

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Зубрилиной Елены Михайловны на диссертацию Солдатова Юрия Игоревича на тему: «Совершенствование делителя для ленточного посева семян сахарной свеклы пневматическим высевающим аппаратом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса»

Актуальность темы диссертации

Повышение валовых сборов и урожайностей сельскохозяйственных культур – важнейшая задача агропромышленного комплекса, которая может быть реализована за счет внедрения комплекса мер, направленных на получение новых высокоурожайных сортов, разработку новых технологий возделывания, применение новых средств механизации процессов возделывания и др. Среди этих мер важное место занимает разработка современных посевных машин, способных на более качественном уровне производить посев семян сельскохозяйственных культур, в частности, сахарной свеклы. Особое место в АПК занимает семеноводство, а семеноводство сахарной свеклы является одним из приоритетных направлений, т .к. направлено на производство качественных и конкурентоспособных отечественных семян. В ходе исследований учеными ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова доказано, что в семеноводстве сахарной свеклы больший выход семян с полей дают корнеплоды малой массы (штеклингов), получить которые можно путем реализации ленточного посева по схеме 45+15 см. Однако, реализации данной технологии ограничена из-за отсутствия технических средств для их возделывания. Анализ имеющихся сеялок показывает неоспоримые достоинства пневматических пропашных сеялок, поэтому они являются объектами научных исследований, и в том числе при высеве семян свеклы по различным технологиям. Поэтому повышение качества высева дражированных семян сахарной свеклы в две строчки с междурядьем 15 см пневматическим высевающим аппаратом путем их разделения дискретным воздушным потоком является актуальной задачей.

Тема диссертации Солдатова Ю.И. является актуальной, так как посвящена исследованию делителя для ленточного посева семян сахарной свеклы пневматическим высевающим аппаратом сеялки точного высева ТС-М 4150А, применение которого позволит производить высев семян сахарной свеклы ленточным способом с одной высевающей секции, тем самым расширить функциональные и технологические возможности серийной сеялки.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Степень достоверности и апробация результатов подтверждена положительными результатами лабораторных исследований на базе «Воронежского ГАУ». Достоверность полученных результатов подтверждается всесторонним рассмотрением исследуемого вопроса, применением основ теоретической механики, а также использованием общеизвестных методик проведения экспериментальных исследований. Достоверность экспериментальных исследований подтверждается воспроизводимостью результатов при их рандомизированном дублировании. Сходимость теоретических и экспериментальных данных подтверждается при относительной ошибке не более 5% при уровне значимости 0,95. Обработка результатов исследований проводилась с использованием программного обеспечения Microsoft Excel, IPython, Mathcad, Maple, Statistica.

Все поставленные четыре научные задачи исследований имеют выводы, вытекающие из содержания диссертации. По результатам исследования сделано заключение из восьми пунктов, помимо локальных выводов по главам, которые сформулированы на основании результатов теоретических и экспериментальных исследований, выполненных соискателем.

Первый вывод основан на результатах обзора источников информации по рассматриваемой теме, изложенного в первом разделе. Соискатель изучил и проанализировал теоретические и практические разработки в области совершенствования посевых машин, применяемые в свекловодстве, что подтверждается ссылками в диссертационной работе на источники информации, представленные в

списке литературы. Данный вывод содержит информацию по интервалу размещения семян в рядках, что является априорной информацией, необходимой для постановки цели и задач исследования. Данный вывод реализует первую научную задачу.

Второй вывод основан на результатах моделирования процесса захвата семян сахарной свеклы отверстием высевающего диска и содержит рекомендации по величине разрежения на различных угловых скоростях диска. Вывод сделан на основании аналитических исследований, содержит новые знания.

Третий и четвертый выводы вытекают из результатов теоретических исследований процесса формирования потока семян и содержат числовые значения параметров и режимов делителя, тем самым отвечают на 2 и 3 научные задачи исследований. Исследования выполнены на основе законов теоретической механики с использованием математического моделирования в среде Maple. Информация, представленная в данных выводах, достоверная и обладает новизной.

Пятый вывод сформулирован по результатам экспериментальных исследований процесса присасывания семян к диску и содержит новую обоснованную достоверную информацию по значениям коэффициента присасывания. Также выявлена регрессионная зависимость вероятности заполнения отверстий диска от значений угловой скорости и разрежения.

Шестой вывод сформулирован по результатам расчета экономической эффективности применения предлагаемой конструкции делителя потока семян в пневматическую сеялку точного высева ТС-М-4150А. Вывод содержит информацию, обладающую новизной. Вывод достоверен и подтверждает целесообразность практического применения результатов диссертации.

Седьмой вывод основан на предлагаемом техническом решении конструкции делителя потока семян, защищенном патентом Российской Федерации № 212300, и отличающимся наличием делителя потока семян в две строчки при посеве семян сахарной свеклы, а также содержит информацию по значения параметров. Информация, представленная в выводе, достоверная и обладает новизной.

Восьмой вывод написан как рекомендации и перспективы дальнейших ис-

следований, описывает элементы, которые будут совершенствоваться в последующих работах автора, поэтому вывод содержит стратегические планы дальнейших исследований.

Основываясь на анализе разделов диссертации и заключения, считаю научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованными и достоверными.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость заключаются в следующем:

- выявленная аналитическая зависимость для определения коэффициента запаса присасывающей силы семян сахарной свеклы к высевающему диску с учетом лобового сопротивления семени позволяет скорректировать значения задаваемого разряжения в вакуумной камере с учетом изменения скорости вращения высевающего диска с заданным коэффициентом запаса присасывающей силы;
- установлена закономерность подачи семян сахарной свеклы в борозду путем разделения в делителе дискретным воздушным потоком подаваемого высевающим диском семенного материала на две строчки;
- выявлены зависимости для обоснования параметров и рационального режима работы делителя потока семян, обеспечивающие разделение и распределение семян в две строчки по схеме 45+15 пневматическим высевающим аппаратом сеялки точного высева.

Практическая значимость:

1. Выявленные теоретические и экспериментальные зависимости могут быть использованы для проектирования пневматических сеялок и их универсализации под реализацию различных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.
2. Разработанный делитель потока семян к высевающему аппарату сеялки точного высева и обоснованные его рациональные параметры и рекомендации по применению делителя для ленточного посева семян сахарной свеклы пневматическим высевающим аппаратом сеялки точного высева ТС-М 4150А.
3. Результаты научных исследований могут быть использованы при совершенствовании имеющихся и разработке новых высевающих аппаратов сеялок точного

высева и проектированию отдельных их элементов, например, делителей для ленточного посева семян сахарной свеклы пневматическим высевающим аппаратом.

Техническая новизна предложенного конструктивного решения подтверждена патентами РФ (№ 212300 и № 2790664).

Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, включающих 51 рисунок и 15 таблиц, заключения, списка литературы из 168 наименований, 9 приложений. Объем диссертации – 180 страниц.

Во введении автором изложена актуальность темы диссертации, научная гипотеза, указаны объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, изложены теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследований, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов, отражены личный вклад соискателя, количество публикаций соискателя по теме диссертации, структура и объем диссертационной работы.

В первом разделе «Современное состояние свекловодства» представлен краткий обзор производства сахарной свеклы в РФ, рассмотрены особенности возделывания сахарной свеклы в семеноводстве; представлены теоретические основы дозирования семян пневмовакуумными высевающими аппаратами с обоснованием схем размещения междурядий при возделывании сахарной свеклы на семенные цели имитационным моделированием, также рассмотрена возможность использования существующих машин и разработок при производстве штеклингов.

Во втором разделе «Теоретическое обоснование параметров делителя для двустороннего посева» представлены расчеты процесса захвата семени отверстием диска пневматического высевающего аппарата, теоретические исследования полета семени от высевающего диска до непосредственного разделения семян в делителе потока, описан процесс моделирования процесса разделения семян в делителе и обоснование применения схемы размещения междурядий 45+15 см при посеве дражированных семян сахарной свеклы.

В третьем разделе «Программа и методики экспериментальных исследований» представлена программа экспериментальных исследований и описание лабораторного оборудования и установок для проведения научных исследований, раскрыты методики экспериментальных исследований по обработки экспериментальных данных, по определения физико-механических свойств дражированных семян сахарной свеклы, методика определения коэффициента присасывания и определения качественных показателей работы высевающего аппарата, обработки экспериментальных данных по разделению семян сахарной свеклы воздушным потоком.

В четвертом разделе «Результаты экспериментальных исследований» приведены результаты определения физико-механических характеристик семян сахарной свеклы, коэффициента присасывания семян к высевающему диску и качественных показателей работы высевающего аппарата в зависимости от скорости вращения диска и глубины разрежения, описаны результаты экспериментальных исследований по разделению семян сахарной свеклы делителем потока к высевающему аппарату.

В пятом разделе «Экономическая эффективность применения делителя потока семян на пневматический высевающий аппарат» рассчитаны затраты на изготовление делителя потока семян на высевающий аппарат сеялки точного высева ТС-М-4150А и экономическая эффективность использования предлагаемого делителя потока семян.

В заключении приведены основные выводы, рекомендации по использованию результатов и перспективные направления дальнейшей разработки темы.

Список литературы сгруппирован систематическим способом и содержит 168 источников информации в виде актуальных научных статей, монографий, учебных пособий, государственных стандартов, патентов.

В приложениях представлены разработанные компьютерные программы аппроксимации вероятности заполнения отверстий диска от скорости диска и разрежения, моделирования полета семени в камере делителя потока в среде Maple; оценка достоверности нелинейной регрессии вероятности заполнения отверстий диска с помощью критерия Фишера; анализ методик расчета коэффициента запаса

присасывающей силы; акты внедрения результатов работы.

Автореферат диссертации соответствует предъявляемым требованиям, представляет собой краткое изложение материала диссертации, содержание основных выводов не имеет отклонений от их изложения в диссертации.

Материалы диссертации изложены доступным языком с применением достаточного количества наглядных иллюстраций: графиков, схем и рисунков. В работе большое количество программ для ЭВМ для расчетов отдельных показателей и моделирования отдельных процессов.

Апробация работы и анализ публикаций

Основные результаты диссертации опубликованы в 23 научных работах, в том числе: 4 работы в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 монография, 2 патента РФ на изобретение и на полезную модель и 4 свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ, все публикации по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса». Два патента можно отнести для соискателя как публикация в центральной печати, потому можно сказать, что основные конструктивные элементы предложенных разработок отличаются новизной и описаны в самих заявках на патенты.

Основные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались в период с 2019 года по 2023 год на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, а также на международных, всероссийских и национальных научных конференциях.

Результаты диссертационной работы используются ООО «Техника Сервис Агро» при разработке высевающих аппаратов сеялок точного высева и проектировании делителя потока семян на высевающую секцию сеялки точного высева.

Материалы диссертации применяются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» при подготовке студентов, обучающихся по направлениям 35.03.06 «Агроинженерия», направленность (профиль) «Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт машин», 35.04.06 «Агроинженерия», направленность (профиль) «Механиза-

ция и автоматизация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве».

Замечания по диссертации

В целом, работа наполнена большим количеством различных исследований, оставляет положительное впечатление, но при изучении возникли следующие общие замечания по диссертации:

1. Из 4-х публикациях соискателя в изданиях, рекомендованных ВАК, 2 работы посвящены обоснованию схемы посева и урожайности сахарной свеклы от реализации данной технологии, что можно отнести к обоснованию актуальности темы диссертации, 3-я и 4-я статьи содержат материалы по обоснованию высевающего диска для посева и особенности протекания процесса присасывания семян к нему, а результаты исследований делителя для ленточного посева, его параметры и режимы, опубликованы в материалах научных конференций и сборниках научных трудов, которые практически все проводились на базе Воронежского ГАУ.

2. Из формулировки первой задачи исследований не понятен процесс достижения этой цели; вторую и третью задачи можно было объединить, т.к. впоследствии в выводах нет четкого деления на параметры и отдельно на режимы работы; в поставленных задачах отсутствует описание целей теоретических и экспериментальных исследований и какие закономерности или зависимости предстоит установить в ходе исследований.

3. В разделе 1.1 (стр.13) указаны данные по долям производства сахарной свеклы в мире на 2014 и 2016 годы – данные 10 летней давности, но т.к. этот рынок очень динамичный и подвержен ежегодному мониторингу, то следовало бы в данном разделе представить информацию за 2020-23 годы.

4. В тексте диссертации не на все литературные источники имеются ссылки, а отдельные ссылки даны не на подходящие источники (например, стр.18 ссылка на источник [102], а не на [103]), очевиден сдвиг на 1-2 источника.

5. В разделе 1.3 «Теоретические основы...» в списке допущений заявлено, что частота вращения высевающего диска постоянная, но далее в теоретических ис-

следованиях автора (стр. 47,48) устанавливается зависимость коэффициента запаса присасывания от угловой скорости (рисунки 2.3, 2.4).

6. В разделе 2 отсутствует описание выбора модели сыпучего тела посевного материала и принятых допущений для проведения теоретического исследования процесса деления потока семян и обоснования параметров делителя (в частности, угол укладки семян в семенной камере по А.В. Гячеву или В.А. Богомягких).

7. Отдельные рисунки представлены в одной проекции (рис. 1.6, стр.24), потому не показан угол захвата и сброса семян с высевающего аппарата, на рис.2.2 (стр.44) отсутствует ряд условных обозначений ($Rotv$, Rv) сил, действующих на семя, а в тесте нет пояснений, почему не учтена сила подпора «периферической» ворошилки семян, которая есть на высевающем диске сеялки ТС-М-4150А.

8. На схеме делителя семян (рис.2.1 на стр. 41-42; рис. 2.6 на стр.51, рис. 2.10 на стр. 62 и рис. 2.11 на стр.63) нет условных обозначений его параметров (длины, ширины, смещение и т.д.) и параметров позиционирования относительно других элементов сеялки, потому не ясно, куда семя движется после схода с самого делителя (по логике должно быть два сошника) и как высоко находится точка схода с делителя от дна борозды.

9. В разделе 1.4 на графике (рисунок 1.7, стр.31) нет связи между относительной массой корнеплодов (ось ординат) и массой корнеплодов 150 гр (стр.18) или 100...300 (стр.18), для обоснования значений интервалов между семенами.

10. В разделе 1.5 на рис.1.12 (стр 34) и по тексту речь идет о высевающих ячейках на диске, хотя на схеме изображены сквозные отверстия (рис.1.12, рис. 3.8), все расчеты сил и взаимодействия семени также описаны с отверстием.

11. В научных задачах за объект исследований принят делитель потока семян и закономерности разделения подаваемых высевающим диском семян, в тексте диссертации не приведены фактические данные, указывающие на качественные показатели процесса высеива сеялкой ТС-М-4150А, и, как следствие, необходимы разработка математической модели для определения условий присасывания семян к отверстиям высевающего диска.

12. На стр.46 указано, что все параметры, входящие в формулу (2.13) опре-

делены автором эмпирически, однако, параметры $f_{тр} = 0,2$ и $\alpha = 25$ град в 4 разделе не представлены и отсутствуют ссылки на источники. Также нет обоснования скорости высевающего диска равной 0,45 рад/с (стр.59), выбранной для моделирования процесса.

13. В разделах диссертации в формулах единицы измерения разрежения в Па, а на графиках в мбар (рис 2.3, стр. 47) и нет объяснения перехода от МПа к мбар. В таблице 4.8. (стр. 105) давление приведено в 10^5 Па, а вывод сделан в МПа.

14. На рисунке 2.4 (стр. 48) представлена зависимость коэффициента запаса присасывающей силы от угловой скорости по существующей и уточненной методике, но в тексте работы нет четкого пояснения и описания этих методик, логично предположить, что речь идет об аналитических зависимостях 1.7 и 2.13.

15. Раздел 2.4 интересен и информация важна (рис. 2.13-2.14 на стр. 66, 67), и ее можно отнести к априорной информации, потому логичнее ее было расположить в первой главе, для обоснования подбора шага посева семян.

16. На стр. 70 указаны этапы экспериментальных исследований и появилась задача по определению вероятности заполнения отверстий высевающего диска и определения работоспособности делителя, которые не упоминались в теоретических исследованиях. Требуется пояснения откуда эти задачи и их связь с параметрами и режимами проектируемого делителя потока семян.

17. Раздел 3.3. «Методика определения качественных показателей работы высевающего аппарата» (стр.77) нет четкого описания, что подразумевается под качественными показателями. Данный раздел следовало бы разделить на подразделы в соответствии с программой экспериментальных исследований и в соответствии с научными задачами.

18. На стр.81 в методиках исследований указаны значения параметров для проведения экспериментов (давление, скорость вращения диска) без обоснования выбора их диапазона и шага и нет отсылок на теоретические исследования или литературные источники.

19. В разделе 3.4.2 «Методика определения коэффициента присасывания» (стр. 84) описана схема сил, действующих на семя и аналитическая зависимость для расчета коэффициента присасывания, которые больше относятся к разделу

теоретических исследований (второй раздел диссертации), а сама методика с пошаговым описание как проводится эксперимент по определению коэффициента присасывания отсутствует.

20. Из экспериментальных исследований (стр. 81) сделан вывод о возможности перемещения семян воздушным потоком в зависимости от создаваемого давления в пневмосистеме. Однако, закономерностями движения семян в воздушном потоке давно занимаются исследователи, их результаты необходимо было описать в первом разделе при обзоре априорной информации.

21. Принятое количество интервалов разбиения вариационного ряда - 10 (стр. 90) определялось по формуле Стерджеса (приложение Б), но, если количество информации 50 шт. на каждом размерном ряду решета (раздел 3.3, стр. 77), то интервалов не будет 10, а в таблице 4.1 их суммарно 150 шт.

22. В разделе имеются несоответствия наименования и числовых значений параметров в таблицах данных и на графиках (табл. 4.1 и рис. 4.1; табл. 4.5 и рис.4.2).

23. По результатам экспериментальных исследований коэффициент парусности $k_p=0,103$ (стр. 93) и не имеет размерности, однако в теоретической части работы (стр.51) он равен $0,099 \text{ м}^{-1}$ и нет ссылки, откуда взято это значение.

24. В разделе 4.3 приведены зависимости (рис. 4.4-4.6) полученные по результатам экспериментов, однако нет проверки сходимости этих данных в описанными ранее теоретическими зависимостями.

25. На всех графиках, описывающих экспериментальные зависимости, отсутствуют подписи данных в экспериментальных точках.

26. В пятом разделе (стр. 115) нормы выработки: в базовом варианте - 3,3 га/ч, а в проектируемом - 2,9 га/ч и ее снижение обосновано низкой технологически допустимой скоростью, но нет числовых значений скоростей и указания причин ее снижения. Годовая загрузка агрегатов в расчете принята 110 ч, но нет ссылок на источник информации и нормативные материалы.

27. Последовательность изложения материалов в приложениях не соответствует последовательности ее использования в разделах диссертационной работы

(например, приложение В - это расчет экономической эффективности), а на отдельные Приложения нет ссылок в тексте разделов диссертационной работы.

28. В выводах отсутствуют условные обозначения при числовых значениях параметров и режимов, а наличие в них уравнений (вывод 3 и 5), на мой взгляд, перегружает вывод информацией.

В диссертационной работе выполнен достаточно большой объем теоретических и экспериментальных исследований, но в качестве рекомендаций и пожеланий хотелось отметить: в 3-м разделе нет классического представления объекта исследований в виде «черного» ящика и описания параметров оптимизации и факторов, это затруднило оценку цельности задач и системность подхода; для обоснования параметров и режимов делителя потока семян можно было использовать планирование многофакторных экспериментов (2^2 , 2^3 и др.), что позволило бы получить регрессионные модели, которыми могли воспользоваться в будущем другие ученые данного направления исследований.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Солдатова Юрия Игоревича на тему: «Совершенствование делителя для ленточного посева семян сахарной свеклы пневматическим высевающим аппаратом».

Заключение по диссертации

В диссертации Солдатова Юрия Игоревича на тему: «Совершенствование делителя для ленточного посева семян сахарной свеклы пневматическим высевающим аппаратом» изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки по совершенствованию высевающего аппарата пневматической сеялки ТС-М-4150А, в частности, обоснования параметров и режимов делителя для ленточного посева семян сахарной свеклы пневматическим высевающим аппаратом, позволяющего реализовать схему ленточного посева для семеноводства сахарной свеклы. Диссертация обладает внутренним единством и содержит сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов по повышению качества посева семян сахарной свеклы.

В целом, диссертация, выполненная лично автором, является законченной научно-квалификационной работой и по совокупности проведенных исследований и полученных результатов соответствует критериям «Положения о присуждении учёных степеней» (от 24.09.2013 года № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук», а ее автор, Солдатов Юрий Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса».

Официальный оппонент:

кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры «Проектирование и технический сервис транспортно-технологических машин» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»



Зубрилина Е.М.

«04» марта 2024 г.

Зубрилина Елена Михайловна - кандидат технических наук (специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), доцент, доцент кафедры «Проектирование и технический сервис транспортно-технологических систем» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет». Тел.: 89054528096, e-mail: Elena-zubrilina@rambler.ru.

Почтовый адрес: 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1;

Телефон: (863) 273-85-25; факс: (863) 232-79-53; e-mail: reception@donstu.ru.

Ученое звание, ученую степень, должность и подпись Е.М. Зубрилиной удостоверяю.

Ученый секретарь Ученого совета

В.Н. Анисимов

