспектива, двигатель, тяговый класс.

плексного структурно-динамического анализа и экспертно-аналитического способа обработки информации.

Результаты исследований и обсуждение

Непрерывный процесс сокращения тракторного парка страны в течение последних почти трех десятилетий стал основной причиной критически низкого технического обеспечения агропромышленного комплекса России. В настоящее время по показателю энергообеспеченности 1 га пашни Россия отстает от Германии и Канады в 3 раза, от США – почти в 6 раз (рис. 2) [3, 4]. Уровень обеспеченности тракторами на 1000 га пашни в России в 20 раз ниже, чем в Германии, почти в 7 раз ниже, чем в США, и в 4 раза ниже, чем в Канаде. Даже по сравнению с Республикой Беларусь и Казахстаном наши показатели обеспеченности в 1,5-2 раза ниже.

Парк сельскохозяйственных тракторов продолжает сокращаться. За период 1990-2019 гг. число сельскохозяйственных тракторов снизилось в 3,5 раза (до уровня 387 тыс. ед.) [5]. Естественно, что такое сокращение парка негативно сказывается на эффективности всего сельскохозяйственного производства. Существующий парк не позволяет проводить необходимые работы в установленные агротехнические сроки. В последние годы удается добиться сбора рекордно высоких урожаев зерновых культур – 120-130 млн т, однако при текущем уровне технического обеспечения вследствие нарушения агротехнических сроков возделывания сельхозкультур недобираются десятки миллионов тонн продукции.

Другой серьезной проблемой отечественного парка сельскохозяйственных тракторов является его возрастной состав. В настоящее время более 73 % эксплуатирующихся в сельскохозяйственных организациях тракторов имеют срок использования свыше 10 лет, а средний возраст трактора в парке превышает 20 лет [5, 6]. Таким образом, парк сельскохозяйственных тракторов состоит

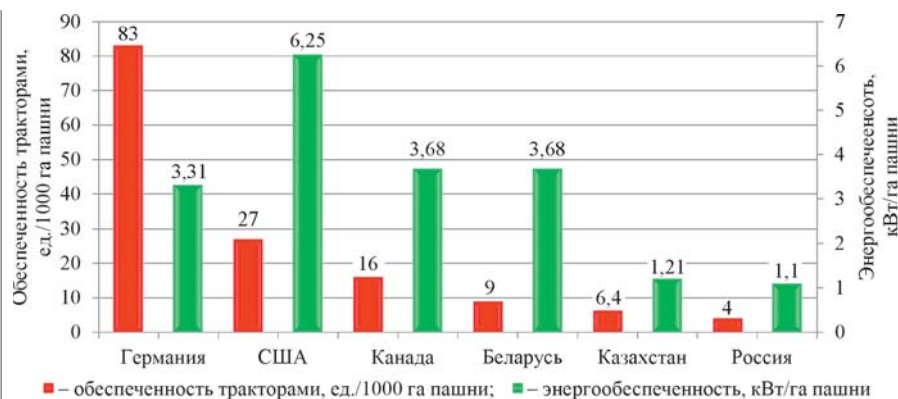


Рис. 2. Энергообеспеченность и обеспеченность тракторами в России и ряде стран мира

преимущественно из выработавшей нормативный ресурс, физически изношенной и морально устаревшей техники. Продолжающаяся эксплуатация таких тракторов приводит к росту затрат на техническое обслуживание и ремонт техники, повышению расходов на топливно-смазочные материалы, снижению надежности техники и качества проведения технологических операций. В результате растет себестоимость продукции, увеличиваются потери, связанные со срывом сроков проведения полевых работ, что в целом негативно сказывается на экономике сельскохозяйственных предприятий [7].

По оценкам Минсельхоза России, дефицит сельскохозяйственных тракторов на сегодня составляет свыше 107 тыс. ед. Это объем техники, который необходимо дополнительно приобрести к имеющемуся парку тракторов. При этом следует компенсировать ежегодное выбытие тракторов и обеспечить обновление имеющегося парка. Наиболее востребованными являются трактора тяговых классов 1,4-5, общая потребность в которых составляет свыше 80 тыс. ед. [6].

За последние 29 лет средняя мощность тракторов в парке увеличилась на 16% – с 99 до 115 кВт. Наблюдающееся смещение в сторону применения тракторов более высоких классов тяги на российских полях способствует росту производительности труда и эффективности сельхозпроизводства в целом. Однако для комплексного развития АПК необходима техника не только тяжелых классов (для

крупнolandшафтных хозяйств), но и линейка тракторов иных классов тяги, особенно 0,2-3 (для малых и средних сельхозтоваропроизводителей).

В 2019 г. отечественными сельскохозяйственными товаропроизводителями приобретено немногим более 10 тыс. ед. тракторов [5]. Этого объема крайне недостаточно для компенсации выбывающей техники. Если не предпринять кардинальных мер по обеспечению формирования оптимального состава тракторного парка, то отечественное сельское хозяйство в связи с продолжающимся нарушением агротехнических сроков и низким качеством исполнения технологических операций продолжит терять и недополучать миллионы тонн продукции.

Особенно остро стоит вопрос обеспечения сельского хозяйства гусеничными тракторами, потребность в которых составляет свыше 10 тыс. ед. Гусеничные тракторы по сравнению с колесными обладают рядом преимуществ, в частности: высоким тяговым КПД, пониженным давлением на почву и высокой проходимостью. Они могут раньше выйти в поле для проведения весенних полевых работ, что позволяет провести сев сельскохозяйственных культур в оптимальные агротехнические сроки. Получающие распространение в последнее время тракторы с резиноармированными гусеницами обладают такой же универсальностью, как и колесные, и могут передвигаться по дорогам общего назначения, в отличие от предыдущих моделей тракторов с металлическими гусеницами.

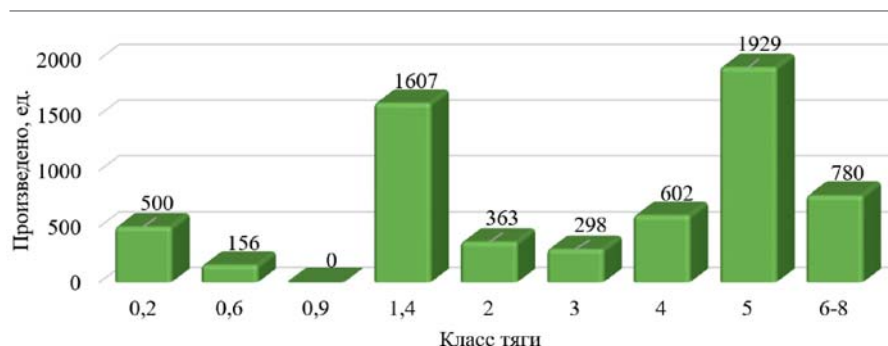


Рис. 4. Объемы производства сельскохозяйственных тракторов в России в 2019 г.

Анализ структуры приобретения сельскохозяйственных тракторов в 2019 г. показывает, что доля отечественных моделей составляет только 30,9 %, а наибольшую долю рынка – 46 % занимают тракторы сборки из тракторокомплектов МТЗ (рис. 3) [8]. Таким образом, более двух третей всего объема приобретаемых тракторов – импортные.

В 2019 г. объем производства сельскохозяйственных тракторов в России составил 5,8 тыс. ед. Основными производителями являются АО «Петербургский тракторный завод» (тракторы тяговых классов 4 и 5), ООО «Череповецкий литейно-механический завод» (тракторы тяговых классов 0,6; 1,4; 2 и 3), ООО КЗ «Ростсельмаш» (тракторы тяговых классов 6 и 8), АО ПО «Елабужский автомобильный завод» (тракторы тягового класса 1,4), ООО «Трактор» (тракторы тягового класса 0,2), ООО «Брянский тракторный завод» (тракторы тягового класса 4) [8]. Наибольшее количество тракторов произведено в классах тяги 1,4 и 5 – 1,6 и 1,9 тыс. ед. соответственно (рис. 4). Тракторов остальных классов тяги произведено значительно меньше, в частности, не производились тракторы тягового класса 0,9 [7].

Производство гусеничных тракторов на отечественных предприятиях фактически отсутствует. Так, в 2019 г. выпущено всего 143 ед. гусеничных тракторов тягового класса 3 [8]. Отсутствует производство специализированных тракторов для садоводства, виноградарства, селекции и семеноводства.

Существующих объемов производства тракторов внутри страны явно недостаточно для удовлетворения текущей потребности в технике. Для формирования оптимального парка сельскохозяйственных тракторов, позволяющего производить технологические операции в соответствии с агротехническими требованиями, необходимо в несколько раз увеличить производство и обеспечить возможность приобретения сельхозтоваропроизводителями современных отечественных тракторов. Для этого необходимо развивать отечественное тракторостроение не в противовес импорту, а в дополнение, конкурируя в показателях качества, надежности и топливной экономичности тракторов, поставляемых на отечественный рынок.

Развитие сельскохозяйственной техники сегодня продолжает идти по пути повышения рабочих скоростей

сельскохозяйственных агрегатов, что требует повышения энергонасыщенности тракторов. Создаваемые в послевоенные годы гусеничные тракторы тягового класса 3 обладали энергонасыщенностью 8,2 кВт/т массы. Взятый курс на увеличение производительности агрегатов за счет повышения рабочих скоростей потребовал создания тракторов с показателем энергонасыщенности порядка 11 кВт/т, а в последствии – до 15 кВт/т. В целях дальнейшего увеличения производительности и эффективности сельскохозяйственных агрегатов, в том числе совмещения операций за один проход по полю, необходимо повысить их энергонасыщенность до 25 кВт/т.

Работы российских ученых по совершенствованию тракторной энергетики привели к разработке новой методики определения оптимальных параметров тракторов с дизельными двигателями внутреннего сгорания второго поколения. Суть данной методики состоит в повышении условной энергонасыщенности (отношение номинальной мощности к эксплуатационной массе) и уровня балластирования тракторов, применении двигателей внутреннего сгорания с высоким коэффициентом приспособляемости, что позволяет добиться оптимальной топливной экономичности при максимальной производительности [9].

Основными требованиями к тракторам второго поколения являются:

- условная энергонасыщенность – 23-25 кВт/т;
- уровень балластирования – не менее 25 %;
- возможность работы трактора заданного тягового класса в соседних тяговых классах, что уменьшает количество типоразмеров тракторов;
- коэффициент приспособляемости двигателя по крутящему моменту – 1,3-1,45, что позволяет минимизировать количество передач ступенчатой трансмиссии и обеспечить режимы работы МТА с максимальными значениями производительности и топливной экономичности;
- малый удельный расход топлива при частоте вращения коленчатого

вала (минимальной), соответствующей максимальному крутящему моменту;

- прямая зависимость удельного расхода топлива двигателя в интервале от минимальной частоты вращения коленчатого вала до частоты вращения холостого хода.

Достижение таких параметров в отечественном тракторостроении позволит повысить топливную экономичность, снизить количество типоразмеров тракторов и предоставит возможность их эксплуатации в соседних тяговых классах.

В классической теории показателями топливной экономичности трактора являются удельный расход топлива двигателем (г/кВт·ч), часовой расход топлива (кг/ч), крюковой расход топлива (на единицу тяговой мощности, г/кВт·ч). Указанные показатели не дают объективной оценки топливной экономичности тракторов, так как не учитывают их производительность. Например, два трактора одного тягового класса, но различных моделей имеют одинаковые значения по указанным трем показателям, но это не позволяет определить преимущество одного или другого.

В новой теории дополнительно к вышеуказанным показателям предлагаются новые показатели – аналоги абсолютных показателей, не зависящие от удельного тягового сопротивления МТА.

Показатель 1. Аналог чистой производительности:

$\Pi = Bv$, м²/с, $\rightarrow \Pi = P_{кр}v/\mu k_0$, Вт/(Н/м), $\rightarrow$ аналог $\Pi = P_{кр}v/1000\mu$, кВт; где B – ширина захвата, м;

v – рабочая скорость, м/с;

$P_{кр}$ – тяговое усилие, Н;

μ – безразмерный коэффициент, учитывающий увеличение удельного тягового сопротивления при повышении рабочей скорости;

k_0 – удельное тяговое сопротивление МТА, Н/м.

Показатель 2. Аналог крюкового расхода топлива на единицу производительности (аналог удельного крюкового расхода топлива), [г/(кВт·ч)]/кВт.

Показатель 3. Аналог погектарного расхода топлива (отношение часового расхода топлива к аналогу производительности), (кг/ч)/кВт.

Показатель 4. Аналог погектарного расхода топлива за время на длине гона 1 км на единицу аналога производительности (аналог удельного погектарного расхода топлива): $кг(1/v)/[(кВт·ч)/кВт] \cdot (кг/кВт)/кВт$.

Показатель 5. Аналог часового расхода топлива за время на длине гона 1 км на единицу аналога производительности (аналог удельного часового расхода топлива): $кг(1/v)/(кВт·ч) \cdot кг/кВт$.

На примере трактора К-424 тягового класса 4 (АО «Петербургский тракторный завод»: номинальная мощность – 176,5 кВт; эксплуата-

ционная масса – 10,6 т; условная энергонасыщенность – 16,65 кВт/т) произведена оценка повышения его топливной экономичности при увеличении энергонасыщенности до 25 кВт/т (номинальная мощность – 265 кВт) (табл. 1-3).

Из табл. 3 следует, что при увеличении часового расхода топлива (при изменении тягового усилия от 45 до 36 кН) трактора второго поколения до 36,3 % он оказывается эффективнее трактора первого поколения по всем другим показателям топливной экономичности. Таким образом, теоретические расчеты на основе аналогов абсолютных показателей подтверждают эффективность перехода в тракторостроении к энергонасыщенным тракторам второго поколения.

Таблица 1. Показатели топливной экономичности трактора К-424 при энергонасыщенности 16,65 кВт/т (трактор первого поколения)

Тяговое усилие, Н	45 000	42 750	40 500	38 250	36 000
Рабочая скорость, км/ч	7,66	8,29	8,96	9,70	10,50
Показатель:	–	–	–	–	–
1	84,414	83,780	82,564	80,742	78,309
2	4,210	4,235	4,293	4,391	4,536
3	0,403	0,417	0,433	0,452	0,476
4	0,623	0,600	0,585	0,578	0,579
5	0,526	0,503	0,483	0,466	0,454

Таблица 2. Показатели топливной экономичности трактора К-424 при энергонасыщенности 25 кВт/т (трактор второго поколения)

Тяговое усилие, Н	45 000	42 750	40 500	38 250	36 000
Рабочая скорость, км/ч	8,51	9,85	11,39	13,17	15,22
Показатель:	–	–	–	–	–
1	89,404	90,794	90,303	87,802	83,328
2	3,998	3,926	3,939	4,047	4,267
3	0,425	0,459	0,505	0,566	0,649
4	0,559	0,513	0,491	0,490	0,512
5	0,500	0,466	0,443	0,430	0,427

Таблица 3. Эффективность по топливной экономичности трактора второго поколения по сравнению с трактором первого поколения (трактор К-424), %

Тяговое усилие, Н	45 000	42 750	40 500	38 250	36 000
Показатель:	–	–	–	–	–
1	+6	+8,4	+9,4	+8,7	+6,4
2	+5	+7,3	+8,2	+7,8	+5,9
3	–5,4	–10	–16,6	–25,2	–36,3
4	+10,3	+14,5	+16,1	+15,2	+11,6
5	+5	+7,3	+8,3	+7,7	+6,5

Аналогичные подходы отмечены и в тракторах ряда зарубежных фирм. Например, модель трактора John Deer 6170 серии 6М (тяговый класс 3) при номинальной мощности 121 кВт и массе 7105 кг имеет условную энергонасыщенность 17,03 кВт/т. Тракторы Fendt 900 Vario (тяговый класс 5) при номинальной мощности 217 кВт и массе 11300 кг имеют условную энергонасыщенность 19,20 кВт/т. Тракторы John Deer серии 8R (тяговый класс 6) выпускаются с номинальной мощностью двигателя 191; 210; 228; 246 кВт, имеют массу 12346 кг, при этом условная энергонасыщенность у них составляет 15,47-19,92 кВт/т.

Анализ основных направлений исследований ведущих мировых фирм показывает, что в ближайшие десятилетия все тракторы будут оснащаться электронными системами управления основных узлов, электронными системами беспилотного управления и интеллектуальными системами агрегатирования трактора и сельскохозяйственной машины [10-12]. Функционал трактора расширится. При выполнении технологической операции он сможет осуществлять мониторинг почвенно-климатических параметров, оценивать качество проведения технологических операций и на этой основе управлять в целом технологическим процессом.

Совершенствование двигателей внутреннего сгорания современных тракторов происходит в направлении повышения их мощности, экономичности и экологичности. Развивается применение альтернативных видов топлива: природного газа, биогаза, биотоплива [13]. Широкое распространение получают автоматические трансмиссии тракторов. Применение электронных систем управления двигателем и трансмиссией позволяет поддерживать работу двигателя в максимально экономичном режиме и в целом повышать эффективность проведения сельскохозяйственных работ.

Ведущие мировые производители работают над созданием экологически безопасных электрических тракторов, имеющих более высокий КПД, исключая применение

сложных механических передач. При этом более широко могут использоваться электронные системы управления и осуществляться переход к роботизированным мобильным энергетическим средствам [14-15]. Рассматриваются варианты создания автоматизированного электропривода с питанием от стационарных источников электрической энергии по кабелю, гибридных дизель-генераторных установок, аккумуляторных батарей, водородных топливных элементов. Такие технические средства необходимы для животноводческих, закрытых тепличных комплексов и иных производств, что позволяет создавать для операторов более комфортные условия труда [16-18]. Пока данные решения еще не нашли широкого практического применения, однако это является делом времени. Отечественным тракторостроителям следует учитывать эти тенденции и вместе с учеными работать над их реализацией.

Для сокращения технологического разрыва между отечественными тракторостроителями и мировыми лидерами в области сельскохозяйственного машиностроения необходимо объединить усилия ведущих российских ученых в направлении создания отечественных сельскохозяйственных тракторов второго поколения, способных конкурировать с передовыми разработками на мировом уровне, удовлетворяющих требованиям перспективных агротехнологий и способствующих переходу к цифровому высокопродуктивному агрохозяйству [19].

Выводы

1. Выявлено, что для создания в сельском хозяйстве высокопродуктивного экспортно-ориентированного сектора необходимо обеспечить высокий уровень технического обеспечения отрасли. Установлено, что в настоящее время уровень обеспечения тракторами и энергообеспеченности сельскохозяйственного производства в России ниже, чем в ведущих мировых странах, и не позволяет резко нарастить производство сельскохозяйственной продукции.

Основной причиной сложившейся ситуации является продолжающееся более 25 лет сокращение тракторного парка страны.

2. Установлено, что дефицит тракторов на сегодня составляет более 100 тыс. ед. В сельскохозяйственных организациях порядка 73 % тракторов имеют срок службы свыше 10 лет, а средний возраст трактора превышает 20 лет. Продолжающаяся эксплуатация такой техники приводит к значительному снижению эффективности сельскохозяйственного производства, росту материально-технических затрат на техническое обслуживание и ремонт, нарушению агротехнических сроков проведения работ, в результате чего увеличивается недобор урожая, растут его потери. Текущий уровень приобретения тракторов не позволяет компенсировать их выбытие, а собственное производство значительно уступает импорту и объему тракторов, собираемых из тракторокомплектов других стран на территории Российской Федерации.

3. Проведенные расчеты в соответствии с новой методикой создания тракторов второго поколения на основе аналогов абсолютных показателей подтверждают эффективность применения энергонасыщенных тракторов второго поколения. Анализ перспективных направлений развития тракторов показывает, что в ближайшее время основными технологическими решениями в тракторостроении будет применение электронных систем управления, альтернативных источников энергии и автоматизированного электропривода, позволяющих осуществить переход к роботизированным электрическим мобильным энергетическим средствам.

Список использованных источников

1. Экспортно ориентированные сельскохозяйственные культуры: состояние производства и технического обеспечения / А.С. Дорохов [и др.] // Международный научный журнал. 2019. № 5. С. 51-59.
2. Производительность труда: задачи, особенности расчета, сравнения // Аналитическая записка / Институт стра-

тегического анализа ФБК Грант Торнтон. 2018. 10 с.

3. ФАО Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/home/ru> (дата обращения: 06.10.2020).

4. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_есоному (дата обращения: 19.10.2020).

5. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2019 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/98a/98af7d467b718d07d5f138d4fe96eb6d.pdf> (дата обращения: 27.10.2020).

6. Бурак П.И. О текущей ситуации с обеспечением сельскохозяйственных товаропроизводителей современными машинами и оборудованием: доклад заместителя директора Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России. М.: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 24 с.

7. Старостин И.А., Загоруйко М.Г. Материально-техническая база сельского хозяйства: обеспеченность тракторами и состояние тракторостроения // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 136-130.

8. Производство автомобильной, тракторной, сельскохозяйственной техники и компонентов к ней производителями России и других стран СНГ // Аналитический обзор / ОАО «АСМ-холдинг». 2019. № 12. 107 с.

9. Кутьков Г.М. Трактор второго поколения: монография. М.: ФБГОУ ВПО МГАУ, 2013. 104 с.

10. Kim WS, Kim YJ, Kim YS, Baek SY, Baek SM, Lee DH, Nam KC, Kim TB, Lee HJ. Development of Control System for Automated Manual Transmission of 45-kW Agricultural Tractor. Applied sciences-basel. 2020. Vol. 10, 8. No. 2930.

11. Wu Yu.; Wen J. Design and implementation of Electronic Control Shift System for Tractor. 2017 10th International conference on intelligent computation technology and automation (ICICTA 2017). 2017. 360-363.

12. Suokannas A., Kunnas A., Nysand M., Linkolehto R., Pesonen L., Backman J. Automation and control system of tractor and loader wagon in forage harvesting. Grassland – a european resource? 2012. Vol. 17. 388-390.

13. Khan I., Modi VA, Khan SA, Kannan C. Development of Bio-hybrid Tractor for Farming Applications. Emerging technologies for agriculture and environment. 2020. 143-156.

14. Mocera F., Soma A. Analysis of a Parallel Hybrid Electric Tractor for Agricultural Applications. 2020. Vol. 13, 12. No. 3055.

15. Baek SY, Kim YS, Kim WS, Baek SM, Kim YJ. Development and Verification of a Simulation Model for 120 kW Class Electric AWD (All-Wheel-Drive) Tractor during Driving Operation. 2020. ENERGIES. Vol. 13, 10. No. 2422.

16. Treiber M., Hillerbrand F., Bauerdick J., Bernhardt H. On the current state of agricultural robotics in crop farming chances and risks. Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede: zbornik radova: actual tasks on agricultural engineering. proceedings. 2019. Vol. 47. 27-33.

17. Roshanianfard A., Noguchi N., Okamoto H., Ishii K. A review of autonomous agricultural vehicles (The experience of Hokkaido University). Journal of terramechanics. 2020. Vol. 91. 155-183.

18. Emmi L., Gonzalez-De-Soto M., Pajares G., Gonzalez-De-Santos P. New Trends in Robotics for Agriculture: Integration and Assessment of a Real Fleet of Robots. Scientific world journal. 2014. No. 404059.

19. Измайлов А.Ю., Кряжков В.М., Антышев Н.М., Елизаров В.П., Ло-

бачевский Я.П., Сорокин Н.Т., Гурьев Г.С., Савельев Г.С., Сизов О.А., Шевцов В.Г. Концепция модернизации сельскохозяйственных тракторов и тракторного парка России на период до 2020 года. М.: ВИМ, 2013. 84 с.

Priority areas of scientific and technical development of the domestic tractor industry

Yu.F. Lachuga

(RAS Division of Agricultural Sciences)

A.Yu. Izmailov, Ya.P. Lobachevsky, A.S. Dorokhov

(VIM)

V.A. Samsonov

(«Mechanization and electrification of agriculture» journal publishers, an autonomous non-profit organization)

Summary. It is shown that the level of provision with tractors and energy supply of agricultural production in Russia is significantly lower than those in developed countries. It was found that the current annual level of purchase of tractors does not allow compensating for their disposal. Domestic production of tractors is significantly inferior to their import and the number of tractors to be assembled of tractor sets delivered from foreign countries on the territory of the Russian Federation. The theory of tractors with second-generation internal combustion engines is proposed, which makes it possible to create energy-intensive tractors with higher efficiency indicators.

Keywords: agricultural tractor, availability of tractors, power supply, second generation tractor, perspective, engine, traction class.





Дополненная реальность агротехники

Нынешний аграрный сезон может стать революционным для отечественного сельского хозяйства. В серию запускаются умные системы управления агромашинами, разработки которых велись последние годы на Ростсельмаш.

Компания разработала целый комплекс интеллектуальных систем, позволяющих автоматизировать техпроцессы на зерноуборочных, кормоуборочных комбайнах и тракторах. Благодаря их использованию эффективность

аграрного производства может увеличиться на 20-30% по соотношению затрат и производительности.

Разрабатывая такие системы, компания решила целый ряд задач – от создания отечественного программного



обеспечения до внедрения технологии машинного зрения и системы высокоточной навигации.

Предзаказ новых интеллектуальных систем, которые будут устанавливаться на комбайновую технику Ростсельмаш, стартовал в декабре 2020 года.

Среди электронных систем, которые доступны к предзаказу: система автоуправления агромашинами РСМ Агротроник Пилот 1.0 и РСМ Агротроник Пилот 2.0, система РСМ Карта урожайности и др.

В процессе разработки этих технологий появилось понимание, что наибольшую ценность для АПК эти технологии будут представлять не по отдельности, а в составе комплексного решения.

Агротроник – новая интеллектуальная платформа

Таким решением станет полнофункциональная цифровая платформа Агротроник, с помощью которой аграрии смогут управлять предприятием, постоянно повышая его эффективность и рентабельность производства.

Среди основных систем, которые входят в платформу Агротроник, – первая в мире гибридная система автоуправления комбайном Агротроник Пилот 2.0. Отличительной ее особенностью является использование технологий GNSS, RTK и машинного зрения. Если на пути комбайна возникает препятствие, система автоматически останавливает машину. Система также может автоматически управлять процессом поднятия жатки перед осуществлением разворота, самим разворотом и опусканием жатки перед началом комбайнирования.

Еще одна система в рамках платформы Агротроник – РСМ Карта урожайности, которая на основе специальных датчиков обеспечивает замер намолота в каждой точке поля и создание карт урожайности и влажности.

Системы нового видения

Создание других интеллектуальных систем Ростсельмаш также продиктовано логикой автоматизации процессов в поле. Например, система РСМ Роутер выстраивает наиболее эффективный маршрут передвижения транспортных средств в поле на основе интеллектуальных алгоритмов, позволяет производить уборку в срок без потерь и повышает производительность на 15-20%.

Использование системы РСМ Ночное видение позволяет оператору видеть ночью на расстоянии до 1500 м, что не позволяет сделать ни одна из существующих в мире на сегодняшний день подобных систем. Скорость движения техники ночью при этом может быть увеличена на 50%, а производительность – на 30%. В отличие от тепловизионной технологии оператор может видеть как «живые» так и «неживые» объекты в поле. Основная камера системы может быть установлена внутри кабины, что гарантирует чистоту объектива камеры.



Система продления жизни техники

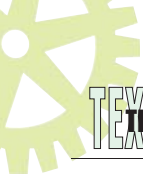
Систему автоматических уведомлений для техники Ростсельмаш можно считать одним из способов увеличения ресурса машины – она помогает соблюдать правила эксплуатации, своевременно информируя клиента и дилера о приближающемся ТО или необходимости замены технологических жидкостей или расходных материалов. Просигнализирует эта система и о поломках или о критическом состоянии отдельных элементов машины.

Еще одна система, которая доступна по предзаказу, – РСМ Умная метка, предназначенная для автоматической беспроводной идентификации адаптера: жатки или подборщика, а также прицепного или навесного оборудования для тракторной техники.

РСМ Умная метка состоит из беспроводной активной метки, размещенной на корпусе навесного или прицепного оборудования, и считывателя, который смонтирован на сельскохозяйственной технике. Система также предназначена для работы в составе платформы Агротроник.

Функционал системы РСМ Транспорт АйДи позволяет идентифицировать комбайн и технику, в которую разрешена выгрузка. Например, если на выгрузку подъедет несанкционированное транспортное средство, оператор просто не сможет выдвинуть шнек, так как механизм будет заблокирован.

За последние годы Ростсельмаш серьезно инвестировал в создание интеллектуальных технологий, подразумевающих полноценную автоматизацию и глубокое инженерное проникновение в логику построения современной эффективной машины. Технологии уже прошли апробацию в различных климатических зонах на полях отечественных хозяйств и уже скоро станут доступны для продажи.



Системы автоматического вождения: с чего начать?



На два главных вопроса аграриев относительно систем автоматического вождения: на какую технику и какие именно системы следует ставить в первую очередь, отвечает менеджер по продуктам ООО КЛААС Восток Леонид Яковлев.

При проведении демонстрационных показов, обучающих семинаров и по результатам участия в выставках специалисты CLAAS отмечают значительный интерес аграриев России к внедрению современных технологий в сельхозпроизводство. Понимая, что использование более совершенной техники и оборудования повышает эффективность производства сельскохозяйственной продукции, но обсуждая конкретику, фермеры зачастую испытывают определенные сомнения. Во-первых, они хотят точно знать, за счет чего и какой именно экономический эффект достигается, а во-вторых, всегда остро стоит вопрос: в какое именно оборудование в первую очередь следует инвестировать свои средства?

Среди возможных решений в сфере высокоточного земледелия, которые предлагают CLAAS и другие производители, на первом месте стоят системы автоматического вождения, поскольку они дают ощутимый экономический эффект уже в первый сезон применения. Связано это с тем, что при любых полевых работах устраняются так называемые «перекрытия».

При обработке поля механизаторы стараются не оставлять необработанные участки, которые легко заметить, и стремятся «подстраховаться» и провести орудия с «нахлестом», в результате до 5%, а на неровных полях и до 20% площади обрабатывается дважды. Системы автоматического вождения сводят перекрытия практически к нулю, позволяя экономить не менее 5% рабочего времени, ГСМ, удобрений, СЗР, снижать износ техники и т.д.

Исходя из этого становится очевидным ответ и на другой вопрос: на какую технику в первую очередь следует устанавливать системы автоматического вождения? Без всякого сомнения – на тракторы!

Безусловно, перекрытия происходят и при работе на комбайне, но экономический эффект быстрее и в большем объеме достигается именно на тракторах. Происходит это по следующим причинам:

1. За сезон машина выходит в поле гораздо чаще: в ходе предпосевной культивации, при посеве, внесении удобрений, СЗР, подкормке, заделке стерни после уборки, соответственно, трактор набирает больше мото-

часов, и системы автоматического вождения позволяют существенно экономить ГСМ.

2. До 70% издержек при возделывании большинства культур составляют удобрения и СЗР, следовательно, устранение перекрытий исключает их двойное расходование.

3. Автопилот позволяет работать в ночное время, что актуальнее для трактора, чем для комбайна.

Поэтому с точки зрения экономики, оснатив системой автоматического вождения тракторы, хозяйство в течение нескольких сезонов способно заработать на новые системы и для комбайнов.

Если говорить о конкретных системах, которые сегодня предлагает CLAAS, то это несколько вариантов GPS PILOT, обеспечивающих проход с отклонениями от +/- 15 до +/- 2-3 см. Для наиболее точных систем требуется подключение корректирующих сигналов SATCOR 5 и RTK. Однако для большинства сельхозопераций вполне достаточно базовой точности SATCOR 15, которая, как правило, обеспечивается в стандартном оснащении тракторов CLAAS.

На правах рекламы.

Agros^{DLG} 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



УДК 631.312.06

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-2-12-15

Средства механизации для обработки почвы в бахчеводстве

Н.В. Алдошин,

д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
naldoshin@yandex.ru
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА
имени К.А. Тимирязева);

Ф.М. Маматов,

д-р техн. наук, проф.,
fmamotov_50@mail.ru
(Каршинский инженерно-экономический
институт);

И.И. Исмаилов,

аспирант,
ismailov.ibrat85@mail.ru
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА
имени К.А. Тимирязева)

Аннотация. Проведен сравнительный анализ существующих технологий возделывания бахчевых культур, позволивший выявить их преимущества и недостатки. В качестве орудия основной обработки почвы предложен фронтальный плуг, предназначенный для выполнения гладкой вспашки и обеспечивающий оборот пласта почвы непосредственно в собственной борозде.

Ключевые слова: бахчевая культура, обработка почвы, основная обработка, предпосевная обработка, комбинированный почвообрабатывающий агрегат.

Постановка проблемы

Бахчеводство представляет собой направление сельскохозяйственного производства по выращиванию группы сельскохозяйственных культур продовольственного, кормового и технического значения, к которым относятся арбузы, дыни, тыквы, кабачки. Столовые сорта бахчевых культур возделываются для получения сочных плодов с высокими вкусовыми качествами. В плодах бахчевых культур содержится до 12% сахара, а также большое количество витаминов, среди которых можно выделить B_1 (тиамин, или аневрин), B_2 (рибофлавин), B_3 (РР, или ниацин), С (аскорбиновая

кислота), каротин и др. Кроме того, в них много железа, кальция, магния, фосфора и других химических элементов, а также различных органических кислот, например фолиевой. Благодаря высокому содержанию сахара в плодах бахчевые культуры могут служить дополнительным сырьём для производства сахара. В пищевой промышленности из сока бахчевых культур изготавливают мёд, из мякоти делают пастилу, повидло, цукаты и другие кондитерские изделия [1–3]. Из семян бахчевых культур, в основном тыквы, получают пищевое

Кормовые сорта арбуза, тыквы и кабачка применяются на корм скоту (отличаются молокогонным свойством). Также их можно использовать в силосованном виде в смеси с кукурузой, свекольной или картофельной ботвой, бобовыми культурами. Бахчевые культуры имеют агротехническое значение, так как после них поля остаются чистыми от сорных растений.

Промышленное бахчеводство в России появилось в середине XIX в., когда данные культуры получили широкое распространение в Средней Азии, Нижнем Поволжье, на Кубани и Украине. В настоящее время границы возделывания бахчевых культур значительно продвинулись на север и восток. Их отличительной особенностью является теплолюбивость, они нормально развиваются при довольно высоких температурах почвы и воздуха, обилии солнечного света [4–6].

В системе агромероприятий, способствующих повышению урожая и качества продукции, немаловажным фактором является основная обработка почвы, качество которой зависит от природно-климатических условий произрастания, биологических особенностей растений и применяемых технологий возделывания.

Цель исследований – обоснование конструкции энергосберегающего комбинированного почвообрабатывающего орудия для бахчеводства.

Материалы и методы исследования

Технология возделывания бахчевых культур предусматривает выполнение ряда сельскохозяйственных операций в определённой последовательности. При этом для основной обработки почвы используют чизелевание или глубокую вспашку. Далее выполняют операции поверхностной обработки почвы, которые должны довести её до посевных кондиций. Кроме культивации, боронования и выравнивания поля также следует выполнить нарезку поливных борозд (рис. 1).

Операции по обработке почвы следует выполнять в соответствии с агротехническими требованиями по различным технологиям [7, 8]. Каждая из них имеет определённые особенности, достоинства и недостатки. Для повышения эффективности применяемой технологии возделывания бахчевых культур следует проанализировать

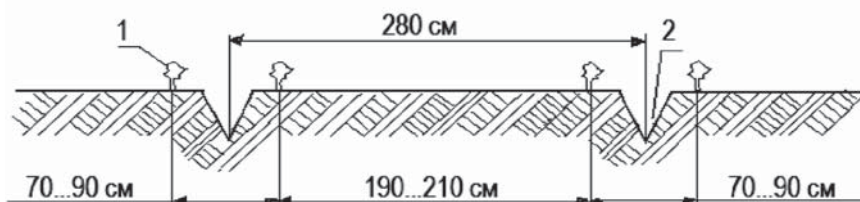


Рис. 1. Схема размещения бахчевых культур в поле:

1 – рядки растений; 2 – поливные борозды

зировать все возможные варианты обработки почвы и рекомендовать наиболее рациональный способ подготовки поля под посев в соответствии с конкретными условиями региона [9, 10].

Анализ существующих технологий возделывания сельскохозяйственных культур выявил наличие общих недостатков: большое количество операций; высокие затраты энергии, времени, труда; чрезмерные потери влаги, обусловленные способом обработки; многократные проходы сельскохозяйственных агрегатов, приводящие к переуплотнению почвы.

Устранить большинство из выявленных недостатков позволит применение полосового способа обработки почвы под посев бахчевых культур, реализация которого осуществляется за один проход комбинированного агрегата.

Для обработки почвы при возделывании раносозревающих сортов бахчевых культур предлагается комбинированное почвообрабатывающее орудие, выполняющее за один проход ряд технологических операций (рис. 2).

Процесс обработки почвы осуществляется следующим образом. Под воздействием долота 2 (см. рис. 2) и наклонных стоек 5 право- и левосторонних рыхлителей 3 и 4 происходит интенсивное крошение почвы в зоне посева бахчевых культур на определённую глубину. При этом плоскорежущая лапа 6 производит рыхление почвы между стойками соседних пар рабочих органов 3 и 4. Установленный за плоскорежущей лапой 6 бороздообразователь 7 формирует поливную борозду, после чего ротационный рыхлитель 8 подготавливает почву к посеву. Конструкция представленного почвообрабатывающего орудия защищена патентом Российской Федерации на полезную модель № 190971 [11].

Дальнейшее совершенствование технологии подготовки почвы под посев бахчевых культур может осуществляться по пути энергосбережения. Для этого при основной обработке почвы необходимо применять фронтальный плуг, предназначенный



Рис. 2. Комбинированное почвообрабатывающее орудие для бахчевых культур:

- 1 – рама; 2 – долота;
- 3 и 4 – право- и левосторонние рыхлящие наклонные рабочие органы;
- 5 – наклонные стойки; 6 – плоскорежущая лапа;
- 7 – бороздообразователь; 8 – ротационные рыхлители

для выполнения гладкой вспашки и обеспечивающий оборот пласта почвы непосредственно в собственной борозде. Причем фронтальный плуг должен иметь два корпуса, расположенных по оси симметрии орудия так, чтобы их полевые обрезы находились друг напротив друга, т.е. по листерной схеме. Тогда оборот левого по направлению движения агрегата пласта происходит в противоположную относительно правого пласта сторону. Следовательно, при работе фронтального плуга почва от рабочих органов по результатам двух смежных проходов отбрасывается в разные стороны от оси симметрии орудия. При этом присутствует незначительное смещение пластов в сторону от полевых обрезов относительно их центра тяжести. Полный оборот пластов происходит за счет двухстороннего воздействия на них с одной стороны корпуса плуга, с другой – заплужника. Установка укороченных заплужников приводит к тому, что они выполняют свою функцию не полностью, т.е. имеет место неполный оборот пласта. Следовательно, почва отбрасывается так, что на стыке происходит образование поливной борозды. При этом с обеих сторон от рабочих корпусов могут быть смонтированы культиваторные лапы, которые служат для рыхления почвы вне зоны

основной обработки на небольшую глубину.

Для повышения эффективности обработки почвы необходимо после основных рабочих органов фронтального плуга, а именно плужных корпусов и заплужников, монтировать рыхлительно-выравнивающие устройства. При этом можно использовать ножевые или игольчатые диски, следом за которыми необходимо установить планчатый каток. Реализация предложенного способа позволит не только провести обработку почвы под бахчевые культуры, но и образовать поливные борозды без дополнительной технологической операции.

На описанную технологию обработки почвы получен патент РФ № 2704988 «Способ обработки почвы под посев бахчевых культур» [12]. Данный способ подготовки почвы можно реализовать комбинированным агрегатом, имеющим компоновочную схему, представленную на рис. 3. Конструкция такого почвообрабатывающего орудия защищена патентом на полезную модель РФ № 188560 [13].

Результаты исследований и обсуждение

Авторами разработан и изготовлен опытный образец комбинирован-

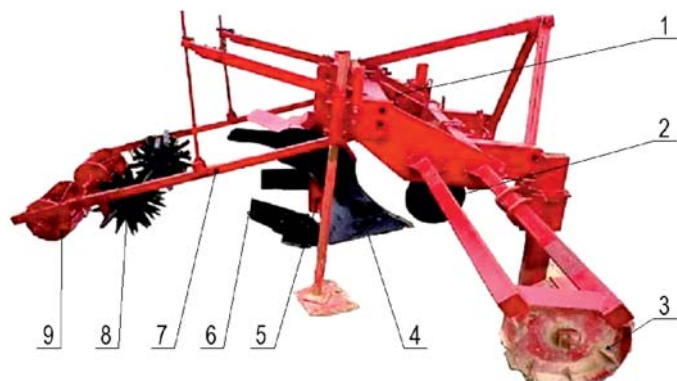


Рис. 3. Комбинированное орудие для подготовки почвы под посев бахчевых культур:

1 – рама; 2 – дисковый нож; 3 – опорное колесо;
4 – право- и левооборачивающие плужные корпуса;
5 – стойка; 6 – заплужники; 7 – тяга; 8 – ножевой диск;
9 – планчатый каток



Рис. 4. Опытный образец комбинированного орудия для подготовки почвы под посев бахчевых культур

ного почвообрабатывающего орудия, предназначенного для возделывания бахчевых культур с полосовой обработкой почвы и образованием поливной борозды (рис. 4). Одновременно с обработкой почвы могут вноситься удобрения. Для этого на раму комбинированного орудия навешиваются бункеры с туковысевающими аппаратами и тукопроводами.

Проведено обоснование конструктивных параметров рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего орудия. Плужные корпуса взяты от фронтального плуга с шириной захвата каждого из них 50 см. Для определения парамет-

ров рыхлительно-выравнивающего устройства проведены многофакторные эксперименты. На основании предварительных однофакторных экспериментальных исследований были выявлены наиболее значимые факторы, определяющие конструктивные параметры дисковых разнонаправленных сферических ножевых рабочих органов. К ним относятся: диаметр диска, количество ножей и расстояние между ножевыми дисками в батареях. Также были определены пределы варьирования данных параметров. В качестве критерия оценки функционирования рабочего органа использовалось

качество обработки почвы, т.е. ее крошение.

К обработке почвы под посев бахчевых культур предъявляются следующие агротехнические требования. На поверхности поля не должно быть комков почвы размером более 10 см по наибольшему размеру или диаметру. Обработанный слой почвы должен быть разрыхленным и мелкокомковатым. Допускается наличие комков почвы размером менее 2,5 см – до 80%, 5-10 см – не более 10%. В связи с этим за критерий качества обработки почвы (функцию отклика) принимаем процент комков почвы размером до 2,5 см. Тогда

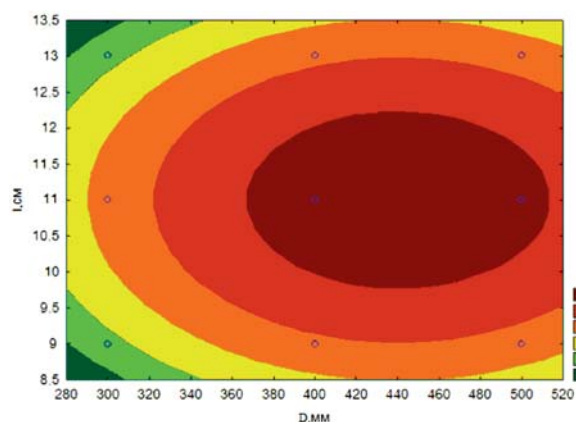


Рис. 5. Карта линий уровня отклика (качества обработки почвы) в зависимости от диаметра $D_{нд}$ дисковых разнонаправленных сферических ножевых рабочих органов и расстояния $I_{нд}$ между ними в батареях при использовании 12 ножевых элементов

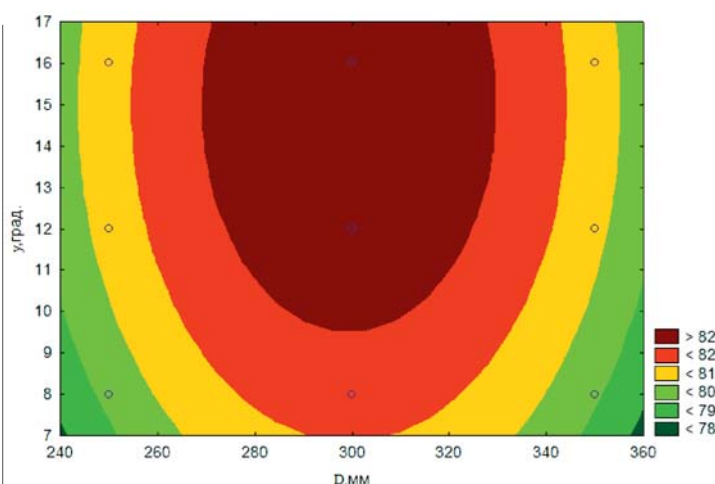


Рис. 6. Карта линий уровня отклика (качества обработки почвы) в зависимости от диаметра $D_{кт}$ катка и угла атаки $\gamma_{кт}$ планок (число планок – 8)

при выполнении предпосевной обработки почвы количество комков размером менее 2,5 см должно составлять не менее 80%.

На основании экспериментальных исследований получена карта линий уровня отклика (качества обработки почвы) в зависимости от параметров дисковых разнонаправленных сферических ножевых рабочих органов (рис. 5).

Рациональные конструктивные параметры рыхлительных дисковых разнонаправленных сферических ножевых рабочих органов составляют: диаметр – 400 мм, количество ножей на диске – 12 шт., расстояние между дисками в батареях – 11 см.

На основании экспериментальных исследований получена карта линий уровня отклика (качества обработки почвы) в зависимости от параметров планчатого катка, входящего в состав рыхлительно-выравнивающего устройства (рис. 6).

Рациональные конструктивные параметры планчатых катков, входящих в состав рыхлительно-выравнивающего устройства, составляют: диаметр – 300 мм, число планок – 8, установка их угла атаки – 12°.

Описанный способ обработки почвы под посев бахчевых культур и разработанный комбинированный почвообрабатывающий агрегат можно эффективно использовать в повторных посевах культур, что широко применяется в районах интенсивного бахчеводства с длинным вегетационным периодом и тёплым климатом.

Выводы

1. Предложенные способ обработки почвы под посев бахчевых культур и техническое решение, его реализующее, обладают значительными преимуществами, так как позволяют сократить сроки проведения работ по подготовке почвы к посеву бахчевых культур, сохранить влагу, а также снизить затраты труда и расход топлива. При этом снижение интенсивности движения сельскохозяйственных агрегатов способствует уменьшению плотности почвы.

2. В качестве рабочих органов комбинированного почвообраба-

тывающего орудия целесообразно использовать плужные корпуса фронтального плуга с шириной захвата каждого из них 50 см, рыхлительные дисковые разнонаправленные сферические ножевые рабочие органы Ø400 мм с количеством ножей на диске, равным 12 шт., и расстоянием между дисками в батареях 11 см, планчатые катки Ø300 мм с количеством планок 8 шт. и установкой их с углом атаки 12°.

Список

использованных источников

1. Инновационная технология семеноводства оригинальных сортов бахчевых культур / С.Д. Соколов [и др.] // Овощи России. 2019. № 1. С. 20-24.
2. **Mirzaev B., Mamatov F., Aldoshin N., Amonov M.** Anti-erosion two-stage tillage by ripper // Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering. Prague: Czech University of Life Sciences. Faculty of Engineering, 2019. Pp. 391-395.
3. **Sultana R.S.** Melon crops Improvement through biotechnological techniques for the changing climatic conditions of the 21st century // International Journal of Genetics and Genomics. Vol. 2. No. 3, 2014. Pp. 30-41.
4. **Бакиров Ф.Г., Поляков Д.Г.** Способы повышения эффективности ресурсов влаги в растениеводстве Оренбуржья // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. № 3. С. 11.
5. **Белик В.Ф.** Бахчевые культуры / М.: Колос, 1975. 271 с.
6. **Савченко И.В., Бочарникова Н.И.** Овощные и бахчевые культуры: результаты исследований НИУ Россельхозакадемии в 2012 году // Овощи России. 2012. № 4. С. 14-19.
7. **Алдошин Н.В., Исмаилов И.И.** Разработка технологии подготовки почвы к посеву бахчевых культур // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина. 2018. № 6. С. 17-23.
8. **Шапров М.Н.** Исследование процессов механизированной укладки и раскладки плетей растений при обработке посевов бахчевых культур в условиях суходольного бахчеводства: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Волгоград, 1982. 189 с.
9. **Абезин В.Г.** Технология и средства механизации посева бахчевых культур.

Волгоград: Поволжский НИИ эколого-мелиоративных технологий, 2001. 103 с.

10. **Абезин В.Г., Малюков В.И.** Механизация посева бахчевых культур // Тр. Быковской бахчевой селекционной опытной станции. Волгоград, 1969. Вып. 5. С. 135-137.

11. Почвообрабатывающее орудие для бахчевых культур: пат. 190971 Рос. Федерация: МПК А01В 49/02 / Алдошин Н.В., Маматов Ф.М., Манохина А.А., Файзуллаев Х.А., Исмаилов И.И., Равшанов Х.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. № 2019111688; заявл. 18.04.2019; опубл. 17.07.2019, Бюл. № 20. 5 с.

12. Способ обработки почвы под посев бахчевых культур: пат. 2704988 Рос. Федерация: МПК А01В 79/02, А01В 49/02 / Алдошин Н.В., Маматов Ф.М., Манохина А.А., Чуянов Д.Ш., Исмаилов И.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. № 2018143433; заявл. 07.12.2018; опубл. 01.11.2019, Бюл. № 31. 6 с.

13. Устройство для обработки почвы под посев бахчевых культур: пат. 188560 Рос. Федерация: МПК А01В 49/02 / Алдошин Н.В., Манохина А.А., Маматов Ф.М., Чуянов Д.Ш., Исмаилов И.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. № 2018143431; заявл. 07.12.2018; опубл. 16.04.2019, Бюл. № 11. 5 с.

Mechanization Means for Tillage in Melon Growing

N.V. Aldoshin

(Russian State Agrarian University Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

F.M. Mamatov

(Karshi Engineering and Economic Institute)

I.I. Ismailov

(Russian State Agrarian University Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Summary. A comparative analysis of existing technologies for the cultivation of melons and gourds, which made it possible to identify their advantages and disadvantages, has been carried out. As a tool for the primary cultivation, a frontal plow is proposed, which is designed for smooth plowing and ensuring the rotation of the soil layer directly in its own furrow.

Keywords: cucurbits, tillage, primary cultivation, pre-sowing cultivation, combined tillage unit.



УДК 631.333.5

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-2-16-20

Теоретическое обоснование параметров рабочих органов разбрасывателя центробежного типа

М.Ю. Костенко,

д-р техн. наук, проф.,
km340010@rambler.ru

М.А. Гайбарян,

канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,

В.С. Тетерин,

канд. техн. наук,
ст. науч. сотр., зав. отделом,
Labio-giant@mail.ru

Н.С. Панферов,

канд. техн. наук, зам. директора,
nikolaj-panfyorov@yandex.ru

С.В. Митрофанов,

канд. с.-х. наук, зам. директора,
f-mitrofanoff2015@yandex.ru

Н.Н. Гапеева,

канд. биол. наук,
вед. науч. сотр.,
gapeevann@mail.ru

(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрены процессы движения гранул твердых минеральных удобрений по поверхности лопатки разбрасывающего диска и определены основные параметры в момент схода их с лопаток. Установлено, что основными факторами, определяющими скорость частицы удобрений при ее движении по горизонтальному диску вдоль прямолинейной лопатки, являются длина лопатки и угловая скорость разбрасывающего диска.

Ключевые слова: твердые минеральные удобрения, внесение удобрений, разбрасыватель, рабочие органы, исследование.

Постановка проблемы

Наукой и практикой накоплен значительный опыт по решению проблем роста урожайности сельскохозяйственных культур, сохранения и повышения плодородия почв. Однако, как правило, этот опыт используется не комплексно, а апробируется и внедряется в отдельных сельскохозяйственных предприятиях [1-3]. В России это во многом объясняется пестротой почвенно-климатических и территориально-организационных условий [4-5].

Внесение минеральных удобрений на сегодняшний день остается одним из основных приемов повышения продуктивности в отрасли растениеводства. Результат от применения минеральных удобрений зависит не только от

грамотного подхода специалистов агрономических служб хозяйств, которые должны рассчитать необходимую дозу внесения удобрений на том или ином участке поля с учетом максимально возможного количества факторов, но и от сельскохозяйственных машин, производящих операции по внесению удобрений, и технологии, применяемой при внесении [6].

С развитием информационных технологий и их внедрением в область агрохимического обеспечения растениеводства все большее распространение получают технологии и машины для дифференцированного внесения минеральных удобрений, которые, в свою очередь, являются технологиями точного земледелия, получившими в последние годы широкое распространение в нашей стране и плотно укрепившимися в западных странах-лидерах по производству сельскохозяйственной продукции [7].

В настоящее время наиболее широко и повсеместно для основного внесения удобрений и подкормок твердыми минеральными удобрениями (ТМУ) применяются прицепные и навесные двухдисковые разбрасыватели ТМУ центробежного типа ввиду своей простоты, приемлемой стоимости, легкости, универсальности и эффективности [8].

Анализ российского рынка разбрасывателей твердых минеральных удобрений показывает, что представленного ассортимента техники отечественного производства недостаточно для удовлетворения потребности отечественных аграриев как в количественном, так и в качественном плане, а сама техника отстает в оснащении и интеллектуализации от своих европейских конкурентов [9].

В связи с изложенным разработка машин по внесению твердых минеральных удобрений, отвечающих современным мировым тенденциям и показателям качества, является актуальной задачей. При этом особое внимание при проектировании разбрасывателей центробежного типа необходимо уделять конструкции основных рабочих органов, так как от их работы будут зависеть точность и равномерность распределения минеральных удобрений по поверхности поля.

Цель исследований – повышение эффективности внесения твердых минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур путем разработки интеллектуальных технологий и технических средств, обеспечивающих энергоресурсосбережение и экологическую безопасность.

Материалы и методы исследования

Равномерность распределения гранул минеральных удобрений по поверхности поля будет зависеть от различных факторов. Наиболее значимыми из них являются: режимы работы разбрасывателя, форма и конструкция разбрасывающих дисков, высота разбрасывающего диска над поверхностью земли и погодно-климатические условия.

Для определения оптимальной конструкции разбрасывающего диска и режимов работы разбрасывателя были рассмотрены процессы движения гранул ТМУ по поверхности лопатки разбрасывающего диска и определены основные параметры в момент схода их с лопаток с использованием методов математического анализа и моделирования.

Результаты исследований и обсуждение

При движении частицы удобрения по горизонтальному диску вдоль вертикально установленной прямолинейной лопатки под углом φ к радиусу на неё будут действовать следующие силы (рис. 1):

сила веса – $G = m \cdot g$, Н;

центробежная сила – $\gamma = m \cdot R \cdot \omega^2$, Н;

силы трения – $F_T = f \cdot m \cdot g$, Н;

сила Кориолиса – $K = 2 \cdot m \cdot \omega \cdot V_R$, Н;

сила трения по лопатке – $F_L = 2 \cdot m \cdot \omega \cdot V_R \cdot f$, Н,

где m – масса частицы удобрения, кг;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

R – радиус диска, м;

ω – угловая скорость вращения диска, рад/с;

f – коэффициент трения удобрения по металлу;

V_R – относительная скорость движения частицы по лопатке, м/с.

Для составления дифференциального уравнения, позволяющего определить значения пути и скорости частицы удобрения в каждой точке пройденного пути, начиная с момента поступления её на диск и заканчивая выходом с лопатки, недостаточно знать только величины приведенных выше сил, необходимо знать точное направление каждой из них.

Рассмотрим и уточним направление каждой из этих сил.

Сила веса G имеет строго вертикальное направление, т.е. перпендикулярное горизонтальной плоскости.

Центробежная сила γ имеет строго радиальное направление, т.е. от центра окружности до пересечения с касательной к окружности диска под углом 90°.

Направление силы Кориолиса K перпендикулярно направлению относительной скорости V_R и ориентировано в сторону, обратную направлению вращения диска.

Появление силы трения частицы по поверхности лопатки F_L обусловлено тем, что частица при своем движении оказывает определенное давление на поверхность лопатки из-за наличия силы Кориолиса.

Как известно, лопатка может быть установлена на диске как строго в радиальном направлении, так и под некоторым углом к нему. В последнем случае для обеспечения достаточно высокой точности расчетов центробежную силу можно разложить на две составляющие: параллельно на-

правлению лопатки и перпендикулярно ей. Так как в нашем случае лопатка расположена под углом φ к радиальному направлению, то составляющие будут соответственно $m \cdot R \cdot \omega^2 \cdot \cos \varphi$ и $m \cdot R \cdot \omega^2 \cdot \sin \varphi$. Последняя создает дополнительную силу трения в плоскости касания частицы с поверхностью лопатки – $f \cdot m \cdot R \cdot \omega^2 \cdot \sin \varphi$. Обе силы трения ($f \cdot m \cdot R \cdot \omega^2 \cdot \sin \varphi$ и $2 \cdot m \cdot \omega \cdot V_R \cdot f$) будут направлены обратно направлению относительной скорости движения частицы удобрения по поверхности лопатки.

Рассмотрим характер движения частицы с момента попадания её на диск и дальше по поверхности лопатки до выхода с неё. Предположим, частица с какой-то начальной скоростью поступает на горизонтальный вращающийся диск, далее, двигаясь по диску, попадает на лопатки, перемещается по их поверхности и сходит с них с определенными скоростью и направлением. Время перемещения частицы по диску до поступления на поверхность лопатки зависит от угловой скорости вращения диска. При весьма малых скоростях вращения не будет никакого перемещения частицы по диску ввиду недостаточной величины центробежной силы, движущей частицу для преодоления силы трения, возникающей между поверхностью диска и частицей удобрения. Частица начнет двигаться по поверхности диска только в случае, если центробежная движущая сила будет больше силы трения между диском и частицей.

Дифференциальное уравнение движения частицы удобрения вдоль лопатки будет иметь следующий вид:

$$m \cdot \frac{dV_R}{dt} = m \cdot R \cdot \omega^2 \cdot \cos \varphi - f \cdot m \cdot q + \\ + f \cdot m \cdot R \cdot \omega^2 \cdot \sin \varphi - 2f \cdot m \cdot \omega \cdot V_R \quad (1)$$

Для упрощения математических преобразований можно условно допустить, что коэффициент трения частицы по поверхности диска и поверхности лопатки имеют одинаковые значения.

Из рис. 1 видно, что для данного случая имеет место условие:

$$R \cdot \sin \varphi = R_0 \cdot \sin \varphi_0 = \text{const} \quad (2)$$

где R_0 – расстояние от центра диска до начала лопатки, м;

φ_0 – начальное значение угла φ , рад.

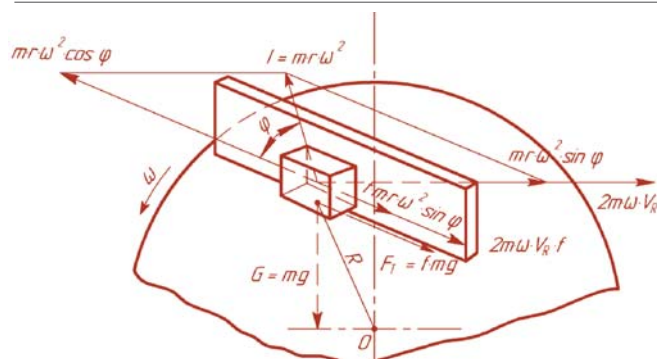


Рис. 1. Схема сил, действующих на частицу удобрения



Кроме того, очевидно, что:

$$R \cdot \cos \varphi = S_{\mathcal{L}} + R_0 \cdot \cos \varphi_0, \quad (3)$$

где $S_{\mathcal{L}}$ – путь, пройденный частицей по направлению лопатки, м.

Подставив выражения (2) и (3) в уравнение (1), получим:

$$\begin{aligned} \frac{dV_R}{dt} + f \cdot \omega \cdot V_R = \\ = R_0 \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi_0 - f \cdot \sin \varphi_0) + S_{\mathcal{L}} \cdot \omega^2 - f \cdot g. \end{aligned} \quad (4)$$

Далее необходимо обозначить постоянную часть уравнения:

$$A = R_0 \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi_0 - f \cdot \sin \varphi_0) + S_{\mathcal{L}} \cdot \omega^2 - f \cdot g. \quad (5)$$

Тогда выражение (4) можно представить в виде:

$$\frac{dV_R}{dt} + f \cdot \omega \cdot V_R = A. \quad (6)$$

После преобразования выражения (6) получим линейное неоднородное уравнение (ЛНДУ) 1-го порядка:

$$V_R' + f \cdot \omega \cdot V_R = A, \quad (7)$$

которое необходимо решить методом Бернулли, обозначив переменную:

$$V_R = u \cdot v. \quad (8)$$

Тогда производная запишется в виде:

$$V_R' = u' \cdot v + u \cdot v'. \quad (9)$$

Уравнение (7) с учетом выражений (8) и (9) будет иметь вид:

$$u' \cdot v + u \cdot v' + f \cdot \omega \cdot u \cdot v = A. \quad (10)$$

После группирования переменных:

$$u' \cdot v + u \cdot (v' + f \cdot \omega \cdot v) = A. \quad (11)$$

Согласно методу Бернулли уравнение в виде системы будет иметь вид:

$$\begin{cases} v' + f \cdot \omega \cdot v = 0 \\ u' \cdot v = A \end{cases}. \quad (12)$$

Решается первое из системы уравнений (12), выразив величину v' :

$$v' = -f \cdot \omega \cdot v, \quad (13)$$

которую представим в виде:

$$\frac{dv}{dt} = -f \cdot \omega \cdot v. \quad (14)$$

Переменные разделяются и интегрируются:

$$\int \frac{dv}{v} = -f \cdot \omega \cdot \int dt. \quad (15)$$

Окончательно решение первого из уравнений системы (12) имеет вид:

$$v = e^{-f \cdot \omega t}. \quad (16)$$

Второе уравнение системы (12) с учетом выражения (16) выглядит следующим образом:

$$u' \cdot e^{-f \cdot \omega t} = A. \quad (17)$$

После преобразования получим:

$$u' = A \cdot e^{f \cdot \omega t}. \quad (18)$$

Представив уравнение (18) в виде:

$$\frac{du}{dt} = A \cdot e^{f \cdot \omega t}, \quad (19)$$

разделив переменные

$$du = A \cdot e^{f \cdot \omega t} \cdot dt \quad (20)$$

и проинтегрировав уравнение, окончательно получим:

$$u = \frac{A}{f \cdot \omega} \cdot e^{f \cdot \omega t} + C_1. \quad (21)$$

Тогда общее решение дифференциального уравнения примет вид:

$$V_R = u \cdot v = \left(\frac{A}{f \cdot \omega} \cdot e^{f \cdot \omega t} + C_1 \right) \cdot e^{-f \cdot \omega t}. \quad (22)$$

Постоянная интегрирования, исходя из начальных условий, будет иметь вид:

$$t = 0, V_R = V_0,$$

где V_0 – скорость частицы на выходе из разгонной камеры, м/с.

Тогда постоянная интегрирования равна:

$$C_1 = V_0 - \frac{A}{f \cdot \omega}. \quad (23)$$

Подставив постоянную интегрирования в выражение (22), получим:

$$V_R = \left(\frac{A}{f \cdot \omega} \cdot e^{f \cdot \omega t} + V_0 - \frac{A}{f \cdot \omega} \right) \cdot e^{-f \cdot \omega t}. \quad (24)$$

После преобразования выражение (24) примет вид:

$$V_R = \frac{A}{f \cdot \omega} + \left(V_0 - \frac{A}{f \cdot \omega} \right) \cdot e^{-f \cdot \omega t}. \quad (25)$$

Подставив в выражение (25) все обозначения, окончательно получим:

$$\begin{aligned} V_R = & \frac{R_0 \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi_0 - \sin \varphi_0) + S_{\mathcal{L}} \cdot \omega^2 - f \cdot g}{f \cdot \omega} + \\ & + \left(V_0 - \frac{R_0 \cdot \omega^2 (\cos \varphi_0 - f \sin \varphi_0) + S_{\mathcal{L}} \cdot \omega^2 - f \cdot g}{f \cdot \omega} \right) \times \\ & \times e^{-f \cdot \omega t}. \end{aligned}$$

Используя полученное выражение, исследуем скорость частицы удобрений в программе Mathcad. В результате моделирования изменения скорости при различных условиях движения частицы удобрений установлено, что наиболее значимыми факторами, определяющими скорость частицы, являются длина лопатки разбрасывающего диска и его угловая скорость (рис. 2 и 3).

Наибольшее влияние эти факторы оказывают на начальном этапе разгона частицы удобрений – до 0,05 с.

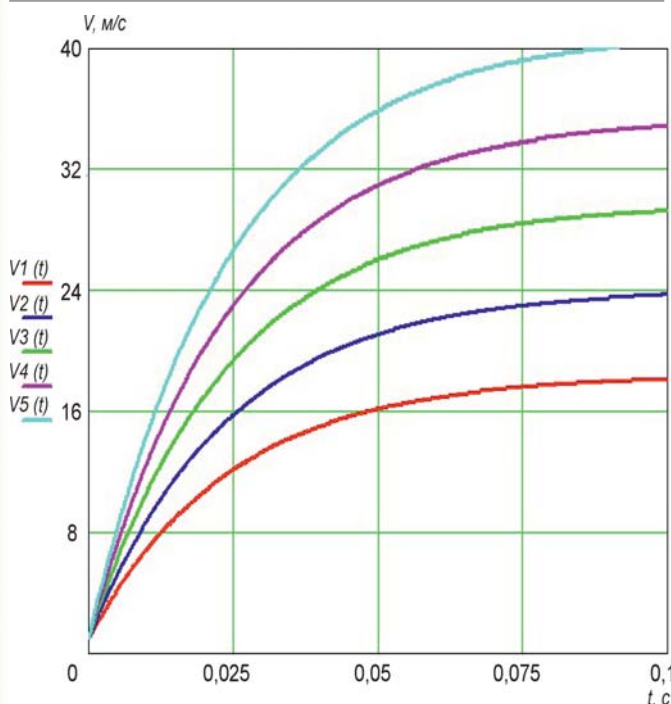


Рис. 2. Скорость частицы в зависимости от длины лопатки (0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 м)

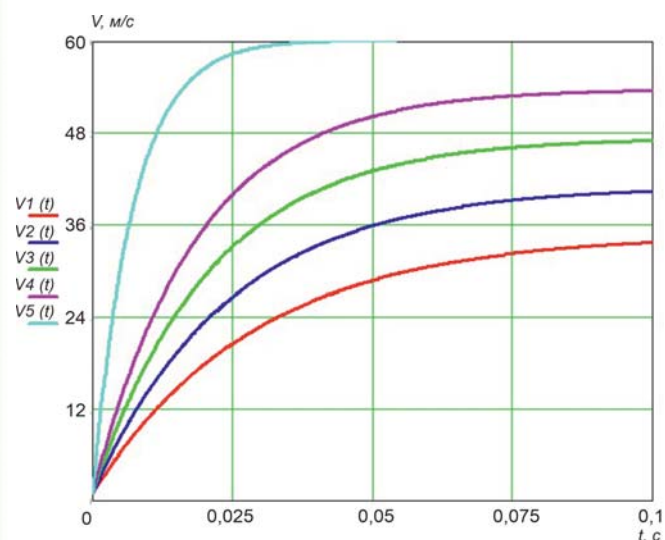


Рис. 3. Скорость частицы в зависимости от частоты вращения диска (550, 650, 750, 850, 950 мин⁻¹) при длине лопатки 0,3 м

Так, при угловой скорости $\omega = 68$ рад/с, частоте вращения 650 мин^{-1} и времени разгона $t = 0,05$ с изменение длины лопатки от 0,10 до 0,30 м приводит к увеличению скорости частицы удобрения с 16 до 36 м/с. Варьирование длиной лопатки способно существенно влиять на дальность полета частиц удобрений, а также обеспечивать равномерность распределения частиц удобрений по площади рассева. Увеличение угловой скорости разбрасывающего диска с 57,7 до 99,5 рад/с при максимальной длине лопатки 0,3 м приводит к увеличению скорости частицы с 24 до 60 м/с. Однако увеличение угловой скорости (частоты вращения) разбрасывающего диска может привести к увеличению энергоемкости машины. Кроме того, чрезмерное увеличение скорости частицы удобрений способствует увеличению сопротивления воздушной среды пропорционально квадрату скорости, что может приводить к изменению траектории полета частиц, особенно в ветреную погоду, что будет влиять на равномерность распределения удобрений.

Выводы

1. При внесении твердых минеральных удобрений разбрасывателями центробежного типа основным показателем качества выполнения данной операции является равномерность распределения гранул по поверхности поля. Данный показатель зависит от различных факторов, таких как конструкция разбрасывающего диска, режимы работы разбрасывателя и др. При этом дальность полета гранул и факел распределения удобрений во многом будут определять их скорость в момент схода с лопатки диска.

2. В ходе теоретических исследований было установлено, что при движении гранул удобрений по горизонтальному диску вдоль прямолинейной лопатки, установленной под углом φ к радиусу диска, факторами, определяющими скорость частицы удобрений, являются длина лопатки и угловая скорость разбрасывающего диска. Изменение длины лопатки с 0,10 до 0,30 м приводит к увеличению скорости частиц удобрений с 16 до 36 м/с при угловой скорости $\omega = 68$ рад/с, частоте вращения 650 мин^{-1} и времени разгона $t = 0,05$ с. Увеличение угловой скорости разбрасывающего диска с 57,7 до 99,5 рад/с приводит к увеличению скорости частицы с 24 до 60 м/с. Стоит обратить внимание на то, что чрезмерное увеличение угловой скорости разбрасывающего диска будет способствовать повышению энергоемкости машины, а также может приводить к разрушению гранул минеральных удобрений и снижению равномерности их распределения.

Список

использованных источников

1. Yadan D., Bingjing C., Qian Z., Zhen W., Wenquan N. Effects of manure fertilizer on crop yield and soil properties in China: A meta-analysis // CATENA. 2020, October. Vol. 193. Article number: 104617.
2. Xinyu Z., Wenyi D., Xiaoqin D., Sean S., Xiaomin S. Responses of absolute and specific soil enzyme activities to long term

additions of organic and mineral fertilizer // Science of The Total Environment. 2015, December. Vol. 536. P. 59-67.

3. **Li ZX., Chi FQ., Zhang JM., Kuang EJ., Su QR.** Effects of Long-Term Localized Fertilization on Nutrient Balance and Dynamic Change of Humic Acid Molecular Structure in Black Soil // Spectroscopy and spectral analysis. 2018. Vol. 38, № 12. P. 3875-3882.

4. **Geisseler D., Scow, K.M.** Long-Term Effects of Mineral Fertilizers on Soil Microorganisms – A Review // Soil Biology and Biochemistry. 2014. Vol. 75. P. 54-63.

5. **Romanenkov V., Belichenko M., Petrova A., Raskatova T., Krasilnikov P.** Soil organic carbon dynamics in long-term experiments with mineral and organic fertilizers in Russia // Geoderma Regional. 2019, June. Vol. 17, Article e00221.

6. **Aruna Olasekan Adekiya, Wutem Sunny Ejue, Adeniyilayanju, Oluwagbenga Dunsin et al.** Different organic manure sources and NPK fertilizer on soil chemical properties, growth, yield and quality of okra // Scientific Reports. 2020. Vol. 10, Article number: 16083 (2020).

7. **Личман Г.И., Белых С.А., Марченко А.Н.** Способы внесения удобрений в системе точного земледелия // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 4. С. 4-9.

8. **Тетерина О.А., Костенко Н.А.** Совершенствование машин для внесения минеральных удобрений // Юность и Знания - Гарантия Успеха – 2017. Сб. науч. тр. 4-й Междунар. молодеж.

науч. конф. В 2-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. 2017. С. 202-205.

9. **Панферов Н.С., Тетерин В.С., Пехнов С.А., Сухо-руков Д.Г.** Разработка лабораторного стенда для исследования рабочих органов распределителей удобрений центробежно-го типа // Техника и оборудование для села. 2020. № 7 (277). С. 26-29.

Theoretical Substantiation of the Parameters of the Centrifugal Spreader Working Bodies

M.Yu. Kostenko, M.A. Gaibaryan, V.S. Teterin, N.S. Panferov, S.V. Mitrofanov, N.N. Gapeeva

(Institute for Technical Support of Agriculture – a branch of VIM)

Summary. The processes of movement of granules of solid mineral fertilizers on the surface of the spreading disc blade are described, and the main parameters at the moment of their descent from the blades are determined. It was found that the main factors that determine the speed of a fertilizer particle when it moves along a horizontal disc along a rectilinear blade are the blade length and the angular velocity of the spreading disc.

Keywords: solid mineral fertilizers, fertilization, spreader, working bodies, research.

КОНГРЕСС И ВЫСТАВКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПРИМЕНЕНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ И КОТЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ (биоэтанол, биоэтанол, бионефть, пеллеты, брикеты и другие биотоплива)

Би масса
ТОПЛИВО И ЭНЕРГИЯ
Конгресс & экспо

13-14 апреля 2021

Отель Холидей Инн Лесная, Москва

+7 (495) 585-5167

congress@biotoplivo.ru

www.biotoplivo.com

Темы конгресса:

- Состояние отрасли: развитие технологий и рынка первого и второго поколения биотоплив
- Биозаводы (biorefinery): компоновка, производимые продукты, экономика, капитальные вложения
- Гранты и другие финансовые возможности для разработки технологий биотоплива
- Конверсия заводов пищевого спирта на производство биотоплива
- Целлюлозный биоэтанол: технологии производства и возможность коммерциализации
- Топливный биоэтанол, бутанол и другие транспортные биотоплива
- Пиролиз и газификация: бионефть и сингаз
- Биодизель и биокеросин. Биотоплива для авиации
- Твердые биотоплива: пеллеты и брикеты
- Другие вопросы биотопливной отрасли

**Российская
Биотопливная
Ассоциация™**



УДК 631.55

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-2-21-26

Результаты производственного применения зерноуборочного комбайна с выгрузкой зерна на краю поля

В.И. Скорляков,*канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
skorlv@yandex.ru***А.Н. Назаров,***науч. сотр.,
naz.and.nik.1969@yandex.ru***Д.А. Петухов,***канд. техн. наук, зам. директора
по науч. работе,
dmitripet@mail.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
(КубНИИТиМ)*

Аннотация. Определены источники эффективности и результаты сравнительной оценки эксплуатационных показателей работы комбайна и транспортного средства при выгрузке зерна на краю поля.

Ключевые слова: уборочно-транспортный процесс, зерноуборочный комбайн, транспортировка зерна, выбор рабочего режима, рабочая ширина жатки, рабочая скорость движения.

Постановка проблемы

В последние десятилетия в результате роста урожайности сельскохозяйственных культур и конкуренции фирм в борьбе за производительность значительно увеличились размерные характеристики зерноуборочных комбайнов. Так, в настоящее время вместимость бункеров отдельных моделей комбайнов фирмы CLAAS достигает 13,5 м³, фирмы New Holland – 14,5 м³ при их массе соответственно 18,9 и 20 т [1]. Рост вместимости бункеров сопровождается интенсификацией транспортных процессов при уборке зерна с применением большегрузных транспортных средств. В традиционном уборочно-транспортном процессе это вызывает соответствующее увеличение грузоподъемности автомобилей.

Установлено, что развитие конструкций и параметров уборочных и

транспортных машин породило ряд проблем:

- рост давления ходовых органов машин и переуплотнение почвы в процессе уборки на глубину, значительно большую, чем глубина последующей вспашки, что ограничивает плодородие почвы. При этом шины высокого давления большегрузных автомобилей (типа МАЗ, КамАЗ) значительно опережают зерноуборочные комбайны по величине давления и уплотнению почвы [2];

- рост затрат на последующие обработки переуплотненной почвы. Если сопротивление вспашке по следу тяжелых колесных тракторов типа Т-150К и К-701, перемещающихся с номинальной тяговой нагрузкой, и автомобиля типа ЗИЛ-130 превышает аналогичный показатель по следу гусеничных тракторов (типа Т-150 и др.) на 60-65 %, то сопротивление вспашке по следам многоколесных транспортных агрегатов и автомобилей повышенной грузоподъемности – на 72-90 % [3];

- увеличение пробега автомобилей по полям при вывозе зерна в связи с тенденцией роста урожайности в несвойственных для них условиях передвижения при повышенном износе трансмиссий и шин. Движение автомобиля по стерне с преодолением сопротивления деформируемой почвы характеризуется примерно в 3 раза большим сопротивлением колес перекачиванию, чем по укатанной полевой дороге [4], повышенной динамикой от неровностей поля [5], вынужденным ограничением скорости (в среднем около 20 км/ч) и увеличением расхода топлива в 2-2,5 раза [6]. В то же время с ростом урожайности полей в южной степной зоне при типичной длине гона выгрузка зерна из бункера комбайна

может быть необходима на каждом гоне, а общий пробег автомобилей по полю в 100 га может превышать пробег комбайнов и составлять более 30 км. При групповом использовании комбайнов и автомобилей возникает необходимость поперечных проездов последних к очередному комбайну с заполненным бункером, в том числе по поперечным прокосам. Поэтому фактически пробег автомобилей по полю в условиях Кубани, согласно источнику [7], в среднем составляет 3 км и снижается до 2 км при использовании разгрузочных магистралей-прокосов;

- увеличение времени простоев автомобилей в ожидании заполнения бункеров комбайнов из-за непредсказуемости мест их заполнения, нестабильности продолжительности рабочих циклов автомобилей и необходимости планирования по этой причине повышенного их числа для обеспечения бесперебойной работы комбайнов. Известно, что несмотря на оптимальное сочетание уборочных машин и автомобилей, простои последних достигают 30-36 %. При использовании на прямых перевозках зерна большегрузных автомобилей типа КамАЗ потери времени, связанные с ожиданием погрузки и переездами по полю, возрастают до 47 % [8]. В результате снижаются производительность и эффективность эксплуатации транспортных средств.

Известные совершенствования уборочно-транспортного процесса, направленные на применение компенсирующих емкостей, согласно результатам исследований разных авторов [9], позволяют устранить жесткую привязку рабочих циклов комбайнов и транспортных средств и благодаря этому сократить потребность автомобилей. Однако обоснованных





оценок их эффективности с применением стандартизованных методов, сравнительных полевых опытов и инструментальных оценок в публикациях крайне мало. Особенно это касается новых транспортно-технологических схем отвоза зерна с применением тракторно-транспортных агрегатов с большегрузными бункерами-перегрузчиками [10].

В наибольшей мере переоснащение уборочно-транспортных комплексов высокопроизводительными комбайнами и большегрузными автомобилями затрагивает южные степные регионы страны вследствие высоких урожаев и больших размеров полей. Поэтому совершенствование уборочных работ особенно актуально применять к данным зональным условиям.

Острота проблемы переуплотнения и деградации почвы под воздействием современных уборочных и особенно транспортных машин вызвала логичные рекомендации ученых о запрете передвижений большегрузных автомобилей по полям [11, 12]. Это активизировало поиск других транспортно-технологических схем транспортировки зерна от комбайнов.

При проведении исследований [10, 13, 14] установлено, что наиболее перспективным для совершенствования и радикальным предложением, способным в настоящее время решить проблему уплотнения почвы транспортными средствами при уборке зерновых колосовых культур, является выгрузка зерна из бункера комбайна на краю поля. Но для работы комбайна по этому варианту без снижения производительности (из-за роста потерь времени на выгрузку зерна) проблемным стало обеспечение заполнения бункера при подходе комбайна к краю поля. В процессе решения данной задачи в КубНИИТиМ был теоретически обоснован новый способ уборки зерновых колосовых культур с выгрузкой заполненного бункера на краю поля (патент № 2695452) [15]. При этом для подтверждения возможности работы уборочно-транспортного звена по новому способу потребовались экспериментальные исследования

с реализацией сравнительного полевого опыта.

Цель исследований – экспериментальное обоснование нового способа уборки зерновых колосовых культур с заполнением бункера и выгрузкой зерна на краю поля.

Материалы и методы исследования

Методы исследования основаны на стандартизованных методах испытаний зерноуборочных комбайнов и транспортных средств для отвоза зерна от комбайнов. Новый способ уборки предназначен для реализации в типичных условиях южных степных регионов с выровненными полями (преимущественно прямоугольной формы) и развитой сетью полевых дорог. Сущность предлагаемого способа уборки заключается в применении новой совокупности взаимосвязанных режимов работы зерноуборочных комбайнов (рабочая ширина жатки и рабочая скорость), определяемых в зависимости от условий поля (урожайность, длина гона), а также работой комбайна челночным способом (без холостых переездов в пределах загонок) во всех сочетаниях полевых условий с заполнением бункера при подходе комбайна к краю поля и при исключении проездов по полю транспортных средств.

Полевые исследования были проведены 25 июня 2019 г. в период уборки озимой пшеницы на полях валидационного полигона КубНИИТиМ. Опыты в базовом

и новом вариантах работ проведены на одном поле с одними и теми же комбайном и автомобилем. В базовом варианте работа комбайна осуществлялась традиционно применяемым загонным способом, в новом варианте – челночным способом (т.к. отсутствовала необходимость выгрузки зерна внутри поля). Для практической проверки предлагаемого варианта в сравнении с базовым способом уборки был использован зерноуборочный комбайн Десна-Полесье GS-12 с жаткой захватом 7 м, вместимостью бункера 9 м³ и автомобиль ЗИЛ-130 грузоподъемностью 6 т. Установленная из соображений обеспечения допустимых потерь зерна скорость движения комбайна в базовом варианте составляла 3 км/ч.

Для обеспечения визуализации комбайнером положения жатки относительно края хлебостоя при работе комбайна по новому способу ось мотовила жатки по окружности с двух сторон была окрашена полосами трех цветов с одинаковой очередностью в их повторениях, ярко контрастирующих с основными цветовыми тонами жатки и хлебостоя колосовых культур (рис. 1).

Контроль комбайнером «вылета» жатки за границу хлебостоя обеспечивается благодаря индивидуальному сочетанию рядом расположенных полос разного цвета, соответствующих заданному размеру «вылета» жатки. Ширина чередующихся цветных полос и незакрашенного фона составила 10 см, что вполне достаточно



Рис. 1. Вид левого блока цветных полос с рабочего места комбайнера

для удовлетворительного вождения комбайна с рассчитанными параметрами рабочего захвата жатки.

Определение длины гонов проводили по географическим координатам характерных точек с использованием навигатора Etrex (Garmin Ltd, США). Хронометраж элементов времени контрольной смены проводили с применением универсального хронометра ИП-287 [16]. Расход топлива комбайном определяли методом долива по счетчику заправочного устройства.

Рабочую ширину захвата жатки $B_{p.x.}$, м, при которой заполнение всего объема бункера комбайна должно происходить при его подходе к краю поля (к концу гона), определяли по формуле

$$B_{p.x.} = \frac{B_{p.o.} \cdot L_{nx}}{[n] \cdot L_z}, \quad (1)$$

где $B_{p.o.}$ – полная рабочая ширина захвата жатки, м;

$[n]$ – округленное до ближайшего целого числа частное от деления длины прохода по полю до заполнения бункера при полной ширине захвата жатки L_{nx} , м, на длину гона L_z , м, т.е.:

$$[n] = \frac{L_{nx}}{L_z}. \quad (2)$$

Увеличенную рабочую скорость V_2 , м/с, находили из условия равенства подач в молотилку по формуле, исходя из скорости V_1 , м/с, в базовом варианте:

$$V_2 = \frac{B_{p.o.} \cdot V_1}{B_{p.x.}}. \quad (3)$$

Для удобства расчетов в полевых условиях в соответствии с формулами была разработана и установлена на планшете программа «Захват жатки».

Расчет эксплуатационно-технологических показателей контрольных смен комбайна по вариантам опыта проводили с использованием компьютерной программы «Эксплуатационно-технологическая оценка» [17] (разработка КубНИИТиМ), реализующей положения ГОСТ 24055 [18].

Результаты исследований и обсуждение

Эксперимент по сравнительной оценке работы комбайна челночным способом с неполным захватом жатки в новой технологии уборки был проведен на поле, удаленном от тока на 2,6 км. Перед началом работ поле было обкошено и определена длина гона. Комбайн работал в режиме измельчения и разбрасывания соломы. В сравниваемых вариантах использовали комбайн Десна-Полесье GS-12 и автомобиль марки ЗИЛ-130 (соотношение вместимостей бункера комбайна и кузова автомобиля – 1:1). Подъезд автомобиля к убираемой загонке осуществлялся с одной стороны поля. В новом варианте автомобиль ожидал подхода комбайна на краю поля, в базовом варианте проезд к комбайну по полю осуществлялся параллельно направлению его проходов. Условия уборки были типичными для центральной зоны Краснодарского края (табл. 1).

Сравнительная оценка эксплуатационных показателей комбайна в базовом и новом способах уборки показала, что при работе по новому способу по результатам пробного прохода по длине гона (839 м) с полным захватом жатки с выгрузкой урожая и взвешиванием на току (4720 кг) урожайность зерна составила 81,3 ц/га.

Оценка соотношения урожайности, длины гона, конструктивной ширины захвата жатки и вместимости бункера применяемого комбайна показала, что длина прохода комбайна для заполнения бункера превышает длину гона. Поэтому для нового варианта (с неполным захватом жатки) было принято ближайшее целое число гонов (2 гона) с выгрузкой зерна на одном краю поля. При расчете по разработанной программе «Захват жатки», установленной на планшете, были определены необходимая ширина захвата жатки для заполнения бункера при подходе к краю поля – 4,6 м и скорость движения комбайна – 4,6 км/ч (вместо 3 км/ч – в базовом варианте). В новом варианте использовали челночный способ, обеспечивая одинаковый «вылет» левого

Таблица 1. Условия проведения сравнительного эксперимента с комбайном Полесье GS 12 при уборке озимой пшеницы сорта «Таня»

Показатели	Значение
<i>Общие характеристики</i>	
Способ уборки	Прямое комбайнирование
Тип почвы	Предкавказский слабовыщелоченный чернозем
Рельеф, микрорельеф	Ровный, выровненный
Влажность почвы в слое 0-10 см, %	18,45
Твердость почвы в слое 0-10 см, МПа	1,25
<i>Характеристика убираемой культуры</i>	
Высота, см: растения	87
стерни	9,7
Потери зерна от самоосыпания, г	0
Полеглость растений, %	5,4
Отношение масс зерна и соломы	1:1
Масса 1000 зерен, г	44,5
Влажность, %: зерна	13,2
соломы	31,5
Засоренность культуры сорняками, %	0

и правого краев жатки по симметрично нанесенным сочетаниям цветных полос (рис. 2).

В качестве базового варианта была принята используемая в хозяйстве загонная индивидуальная схема работы комбайна (рис. 3).

Средняя масса зерна в бункере по результатам взвешиваний составила: в базовом варианте – 6548 кг, новом варианте – 6333 кг при незначительной вариативности (1,1 и 1,2 % по результатам намолота по восьми бункерам). Разница между средними значениями массы выгружаемого из бункера зерна по базовому и новому вариантам работы комбайна составила 215 кг, что в основном объясняется особенностью работы в базовом варианте с заполнением бункера перед выгрузкой «с горкой».



Рис. 2. Комбайнирование с неполным захватом жатки



Рис. 3. Комбайнирование по базовому варианту с полным захватом жатки «в раскос»

Степень заполнения бункера в новом варианте работы может быть повышена путем корректировки расчетной зависимости. Однако на начальном этапе освоения данной технологии работ для этого необходимо набрать больше экспериментальных данных о вариабельности массы собранного зерна в рабочих проходах по длине гонов. В базовом варианте суммарная длина двустороннего (порожнего и с грузом) пробега автомобиля от ближайшей точки края хлебостоя к восьми местам выгрузки полного бункера комбайна в среднем на одну выгрузку составила 1,03 км. При этом среднее значение расстояний переездов комбайна в пределах загонки при 13 поворотах составило 19 м.

В результате полевого опыта установлено повышение производительности за 1 ч сменного времени в новом варианте работы с 1,5 до 1,6 га/ч, т.е. на 6,7 %. Однако при этом получено значительное повышение расхода топлива – с 12,8 до 16,7 кг/га, очевидно связанное с увеличением сопротивления на передвижение комбайна при увеличенной скорости (4,6 вместо 3 км/ч) и большего числа проходов для уборки одинаковой площади, что требует дополнительных оценок при последующих опытах.

Детальный анализ структурных элементов сменного времени (повороты, выгрузки) показывает, что большие значения этих показателей в новом варианте работы обусловлены большим на единицу числом выгрузок из-за несколько меньшего

заполнения бункера зерном и возросшим числом проходов и поворотов (табл. 2) из-за уменьшенной рабочей ширины захвата жатки (при увеличенной скорости). Однако продолжительность маневрирования автомобиля и остановки комбайна для выгрузки зерна в новом варианте почти вдвое меньше, так как автомобиль заведомо располагается у края загонки и не выезжает на поле.

В базовом варианте комбайнер заранее включал проблесковый маячок на крыше кабины комбайна, сигнализируя о готовности к выгрузке зерна, но большую часть времени подъезда автомобиля продолжал работать. Анализ времени поворотов в рассматриваемых вариантах опыта показывает, что при движении в загонке «в раскос» время поворота находится в прямой зависимости от длины поперечного проезда прямолинейного участка

Таблица 2. Детализация некоторых элементов сменного времени комбайна в базовом и новом способах работы

Элемент времени смены	Число/средняя продолжительность элемента, с, по вариантам опыта	
	базовый	новый
Повороты	21/26	32/22
Подготовка выгрузки	15/45	16/23
Выгрузка из бункера	15/139	16/137

(рис. 4) при наибольшем времени первого петлевого поворота.

Продолжительность поворота (от второго до седьмого) в базовом способе увеличивается с 22 до 30 с (в среднем 26 с), в новом способе – в среднем 22 с без закономерных изменений.

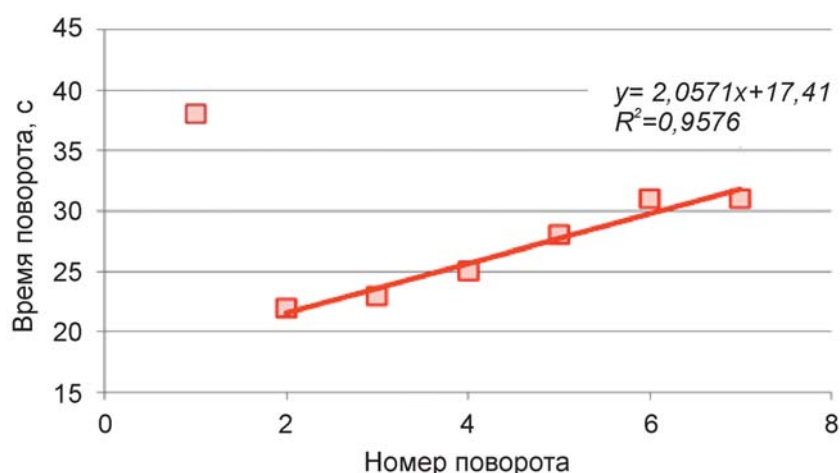


Рис. 4. Зависимость времени поворота комбайна от номера поворота при работе в загонке «в раскос»

Эксплуатационная эффективность автомобиля и уборочно-транспортного звена при новом способе уборки. Известно, что выбор количественного состава транспортного звена проводят исходя из производительности основного звена, т.е. зерноуборочного комбайна [19, 20]. При этом с увеличением расстояния от тока до поля потребное количество транспортных средств также возрастает.

В полевом опыте в базовом и новом способах хронометражные наблюдения были выполнены как за комбайном, так и за автомобилем. Расстояние от края поля до тока составляло 2,6 км, что позволило обслуживать комбайн одним автомобилем. При этом средняя скорость движения автомобиля по полевым дорогам с грузом составила 57,4 км/ч, без груза – 64,7 км/ч, при движении по стерне (в базовом варианте) – 7,5 км/ч, или 4,86 м/с. Исходя из этого время цикла автомобиля в базовом способе равно 12,1 мин, в новом – 10,9 мин, т.е. на 1,2 мин меньше (табл. 3).

Продолжительность времени после приема зерна из бункера на его отвоз и возврат в исходную точку для очередного приема зерна по усредненным данным в базовом способе составляет 9,04 мин, в новом – 8,25 мин. Но если в новом способе эта продолжительность стабильна, то в базовом способе на нее в каждом случае существенно влияет местоположение комбайна на поле при очередном заполнении бункера.

Дополнительное расстояние «плеча перевозки зерна» с применением нового способа за счет исключения проездов по полю составило 1441 м, что важно для обеспечения бесперебойной работы комбайнов на удаленных полях. В приведенном в табл. 3 составе элементов рабочих циклов автомобиля не представлена продолжительность ожидания заполнения бункера комбайна из-за нетипичности использования одного комбайна в данных условиях уборки.

В производственных бригадах в подавляющем большинстве случаев используют крупногрупповой способ

Таблица 3. Содержание и продолжительность элементов рабочего цикла автомобиля в базовом и новом способах работы

Элемент времени цикла	Средняя продолжительность элемента, мин, по вариантам опыта	
	базовый	новый
Переезд от комбайна на край поля	0,40	-
Переезд от края поля до тока с грузом	2,71	2,71
Выгрузка зерна на току	3,13	3,13
Переезд от тока до края поля без груза	2,41	2,41
Переезд от края поля до комбайна	0,40	-
Маневрирование при подъезде под шнек комбайна	0,75	0,38
Прием зерна из бункера	2,31	2,28
Общая продолжительность элементов времени цикла	12,1	10,9

работы комбайнов и автомобилей. В условиях валидационного полигона КубНИИТиМ уборочно-транспортное звено состоит из шести зерноуборочных комбайнов и шести автомобилей. Согласно проведенным расчетам, при выгрузке заполненных бункеров на краю поля (по предложенному способу) за счет исключения потерь времени на передвижение автомобилей по полю бесперебойная работа уборочного звена из шести комбайнов обеспечивается при меньшем числе автомобилей (пять вместо шести).

Актуальным вопросом для дальнейших исследований является определение эффективности от устранения последствий проездов по полю транспортных средств (снижение затрат на обработку почвы, снижение потребности автомобилей и сокращение затрат на эксплуатацию при исключении их движения на стерновом фоне).

Выводы

1. В результате полевого опыта экспериментально подтверждена возможность применения новой совокупности взаимосвязанных режимов работы зерноуборочного комбайна (рабочая ширина захвата жатки и рабочая скорость), определяемой в зависимости от условий поля (урожайность, длина гона) при сохранении оптимальной загрузки молотилки, обеспечивающей заполнение бункера

при подходе к краю поля, а также работу комбайна челночным способом (без холостых переездов в пределах загонок) при исключении проездов по полю транспортных средств и без снижения производительности комбайна.

2. По результатам хронометражных наблюдений и расчетов установлено, что экономия времени автомобиля от исключения проездов по полю может обеспечить увеличение плеча перевозок зерна на 1,4 км без роста потребности автомобилей.

Список

использованных источников

1. Гольяпин В.Я. Новые зерноуборочные комбайны: особенности и инновационные разработки // Техника и оборудование для села. 2017. № 10. С. 40-47.
2. Возможности повышения производительности технологических агрегатов, используемых в сельском хозяйстве, при снижении отрицательных воздействий на почву / А.П. Дьячков [и др.] // Вестник Воронежского гос. аграр. ун-та. 2015. № 4. Ч. 2. С. 105-108.
3. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения. М.: ВИМ, 1998. 368 с.
4. Повышение эффективности уборочно-транспортных работ на уборке зерновых культур / Е.В. Пухов [и др.] // В сб.: Доклады ТСХА. М., 2019. Т. 143. Вып. 291. Ч. 2. С. 11-14.
5. К обоснованию скорости движения автомобиля при проведении уборочно-

полевых работ / К.Н. Демьяновский [и др.] // Политематический сетевой электронный науч. ж-л КубГАУ. 2017. № 128. С. 455-465.

6. **Сметнев А.С., Феряков А.В., Юдин Ю.Б.** Методы интенсификации транспортно-технологических процессов в сельскохозяйственном производстве // Вестник Российского гос. аграр. заоч. ун-та. 2016. № 22. С. 25-31.

7. **Чеботарев М.И., Шапиро Е.А., Черный Н.А.** Опыт использования комплекса машин для уборки зерновых в хозяйствах АПК Краснодарского края // АгроСнабФорум. 2016. № 5. С. 24-28.

8. **Абаев В.В.** Требования к комплексной механизации работ уборочного комплекса // Техника и оборудование для села. 2011. № 5. С. 31-33.

9. **Измайлов А.Ю.** Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2007. 200 с.

10. **Скорляков В.И.** Анализ технологических схем транспортировки зерна от комбайнов в типичных условиях южных степных регионов // Техника и оборудование для села. 2020. № 3. С. 27-32.

11. Совершенствование транспортно-технологического процесса функционирования машин и комплексов / А.П. Дьячков [и др.] // Вестник Воронежского гос. аграр. ун-та. 2017. № 1. С. 94-101.

12. **Трубилин Е.И., Маслов Г.Г., Перстков В.В.** Почему «буксует» машинно-технологическая модернизация сельско-

хозяйственного производства // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского гос. аграр. ун-та. 2017. № 128. С. 1236-1248.

13. **Назаров А.Н.** Обоснование параметров выгрузки комбайнов на краю поля // Матер. XI Междунар. науч.-практ. интернет-конф. ИнформАгро-2019. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019: Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. С. 430-436.

14. **Skorlyakov V.I., Nazarov A.N., Petukhov D.A.** A new way to unload combine harvesters at the field edge // In the journal: E3S Web of Conferences. Vol. 193 (01023): International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2020). Sevastopol: FGAOU VO «Sevastopol State University», 2020. 9 p.

15. Способ уборки зерновых культур прямым комбайнированием с выгрузкой зерна на краю поля: пат. 2695452 Рос. Федерация: МПК А 01 D 91/04 / Скорляков В.И., Назаров А.Н., Петухов Д.А.; правообладатели: ФГБНУ «Росинформагротех». № 2018127042; заявл. 23.07.2018, опубл. 23.07.2019, Бюл. № 21. 11 с.

16. **Попелова И.Г., Переверзева Т.А.** Использование портативного персонального компьютера для ведения хронометража // Техника и оборудование для села. 2013. № 3. С. 43-44.

17. Эксплуатационно-технологическая оценка сельскохозяйственной техники (ЕТО):

свид. 2017660904 Рос. Федерации / Попелова И.Г., Переверзева Т.А., Таркинский В.Е.; правообладатель: ФГБНУ «Росинформагротех». № 20176179956; заявл. 04.08.2017, опубл. 29.09.2017, 1 с.

18. **ГОСТ 24055-2016** Методы эксплуатационно-технологической оценки. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2017. III, 23 с. (Техника сельскохозяйственная).

19. **Завалишин Ф.С.** Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве. М.: «Колос». 1973. 319 с.

20. **ГОСТ 17460-72** Транспортно-производственные процессы в механизированном сельскохозяйственном производстве. М.: ВИМ, ВНИИММШ. 1972. 83 с. (Классификация, оценка и методы расчета).

Results of Industrial Application of a Combine Harvester When Unloading Grain at the Edge of the Field

V.I. Skorlyakov, A.N. Nazarov, D.A. Petukhov
(KubNIITIM)

Summary. The sources of efficiency and the results of a comparative assessment of the performance of a combine harvester and a vehicle when unloading grain at the edge of the field are determined.

Keywords: harvesting and transport process, combine harvester, grain transportation, choice of working mode, working width of the header, working speed.

Информация



ДЕНЬ ПОЛЯ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ 2021

16-17 июля 2021 г. на базе Брянского государственного аграрного университета (с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область) будет проходить ежегодный сельскохозяйственный праздник – ДЕНЬ поля Брянской области.

Планируется, что праздник посетят представители Правительства Российской Федерации, Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, а также более тысячи гостей из регионов России, ближнего и дальнего зарубежья.

Выставку проводит Департамент сельского хозяйства Брянской области. Оргкомитет проекта – Выставочная фирма «Центр».

«ДЕНЬ ПОЛЯ Брянской области» – отличная база для коммуникаций,

что способствует развитию агропромышленного комплекса области и края, налаживанию межрегиональных связей, продвижению инновационных проектов в аграрной отрасли, новых технологий в сельскохозяйственном производстве, развитию контактов между организациями, предприятиями и инвесторами.

В рамках Дня поля будут представлены передовые технологии производства, хранения и переработки картофеля, овощной продукции, сель-

хозтехника для возделывания, уборки культур и системы защиты растений. Планируется демонстрация сортов, выведенных ведущими селекционными центрами зерновых и зернобобовых, технических культур, картофеля и овощей.

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

Предусмотрена обширная культурная программа.

Подробную информацию можно получить в оргкомитете выставки по телефону (473) 233-09-60 или на сайте www.agro-32.ru



УДК 635.135

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-2-27-31

Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин

И.А. Успенский,

д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
ivan.uspensckij@yandex.ru

И.А. Юхин,

д-р техн. наук, доц.,
зав. кафедрой,
yuival@rambler.ru
(ФГБОУ ВО РГАТУ);

А.В. Мачнев,

д-р техн. наук, доц., проф.,
toph@mgurp.ru
(ФГБОУ ВО МГУПП);

А.А. Голиков,

канд. техн. наук, доц.,
golikov.fsin@yandex.ru
(Академия ФСИН России)

Аннотация. Представлены результаты исследований некоторых аспектов машинного производства картофеля – эффективности взаимодействия между собой отдельных элементов комплекса. Разработана система, характеризующая беспростойную работу картофелеуборочной и транспортной техники. Проанализированы некоторые образцы отечественной и зарубежной техники – комбайны элеваторного типа, тракторные самосвальные прицепы и полуприцепы.

Ключевые слова: транспортное средство, урожай, комбайн, простой, производительность, картофель.

Постановка проблемы

Производство картофеля как в нашей стране, так и за рубежом является сложным и трудозатратным процессом, в котором задействована обширная номенклатура технических средств [1–3]. В зависимости от уровня автоматизации и финансовой состоятельности предприятия могут применяться как однорядный прицепной элеваторный, так и самоходный четырехрядный бункерный комбайны, для вывоза клубней с поля – небольшие самосвальные прицепы (полуприцепы) [1, 3] и специализированные машины с бункерами повышенной вместимости.

В настоящее время структура организации производства строится вокруг нескольких базовых технологий выращивания (голландская, Заворовская, Гриммовская и др.), уборки (поточная, прямоточная и комбинированная) и послеуборочной доработки (в зависимости от назначения убранных картофеля) [4, 5]. На базе данных аспектов происходит решение технических вопросов, а именно, какие модели комбайнов, транспортных средств и прочего оборудования необходимо применять. При этом

желание большинства производителей сводится к выбору наиболее производительных или доступных в финансовом плане образцов [6, 7]. Подобный подход в конечном счете приводит к закономерному результату – в процессе работы либо картофелеуборочная машина простаивает в ожидании транспорта, либо наоборот.

Следовательно, вопросу подбора технических средств и анализу их взаимодействия необходимо уделять повышенное внимание на стадии планирования производства, а не отдавать приоритет лишь максимальным эксплуатационным характеристикам отдельных экземпляров машин.

Цель исследований – обоснование выбора комплекса технических средств для организации машинной уборки картофеля.

Материалы и методы исследования

Программа исследований включала в себя: моделирование процесса беспростойной уборки картофеля комплексом технических средств (комбайном элеваторного типа и самосвальными тракторными прицепами); определение системы ограничений для математической модели; анализ показателей работы современных моделей уборочной и транспортной техники и разработка рекомендаций по их совместному использованию.

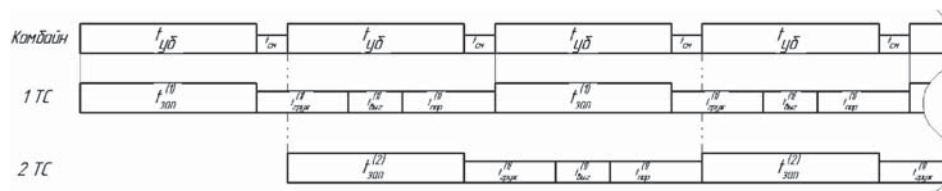
В ходе исследований применялись теоретические (расчет продолжительности цикла ТС в целом и отдельных его элементов) и эмпирические методы (изучение и анализ открытых источников литературы и результатов полевых испытаний техники).

В качестве исходных данных для теоретических расчетов были использованы технические и эксплуатационные характеристики транспортной и уборочной техники, указанные в буклетах фирм-производителей и протоколах испытаний на МИС (Владимирская, Поволжская и др.), а также результаты научно-исследовательской работы по хоздоговору № 6-2015 от 13 июля 2015 г. «Разработка рекомендаций по повышению эффективности эксплуатации транспортных средств при перевозках технологических и строительных грузов навалом по дорогам в сельском хозяйстве (аграрном секторе)».

Результаты исследований и обсуждение

На рисунке представлена схема организации уборочного процесса комплексом технических средств – одной картофелеуборочной машиной элеваторного типа и двумя самосвальными тракторными прицепами (полуприцепами) равной вместимости (использование в данной схеме меньшего количества подвижного состава нецелесообразно из-за длительного простоя комбайна).

Схема организации уборки картофеля с помощью элеваторного комбайна:



$t_{уб}$ – время заполнения i -го ТС; $t_{см}$ – время, отведенное на смену ТС;
 $t_{зан}^{(1)}$, $t_{зан}^{(2)}$ – время заполнения кузова первого и второго ТС;
 $t_{груз}^{(1)}$, $t_{груз}^{(2)}$ – время ездки первого и второго ТС с грузом от комбайна до места разгрузки;
 $t_{выг}^{(1)}$, $t_{выг}^{(2)}$ – время разгрузки первого и второго ТС;
 $t_{пор}^{(1)}$, $t_{пор}^{(2)}$ – время ездки первого и второго ТС без груза от места разгрузки до комбайна

Очевидно, что непрерывность работы всего комплекса сводится к соблюдению следующего условия: время заполнения кузова одного из транспортных средств не должно быть меньше времени, затраченного на транспортировку урожая к месту хранения вторым ТС и его возвращение в исходную точку.

Данное условие выполняется при следующих ограничениях:

$$\begin{cases} t_{зан}^{(1)} = t_{цикл}^{(2)} \\ t_{зан}^{(2)} = t_{цикл}^{(1)} \end{cases}, \quad (1)$$

где $t_{зан}^{(1)}$, $t_{зан}^{(2)}$ – время заполнения кузовов первого и второго транспортных средств, ч;

$t_{цикл}^{(1)}$, $t_{цикл}^{(2)}$ – время, затраченное первым и вторым ТС на ездку с грузом до места хранения, разгрузку и возвращение обратно, ч.

Стоит заметить, что если выполняется данное условие, то $t_{см} \rightarrow 0$, если не выполняется, то $t_{см} \rightarrow \infty$ и, следовательно, техника простаивает.

Общее время цикла каждого ТС будет:

$$\begin{aligned} t_{цикл}^{(1)} &= t_{груз}^{(1)} + t_{выг}^{(1)} + t_{пор}^{(1)} = \\ &= \frac{S}{v_{груз}^{(1)}} + t_{выг}^{(1)} + \frac{S}{v_{пор}^{(1)}} \end{aligned} \quad (2)$$

или

$$\begin{aligned} t_{цикл}^{(2)} &= t_{груз}^{(2)} + t_{выг}^{(2)} + t_{пор}^{(2)} = \\ &= \frac{S}{v_{груз}^{(2)}} + t_{выг}^{(2)} + \frac{S}{v_{пор}^{(2)}}, \end{aligned}$$

где S – путь от комбайна до места выгрузки;

$v_{груз}^{(1)}$, $v_{груз}^{(2)}$ – скорости движения груженых первого и второго транспортных средств, км/ч;

$v_{пор}^{(1)}$, $v_{пор}^{(2)}$ – скорости движения порожних первого и второго транспортных средств, км/ч.

Время заполнения кузова первого транспортного средства (для второго транспортного средства расчеты будут идентичными):

$$t_{зан}^{(1)} = \frac{m_{пер}^{(1)}}{Y \cdot P} = \frac{V_{пер}^{(1)} \cdot \rho}{Y \cdot P} = \frac{V_{куз}^{(1)} \cdot \kappa_{куз} \cdot \rho}{Y \cdot P}, \quad (3)$$

где Y – урожайность картофеля;

$m_{пер}^{(1)}$ – масса картофеля, которую перевозит первое ТС за одну ездку, кг;

$V_{пер}^{(1)}$ – объем картофеля, который перевозит первое ТС за одну ездку, м³;

P – производительность комбайна;

ρ – объемный вес клубней, кг/м³;

$V_{куз}^{(1)}$ – вместимость кузова первого ТС, м³;

$\kappa_{куз}$ – коэффициент полноты заполнения кузова ТС.

При этом, если используются два одинаковых ТС (одинаковые тракторы и самосвалы прицепа), то $t_{зан}^{(1)} \approx t_{зан}^{(2)}$ и $t_{цикл}^{(1)} \approx t_{цикл}^{(2)}$.

Подставив выражения (2) и (3) в систему уравнений (1), получим систему ограничений, выполнение условий которой обеспечивает бесперебойную работу всех звеньев технологической цепочки:

$$\begin{cases} \frac{V_{куз}^{(1)} \cdot \kappa_{куз} \cdot \rho}{Y \cdot P} = \frac{S}{v_{груз}^{(2)}} + t_{выг}^{(2)} + \frac{S}{v_{пор}^{(2)}} \\ \frac{V_{куз}^{(2)} \cdot \kappa_{куз} \cdot \rho}{Y \cdot P} = \frac{S}{v_{груз}^{(1)}} + t_{выг}^{(1)} + \frac{S}{v_{пор}^{(1)}} \end{cases}. \quad (4)$$

В представленной системе присутствуют:

• статические параметры, т.е. неизменные: $V_{куз}^{(1)}$ и $V_{куз}^{(2)}$, $t_{выг}^{(1)}$ и $t_{выг}^{(2)}$;

• условно-статические (их значение может меняться в процессе работы, но повлиять на них практически невозможно): Y , S , ρ , $\kappa_{куз}$;

в) динамические: P , $v_{груз}^{(1)}$ и $v_{груз}^{(2)}$, $v_{пор}^{(1)}$ и $v_{пор}^{(2)}$.

Определившись с конкретной моделью комбайна и трактора с самосвальным прицепом (полуприцепом) (имеем $V_{куз}^{(i)}$, $t_{выг}^{(i)}$), сортом возделываемого картофеля (имеем примерную величину Y и ρ), а также удаленностью поля от места разгрузки убранного картофеля (S), получим, что оказывать влияние на систему возможно только параметрами P , $v_{груз}^{(i)}$, $v_{пор}^{(i)}$ (причем из буклета завода-изготовителя уже известны максимальная скорость движения трактора с самосвальным прицепом без груза и максимальная производительность комбайна).

Определившись с системой ограничений (4), можно переходить к этапу оптимизации уборочного процесса. Для этого необходимо выделить три базовых режима:

1. Максимальная производительность уборочного процесса.

2. Оптимальная производительность при допустимом уровне повреждений и потерь продукции.

3. Максимальная сохранность продукции.

Так, при реализации первого режима (режим максимальной производительности уборочного процесса) доминирующее влияние будет иметь максимальная производительность комбайна, с которой справляются задействованные в уборке ТС (картофелеуборочные машины работают без простоя в ожидании ТС). При этом не стоит забывать о соблюдении агротехнических требований каждым из элементов комплекса техники.

К работе картофелеуборочной техники предъявляются следующие требования [8, 9]:

- потери клубней на поверхности поля после прохода комбайна не должны превышать 1%;

- количество примесей в убранных клубнях не должно превышать: почвы – 20%; растительных остатков – 0,3%; прочих примесей – 0,1%;

- повреждения клубней не должны превышать: при уборке на легких и средних почвах – 4%, на засоренных камнями и тяжелых почвах – 10%.

Именно соблюдение данных агротехнических требований и накладывает ограничения на максимальную производительность картофелеуборочного комбайна. В табл. 1 представлены некоторые отечественные и зарубежные модели (информация взята из буклетов производителей техники).

Далее необходимо оценить работу задействованного транспорта (эффективность использования самосвалов, прицепов и полуприцепов). Для работы в совокупности с элеваторным комбайном наибольшую эффективность демонстрируют самосвалы, прицепы (полуприцепы), агрегируемые тракторами. В табл. 2 представлены некоторые их характеристики (информация из буклетов производителей техники).

На рынке сельскохозяйственной техники представлен огромный выбор самосвалов, прицепов и полуприцепов, способный удовлетворить запросы производителей картофеля.

Из табл. 2 следует, что при выборе ТС необходимо опираться на два параметра – объем перевозимого груза и максимальную транспортную скорость. Последняя, в свою очередь, зависит от типа дорожного покрытия и степени заполнения кузова (кузов не может полностью быть заполнен продукцией, даже если превышены допустимые показатели по объему или массе). При этом не стоит забывать, что чем выше скорость передвижения груженого транспорта, тем выше доля клубней, получающих повреждения. Согласно агротехническим требованиям, данный показатель равен 0, но в реальных условиях он составляет порядка 3% [10] (при условии соблюдения скоростного режима и надлежащего состояния ТС).

Возвращаясь к системе (4), получаем следующее:

- на стадии проектирования производства осуществляется анализ технологической составляющей (вы-

Таблица 1. Характеристики элеваторных комбайнов

Марка	Модель	Количество убираемых рядков	Производительность, га/ч
GRIMME	GT 170	2	0,81
	GT 300	3	1,17
AVR	Esprit	2	0,68
BOLKO	T	1	0,15

Таблица 2. Характеристики самосвалов, прицепов и полуприцепов

Модель	Объем, м ³	Скорость, км/ч	Время разгрузки, с
2ПТС 4,5	5,6	До 35	Не более 50
	10,4		
2ПТС 6	6,15	До 35	Не более 50
	11,02		
ПСТБ-12	15	До 25	Не более 30
ПСТБ-17	17	До 25	Не более 50
ПСТ-3,5А	2,7	До 25	Не более 30
PRONAR T663/1	11,8	До 30	Не более 50
PRONAR T672	9,8	До 40	Не более 50

бирается технология посадки картофеля, конкретный сорт, наличие или отсутствие системы орошения и др.), в результате получаются примерные значения ρ и Y ;

- анализируется картофелеуборочная техника (оценивается соотношение производительности, стоимости и результативности технологических потенциальных показателей – повреждения клубней, их потери и чистота в таре);

- в зависимости от выбранной уборочной техники и удаленности возделываемого поля от места складирования производится подбор ТС.

Далее можно применить исходные данные для полученной системы (4). Воспользовавшись формулой (3) и данными табл. 1 и 2, производятся расчеты скорости заполнения кузовов ТС картофелем. Во всех случаях применяются один элеваторный комбайн и два однотипных самосвалов, прицепа. Согласно данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [11], в 2019 г. средний показатель по стране составил 255,6 ц/га (данное значение будем использовать в расчетах). Степень заполнения кузова (все прицепы и полуприцепы имели надставные борты в соответствии с комплектацией) и объемный вес клубней были взяты из открытых источников (табл. 3) [12].

Используя формулу (2) и данные табл. 3, можно оценить работу ТС. Для мелких и средних картофелеводческих хозяйств удаленность посадочных площадей от мест послеуборочной доработки и хранения S , как правило, не превышает 3-5 км ($S = 5$) (табл. 4).

В расчетах были приняты максимальные значения некоторых характеристик (скорость движения трактора

с прицепом (полуприцепом) и отсутствие задержек на месте разгрузки), вследствие чего будут расширены диапазоны варьирования (табл. 5).

Таблица 3. Время заполнения кузовов самосвалов тракторных прицепов (полуприцепов) $t_{зан}^{(i)}$ клубнями картофеля, мин

Модель	GRIMME GT 170	GRIMME GT 300	AVR Esprit	BOLKO T
	0,81 га/ч	1,17 га/ч	0,68 га/ч	0,15 га/ч
2ПТС 4,5	18,6	12,8	22,1	100,2
2ПТС 6	19,7	13,6	23,4	106,2
ПСТБ-12	26,8	18,5	31,9	144,5
ПСТБ-17	30,3	21	36,1	163,8
ПСТ-3,5А	4,8	3,3	5,7	26
PRONAR T663/1	21,1	14,6	25,1	113,7
PRONAR T672	17,5	12,1	20,8	94,4

Таблица 4. Общее время цикла ТС $t_{цикл}^{(i)}$

Модель	Скорость макс., км/ч	Время разгрузки, с	Общее время, мин
2ПТС 4,5	До 35	Не более 50	18
2ПТС 6	До 35	Не более 50	18
ПСТБ-12	До 25	Не более 30	24,5
ПСТБ-17	До 25	Не более 50	24,8
ПСТ-3,5А	До 25	Не более 30	24,5
PRONAR T663/1	До 30	Не более 50	20,8
PRONAR T672	До 40	Не более 50	15,8

Таблица 5. Анализ степени соответствия тракторных прицепов (полуприцепов) элеваторным комбайнам (выполнение условий системы (4))

Модель	GRIMME GT 170	GRIMME GT 300	AVR Esprit	BOLKO T
2ПТС 4,5	18,6 18	12,8 18	22,1 18	100,2 18
2ПТС 6	19,7 18	13,6 18	23,4 18	106,2 18
ПСТБ-12	26,8 24,5	18,5 24,5	31,9 24,5	144,5 24,5
ПСТБ-17	30,3 24,8	21 24,8	36,1 24,8	163,8 24,8
ПСТ-3,5А	4,8 24,5	3,3 24,5	5,7 24,5	26 24,5

■ – нет соответствия (при заданных условиях), необходима значительная корректировка режимов работы;
 ■ – необходима корректировка режимов работы;
 ■ – оптимальное соответствие технических средств (при заданных условиях функционирования)

Из данных табл. 5 можно сделать следующие выводы:

● для эффективной работы комбайна GRIMME GT 300 (красная зона) необходимо еще одно ТС (трактор

и самосвалный прицеп или полуприцеп) или переход системы в режим максимально бережливой уборки продукта (снижение производительности комбайна для соблюдения агротехнических требований по повреждениям клубней);

● при работе совместно с комбайном AVR Esprit (желтая зона) рассмотренные ТС имеют существенный временной запас, что позволяет снизить скорость езды с грузом (обеспечивая повреждения в соответствии с агротехническими требованиями);

● большинство рассмотренных ТС оптимально сочетаются с GRIMME GT 170 (зеленая зона), при этом имеется достаточный запас для корректировки.

Применение аналитического способа организации процесса возделывания картофеля позволяет найти баланс между эффективностью работы всего комплекса технических средств и затраченными на это капиталовложениями.

В заключение стоит отметить, что в рассмотренной выше системе не учитывается текущее техническое состояние картофелеуборочных машин и транспортных средств, а также вероятность выхода их из строя в процессе эксплуатации, что непременно вызовет локальный сбой или прекращение работы всего комплекса.

Выводы

1. При подборе конкретных моделей сельскохозяйственной техники следует учитывать не только показатели ее производительности, но и обстоятельства, при которых она будет применяться (природно-климатические условия), а также технические и эксплуатационные показатели всего комплекса: уборочных машин, транспортных средств, пунктов послеуборочной доработки.

2. При научном подходе к организации процесса уборки картофеля, имея один и тот же комплекс технических средств, можно добиться разных результатов (наибольшая производительность при уборке урожая в сжатые сроки, наименьшее количество повреждений клубней при производстве семенного материала и др.).

Список использованных источников

1. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al, 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 341 012145.
2. Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation / N.V. Byshov et al, 2018 ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences. No. 10. Pp. 3502-3508.
3. Increasing the Safety of Agricultural Products During Its Transportation and Unloading / N.V. Byshov and other // (2018) ACM International Conference Proceeding Series, pp. 176-179.
4. Уборка картофеля / К.А. Пшеченков [и др.] // Земледелие. 2018. № 5. С. 23-26.
5. Пшеченков К.А., Мальцев С.В., Смирнов А.В. Уборка картофеля // Сельский механизатор. 2018. № 9. С. 8-9.
6. Колчин Н.Н. Возрождение отечественного сельскохозяйственного машиностроения – неотложная и важная государствен-

ная задача // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 10. С. 3-7.

7. Механизация отечественного овощеводства: состояние и основные направления развития / Н.Н. Колчин [и др.] // Картофель и овощи. 2017. № 5. С. 2-8.

8. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С.С. Туболев и [др.]. М.: Агроспас, 2010. 316 с.

9. Рембалович Г.К. Повышение эффективности уборки картофеля на тяжелых суглинистых почвах совершенствованием сепарирующих органов комбайнов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Рязань, 2014. 517 с.

10. Юхин И.А. Снижение повреждений картофеля и яблок на внутрихозяйственных перевозках стабилизацией транспортных средств: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Рязань, 2016. 388 с.

11. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://mcs.gov.ru/> (дата обращения: 20.11.2019).

12. Успенский И.А., Юхин И.А., Голиков А.А. Исследование причин возникновения повреждений клубней картофеля при их загрузке в транспортное средство // Техника и оборудование для села. 2019. № 268. С. 26-29

Creating an Integrated System of Potato Harvesters and Transport Vehicles

I.A. Uspensky, I.A. Yukhin

(Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev)

A.V. Machnev

(Moscow State University of Food Production)

A.A. Golikov

(Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia)

Summary. The results of studies of some aspects of machine potato production, such as effectiveness of interaction between individual elements of the integrated system, are presented. A system has been developed that characterizes the smooth operation of potato harvesting and transport equipment. Some examples of domestic and foreign technology are analyzed, e.g. elevator-type harvesters and tractor dump trailers and semitrailers.

Keywords: vehicle, harvest, harvester, downtime, productivity, potatoes.

ИНТЕРАГРОМАШ АГРОТЕХНОЛОГИИ

24-26 февраля 2021

Ростов-на-Дону

ВЫСТАВКИ



Более 185 экспонентов
из России, Беларуси, Украины, Польши

Более 50 новинок
в области сельхозтехники и агротехнологий

Более 35 деловых мероприятий
для специалистов в рамках Аграрного конгресса

23 000 м² выставочной экспозиции

130 брендов агрохимической продукции

180 единиц крупногабаритной прицепной и самоходной техники

52 делегации фермеров

Выставка «ИНТЕРАГРОМАШ» - это современная площадка для демонстрации новинок в области сельхозтехники аграриям юга России

Выставка «АГРОТЕХНОЛОГИИ» - это уникальная возможность для компаний-производителей семян и удобрений презентовать современные разработки конечным покупателям перед стартом весенне-полевых работ

ТОЛЬКО СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И НОВЕЙШИЕ РАЗРАБОТКИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ!

НАГИБИНА, 30; тел. (863) 268-77-68, INTERAGROMASH.NET

Организатор: 	Генеральный партнер: 	Стратегический партнер: 	Официальный спонсор выставки: 
		Спонсор путеводителя: 	



УДК 633.521

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-2-32-35

Лен масличный для производства длинного волокна

Е.В. Соболева,

ст. науч. сотр.,
e.soboleva@fnclik.ru

Э.В. Новиков,

канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
зав. лабораторией,
edik1@kmtm.ru

А.В. Безбабченко,

ст. науч. сотр.,
a.bezbabchenko@fnclik.ru
(ФГБНУ ФНЦ ЛК)

Аннотация. Представлены результаты исследований возможности производства длинного льноволокна в мяльно-трепальных агрегатах из тресты современных сортов масличного льна в виде целых стеблей осенней и весенней уборки. Определена нецелесообразность получения трепаного льна из данного вида сырья.

Ключевые слова: масличный лен, целые стебли тресты, осенняя и весенняя уборка, прочность, массодлина, линейная плотность, длинное льняное волокно.

Постановка проблемы

Посевные площади льна масличного как в России, так и во всем мире увеличиваются, что связано, прежде

всего, с возрастающим спросом на семена, имеющие высокие медицинские свойства. Кроме того, научные исследования, посвященные переработке льна масличного, показали, что он является ценным натуральным, ежегодно возобновляемым сырьем для получения волокна с необходимыми качественными показателями, которое пригодно для изготовления трикотажных, санитарно-гигиенических, целлюлозосодержащих и технических изделий, мешковина, геотекстиль и др.) [1-3].

В настоящее время для производства волокна наиболее распространено сырье масличного льна в виде массы поломанных стеблей [4-7], из которого можно получить только короткое волокно, предназначенное для изделий бытового и технического назначения, не обладающих высокой прочностью. Такое льносырье получают по традиционной комбинированной технологии уборки, которая подразумевает осенний обмолот семян, тербление или скашивание стеблей, пропуск их через измельчительный аппарат комбайна (или без него), укладку на поле в валок, вылеж-

ку стеблей в поле до весны. Весной эту массу тресты высушивают в поле естественным путем, затем прессуют в рулоны, которые подвергают хранению, и далее производят первичную переработку в короткое волокно на льнозаводе. Некоторые хозяйства реализуют описанную технологию получения тресты в течение осеннего периода, не оставляя сырье до весны. Вид массы спутанных стеблей льна масличного представлен на рис 1.

Характеристики (показатели качества) такого льносырья достаточно изучены и продолжают изучаться [4-7]. Известно, что длинное льноволокно из такого же сырья получить невозможно (рис. 1б).

Некоторые переработчики все больше используют технологию уборки масличного льна не в массу поломанных и спутанных стеблей, а в тресту с целыми стеблями, которую после осеннего обмолота семян оставляют в поле на корню до весны, затем тербят или срезают. В результате получают стебли льнотресты, подобные стеблям льна-долгунца, а значит, можно предположить, что из них получится длинное волокно для текстильной промышленности. Эту тех-



Рис. 1. Общий вид тресты масличного льна в виде спутанной массы:

а – в рулоне; б – после разбора рулона

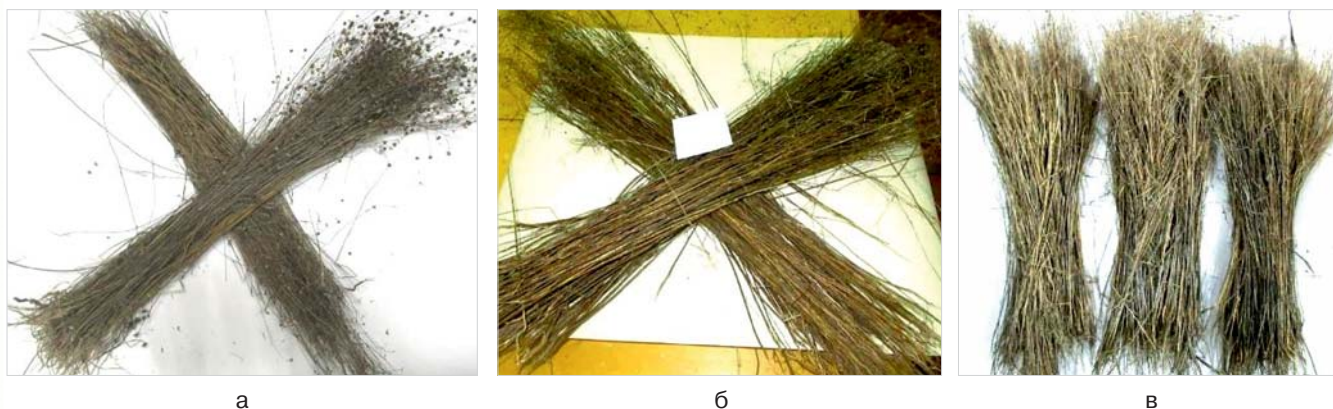


Рис. 2. Общий вид исследуемой тресты масличного льна:

а – урожай 2017 г., осенняя уборка (Владимирская область); б – урожай 2019 г., осенняя уборка (Костромская область); в – урожай 2018 г., весенняя уборка (Костромская область)

нологию уборки и вылежки стеблей – технологию получения тресты реализуют осенью, не оставляя стебли на весну.

Известно, что качественные характеристики тресты из целых стеблей масличного льна осенней и весенней уборки, выращенного в России, до сих пор достаточно не изучены и, как следствие, недостаточно представлены в научной литературе. Имеются лишь исследования, проводимые в Украине и Беларуси [2, 3, 8, 9], стеблей льносоломой масличного льна, выделенных из дезориентированной массы, а не из целых стеблей. В работах [10, 11] рассматривается льнотреста масличного льна в целых стеблях, но только осенней уборки и сортов, которые были разработаны до 2000-х годов.

На основании изложенного можно отметить, что до сих пор остается малоизученным вопрос о возможности производства длинного волокна из льнотресты современных сортов масличного льна в виде целых стеблей осенней и весенней уборки, а значит, исследования в данном направлении следует продолжить.

Цель исследований – изучение возможности получения длинного волокна – трепаного льна из льнотресты льна масличного современных сортов в виде целых стеблей осенней и весенней уборки.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели проведен сравнительный анализ

качественных характеристик (показателей качества) тресты разных сортов масличного льна в виде целых стеблей осенней и весенней уборки из различных регионов России.

В исследованиях использовано следующее льносырье:

1. Целые очесанные стебли тресты урожая 2017 г. (сорт Ручеек), вытербленные вручную, прошедшие процесс вылежки на льнище (росяной мочки) в горизонтальном слое – осенняя уборка (рис. 2а).

2. Целые очесанные стебли тресты урожая 2019 г. шести различных сортов: ЛМ-98, Нилин, Флиз, ВНИИМК-620, Бирюза, Ручеек, вытербленные вручную, прошедшие вылежку на льнище также в горизонтальном слое – осенняя уборка (рис. 2б, из шести сортов представлен один сорт – ВНИИМК-620).

3. Целые очесанные стебли тресты урожая 2018 г. (сорт Уральский), которые после осеннего обмолота семян были оставлены в поле до весны на корню в целых стеблях, затем вытерблены вручную – весенняя уборка (рис. 2в).

Оценка качества исследуемого льносырья проводилась с использованием стандартов на тресту льна-долгунца ГОСТ 24383-89 и ГОСТ Р 54143-2008 «Треста льняная», а также методик, описанных в работах [12, 13].

Результаты исследований и обсуждение

По внешнему виду длина, цвет и толщина стеблей тресты маслич-

ного льна схожи с параметрами тресты льна-долгунца (см. рис. 2), а значит, следует рассмотреть возможность получения из них длинного волокна.

Рассмотрим значения полученных характеристик в исследуемых образцах льнотресты масличного льна, определенных инструментальными методами (табл. 1, 2).

Длина стеблей и содержание волокна в стеблях исследуемых сортов льна масличного осенней и весенней уборки составляют 58-90 см и 19-32 % соответственно (см. табл. 1 и 2), что говорит о возможности производства из них длинного волокна, так как указанные показатели соответствуют показателям льнотресты льна-долгунца.

Отделяемость волокна от древесины в тресте во всех рассматриваемых сортах, в том числе современных (ЛМ-98, Нилин, Флиз, Бирюза, Уральский), достаточно высокая и составляет 6,3-8,8 ед., а значит, это льносырье является легкообрабатываемым в мяльно-трепальных и куделеприготовительных агрегатах.

Содержание волокна в стеблях, кроме сорта Уральский (урожай 2018 г.), не превышает 28 % (у современных сортов льна-долгунца этот показатель значительно больше – 30 %), что естественно снизит выход длинного волокна по сравнению с трестой льна-долгунца, а значит, и экономическую эффективность его переработки в длинное волокно.

Таблица 1. Характеристики тресты масличного льна по сортам урожая 2019 г.

Характеристики	Сорт						Для тресты льна-долгунца (из стандарта)
	ЛМ-98	Нилин	Флиз	ВНИИМК-620	Бирюза	Ручеек	
Горстевая длина стеблей, см	71	64	69	90	73	63	Не менее 41
Диаметр стеблей, мм	1,1	1,4	1,6	2	1,7	1,9	Не более 1,6
Содержание волокна в стеблях, %	23	22	22	19	22	19	Не менее 11
Отделяемость волокна от древесины, ед.	7,3	8,5	8,3	7,6	7,7	7,8	Не менее 2
Прочность тресты, кгс: средняя максимальная минимальная	7	1	1,4	1,6	0	0	Не менее 3,1
	12	4	7	3,5	0	0	–
	3,5	0	0	0	0	0	–
Массодлина волокна в тресте, мм	291,9	119,3	215	252,5	121,6	124,5	Не гостируется
Линейная плотность волокна в стеблях, текс	10,9	10,6	11,8	11,7	11,3	10,3	Не гостируется

Таблица 2. Характеристики тресты масличного льна сортов Уральский и Ручеек (урожай 2017 г. и 2018 г.)

Характеристики	Лен масличный		Для тресты льна-долгунца (из стандарта)
	сорт Ручеек (урожай 2017 г.)	сорт Уральский (урожай 2018 г.)	
Горстевая длина стеблей, см	77	58	Не менее 41
Диаметр стеблей, мм	1,8	2,4	Не более 1,6
Содержание волокна в стеблях, %	28	32	Не менее 11
Отделяемость волокна от древесины, ед.	6,3	8,8	Не менее 2
Прочность тресты, кгс: средняя максимальная минимальная	10,1	1,8	Не менее 3,1
	17	0	–
	2	5	–
Массодлина волокна в тресте, мм	255,1	154,7	Не гостируется
Линейная плотность волокна в стеблях, текс	10,4	10,3	Не гостируется

Анализируя прочность волокна в стеблях (см. табл. 1) как наиболее важного показателя для производства длинного волокна, можно заметить, что большинство исследуемых современных сортов льна масличного (в нашем случае не менее 83 %) имеют недопустимо низкое ее значение – 0-1,8 кгс, что указывает на нецелесообразность переработки этих образцов (сортов) в длинное волокно. Если принять во внимание все исследуемые образцы (см. табл. 1, 2), то 75 % из них имеют очень низкую прочность волокна.

В список образцов, пригодных для переработки в длинное льноволокно, входят: распространенный в средней полосе сорт масличного льна

ЛМ-98 (см. табл. 1) и Ручеек 2017 г. (см. табл. 2), у которых все значения показателей качества полностью соответствуют требованиям тресты льна-долгунца.

Массодлина волокна в стеблях как весенней, так и осенней уборки находится в интервале 120-292 мм (см. табл. 1, 2) и является недостаточной для переработки тресты в длинное волокно.

Линейная плотность волокна в стеблях составляет 10-12 текс (см. табл. 1, 2), значения этого показателя необходимы для дальнейших исследований с целью определения возможности его снижения при первичной и глубокой переработке.

Выводы

1. Значения качественных характеристик тресты масличного льна в целых стеблях осенней и весенней уборки в большинстве случаев не соответствуют значениям характеристик, предъявляемым к переработке их в длинное волокно. Это, прежде всего, прочность волокна в стеблях тресты и его массодлина. Не более 25 % тресты льна масличного, в том числе современных сортов, может быть переработано в длинное волокно на мяльно-трепальных агрегатах, что в целом делает нецелесообразным ее первичную переработку в данный вид волокна. Однако, если на предприятии основную массу составляет сырье, качественные характеристики которого соответствуют льну, входящему в указанные 25 %, то его переработка возможна, но при этом номер трепаного льна не будет превышать 8-9.

2. Определение возможности переработки тресты льна масличного в длинное волокно возможно на ранней стадии, например, при заготовке льносырья в поле или в момент доставки на хранение, и сделать это необходимо с помощью анализа значений показателей качества инструментальными методами, если органолептическая оценка неоднозначна.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (№ 0477-2019-0005).

Список

использованных источников

1. Бартків Л.Г. Проблеми оцінки якості стебел соломки льону олійного (повідомлення 1) // Вестник ХНТУ. 2015. № 1. С. 62-66.
2. Загальна характеристика показників льону олійного з метою виготовлення інноваційних товарів / Т.М. Головенко [и др.] // «Молодий вчений». 2016. № 5. С. 218-222.
3. Тихосова А.А., Путинцева С.В., Головенко Т.Н. Перспективи використання волокна льна масличного для виробництва текстильних матеріалів // Вестник Витебського гос. технолог. ун-та. 2013. № 24. С. 74.
4. Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Алтухова И.Н. Исследование характеристик тресты масличного льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. № 1. С. 58-61.
5. Пучков Е.М., Безбабченко А.В., Новиков Э.В. Перспективные малозатратные технологии переработки соломы и тресты льна масличного // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. № 4. С. 58-62.
6. Исследование первичной переработки масличного льна по схеме поле-завод с

применением инновационного мобильного агрегата КВЛ-1М / Э.В. Новиков [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2018. № 9. С. 101-113.

7. Исследование первичной переработки масличного льна с применением инновационного агрегата КВЛ-1М и технологических схем дополнительной обработки волокна / Е.В. Соболева [и др.] // Аграр. науч. ж-л. 2019. № 1. С. 81-85.

8. Чурсина Л.А., Бойко Г.А. Технические характеристики волокнистой части стеблей соломы льна масличного после уборки комбайном // Вестник Витебского гос. технолог. ун-та. 2014. № 26. С. 97.

9. Бобырь С.В., Кузьмина Т.О., Расторгуева М.И. Сохранность качественных показателей соломы льна масличного в условиях юга Украины // Вестник Витебского гос. технолог. ун-та. 2014. № 26. С. 29.

10. Пашин Е.Л., Федосова Н.М. Технологическое качество и переработка льна-межулка: монография. Кострома, ВНИИЛК. 2003. 88 с.

11. Федосова Н.М., Вихарев С.М., Соколов А.С. Совершенствование методов оценки технологического качества льна и

приемов его переработки: монография. Кострома: Костромской ГТУ, 2013. 83 с.

12. Товароведение лубяных волокон: учеб. пособ. для средн. спец. учеб. заведений текстильной промышленности / Борухсона Б.В. [и др.]. М.: Легкая индустрия, 1974. 184 с.

13. Испытания лубоволокнистых материалов / Городова В.В. [и др.]. М.: Легкая индустрия, 1969. 208 с.

Oil Flax for Long Fiber Production

E.V. Soboleva, E.V. Novikov,
A.V. Bezbabchenko

(Federal Scientific Center for Bast Crops)

Summary. The paper presents the results of studies on the possibility of producing long flax fiber in scutching-and-breaking machines from flax straw obtained from modern varieties of oil flax in the form of whole stems of autumn and spring harvesting. The inexpediency of obtaining scutched flax from this type of raw material has been determined.

Keywords: oilseed flax, whole flax straw stems, autumn and spring harvesting, strength, weight and length, linear density, long flax fiber.

XIII МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА
КАРТОФЕЛЬ
4-5 марта 2021

В ТОРГОВО-ВЫСТАВОЧНОМ
КОМПЛЕКСЕ «ЭКСПО-КОНТУР»
Г. ЧЕБОКСАРЫ, ЯДРИНСКОЕ ШОССЕ, 3

ТЕЛ. +7(8352)45-93-26
AGRO-IN.CAP.RU



УДК 631.1.016

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-2-36-39

Определение вероятности проскока частиц навоза через слои ферромагнитных элементов в аппаратах вихревого слоя

П.И. Гриднев,

д-р техн. наук,
зам. директора по научной работе,
orpb00@mail.ru

Т.Т. Гриднева,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
vniimzh213@mail.ru
(ИМЖ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Представлены теоретические зависимости для определения вероятности проскока частиц навоза через слои вращающихся ферромагнитных элементов в аппаратах вихревого слоя с учетом их количества и геометрических размеров, параметров рабочей зоны.

Ключевые слова: проскок частиц, навоз, ферромагнитный элемент, аппарат вихревого слоя, вероятность.

Постановка проблемы

Во всем мире при решении задачи использования органических отходов животноводства наибольшие проблемы возникают при утилизации жидкого навоза и стоков. Известны десятки различных технологий, базирующихся, как правило, на процессах разделения исходного навоза на фракции и длительного хранения в хранилищах. В процессе хранения жидкой фракции навоза, особенно в исходном виде, наблюдается образование илистого осадка и плавающей корки. В итоге затрудняется выполнение операций по выгрузке навоза из хранилищ, требуется использование насосов и различного типа мобильных погрузчиков. Применение мобильной техники обуславливает необходимость строительства хранилищ с соответствующим твердым покрытием, удельные затраты на которое достаточно высоки, как минимум в 2 раза выше по сравнению с пленочным покрытием [1-3]. Кроме того, все известные технологии утилизации жидкого навоза и стоков не гарантируют обеззараживания его от гельминтов и болезнетворных микроорганизмов. Наиболее перспективным направлением решения данной проблемы является обработка навоза в аппаратах вихревого слоя [4-6].

Суть данного предложения состоит в обработке навоза в вихревом слое ферромагнитных частиц, который создается путем воздействия на них вращающегося электромагнитного поля. Разработанные в последние годы аппараты [7-9], использующие принцип вихревого слоя, обеспечивают комплексное воздействие на обрабатываемый материал: интенсивное перемешивание и

диспергирование; акустическое и электромагнитное воздействие; трение; высокое локальное давление и электролиз. Сложные физические, химические и механические явления, имеющие место в вихревом слое при обработке навоза, изучены недостаточно. Поэтому в первую очередь необходимо на основе анализа теоретических закономерностей определить влияние конструктивных параметров установки и режимов работы на эффективность процесса диспергирования навоза. Эффект измельчения частиц навоза в аппаратах вихревого слоя определяется характером движения ферромагнитных элементов в рабочей камере и обеспечивается как свободным их соударением с ферромагнитными элементами, так и в результате стесненного соударения между двумя элементами или элементом и корпусом [10, 11]. Не исключается возможность проскока частиц через «мертвые» зоны вращающихся ферромагнитных элементов. В этом случае разрушение их маловероятно.

Цель исследований – определение основных влияющих факторов и теоретических зависимостей вероятности проскока частиц навоза через вращающиеся слои ферромагнитных элементов.

Материалы и методы исследования

В исследованиях использовались элементы теории вероятности, проектирования электрических машин аксиальной и радиальной конструкции. Необходимой теоретической базой для проведения исследований послужили работы авторов [1-4, 12], посвященные изучению процессов, протекающих в аппаратах вихревого слоя, обоснованию конструктивных и режимных параметров при обработке различных материалов. При проведении исследований использовались общенаучная методология, аналитический метод обработки информации.

Результаты исследований и обсуждение

На рис. 1 представлена принципиальная схема аппарата вихревого слоя для обработки жидкого навоза (АВС).

Процесс обработки осуществляется следующими образом. Включают индуктор 2 и создают вращение электромагнитного поля. В рабочую камеру 3 с загруженными ферромагнитными элементами 4 подают исходный навоз. В результате ударов ферромагнитных элементов (число ударов – 3-5 тыс/с) разрушаются твердые частицы навоза, семена сорных растений, болезнетворные микроорганизмы и гельминты.

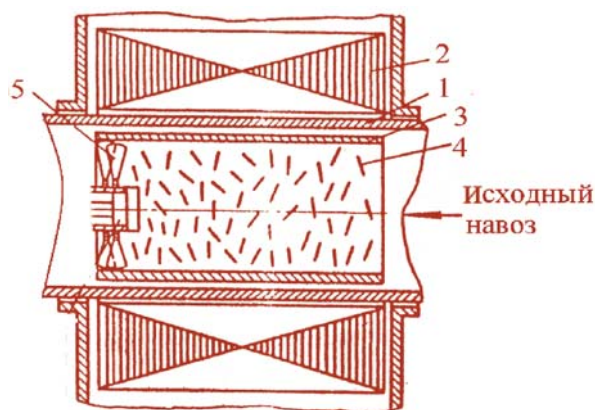


Рис. 1. Принципиальная схема аппарата вихревого слоя для обработки жидкого навоза (АВС):

1 – цилиндрический корпус; 2 – индуктор;
3 – рабочая камера; 4 – ферромагнитные элементы;
5 – отражатель ферромагнитных элементов

Эффективность обработки навоза в аппаратах вихревого слоя (АВС) определяется степенью гомогенизации, обеззараживания, дегельминтизации, потери всхожести семян сорных растений.

Основными процессами, под воздействием которых происходят физико-химические изменения в обрабатываемом навозе, являются ударное воздействие ферромагнитных частиц, магнитострикции и кавитация.

В общем виде эффективность обработки навоза в АВС можно представить в виде сложной функциональной зависимости

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{гом.}} + \mathcal{E}_{\text{об.}} + \mathcal{E}_{\text{дег.}} + \mathcal{E}_{\text{с.м.}} = \mathcal{E}_{\text{уд.}} + \mathcal{E}_{\text{мст.}} + \mathcal{E}_{\text{кав.}} = f(Q, I/d, H, \sigma_{\text{общ.}}, \eta, \rho_1, \rho_2, S, W, \chi, \omega, I_2, P, L, D, K), \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{гом.}}$, $\mathcal{E}_{\text{об.}}$, $\mathcal{E}_{\text{дег.}}$, $\mathcal{E}_{\text{с.м.}}$ – соответственно эффективность процессов гомогенизации, обеззараживания, дегельминтизации, потери всхожести семян сорных растений;

$\mathcal{E}_{\text{уд.}}$, $\mathcal{E}_{\text{мст.}}$, $\mathcal{E}_{\text{кав.}}$ – соответственно эффективность ударных взаимодействий, магнитострикции, кавитации;

Q – масса ферромагнитных элементов, кг;

I – длина ферромагнитных элементов, м;

H – напряженность магнитного поля в АВС, А/м;

$\sigma_{\text{общ.}}$ – прочностные характеристики частиц навоза, н/м;

η – вязкость навоза Па/с;

ρ_1 – плотность навоза, кг/м³;

ρ_2 – плотность материала ферромагнитных элементов, кг/м³;

S – гранулометрический состав исходного навоза, %;

W – влажность исходного навоза, %;

χ – магнитная восприимчивость материала ферромагнитных элементов;

ω – угловая скорость вращения магнитного поля, рад/с;

I_2 – момент инерции ферромагнитных элементов, кг/м²;

P – заданная производительность, кг/ч;

L – длина рабочей зоны АВС, м;

D – диаметр рабочей зоны АВС, м;

K – концентрация специальных добавок в обрабатываемом навозе, %;

d – диаметр ферромагнитного элемента, м.

Многие из перечисленных факторов взаимосвязаны, найти аналитическое решение зависимости (1) до сих пор не представлялось возможным. Для случая обработки в АВС навоза эта задача еще более усложняется по следующим причинам:

- неоднозначность понятия «эффективность обработки», включающего в себя четыре составляющие;

- неоднородность физико-химических свойств исходного навоза и его отдельных компонентов органического и неорганического происхождения. Все эти компоненты обрабатываются в рабочей зоне АВС непрерывно и одновременно, но в силу различий их физико-механических свойств эффективность воздействия ударных сил, магнитострикции и кавитации может быть неравнозначна.

Для математического описания процесса диспергирования и обеззараживания навоза при обработке в АВС рассмотрим формализованную модель поведения немагнитных частиц в рабочей зоне при взаимодействии их с движущимися ферромагнитными элементами. При этом необходимо принять ряд допущений: ферромагнитные элементы не сталкиваются с друг с другом; они всегда находятся в одной из плоскостей, не переходя из одной в другую, круги вращения иголок не пересекаются [4, 9].

На рис. 2 и 3 показаны две модели расположения ферромагнитных элементов в двух идеализированных положениях.

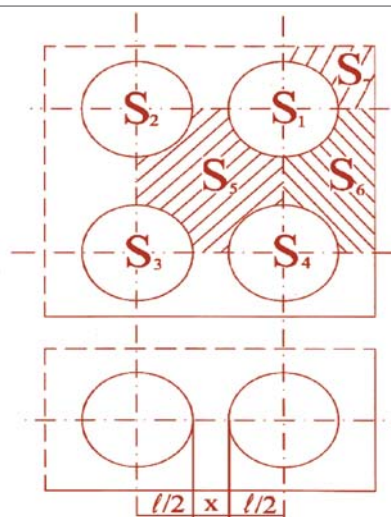


Рис. 2. Идеализированная модель расположения ферромагнитных элементов в рабочей зоне АВС без пересечения зоны их вращения:

S_1, S_2, S_3, S_4 – зоны воздействия на навоз вращающихся ферромагнитных элементов;

S_5, S_6, S_7 – зоны возможного проскока частиц навоза;

l – длина ферромагнитного элемента;

x – расстояние между вращающимися ферромагнитными элементами

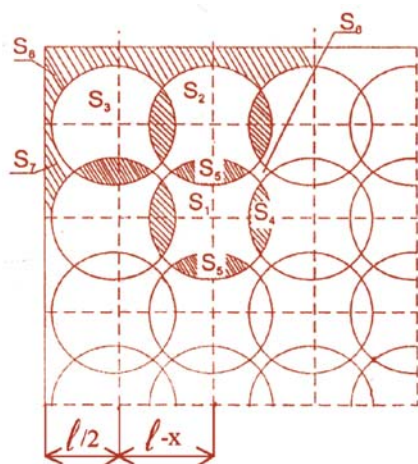


Рис. 3. Идеализированная модель расположения ферромагнитных элементов в рабочей зоне ABC с пересечением зоны их вращения:

S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 – зоны воздействия на навоз вращающихся ферромагнитных элементов;
 S_7, S_6, S_8 – зоны возможного проскока частиц навоза;
 l – длина ферромагнитного элемента;
 x – расстояние перекрытия траекторий вращающихся ферромагнитных элементов

Для случая, представленного на рис. 2, круги, образованные вращением ферромагнитных элементов, не пересекаются. При этом образуются «мёртвые зоны», где вероятность проскока частиц обрабатываемого навоза равна единице. Принципиально возможен и другой вариант (рис. 3), когда «соседние» круги, образованные вращением ферромагнитных элементов, пересекаются, и вероятность «проскока» обрабатываемого навоза резко уменьшается. Можно предположить, что частица навоза, попавшая под удар ферромагнитного элемента, будет отброшена вперёд, назад или разрушена. События взаимодействия частиц навоза с ферромагнитными элементами носят вероятностный характер. Вероятность проскока частиц навоза без воздействия со стороны ферромагнитного элемента определяется попаданием их в «мёртвую» зону.

Если допустить, что:

H_1 – событие, при котором частица навоза попадает в зону вращения ферромагнитных элементов;

H_2 – событие, когда частица навоза попадает в «мёртвую» зону;

c – событие, обозначающее проскок частицы навоза через один элементарный слой ферромагнитных элементов, то вероятность проскока можно представить следующим выражением [9, 12]:

$$P(c) = \sum_{i=1}^I P(H_i)P(c/H_i). \quad (2)$$

С учетом принятых допущений можно записать:

$$P(H_1) = \frac{4n_I S_\phi}{\pi D^2}; \quad (3)$$

$$P(H_2) = \frac{4S_M}{\pi D^2}; \quad (4)$$

$$P\left(\frac{c}{H_1}\right) = h; \quad (5)$$

$$P\left(\frac{c}{H_2}\right) = 1, \quad (6)$$

где S_ϕ – общая площадь, занимаемая вращающимися ферромагнитными элементами, m^2 ;

S_M – общая площадь «мёртвой» зоны в сечении, m^2 ;

h – вероятность проскока через «мёртвую» зону;

n_I – число ферромагнитных элементов в слое, шт.;

D – диаметр рабочей зоны ABC, м.

Для случая, представленного на рис. 2, в соответствии с принятыми допущениями общая площадь, занимаемая вращающимися ферромагнитными элементами, определяется по формуле [9]

$$S_\phi = \frac{\pi l^2 n_I}{4}. \quad (7)$$

Площадь, приходящаяся на «мёртвую» зону (см. рис. 2), состоит из трех составляющих: S_5, S_6, S_7 , значения которых определяются по формулам [9]:

$$S_5 = (l+x)^2 - \frac{\pi D^2}{4}; \quad (8)$$

$$S_6 = (l+x) \frac{l}{2}; \quad (9)$$

$$S_7 = \frac{l^2}{4} - \frac{\pi l^2}{16}. \quad (10)$$

Общая площадь «мёртвой» зоны определяется по формуле

$$S_M = (\sqrt{n_I} - 1)S_5 + 4(\sqrt{n_I} - 1)S_6 + 4S_7. \quad (11)$$

С учетом изложенного вероятность проскока частицы навоза через слой ферромагнитных элементов можно представить выражением

$$P(c) = \frac{4}{\pi D^2} \left\{ \frac{\pi l^2}{4} n_I (h-1) + \left[(\sqrt{n_I} + 1)X + l\sqrt{n_I} \right]^2 \right\}. \quad (12)$$

Величина X носит вероятностный характер и может быть определена по формуле [9]

$$X = \frac{1}{\sqrt{n_I} + 1} \left\{ \sqrt{\frac{\pi D^2}{4} \left[b - \frac{l^2 n_I (h-1)}{D^2} \right]} - l\sqrt{n_I} \right\}, \quad (13)$$

где $b = P(c)$.

Представленные зависимости позволяют, сопоставляя величину X с размерами частиц навоза, определять возможность их проскока через слой вращающихся ферромагнитных элементов. Частицы навоза, не попавшие в «мертвую» зону, перемещаются через элементарные слои, задерживаясь в каждом на время, определяемое вероятностью проскока.

В случае, если проскок не состоялся, то частица навоза отбрасывается от элементарного слоя, а затем вновь возвращается к нему. И так до того момента, пока частица не пройдет через слой. Число переходов определяется вероятностью проскока.

Необходимо отметить, что большинство частиц навоза с первого подхода не проходит через элементарный слой вращающихся ферромагнитных элементов, число которых по длине рабочей зоны колеблется и зависит от соотношения $1/d$.

Несмотря на ряд допущений, описанная модель отражает динамику поведения немагнитных частиц в рабочей зоне АВС.

Можно предположить, что частицы навоза задерживаются у каждой элементарной зоны вращения ферромагнитных элементов, постоянно перемещаясь с разными скоростями в вертикальном и горизонтальном направлениях и вращаясь в различных плоскостях. Совокупность ударов ферромагнитных элементов по частицам навоза, перемещений последних в объеме рабочей зоны АВС обеспечивает высокую степень их измельчения.

Выводы

1. Представлена теоретическая зависимость для определения вероятности проскока частиц навоза через слой ферромагнитных элементов, определяющими факторами в которой являются: диаметр рабочей зоны АВС; число ферромагнитных элементов в слое; длина ферромагнитных элементов.

2. Экспериментальные исследования по определению эффективности диспергирования навоза необходимо проводить с учетом изменяющихся величин: основных факторов, влияющих на вероятность проскока частиц через слой ферромагнитных элементов; физико-механических характеристик исходного навоза и производительности процесса.

3. Результаты экспериментальных исследований процесса диспергирования навоза при обработке его в аппаратах вихревого слоя позволят разработать методику расчёта конструктивных параметров используемого оборудования и режимов работы технологической линии.

Список

использованных источников

1. **Адошев А.И.** Ферровихревой аппарат для обеззараживания жидкого свиного навоза: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Ставрополь, 2011. 24 с.
2. **Мищенко М.В., Буков М.М., Гришаев М.Е.** Активизация технологических процессов обработки материалов в аппаратах

с вращающимся электромагнитным полем // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2. Ч. 16. С. 3508-3512.

3. **Трачук А.В.** Исследование и разработка вихревых аппаратов с вращающимся многофазным слоем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Новосибирск, 2009. 24 с.

4. **Вершинин Н.П., Вершинин И.Н.** Проблемы нейтрализации негативного воздействия человека на природу Земли. (Технологии и промышленные аппараты с нетрадиционным энергетическим обеспечением). Вопросы теории и практики. Сальск-Москва: Передовые технологии XXI века, 2012. 445 с.

5. **Гриднев П.И., Гриднева Т.Т., Спотару Ю.Ю.** Ресурсосберегающие экологически безопасные системы утилизации навоза // LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016. 97 с.

6. **Ковалев Н.Г., Гриднев П.И., Гринёва Т.Т.** Научное обеспечение развития экологически безопасных систем утилизации навоза // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2016. № 1. С. 62-69.

7. Устройство для обработки жидкого навоза: авт. свид. 1545338 Рос. Федерация: МПК А01С3/00 // Вершинин Н.П., Гриднев П.И., Кусембеков Р.Х., Голубцов В.А., Логвиненко Д.Д., Артюшин А.А.; заявитель и патентообладатель Всеросс. науч.-исслед. и проектно-технолог. ин-т механизации животноводства. № 4376952/15; заявл. 22.12.87; опубл. 27.03.00.

8. Устройство для обеззараживания и гомогенизации навоза и стоков: авт. свид. 1541804 Рос. Федерация: МПК А01С3/00 // Вершинин Н.П., Гриднев П.И., Кусембеков Р.Х., Голубцов В.А., Логвиненко Д.Д., Артюшин А.А.; заявитель и патентообладатель Всеросс. науч.-исслед. и проектно-технолог. ин-т механизации животноводства. № 4465326/15; заявл. 31.05.88; опубл. 27.03.00.

9. **Логвиненко Д.Д., Шеляков О.П.** Интенсификация технологических процессов в аппаратах с вихревым слоем. Киев: Техника. 1976. 142 с.

10. Эффективность применения аппаратов вихревого слоя в процессах измельчения порошковых материалов / В.А. Войтович [и др.] // *Новые огнеупоры*. 2017. № 10. С. 48-53.

11. **Филонов И.А.** Механическая активация портландцемента в аппарате вихревого слоя // *Инженерный Вестник Дона* 2012. № 3. С. 67-68.

12. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей. М.: КНОРУС, 2010. 664 с.

Determination of the Probability of Penetration of Manure Particles Through the Layers of Ferromagnetic Elements in the Vortex Layer Devices

P.I. Gridnev, T.T. Gridneva

(Institute of Livestock Mechanization – a branch of VIM)

Summary. Theoretical dependences are presented for determining the probability of penetration of manure particles through the layers of rotating ferromagnetic elements in the vortex layer device taking into account their number and geometrical dimensions, and parameters of the working area.

Keywords: particle penetration, manure, ferromagnetic element, vortex layer device, probability.

УДК 662.636

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-2-40-43

Экологические показатели работы дизелей на моторном топливе с биодобавками из микроводорослей

С.А. Нагорнов,

д-р техн. наук, проф.,
гл. науч. сотр.,
snagornov@yandex.ru

А.Н. Зазуля,

д-р техн. наук, проф.,
гл. науч. сотр.,
viitin-adm@mail.ru

Ю.В. Мещерякова,

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
viitin-adm@mail.ru
(ФГБНУ ВНИИТИН);

И.Г. Голубев,

д-р техн. наук, проф., зав. отделом,
golubev@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Показана перспективность применения смесового моторного топлива с биодобавками из микроводорослей в дизельных двигателях. Доказано, что состав липидов микроводорослей сходен с аналогичным составом растительных масел. Выявлено, что плотность, вязкость и цетановое число у биодобавок выше, а содержание серы ниже по сравнению с дизельным топливом. Экспериментально установлено, что с увеличением содержания биодобавок в смесовом моторном топливе происходит снижение дымности и токсичности отработавших газов дизелей.

Ключевые слова: дизельный двигатель, биодизельное топливо, биодобавка, микроводоросль, испытание, дымность, углеводород, оксид углерода.

Постановка проблемы

Сельскохозяйственное производство является одним из основных потребителей дизельного топлива. Только в 2019 г. в сельскохозяйственные организации поступило свыше 4223 тыс. т дизельного топлива [1]. В настоящее время проводятся работы по переводу дизельных двигателей автотракторной техники на более экологически чистые виды топлива

по сравнению со светлыми нефтепродуктами. Эффективным способом предотвращения загрязнения окружающей среды токсичными отработавшими газами и улучшения эксплуатационных показателей дизелей является использование биоминерального топлива, получаемого смешиванием биодобавок (растительные масла или их эфиры) с минеральным дизельным топливом [2]. В последние годы в странах ЕС при производстве биодобавок наблюдается устойчивая тенденция к сокращению использования для этих целей «продуктовых» растительных масел [3]. Поэтому решение проблемы расширения сырьевой базы для производства биодобавок является актуальным, на нем сконцентрировано внимание ведущих отечественных и зарубежных ученых [4-6]. К настоящему времени накоплен огромный опыт практического применения растительных масел в качестве биодобавок к дизельному топливу [7]. Выявлены основные проблемы их использования в дизельных двигателях. Экспериментально доказано существенное сходство структурных химических формул минерального топлива и биодобавок, обуславливающее потенциальную возможность использования биоминерального топлива для дизельных двигателей. В целом считается установленным, что применение биодобавок из растительного сырья существенно улучшает экологические показатели дизелей. Вместе с тем влияние биодобавок на большинство регламентируемых эксплуатационных показателей дизельного двигателя является неоднозначным, поскольку физико-химические свойства одних и тех же растительных масел зависят от целого ряда факторов, характеризующих исходное сырье [8]. Пер-

спективными среди других ресурсов растительной сырьевой базы являются микроводоросли [9-10]. Типичной чертой рассматриваемых типов биодобавок является зависимость физико-химических свойств растительных масел и микроводорослей от их жирнокислотного состава, который определяется условиями их получения. Для растительных масел это технологии возделывания, извлечения, очистки масел и целый ряд других (в большинстве случаев неуправляемых) факторов, для микроводорослей – условия культивирования и технология извлечения жирных кислот. Однако в отличие от растительных масел физико-химические свойства микроводорослей в зависимости от направления их использования можно изменять в широких пределах посредством целенаправленной корректировки процессов культивирования и продуктивности. Оптимизируя минеральное питание наряду с регулировкой температуры и освещенности, можно увеличить в клетках микроводоросли *Chlorellavulgaris* содержание липидов от 4 до 85% [9]. В данной работе приведены результаты исследований с целью подтверждения возможности использования биоминерального топлива с биодобавкой из микроводоросли *Chlorellavulgaris* в дизельных двигателях и выявления показателей токсичности отработавших газов.

Цель исследований – определение показателей токсичности отработавших газов дизельных двигателей тракторов при использовании биоминерального топлива с биодобавкой из микроводоросли *Chlorellavulgaris*.

Материалы и методы исследования

Для получения биодобавки использовали исходный штамм микро-

водоросли *Chlorellavulgaris* ИФР № С-111 [9], для культивирования микроводоросли – специально сконструированный закрытый циркулирующий трубчатый фотобиореактор с искусственным освещением (рис. 1).

Для синтеза липидов микроводорослей использовали аппарат с частицами, совершающими сложное пульсационное движение под воздействием электромагнитного поля (рис. 2).

Общий вид установки для получения биодобавки приведен на рис. 3.

Жирнокислотный состав биодобавки в смешевом моторном топливе контролировали по стандартной методике EN14103 с помощью газового хроматографа «Кристалл-2000м» с применением программного обеспечения «Хроматэк-Аналитик». Фракционный состав и кинематическую вязкость определяли по стандартным методикам. Для получения смешевом моторного топлива биодобавку смешивали с нефтяным дизельным топливом.

Определение экологических показателей дизеля при работе на смешевом моторном топливе проводили

на стенде (дизель Д-243) и в полевых условиях с использованием дымомера КИД-2 и газоанализатора АВТОТЕСТ. Полевые испытания проводили на операции вспашки трактором с дизелем Д-65Н плугом ПН-3-35 с регулировкой на глубину 0,22 м (рис. 4).

Перерасчет значений коэффициента ослабления света N в коэффициент поглощения света k проводили по известной формуле:

$$k = -\frac{1}{L} \ln \left(1 - \frac{N}{100} \right),$$

где k – коэффициент поглощения света, м^{-1} ;

L – эффективная база дымомера, м;

N – коэффициент ослабления света, %.

Обработку экспериментальных данных проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel, Mathcad и др. [9].

Результаты исследований и обсуждение

Анализ полученных данных установил сходство свойств триацилглицеринов высших алифатических кислот

микроводорослей и растительных масел. Этот факт свидетельствует о возможности использования липидов микроводорослей в качестве исходного сырья для синтеза биодобавки к смешевому моторному топливу. В табл. 1 показаны результаты экспериментальных исследований компонента смешевом моторного топлива.

Таблица 1. Физико-химические показатели дизельного топлива и биодобавки

Показатель	Дизельное топливо	Биодобавка
Плотность при 20 °С, кг/м³	860	875
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм²/с	2,5	4,3
Цетановое число	48	58
Содержание, мг/кг:		
воды	200	400
серы	400	Менее 10
Температура вспышки, °С	50	130



Рис. 1. Экспериментальный фотобиореактор для культивирования микроводоросли

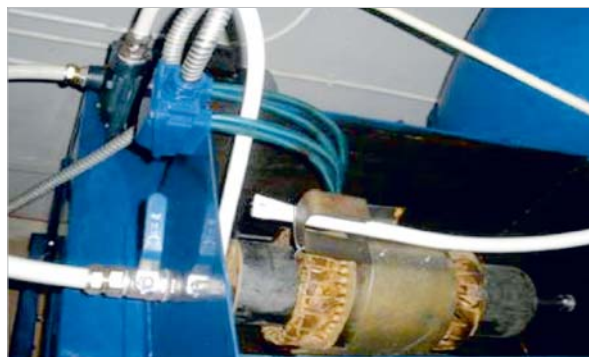


Рис. 2. Аппарат с вращающимся электромагнитным полем



Рис. 3. Установка для получения биодобавки

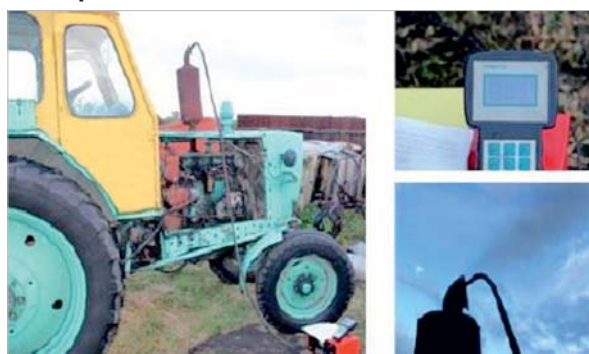


Рис. 4. Измерение дымности отработавших газов на различных видах топлива

В ходе стендовых исследований установлено, что увеличение содержания биодобавок в смесевом моторном топливе приводит к снижению дымности и токсичности вредных веществ в отработавших газах. Минимальные показатели дымности и токсичности получены при использовании смесового моторного топлива с 40%-ной биодобавкой [9].

В ходе проведенных испытаний установлено существенное улучшение экологических показателей дизеля. Результаты измерения дымности и состава отработавших газов дизеля при полевых испытаниях представлены в табл. 2 и на рис. 5-6.

Таким образом, доказано, что состав липидов микроводорослей сходен с аналогичным составом

растительных масел. Выявлено, что плотность, вязкость и цетановое число у биодобавок выше, а содержание серы ниже, чем у дизельного топлива.

Выводы

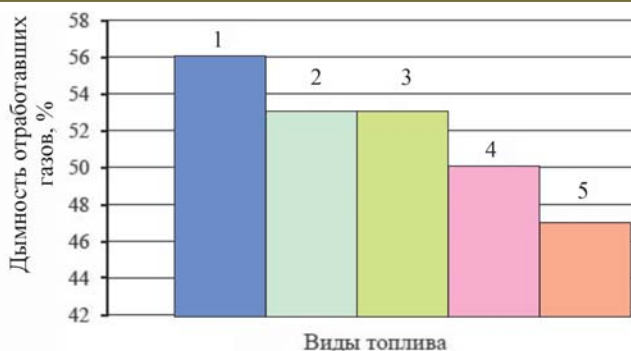
1. Экспериментально установлено существенное снижение дымности и токсичности отработавших газов дизелей при увеличении содержания биодобавок в смесевом моторном топливе. Это обуславливает перспективность широкого применения смесового моторного топлива в дизельных двигателях. Блочно-модульное аппаратное оформление технологии получения биодобавок из микроводорослей позволит создавать региональные автономные источники моторного топлива. Для этого планируется расширение ассортимента возможного использования микроводорослей применительно к конкретному региону.

2. Установлена схожесть состава липидной фракции микроводорослей и рапсового масла. У биодобавки из микроводорослей плотность, вязкость и цетановое число выше, а содержание серы ниже, чем у дизельного топлива. Экологические показатели работы дизелей на смесевом топливе улучшаются по сравнению с дизельным топливом. С увеличением содержания биодобавок в смесевом топливе дымность и токсичность отработавших газов снижаются.

Таблица 2. Экологические показатели дизеля Д-65Н на различных видах топлива

Показатель	Виды топлива				
	дизельное топливо	дизельное топливо и 5 % биодобавка	дизельное топливо и 10 % биодобавка	дизельное топливо и 20 % биодобавка	дизельное топливо и 40 % биодобавка
Дымность, N, %	56	53	53	50	47
K^{m-1}	1,90	1,75	1,80	1,64	1,50
C_xO_y , %	0,60	0,50	0,49	0,48	0,45
C_xH_y , %	0,0017	0,0015	0,0015	0,0014	0,0012

Рис. 5. Дымность отработавших газов дизеля Д-65Н на различных видах топлива:



- 1 – дизельное топливо; 2 – дизельное топливо и 5% биодобавка;
3 – дизельное топливо и 10% биодобавка;
4 – дизельное топливо и 20% биодобавка;
5 – дизельное топливо и 40% биодобавка

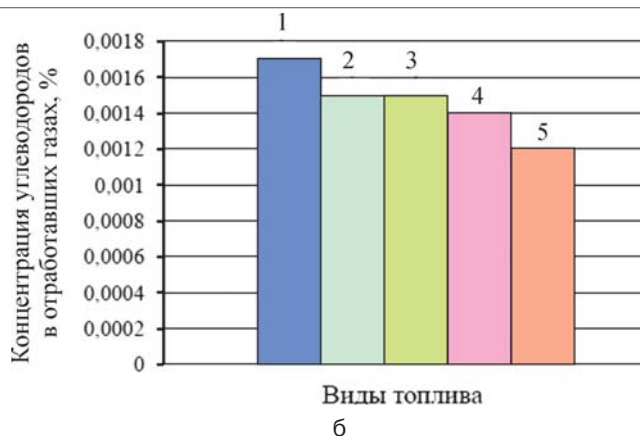
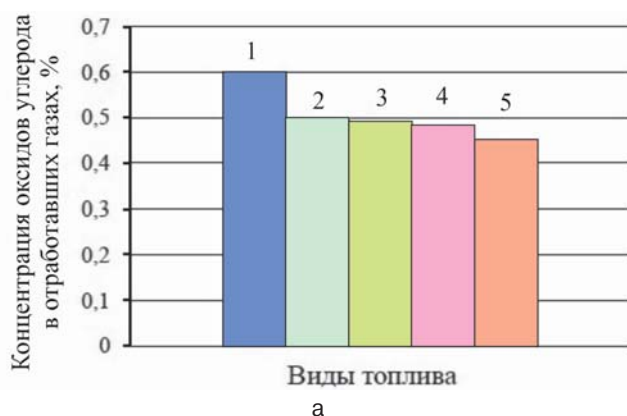


Рис. 6. Содержание оксидов углерода (а) и углеводородов (б) в отработавших газах дизеля Д-65Н на различных видах топлива:

- 1 – дизельное топливо; 2 – дизельное топливо и 5 % биодобавка; 3 – дизельное топливо и 10 % биодобавка;
4 – дизельное топливо и 20 % биодобавка; 5 – дизельное топливо и 40 % биодобавка

Список

использованных источников

1. Агропромышленный комплекс России в 2019 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 562 с.
2. Использование биологических добавок в дизельное топливо / В.Ф. Федоренко [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 50 с.
3. Физические свойства рыжиково-минерального топлива / А.П. Уханов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 5-3. С. 124-128.
4. Использование арахисового масла в качестве присадки к дизельному топливу / А.В. Бижаев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 6. С. 45-50.
5. Сравнительный анализ технологий получения биотоплива для дизельных двигателей / А.Н. Зазуля [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2013. 94 с.
6. Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения / В.Ф. Федоренко [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 68 с.
7. Тенденции развития технологий производства биодизельного топлива / С.А. Нагорнов [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 172 с.
8. Результаты испытаний и перспективы эксплуатации дизелей на биотопливе / В.Ф. Федоренко [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 133 с.
9. Мещерякова Ю.В. Разработка технологического процесса получения биодобавок из липидных компонентов микроводоросли хлореллы для улучшения свойств дизельного топлива: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. Тамбов, 2016. 171 с.
10. Нагорнов С.А. Корнев А.Ю. Мещерякова Ю.В. Основные этапы получения биодизельного топлива из микроводорослей // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства. г. Тамбов, 2015. С. 243-246.
11. Использование микроводорослей в качестве сырья для получения биодизельного топлива / С.А. Нагорнов [и др.] // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. Матер. XI Междунар. науч.-практ. интернет-конф. 2019. С. 437-440.

Environmental Performance of Diesel Engines Running on Motor Fuel With Microalgae Bio-additives

S.A. Nagornov, A.N. Zazulya, Yu.V. Meshcheryakova

(FSBSI ARIMPA)

I.G. Golubev

(Rosinformagrotekh)

Summary. The prospects of using blended motor fuel with bioadditives from microalgae in diesel engines are shown. It has been proven that the composition of microalgae lipids is similar to that of vegetable oils. It was revealed that the density, viscosity and cetane number of the dietary supplements are higher and the sulfur content is lower in comparison with diesel fuel. It has been experimentally established that with an increase in the content of bioadditives in mixed motor fuel the smoke and toxicity of diesel exhaust gases decrease.

Keywords: diesel engine, biodiesel fuel, bioadditive, microalgae, test, smoke, hydrocarbon, carbon monoxide.

Резюме

Цель исследований – определение показателей токсичности отработавших газов дизельных двигателей тракторов при использовании биоминерального топлива с биодобавкой из микроводоросли *Chlorellavulgaris*. Для получения биодобавки использовался исходный штамм микроводоросли *Chlorellavulgaris* ИФР № С-111, для культивирования которой специально сконструировали закрытый циркулирующий трубчатый фотобиореактор с искусственным освещением. Для синтеза липидов микроводорослей применяли аппарат с частицами, совершающими сложное пульсационное движение под воздействием электромагнитного поля. Жирнокислотный состав биодобавки в смешанном моторном топливе контролировался по стандартной методике EN14103 с помощью газового хроматографа «Кристалл-2000м» с использованием программного обеспечения «Хроматэк-Аналитик». Фракционный состав и кинематическая вязкость определялись по стандартным методикам. Для получения смешанного моторного топлива биодобавка смешивалась с нефтяным дизельным топливом. Определение экологических показателей дизеля при работе на смешанном моторном топливе проводилось на стенде (дизель Д-243) и в полевых условиях с использованием дымомера КИД-2 и газоанализатора АВТОТЕСТ. Полевые испытания проводились на операции вспашки трактором с дизелем Д-65Н плугом ПН-3-35 с регулировкой на глубину 0,22 м. Экспериментально получено существенное снижение дымности и токсичности отработавших газов дизелей при увеличении содержания биодобавок в смешанном моторном топливе. Это обуславливает перспективность широкого применения смешанного моторного топлива в дизельных двигателях. Блочное-модульное аппаратное оформление технологии получения биодобавок из микроводорослей позволит создавать региональные автономные источники моторного топлива. Для этого в дальнейшем планируется расширение ассортимента возможного использования микроводорослей применительно к конкретному региону. Установлена схожесть состава липидной фракции микроводорослей и рапсового масла. У биодобавки из микроводорослей плотность, вязкость и цетановое число выше, а содержание серы ниже, чем у дизельного топлива. Экологические показатели работы дизелей на смешанном топливе улучшаются по сравнению с дизельным топливом. С увеличением содержания биодобавок в смешанном топливе дымность и токсичность отработавших газов снижаются.

Abstract

The purpose of the research is to determine the toxicity indicators of exhaust gases of diesel engines of tractors when using biomineral fuel with a bioadditive made of the *Chlorellavulgaris* microalga. To obtain the bioadditive, the original IGF No. C-111 strain of the *Chlorellavulgaris* microalga was used, for the cultivation of which a closed circulating tubular photobioreactor fitted with artificial lighting was specially designed. To perform the synthesis of microalgae lipids, an apparatus was used, where particles performed a complex pulsating motion under the influence of an electromagnetic field. The fatty acid composition of the bioadditive in the blended motor fuel was controlled according to the standard EN14103 method using a Cristall-2000m gas chromatograph that used the Chromatech-Analytic software. Fractional composition and kinematic viscosity were determined according to standard methods. To obtain a blended motor fuel, the bioadditive was mixed with petroleum diesel fuel. The environmental indicators of a diesel engine when operating on a mixed motor fuel were determined on a test bench (D-243 diesel) and in the field using the KID-2 opacimeter and AUTOTEST gas analyzer. Field tests were carried out on plowing operations with a D-65N diesel engine tractor equipped with the PN-3-35 plow adjustable to a depth of 0.22 m. Experimentally, a significant decrease in the smoke and toxicity of diesel exhaust gases was obtained with an increase in the content of bio-additives in the blended motor fuel. This makes it promising for the widespread use of blended motor fuel in diesel engines. Block-modular hardware design of the technology for producing bioadditives from microalgae will make it possible to create regional autonomous sources of motor fuel. To do this, it is planned in the future to expand the range of possible use of microalgae in relation to a specific region. The similarity of the composition of the lipid fraction of microalgae and rapeseed oil was established. The microalgae supplement has a higher density, viscosity and cetane number and lower sulfur content than diesel fuel has. The environmental performance of mixed fuel diesels is improved compared to diesel. With an increase in the content of bio-additives in the mixed fuel, the smoke and toxicity of the exhaust gases decrease.

УДК 338.43+004.03

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-2-44-47

Совершенствование управления сельскохозяйственной организацией в условиях информационной экономики

Н.В. Карпузова,

канд. экон. наук, доц.,
n.karpuzova@rgau-msha.ru

К.В. Чернышева,

канд. экон. наук, доц.,
chernysheva@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
им. К.А. Тимирязева);

А.П. Королькова,

канд. экон. наук, вед. науч. сотр.,
52_kar@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Проведены обобщение и систематизация информационных систем и технологий, используемых на разных уровнях управления в сельскохозяйственных организациях, разработка рекомендаций и критериев выбора программных продуктов для управления организацией, а также рекомендаций по подготовке специалистов для информатизации отрасли.

Ключевые слова: программный продукт, цифровая платформа, информационная система, информационная технология, уровни управления, управление организацией.

Постановка проблемы

В современном информационном обществе в условиях перехода к обществу знаний использование информационных систем и технологий является неперенным условием функционирования организаций и предприятий всех форм собственности, отраслевой принадлежности. Получение, сохранение, производство и распространение достоверной информации приобретает первостепенное значение для развития гражданина, экономики и государства [1]. Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в 2019 г. разработан ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» (ЦСХ),

предусматривающий создание и развитие национальной платформы цифрового государственного управления сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство», модуля «Агрорешения», отраслевой электронной образовательной среды «Земля знаний» [2]. Цифровая платформа в данном документе рассматривается с двух точек зрения. С одной стороны, как группа технологических решений, использующихся для создания системы цифрового взаимодействия. Это автоматизация производственных процессов с использованием различных электронных и интеллектуальных датчиков, а также других технических средств. С другой стороны, как интегрированная информационная система, автоматизирующая процесс управления организацией и функционирующая в едином информационном пространстве. Модуль «Агрорешения» является составной частью или субплатформой единой системы управления отраслью. Однако в проекте не выработаны указания по использованию конкретных программных решений с учетом специализации, размера организации и других критериев.

Для работы с программными продуктами необходимы специалисты, обладающие высокой информационной грамотностью. Поэтому одной из поставленных целей проекта является создание системы подготовки специалистов сельскохозяйственных предприятий с целью формирования у них компетенций по работе с информационными системами и технологиями. В связи с этим становится актуальным вопрос кадрового обеспечения декларируемой трансформации сельского хозяйства.

Цель исследований – совершенствование управления сельскохозяй-

ственной организацией в условиях информационной экономики.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнялись на основе данных Росстата, нормативно-правовых документов, справочных материалов, личных наблюдений авторов с применением основных положений системного подхода.

При проведении исследований использовались информационные системы и технологии, информационно-коммуникационные сети, привлекались IT-специалисты, работающие в сельскохозяйственных организациях. Проведены анализ и систематизация применения различных видов программных продуктов (системы электронного документооборота, информационные системы для решения организационных, управленческих и экономических задач, CRM-, ERP-, SCM-системы и др.). Применены методологические подходы к выбору информационных систем и технологий для различных уровней управления организацией, внедрению ERP-систем как составляющих модуля «Агрорешения» национальной платформы цифрового государственного управления сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство», даны рекомендации по решению вопроса кадрового обеспечения декларируемой трансформации сельского хозяйства.

Результаты исследований и обсуждение

По данным Росстата, за последние годы позиции Российской Федерации по развитию информационных технологий имеют тенденцию роста.

Так, международный индекс цифровой экономики и информационного общества (International Digital Economy and Society Index, I-DESI) увеличился с 0,35 (2013 г.) до 0,48 (2016 г.) – соответственно 51 и 63% от максимального уровня. Среднее значение этого индекса по Европе – 0,54. Россия уступает Дании, Финляндии, Нидерландам, Великобритании, Норвегии, Швеции, Швейцарии и ряду других стран, в том числе и по таким субиндексам данного показателя, как интеграция цифровых технологий (Integration of Digital Technology), связанность (Connectivity) и использование Интернет (Use of Internet). Значения этих субиндексов составляют примерно 50% от среднеевропейских. По интеграции цифровых технологий Россия опережает лишь такие европейские страны, как Румыния и Турция. Глобальный инновационный индекс (Global Innovation Index) России в 2018 г. незначительно снизился по сравнению с 2017 г. и составил 37 вместо 38, что заставило Россию переместиться с 45-го на 46-е место в международном рейтинге по данному показателю. Остаются высокими субиндексы по развитию информационных и коммуникационных технологий (Information & communication technologies, ICTs): у России – 70,3, у страны-лидера Швейцарии – 73,8, но сильно отстает развитие технологий и экономика знаний (Knowledge & technology outputs) – в 2,5 раза.

Направление «Информационно-телекоммуникационные системы» входит в число приоритетных исследований и разработок на уровне государства. Объем финансирования в 2017 г. составил порядка 82 млрд руб., что более чем в 2 раза превышает финансирование 2010 г. и на 61% осуществляется из государственного бюджета.

Однако уровень информатизации агропромышленного комплекса (АПК) в Российской Федерации ниже по сравнению с другими отраслями. Так, в 2019 г. около половины (49,3 %) сельскохозяйственных организаций имели локальную вычислительную сеть и только четверть – собственный сайт. При этом услугами Интернет

пользуются 81,7 % организаций. Персональные компьютеры используют более одного раза в неделю лишь 15,4 % работников сельскохозяйственных организаций, в то время как в среднем по стране этот показатель в 3 раза выше и составляет 45 %. Одним из основных индикаторов информационной экономики является использование облачных технологий и туманных вычислений. В 2019 г. доля сельскохозяйственных организаций, использующих облачные сервисы для обеспечения взаимоотношений с клиентами, запуска собственного программного обеспечения, как вычислительный сервис, для размещения электронной почты, составила около 9,4 %, что является самым низким значениям по сравнению с показателями других видов экономической деятельности [3].

Выборочное исследование уровня информатизации управления организаций АПК Центрального Федерального округа в период 2005-2015 гг. выявило недостаточную оснащенность хозяйств техническими и программными средствами. В основном в сельскохозяйственных организациях использовались учетные бухгалтер-

ские программы и специализированные решения по бонитировочному учету животных. Не использовались ни в одной из рассматриваемых организаций ERP-системы для идентификации и планирования всех ресурсов организации, CRM-системы для автоматизации взаимоотношений с клиентами, SCM-системы для автоматизации управления логистическими цепочками закупок, аналитические системы [4-6].

По данным Росстата и Интернет-источников, доля организаций, использующих ERP-, CRM- и SCM-системы, составляет лишь 7 % от общего количества хозяйств (см. таблицу) [3, 7].

Что касается использования других видов программных продуктов (системы электронного документооборота, программные средства для осуществления финансовых расчетов в электронном виде, решения организационных, управленческих и экономических задач и др.), то их использование в сельскохозяйственных организациях составляет порядка 80 % от использования в организациях других видов экономической деятельности.

Организации, использующие специальные программные средства в 2019 г. (процент от общего числа организаций)

Программные средства	Всего по всем видам экономической деятельности	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	Доля сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства
Системы электронного документооборота	70	61,5	0,88
Программные средства для осуществления финансовых расчетов в электронном виде	57,1	50,5	0,88
Программные средства для решения организационных, управленческих и экономических задач	54,8	41,8	0,76
Программные средства для предоставления доступа к базам данных через глобальные информационные сети, включая Интернет	32	23,7	0,74
Обучающие программы	16,4	6,1	0,37
ERP-, CRM-, SCM-системы	35,3	7	0,20

Источник: данные авторов.

В 2020 г. из общего количества используемых бухгалтерских учетных систем около 40 % приходилось на программные продукты фирмы 1С и ее партнеров («1С: Бухгалтерия сельскохозяйственного предприятия», «1С: Бухгалтерия птицефабрики», «1С: Бухгалтерия молокозавода», «1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода» и др.). Среди программ по бонитировочному учету животных также используются решения фирм 1С и БАРС Групп. ERP-решения по управлению предприятием – это разработки фирм «Черноземье ИНТЕКО», «1С: Рарус», Корпорации Галактика и др. В сельскохозяйственных организациях ERP-системы используются в крупных агрохолдингах, имеющих, как правило, перерабатывающие мощности [4]. Аналитические платформы, BI-системы, использующие методы искусственного интеллекта, в сельскохозяйственных организациях не используются.

Ощущается также нехватка специалистов по информационным и коммуникационным технологиям, работающим в сельскохозяйственном производстве. Так, в 2019 г. в сельском хозяйстве трудилось 60 IT-специалистов в расчете на 100 тыс. работников, причем только 22 из них – с высшим уровнем квалификации. Этот показатель в среднем по всем видам экономической деятельности составил 229 и 146 человек соответственно, т.е. обеспеченность данными кадрами меньше требуемой в 4 раза, по кадрам высшего уровня квалификации – примерно в 7 раз [3].

Дальнейшее выполнение ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» призвано решить названные проблемы. Однако следует предложить некоторые рекомендации по приобретению программных продуктов и их сопровождению в сельскохозяйственных организациях.

В качестве составляющих модуля «Агрорешения» национальной платформы цифрового государственного управления сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство» возможно использование ERP-систем, автоматизирующих все бизнес-процессы управления организацией.

Ввиду широкого применения программных продуктов фирмы 1С и ее партнеров это могут быть решения названной фирмы. В этом случае работники сельскохозяйственных организаций, работавшие с «1С: Бухгалтерией» или другими разработками фирмы, легче будут осваивать новый программный продукт со знакомым интерфейсом. Кроме «1С: ERP Управление предприятием», возможно использование таких отечественных ERP-систем, как БЭСТ 5, Галактика и др. При выборе информационных систем необходимо учитывать определенные критерии [8]. Это размер и специализация организации, уже имеющееся техническое и программное обеспечение, стоимость программного продукта. Важно также учитывать наличие у разработчика специализированных отраслевых решений, возможности приобретения программы по подсистемам, работы в «облаках» и др. Необходимо наличие дилера фирмы-разработчика в рассматриваемом регионе для сопровождения, обслуживания и решения возможных проблемных ситуаций при эксплуатации информационной системы.

Авторами предлагался и другой подход к использованию цифровых платформ для управления сельскохозяйственной организацией. Это использование отдельных отечественных информационных систем на различных уровнях управления, интегрируемых друг с другом и образующих единое информационное пространство [9].

На оперативном и тактическом уровнях управления реализуются OLTP (Online Transaction Processing) технологии оперативной обработки транзакций, обеспечивающие сбор и регистрацию данных, их накопление, обработку, выдачу отчетов. Информация в информационных системах, реализующих OLTP-технологии, накапливается и хранится в реляционных базах данных. Такая информация хорошо структурирована и отрабатывается с использованием относительно несложных алгоритмов. На этих уровнях управления можно использовать программные продук-

ты «1С: Бухгалтерия», а также программы по автоматизации отдельных бизнес-процессов управления. Это могут быть CRM-системы управления взаимоотношениями с клиентами, WMS-системы управления складом, SCM-системы управления цепочками закупок и др. Важна возможность интеграции перечисленных информационных систем.

На тактическом и высшем стратегическом уровне управления для проведения глубокого анализа деятельности организации используются OLAP-технологии преобразования данных. Эти технологии производят аналитическую обработку агрегированных из различных источников данных. Информация в таких системах содержится в хранилище данных и не удаляется, а дополняется в соответствии с регламентом (раз в час, день, неделю, месяц и т.д.). OLAP-технологии позволяют формировать аналитические отчеты в любом запрашиваемом разрезе с нужной детализацией.

На стратегическом уровне управления используются также технологии интеллектуального анализа данных Data Mining. Такие технологии осуществляют «добычу», «раскопку» в «сырых», необработанных, структурированных, частично структурированных и неструктурированных данных неочевидных связей и закономерностей. С помощью статистических и кибернетических методов, заложенных в информационные системы, добываются новые знания и визуализируются различными способами для использования аналитиками. Data Mining позволяют решать задачи классификации, регрессии, кластеризации, поиска ассоциаций, прогнозирования и др.

Data Mining и OLAP-технологии, хранилища данных объединяются в архитектуре BI-систем, систем поддержки принятия решений или информационно-аналитических систем. Транзакционные системы оперативного уровня управления являются источником данных для информационно-аналитических систем. Это такие отечественные программные продукты, как Deductor Studio, Loginom, Прогноз, Форсайт,

Контур и др. Как уже отмечалось, в сельскохозяйственных организациях в настоящее время такие программные продукты практически не используются.

Критерии выбора названных программных продуктов аналогичны перечисленным выше.

Взаимосвязь информационных систем всех уровней управления в единой цифровой платформе позволит сформировать общее информационное пространство организации с последующей интеграцией в информационные системы муниципального и регионального уровней управления отраслью.

Для успешной реализации ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» необходима также подготовка кадров, в том числе и высшего звена, способных успешно работать с современными информационными системами и технологиями. На наш взгляд, необходимо обучение специалистов в профильных учебных заведениях по направлениям подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 09.03.03 «Прикладная информатика» с фундаментальной теоретической базой, а также повышение квалификации специалистов АПК с использованием дистанционных технологий электронной образовательной системы «Земля знаний» и прохождением очных курсов в отраслевых вузах [10].

Выводы

1. В качестве составляющих модуля «Агрорешения» национальной платформы цифрового государственного управления сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство» возможно использование ERP-систем, автоматизирующих все бизнес-процессы управления организацией. Это могут быть такие программные продукты, как «1С: ERP Управление предприятием», система управления предприятием БЭСТ 5, Галактика и др., включенные в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. Альтернативным вариантом может служить комбинация информационных систем по уровням управления орга-

низацией (системы обработки данных, информационные системы управления на оперативном и тактическом уровнях, системы поддержки принятия решений на стратегическом уровне), а также применение специализированных решений для автоматизации отдельных бизнес-процессов управления при условии их интеграции и работы в едином информационном пространстве.

2. При выборе информационных систем должны учитываться как характеристики сельскохозяйственной организации, внедряющей проектное решение (размер, специализация, организационная и управленческая структура, наличие технических и программных средств и др.), так и специфика самого программного продукта (стоимость, возможность приобретения по подсистемам, требования к техническому и базовому программному обеспечению, возможность работы в облачном режиме, наличие дилера в регионе и др.).

3. Создание системы подготовки специалистов сельскохозяйственных организаций с целью формирования у них компетенций по работе с информационными системами и технологиями путем увеличения подготовки бакалавров по направлениям 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 09.03.03 «Прикладная информатика» с фундаментальной подготовкой по теории информации, алгоритмизации и программированию, статистическим и экономикоматематическим методам исследования, а также организация повышения квалификации специалистов АПК по обучению навыкам работы с информационными системами и технологиями в очном формате на базе отраслевых вузов.

Список

используемых источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы». [Электронный ресурс]. URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201705100002.pdf> (дата обращения: 22.11.2020).
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

3. Информационное общество в Российской Федерации. 2020: статистический сборник [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/lqv3T0Rk/info-ob2020.pdf> (дата обращения: 22.11.2020).

4. Чернышева К.В. Информационное обеспечение управления отраслью АПК: молочное скотоводство: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05, 08.00. М., 2007. 218 с.

5. Сухомлинова М.И. Информационное обеспечение управления региональным АПК: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Елец, 2013. 194 с.

6. Карпузова Н.В. Повышение эффективности системы управления АПК региона на основе развития информационной инфраструктуры: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Москва, 2015. 203 с.

7. Проекты в отрасли «Сельское хозяйство и рыболовство». [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/ERP?cache=no&otrno&otr=Сельское_хозяйство_и_рыболовство&type=otr#top (дата обращения: 22.11.2020).

8. Огневцев С.Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 2. С. 16-22.

9. Карпузова В.И., Чернышева К.В., Карпузова Н.В. Методологические аспекты формирования информационной сферы экономики АПК // Московский экономический журнал. 2018. № 3. С. 25.

10. Развитие экономико-математических методов, информационных систем и технологий в АПК Российской Федерации / А.М. Гатаулин [и др.] // Летопись кафедры экономической кибернетики. Иркутск: Мегалит, 2017. 161 с.

Improving the Management of an Agricultural Organization in the Information Economy

N.V. Karpuzova, K.V. Chernysheva
(Russian State Agrarian University
Moscow Timiryazev Agricultural
Academy)

A.P. Korolkova
(Rosinformagrotekh)

Summary. Generalization and systematization of information systems and technologies used at different levels of management in agricultural organizations, development of recommendations and criteria for choosing software products for managing an organization, as well as recommendations for training specialists for informatization of the industry are presented.

Keywords: software product, digital platform, information system, information technology, management levels, organization management.

Информация

CLAAS

CLAAS: Рост продаж в 2020 году и положительный прогноз на 2021

По оценкам специалистов CLAAS, в 2020 году главным драйвером на российском рынке сельскохозяйственной техники стало стремление аграриев повышать эффективность производства и снижать себестоимость продукции за счет модернизации парка техники. Поддержку сельхозпроизводителям в этом оказали второй по объемам за всю историю страны урожай зерновых и высокие мировые цены на сельхозтовары. Также положительную роль сыграли программы государственного субсидирования приобретаемой техники и льготное финансирование по линии Росагролизинга.

Благодаря этому по итогам прошедшего года закупки зерноуборочных комбайнов российскими аграриями увеличились. При этом CLAAS благодаря последовательной локализации производства еще больше укрепила свои позиции. По сравнению с прошлым годом было реализовано на 20% больше комбайнов TUCANO.

Кроме того, произошел прирост по продажам кормоуборочных комбайнов JAGUAR, доля которых на российском рынке (среди западных брендов) увеличилась на 4 процентных пункта и составляет теперь 53%.

В сегменте кормозаготовительных машин (косилки, ворошители и валкователи) доля компании выросла примерно до 25%. Этому способствовала последовательная государственная политика по наращиванию производ-

ства и экспорта молока, что стимулировало инвестиции в отрасль и поддержало спрос на профессиональную технику для кормозаготовки.

На рынке тракторной техники компания CLAAS занимает уверенные позиции среди зарубежных брендов с долей около 15%. Наиболее востребованными по-прежнему остаются мощные модели AXION 900.

На следующий год компания сохраняет положительный прогноз по объемам производства и продаж своей продукции в России. Так, в производственную программу завода в Краснодаре заложено увеличение объемов выпуска комбайнов TUCANO на 40% и тракторов – почти в 3 раза.

Кроме того, по оценке экспертов CLAAS, повышение эффективности производства как основной и долговременный тренд в российском аграрном секторе будет поддерживать спрос не только на машины и орудия, но и на передовые цифровые продукты.

В связи с этим компания CLAAS расширяет предложение цифровых услуг, которые обеспечивают аграриям более высокую эффективность управления отдельными машинами, всем парком техники и производственными процессами. В частности, уже с 2021 г. в базовую комплектацию тракторов входит пакет TELEMATICS Advanced с пятилетней лицензией. До недавнего времени базовая комплектация предполагала лишь лицензию BASIC

на один год. Тем самым компания стремится преодолеть один из главных сдерживающих развитие цифровизации сельского хозяйства факторов – высокую стоимость вхождения.

В Центрально-Черноземном регионе и Сибири в прошедшем году начался и продолжает реализовываться пилотный проект по удаленному техническому обслуживанию REMOTE SERVICE 2.0, который в 2021 г. будет развернут и по всей России. Система позволяет в режиме удаленного доступа выявлять ошибки и потенциальные неисправности и оперативно на них реагировать. При этом «диспетчеру» официального дилера CLAAS поступают исключительно технические данные по состоянию двигателя, трансмиссии, коробки передач и электронных систем машин. Все коммерческие и другие чувствительные для бизнеса данные остаются собственностью предприятия.

«В целом мы удовлетворены итогами 2020 года в России и сохраняем умеренно позитивный прогноз на ближайший год. Наша главная цель – максимально содействовать тому, чтобы российский аграрный сектор становился ключевой отраслью экономики, одной из самых передовых и высокотехнологичных сфер. Для этого очень важно, чтобы в современном сельском хозяйстве сочетались технологии, знания, люди и техника», – отмечает генеральный директор ООО КЛААС Восток Дирк Зеелиг.



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



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



СОЮЗ КОМБИКОРМЩИКОВ



РОССИЙСКИЙ ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



СОЮЗРОССАХАР



EUROPEAN FEED
MANUFACTURERS' FEDERATION
ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION
ВСЕМИРНАЯ НАУЧНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ПО ПТИЦЕВОДСТВУ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



РОСПТИЦЕСОЮЗ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ СВИНОВОДОВ



СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗООБИЗНЕСА



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБИОПРОМ»



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



Агропромышленный форум АгроКомплекс



31-я международная специализированная выставка



МЕРОПРИЯТИЕ ПРОВОДИТСЯ С УЧЕТОМ ВСЕХ
ТРЕБОВАНИЙ РОСПОТРЕБНАДЗОРА



+7 (347) 246-42-00

agro@bvkexpo.ru

WWW.AGROBVK.RU



AGROCOMPLEX

#агрокомплексуфа

#агровыставкауфа

#agrocomplex