

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»
(ПГСХА)

Н.П. Ларюшин, И.Н. Сёмов,
О.Н. Кухарев, И.И. Романенко

**ОПТИМИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА
С ЭЛАСТИЧНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ
ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ КАЛИБРОВАННЫХ
СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

Пенза 2014

УДК 633.63:631.3
ББК 42.15:40.7
О-62

Рецензенты: доктор технических наук, профессор кафедры «Механизация технологических процессов в АПК» ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА» А.В. Мачнев;
доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ФГБОУ ВПО «ПГУАС» Ю.В. Родионов

О-62 **Оптимизация** устройства с эластичным элементом для дозирования калиброванных сыпучих материалов: моногр. / Н.П. Ларюшин, И.Н. Семов, О.Н. Кухарев, И.И. Романенко. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 172 с.
ISBN 978-5-9282-1201-8

Обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований устройства с эластичным элементом для дозирования. Приведены показатели характеризующие физико-механические свойства калиброванных сыпучих материалов на примере семян сахарной свеклы.

Монография подготовлена на кафедре «Механизация и автоматизация производства» и предназначена для научных и инженерно-технических работников, специалистов машиностроения, преподавателей, аспирантов и студентов, обучающихся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» дисциплины «Детали машин и основы конструирования», «Теория механизмов и машин», а также будет полезна обучающимся по направлению 23.04.01 «Технология транспортных процессов» при выполнении научных исследований.

ISBN 978-5-9282-1201-8

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2014
© Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2014
© Ларюшин Н.П., Семов И.Н., Кухарев О.Н., Романенко И.И., 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ	7
1.1. Технология создания искусственной оболочки	7
1.2. Обработка тел округлой формы путем создания искусственной оболочки (дражирование)	13
1.3. Технология подготовки тел округлой формы	14
1.4. Обзор и оценка конструкций для обработки тел округлой формы путем создания искусственной оболочки	18
1.6. Аппараты точного дозирования, пути повышения качества их работы	31
1.7. Обзор конструктивных дозаторов	32
1.7.1. Механические высевающие аппараты	34
1.7.2. Пневматические высевающие аппараты	43
1.8. Цель и задачи исследований	47
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ	49
2.1. Характеристика изучаемого сорта	49
2.2. Методика и результаты проведенных исследований	51
2.2.1. Исследование линейных размеров	52
2.2.2. Абсолютная и объемная массы	56
2.2.3. Фрикционные свойства	56
2.2.4. Упругость материалов	60
3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАБОТЫ ДОЗАТОРА С ПОДПРУЖИНЕННЫМ ВЫТАЛКИВАТЕЛЕМ	63
3.1. Выбор объекта исследования	63
3.2. Исследование подпружиненного выталкивателя	67
3.2.1. Исследование движения шарика подпружиненного выталкивателя	67
3.2.2. Исследование движения подпружиненного выталкивателя .	69
3.2.3. Исследование движения шарика подпружиненного выталкивателя при входе его в ячейку	71
3.3. Определение силы, действующей на семя в момент высева	74
4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АППАРАТА С ПОДПРУЖИНЕННЫМ ВЫТАЛКИВАТЕЛЕМ	75
4.1. Программа исследований	75
4.2. Методика проведения исследований и обработки результатов. Описание лабораторной установки	75

4.3. Результаты исследования по обоснованию оптимальных геометрических и кинематических параметров ячеистого вертикально-дискового аппарата с подпружиненным выталкивателем.....	89
4.4. Влияние выделенных факторов на дробление	94
4.5. Выбор оптимального типа подпружиненного выталкивателя. Цель и задачи исследования	95
4.5.1. Программа и методика поискового опыта по определению оптимального типа подпружиненного выталкивателя.....	95
4.5.2. Результаты поискового опыта по определению оптимального типа выталкивателя	96
5. ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	99
5.1. Цель и задачи лабораторно-полевых исследований	99
5.2. Условия и методика проведения опытов	99
5.3. Результаты лабораторно-полевых исследований.....	103
5.4. Производственные испытания опытного образца устройства	105
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА С ПОДПРУЖИНЕННЫМ ВЫТАЛКИВАТЕЛЕМ	108
6.1. Расчет балансовой стоимости	108
6.2. Прямые эксплуатационные затраты	111
6.3. Годовой экономический эффект от внедрения.....	113
6.4. Срок окупаемости основных капитальных вложений $T_{ок}$	113
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....	115
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ Список.....	116
П Р И Л О Ж Е Н И Я	127

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение интенсивных промышленных технологий в строительство, машиностроение, медицину, сельское хозяйство, пищевую промышленность предусматривает резкое повышение требований к качеству дозирования калиброванных сыпучих материалов.

Повышенные требования к качеству дозирования калиброванных сыпучих материалов предъявляет сельское хозяйство. Это связано в первую очередь с тем что работа идёт с биологическим объектом – живым семенем (например сахарной свеклы), повреждение которого недопустимо и ведёт к гибели зародыша и вследствие потери урожая.

Сахарная свекла – единственная техническая культура, выращиваемая для получения сахара во многих областях, краях и автономных республиках Российской Федерации. Полевые и заводские отходы ее – листья (ботва), жом и патока – представляют огромную ценность как отличный корм для сельскохозяйственных животных. Кроме того, из жома, содержащего около 40% арабана и пектиновых веществ, можно получать клей для текстильной и полиграфической промышленности и студнеобразное вещество для производства мармелада, а патоку – использовать в качестве сырья для получения сахара, спирта, глицерина, пищевых дрожжей, молочной, лимонной и глютаминовой кислот, бетаина и других продуктов.

В корнеплодах – в среднем 17% сахара и 7,5% несахаров, из них 5% – нерастворимые (мякоть) и 2,5% – растворимые вещества.

Сахарная свекла – высокопродуктивная культура. По количеству сухого вещества, по калорийности продукции, получаемых с каждого гектара посева, она превышает все известные полевые культуры.

При возделывании сахарной свеклы посев является одной из ответственных операций, проведение его с соблюдением агротехнических требований, а также в зависимости от сложившихся климатических и конкретных почвенных условий, определяет будущий урожай.

В настоящее время для посева семян сахарной свеклы применяются сеялки механического и пневматического типов. При использовании пневматических сеялок семена сахарной свеклы предварительно дражируют, т.е. покрывают оболочкой из питательных веществ. Одним из недостатков этого способа является, необходимость достаточной почвенной влаги для прорастания семян так и высокая стоимость последних. Сеялки типа ССТ-12 с механическим высевальным аппаратом имеют более низкую стоимость, просты в эксплуатации и обслуживании и поэтому находят также применение при производстве сахарной свеклы. При посеве этими сеялками увеличение урожайности культуры может быть осуществлено за счет повышения полевой всхожести семян напрямую связанной с увеличением равномерности посева и снижением их травмируемости.

Например, широко распространенные сеялки типа ССТ-12 травмирует при высеве до 7% семян.

Поэтому работа, посвященная повышению урожайности и снижению себестоимости сахарной свеклы, за счет совершенствования технологического процесса посева сахарной свеклы сеялками, оснащенными высевающими аппаратами с подпружиненными выталкивателями семян, является актуальной и практически значимой для сельскохозяйственного производства.

Цель исследования. Обоснование конструктивно-режимных параметров дискового высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян, обеспечивающих повышение урожайности сахарной свеклы.

Объект исследования. Технологический процесс дозирования семян сахарной свеклы дисковым высевающим аппаратом с подпружиненным выталкивателем семян.

Предмет исследования. Конструктивно-режимные параметры дискового высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян сахарной свеклы.

В качестве основных методик использовались методика системных исследований; аналитическое описание технологических процессов на основе законов и методов классической механики и математического анализа; методика планирования многофакторных экспериментов; методики лабораторных и лабораторно-полевых исследований разрабатываемых процессов посева семян сахарной свеклы и технических средств. Обработка результатов осуществлялась с применением ПЭВМ, программ STATISTICA, Microsoft Excel и др.

Научная новизна. Конструктивная схема дискового высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян сахарной свеклы; теоретические зависимости, позволяющие определить геометрические и кинематические параметры подпружиненного выталкивателя семян сахарной свеклы; уравнение регрессии для определения оптимальных значений геометрических и кинематических параметров подпружиненного выталкивателя семян.

Научная новизна технического решения подтверждается патентом на полезную модель (№ 55532 РФ).

Результаты научных исследований послужили основой для разработки посевной машины (сеялки), оснащенной дисковыми высевающими аппаратами с подпружиненными выталкивателями семян. Использование экспериментальной сеялки позволяет за счет повышения равномерности посева семян сахарной свеклы и снижения их травмируемости при посеве повысить урожайность сахарной свеклы на 6% по сравнению с базовой сеялкой ССТ-12Б.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Технология создания искусственной оболочки

Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур возможно только при использовании для посева семян с высокими сортовыми и посевными качествами. Предпосевная обработка семян не только улучшает всхожесть, но и освобождает семена от возбудителей болезней, значительно повышает их жизнеспособность и делает их прорастание более быстрым, что существенным образом влияет на урожайность, качество и себестоимость конечной продукции от которых во многом зависит рентабельность отрасли.

Оценку посевных качеств семян, проводит государственная семенная инспекция [63, 85].

Понятие «посевные качества семян» включает в себя всхожесть, энергию прорастания, силу роста, жизнеспособность, влажность, частоту и зараженность семян вредителями и болезнями. Эти показатели регламентируются отраслевыми стандартами РФ (ОСТ 10.244.2000 – ОСТ 10 255-2000).

Из методов оценки посевных качеств семян наиболее значимыми являются такие показатели, как энергия прорастания, лабораторная и полевая всхожести.

Энергию прорастания и лабораторную всхожесть определяют в условиях, близких к идеальным – в термостатах [63, 74, 75, 81].

Энергия прорастания характеризует дружность прорастания семян. От нее в значительной степени зависит полевая схожесть. Если энергия прорастания низкая, то полевая всхожесть тоже снижается [63, 74, 75, 81].

Под полевой всхожестью понимают количество семян, давших всходы в поле. Показатель выражается в процентах по отношению ко всем посеянным или к посеянным всхожим семенам. Полевая всхожесть всегда ниже лабораторной, поскольку прорастание семян ингибируют и сама почва, и содержащиеся в ней патогенная флора, и почвенный раствор и т.д. Снижение полевой всхожести может быть обусловлено рядом факторов (запоздалый, или неоправданно ранний сев, некачественная обработка почвы и т.д.), а также уровень подготовки семян к посеву [63, 74, 75, 81].

Методы воздействия на семена при допосевной и предпосевной обработки делят на физические, биологические, микробиологические, химические и их комбинации [93].

Предпосевная обработка биологическими веществами в целях защиты семян от вредителей и болезней, а также стимуляции прорастания, отличается высокой эффективностью и исключает загрязнение окружающей среды [32, 80, 93].

В настоящее время используется свыше 500 химических соединений и препаратов, которые оказывают влияние на семена, стимулируя их рост,

или защищают семена от болезней и вредителей. Химические вещества делятся на: протравители, микроэлементы, стимуляторы прорастания семян и роста. Основное значение протравителей – защитить, семена от патогенной микрофлоры и вредителей, т. е. они являются фунгицидами и инсектицидами [31, 32, 14, 24, 67, 73, 82, 98, 99, 100].

Из огромного числа других соединений доказана целесообразность применения для обработки семян микроэлементов – разных для разных зон и культур [18, 93].

Предпосевная обработка семян включает в себя несколько основных приемов, а именно: воздействие электрической энергии; сортировка; обеззараживание; скарификация; стратификация; промораживание; намачивание; барботирование; протравливание; инкрустирование; дражирование и др.

Различные способы воздействия *электрической энергии на семена* имеют сходный механизм действия – активация электронного комплекта молекул, ионизация их, образование свободных радикалов, наведение дополнительной энергии. Все это приводит к активации биохимических реакций и стимулирует прорастание. Физические воздействия ничем не обогащают семена, а только способствуют лучшему использованию уже имеющихся в них веществ, поэтому общая эффективность физических факторов в высокой степени предопределяется состоянием запасных веществ, которые сильно изменяются в зависимости от биологических особенностей семян. Воздействие физических факторов кратковременно и поэтому стимулирующие влияние их проявляется также кратковременно, постепенно ослабляясь и, наконец, полностью прекращается [5, 8, 9, 93].

Сортировка – распределять семена по сортам, качеству, размерам, по сходным признакам с использованием различных признаков семян. Одним из проверенных способов сортировки следует считать калибровку семян по линейным размерам (длине, ширине, толщине). Не менее эффективна сортировка семян по плотности.

Обеззараживание – предотвращение переноса болезней и вредителей на растения вместе с семенами.

В процессе формирования, созревания, подработки и хранения семян они становятся носителями внутренней и внешней (эпифитной) микрофлоры. Наличие микрофлоры на семенах снижает их полевую всхожесть, холодостойкость проростков и увеличивает заболеваемость растений. Проводят термическую обработку, обеззараживание ядохимикатами.

Скарификация – поверхностное повреждение твердых оболочек семян для ускорения их прорастания. Этот способ используют для особой группы растений, зародышам семени которых не свойствен период покоя.

Потенциально эти семена могут прорасти в любое время после созревания. Чтобы этого не произошло в неблагоприятный период (в конце лета – осенью), они покрыты плотной, твердой, водонепроницаемой оболочкой. В природе опавшие осенью семена подвергаются воздействию

зимних переменных температур, от низких положительных до больших отрицательных. Оболочка семени постепенно разрушается, внутрь проникает влага, и весной, при наступлении постоянных положительных температур, семя прорастает. В культуре приходится применять искусственную скарификацию.

Например, семена обрабатывают кипятком. Хорошие результаты дает попеременное воздействие низких и высоких температур. Семена помещают сначала в кипяток, затем в ледяную воду. Процедуру повторяют 2–3 раза. Такой способ называется термической скарификацией.

При механической скарификации семена перетирают с крупным речным песком или осторожно надрезают, надпиливают, прокалывают.

Есть и химическая скарификация: оболочку размягчают, воздействуя на нее концентрированными кислотами [88].

Стратификация – это длительное хранение семян при пониженных положительных температурах.

Есть разные способы стратификации, и зависят они от длительности процесса. Дело в том, что семена одних растений необходимо стратифицировать в течение трех-четырёх месяцев, других – шесть месяцев, девять или двенадцать и более.

Семенам с коротким периодом стратификации искусственное содержание при пониженных температурах можно заменить на естественную стратификацию – их просто пораньше высевают в открытый грунт.

Семена же, которые требуют длительной стратификации (12 месяцев и более), смешивают с увлажненным крупнозернистым песком или торфяной крошкой в соотношении 1:3 и хранят в помещении с температурой 1–5°C, не давая им пересыхать [92].

Промораживание – хранение семян при низких температурах, в частности в морозильных камерах, которое может существенно снизить сроки стратификации [8].

На семена некоторых растений хорошо влияет многократное промораживание. Семена высыпают в емкости и заливают водой так, чтобы они были полностью ею покрыты. Оставляют в воде на несколько часов при комнатной температуре, затем убирают в морозильную камеру. Так повторяют 5–7 раз.

После такого многократного промораживания и оттаивания семена не нуждаются в стратификации и всходят очень дружно.

Намачивание семян до полного их набухания и проращивания широко применяется в овощеводстве, что ускоряет появление всходов, получение раннего урожая. Для набухания и прорастания семян требуется определенное количество воды. Так, для семян свеклы от их воздушно-сухой массы ее требуется 105 %. При уменьшении воды на 10 % семена набухают, но не прорастают.

Намачивание семян наиболее эффективно в воде, нагретой до 50°C. Предпосевное намачивание семян сахарной свеклы ускоряет появление всходов на 3–5 дней. Если же произвести предпосевное охлаждение набухших семян в течение трех суток при сменных температурах: 12 часов при 0–10°C и 12 часов при 18–20°C, то появление всходов ускоряется на 7–8 дней.

Техника подготовки семян заключается в следующем. Семена насыпают в мешкотару на 1/2–1/3 объема и погружают в воду комнатной температуры (18–20°C) на 1–2 часа. Затем подвешивают, чтобы вода стекла и посевной материал хорошо проветривался.

Намачивание и аэрацию семян повторяют через 6–10 часов и каждый раз меняют воду. Затем семена рассыпают на 2–3 дня и перемешивают все это время, доводя до сыпучего состояния. Если набухшие семена хотят довести до проращивания, их рассыпают тонким слоем, укрывают мешковиной и выдерживают в теплом помещении, периодически перемешивая [29].

Барботирование – намачивание семян в воде, насыщенной кислородом или воздухом. Для насыщения используется баллон со сжатым кислородом (воздухом). Преимущество барботирования перед обычным намачиванием заключается в возможности более продолжительной обработки семян в воде (слишком долгое обычное намачивание без доступа воздуха может привести к гибели семян).

Кроме того, для ускоренного прорастания семена иногда обрабатывают регуляторами роста. Один из методов воздействия на семена для ускорения их прорастания – обработка растворами гормонов роста: ауксинов, гетероауксинов и других веществ [7].

Инкрустирование – способ обеззараживания семян, который позволяет прочно закрепить защитно-стимулирующие вещества на поверхности семян с помощью прилипателя (полимера) и избежать значительных потерь препаратов. По сравнению с протравливанием инкрустирование имеет ряд преимуществ: для качественной обработки не требуется специальная подготовка семян, которая включает калибровку, очистку от пыли и грязи, подогревание посевного материала до 40 перед протравливанием и др. [38].

Наличие прилипателя позволяет в одной баковой смеси закрепить несколько компонентов: протравитель, регулятор роста, микроэлементы и др. В результате этого достигается высокий разносторонний эффект: защита растений от патогенна, повышение всхожести семян, повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Происходит регуляция водного и питательного баланса растений, улучшаются условия труда обслуживающего персонала. Сокращаются потери дорогостоящих препаратов.

Дражирование – приём предпосевной подготовки семян путём обволакивания их защитной питательной оболочкой шаровидной формы в специальном аппарате – дражираторе. Дражирование семян обеспечивает

более равномерный их высеv, облегчает высеv мелких шероховатых семян (морковь, петрушка и др.), сокращает затраты труда на прорывку посевов, способствует экономии посевного материала, улучшает условия роста растений и повышает урожай (лука, моркови, огурцов, петрушки, томатов, столовой свёклы на 20-25%). Для дражирования семян применяют смесь нейтрализованного торфа и перегноя (высушенного, измельчённого и просеянного через сито с отверстиями 0,25-0,5 мм), в которую добавляют клеящие вещества (коровяк или полиакриламид), суперфосфат, азотные, калийные и бактериальные удобрения, микроэлементы, стимуляторы роста и др. Дражированные семена могут храниться 6-9 мес., не теряя всхожести. В состав оболочки входят питательные вещества (микроэлементы, регуляторы роста), необходимые для стартового роста растений, а также защитные средства (против почвенных и наземных вредных насекомых – инсектициды и репелленты, а от болезней проростков и молодых растений – фунгициды) [29].

При однозерновом точном посеве семена сахарной свеклы размещаются в рядках на одинаковом расстоянии друг от друга. Под однозерновым точным посевом здесь следует понимать посев плодиков односемянной свеклы или сегментированной многосемянной свеклы, исключающий высеv двух и более плодиков или сегментов одной ячейкой высевающего диска при минимуме незаполненных ячеек, с заданными интервалами между плодиками. Однозерновой посев обеспечивает, по сравнению с пунктирным, значительную экономию семян и снижение затрат труда по уходу за растениями. Так, за последние десятилетия, по мере появления семян высококачественных сортов и гибридов отечественной и зарубежной селекции с показателями лабораторной всхожести одноростковости, выравненности и др. свыше 90%, а также с улучшением уровня агротехники, нормы высева постепенно снижались с 20...30 кг до 2...3 кг семян на 1 га [89]. Это позволяет полностью исключить ручной и механизированный труд на формировании густоты насаждений.

Оптимальный интервал между растениями определяется по площади питания, обеспечивающей максимальный урожай при надлежащем его качестве. Как показали исследования многих ученых [8, 9, 14, 18, 22, 49, 58, 69, 80, 89, 100, 114, 116, 118], для одного корнеплода сахарной свеклы эта площадь составляет 900...1200 см², что при междурядьях 45 см соответствует 20...27 см. В.С. Басин [9], отмечает, что при отклонении интервала в сторону увеличения или уменьшения сахаристость корнеплодов снижается, а когда он возрастает сверх 40 см (площадь питания более 2000 см²) резко ухудшаются технологические качества корнеплодов, в частности, их сохранность. В качестве предельно допустимых значений интервала можно принять 10...30 см. При интервале менее 10 см растения, вследствие взаимного угнетения и недостатка площади питания, развиваются плохо, что ведет к снижению урожайности. Если же интервал

более 30 см, потери урожайности практически неизбежны и они более значительны, чем при интервале менее 10 см.

Равномерность распределения семян и растений сахарной свеклы прямо влияет на продуктивность этой культуры [113]. По данным Ф.Г. Гусинцева [32] при севе многоростковыми и одноростковыми семенами увеличение массы происходит до расстояния между растениями 50 см, однако оптимальным расстоянием является 10...25 см. Отклонение от этих расстояний снижает урожайность на 20...30%. Сев на конечную густоту насаждения односемянной сахарной свеклы практически полностью исключает затраты ручного труда на формирование густоты насаждений и, в то же время, за счет неравномерности размещения растений, снижается урожай корнеплодов на 10...18%, Л.С. Зенин и др. [11, 12, 15, 41, 42] на основании данных ВНИИСС отмечают, что при увеличении коэффициента вариации между растениями на 1%, урожайность корнеплодов уменьшается в среднем на 0,15...0,4% в зависимости от конкретных условий.

Анализ результатов, полученных Воронежским ГАУ на многосемянной свекле показывает, что максимальная урожайность формируется при регулярном размещении растений в рядках ($v=0$) на расстоянии 0,18 м друг от друга, что соответствует густоте насаждения 124 тыс./га. В засушливые годы максимальная урожайность достигается, если все интервалы равны 0,12 м – 185 тыс./га. Если коэффициент вариации интервалов между растениями увеличивается, урожайность при любой густоте падает [75]. Можно утверждать, что максимум урожайности находится в зоне 6 растений на 1 м. рядка. Влияние коэффициента вариации (v) может привести к недобору 15...18 % урожая.

Теоретический анализ показывает, что увеличение (v) от неравномерной укладки семян или от уменьшения их полевой всхожести одинаково влияет на продуктивность растений. Чтобы достигнуть 95 % уровня урожайности, необходимо сформировать густоту насаждения в пределах 5...8 растений на 1 м рядка при коэффициенте вариации менее 50%.

При оценке работы современных высевальных машин В.С. Глуховский [20] отмечает, что индустриальная технология выращивания сахарной свеклы выдвигает повышенные требования к точному посеву семян. Сейчас установленные агротехнические требования при работе сеялок не выполняются. Так, скорость движения агрегата при точном высеве не превышает 5,5 км/ч вместо 7...9 км/ч, глубина заделки семян варьируется в пределах ± 1 см вместо 0,5 см; полевая всхожесть при благоприятных условиях посева составляет 55 ± 5 % вместо 75 ± 5 %. По этой причине равномерность размещения растений практически повысилась незначительно и находится на низком уровне; около 100 % вместо 50 % по требованиям (по коэффициенту вариации) [105]. Принимая во внимание, что каждый процент распределения растений по коэффициенту вариации

приравнивается к 0,1...0,2 т корнеплодов, недобор продукции составляет 5...10 т/га.

Обобщая изученные данные, можно сделать вывод, что определяющим фактором, позволяющим получить максимальную урожайность с хорошими технологическими качествами, является распределение семян вдоль рядка и степень их травмирования при высеве.

1.2. Обработка тел округлой формы путем создания искусственной оболочки (дражирование)

Дражирование как операция предпосевной обработки семян известна давно. Одной из причин, разработки технологии дражирования, стала необходимость регулирования нормы высева семян. Раньше использование обычных семян сопровождалось последующими работами по прореживанию всходов, приходилось высевать намного больше, чем требовалось по технологии. Естественно, на это уходило много времени и затрат труда. Кроме того с внедрением технологии дражирования была решена проблема чрезмерной нормы высева мелких семян с шероховатой поверхностью и неправильной формы например сахарной свеклы.

Внедрение интенсивных технологий выращивания сахарной свеклы обусловило резкое повышение требований к качеству семян и необходимость поиска путей его улучшения. Качество семян сахарной свеклы зависит не только от сортовых особенностей и условий выращивания, но и от предпосевной подготовки, которая включает: очистку, шлифовку, калибровку, сортировку по аэродинамическим свойствам и удельной массе, обработку защитно-стимулирующими веществами, инкрустацию и дражирование [9].

Современные семена сахарной свёклы предлагаются в дражированной форме (рис. 1).

Преимущества драже заключаются в возможности достижения максимальной точности высева при севе на конечную густоту, особенно при использовании отечественных сеялок. Кроме того, драже позволяет увеличить дозу протравителей (фунгицидов и инсектицидов), наносимых на семена.

Таким образом одновременно предотвращается перенос вирусных заболеваний сахарной свёклы. Важное отличие применяемых протравителей – их высокая подвижность в водной среде, благодаря чему даже при относительном недостатке влаги препараты передвигаются по тканям растений и в ризосфере, меньше зависят от погодных условий.

Дражирование актуально не только из-за улучшения посевных качеств семян. На ранних этапах развития, когда корневая система растения еще слаба или не сформирована, оно гарантирует нормальное питание семени,

без которого трудно рассчитывать на стабильный рост. Кроме того, в почве могут просто не содержаться элементы, необходимые для развития семени. Правильно подобранное драже способно компенсировать бедность почвы.

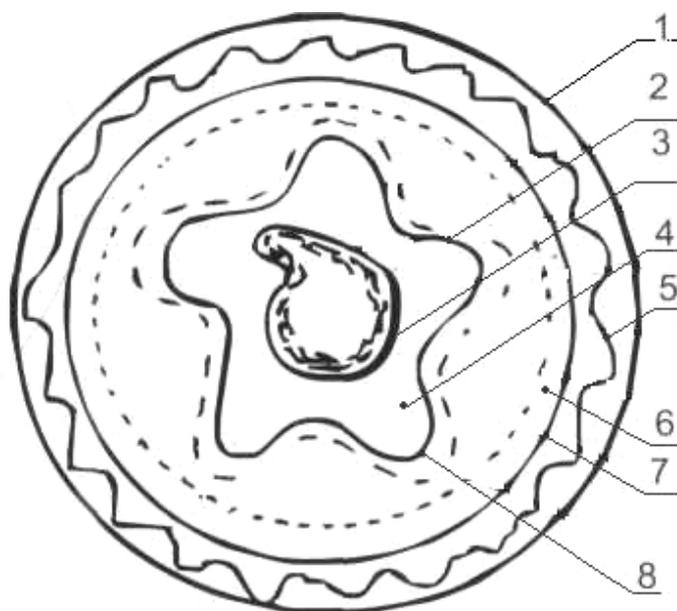


Рис. 1. Схема дражированного семени сахарной свёклы:
1 – защитный окрашенный слой; 2 – плодовая оболочка; 3 – семя;
4 – околоплодник; 5 – инсектицид; 6 – фунгицид в инертном веществе драже;
7 – дражирующая масса; 8 – фунгицид на семени

Каждый производитель разрабатывает свою технологию дражирования. Общий же принцип обработки один: на семена последовательно наносятся слои различных веществ, основная масса которых инертна (придает обтекаемую форму). «После каждого слоя идет просушка, так как в случае одновременного нанесения всей массы она будет слишком непрочной, что негативно скажется на семенах при посеве. Как правило, вначале на семена напыляют фунгицид, потом инсектицид, после чего все драже покрывается защитным окрашенным слоем. Количество слоев, накладываемых на семя, а также используемые материалы зависят от почвы и других условий. Последним слоем кладется маркировочная краска они производятся самые разнообразные тальки, пудры и краски для драже, придающие продукту законченный, привлекательный вид, поэтому дражированные семена у каждой компании имеют свой цвет.

1.3. Технология подготовки тел округлой формы

Процесс подготовки семенного материала очень важен для получения качественного продукта. Для того чтобы максимально четко автоматизировать процесс дражирования, необходимо обеспечить стабильные показатели по весу и геометрии семян на входе в систему. Также необходима

стабильность технических характеристик остальных сырьевых компонентов процесса. Процесс производства дражированных семян сахарной свеклы можно разделить на следующие основные этапы (рис. 2):

При этом в на некоторых заводах РФ до настоящего применяется типовая технология обработки семян сахарной свеклы, разработанная в восьмидесятые годы прошлого столетия во ВНИСС.

Она включает предварительную, основную и дополнительную обработки и имеет следующие особенности: технологический процесс предусматривает возможность проведения очистки и сортирования семян по размерам, плотности, аэродинамическим свойствам, а также шлифование, калибрование, дражирование и протравливание; обработка семян каждой партии строится с учетом их биологических и физико-механических свойств; процесс подготовки семян является дискретным, состоящим из отдельных циклов, между которыми семена находятся на промежуточном хранении и анализируются; основная обработка их ведется по фракциям, количество которых не менее трех; в процессе каждой операции очистки или сортирования семян обязательно выделяются основная (посевная) фракция, отходы и промежуточная, возвращающаяся на повторную обработку.

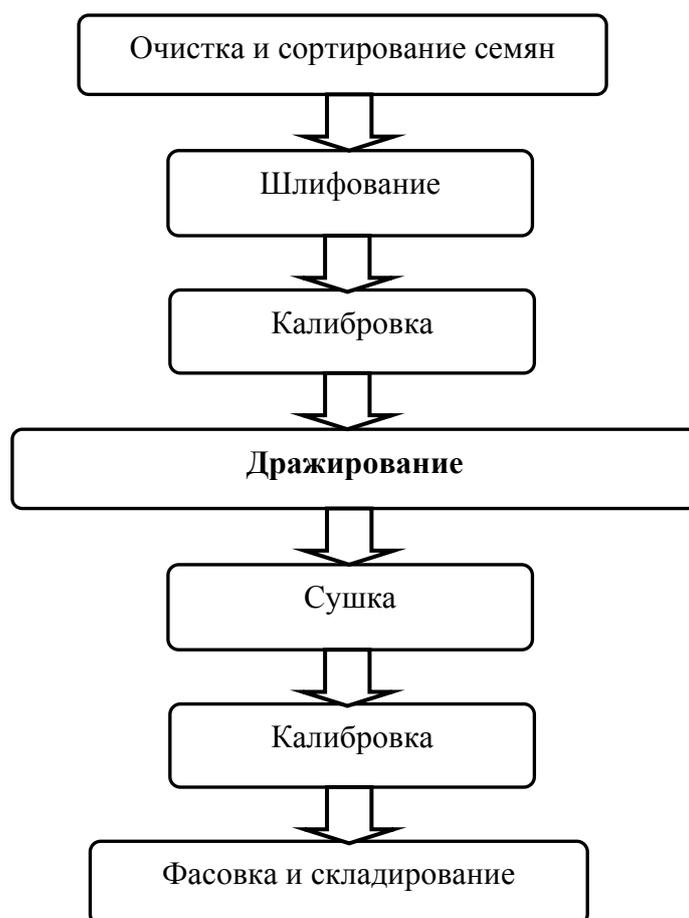


Рис. 2. Этапы производства дражирования семян

Семена на завод поступают из семеноводческих хозяйств. Технология подготовки на семенных заводах калиброванных и шлифованных семян включает следующие операции: приемку заготавливаемых семян и отбор проб для анализа; предварительную обработку семян, включающую грубую очистку, основную и дополнительную очистки и сортирование; хранение семян, прошедших предварительную обработку; основную обработку семян, включающую разделение их по диаметру на технологические фракции и последующую пофракционную очистку, сортирование по размерам, аэродинамическим свойствам и плотности, шлифование, калибрование; хранение семян, прошедших основную обработку; обработку семян защитными и защитно-стимулирующими веществами или дражирование.

Предварительная обработка семян. Цель предварительной обработки – довести семена до такого состояния, которое позволяет исключить возможность снижения их всхожести в процессе хранения на заводе и обеспечить наиболее эффективное проведение основной обработки и использование семенохранилищ.

Предварительную обработку семян на семенных заводах, оснащенных оборудованием фирмы «Камас», ведут по следующей технологической схеме: первичная (грубая) очистка на воздушно-решетных машинах (СИ-70), сушка (при необходимости) на барабанных сушилках любого типа, основная очистка и предварительное сортирование на воздушно-решетных машинах типа ФА-1500, триерах типа Н-700, пневматических сортировальных столах КА-2200, промежуточное хранение в силосах.

Сушка семян. Поступающие на обработку на завод семена подлежат сушке. Для этого используют барабанные сушилки любого типа. На предварительную очистку, минуя сушилку, разрешается подавать семена с влажностью не более 10%. Температуру теплоносителя при сушке в барабанных сушилках в зависимости от влажности обрабатываемых семян устанавливают в пределах от 80 до 130 °С.

Основную очистку семян, на семенных заводах осуществляют по аэродинамическим свойствам, толщине и ширине на воздушно-решетных машинах типа ФА-1500, по длине – на триерах типа Н-700, по плотности на пневматических сортировальных столах типа КА-2200 или аналогичных семеочистительных машинах. При очистке семян на воздушно-решетных машинах подсевные решета устанавливают с учетом свойств и качества обрабатываемых семян.

Очистка семян от стебельков: основная – на триерах, дополнительная – на воздушно-решетных машинах и пневматических сортировальных столах одновременно с выделением других примесей.

На триерах для очистки семян от стебельков устанавливают триерные цилиндры с диаметром ячеек: на основных – 8,5–9,5 мм и контрольных – 9,5–11,5 мм. Прошедшие основную очистку семена поступают на промежуточное хранение в силоса. Перед этим от них отбирают пробы для анализа.

После получения результатов анализов семена направляют на основную обработку, которая включает разделение их на машинах типа ФБ-1500 на три технологические фракции: диаметром менее 4,5 мм, 4,5-5,5 и более 5,5 мм. Далее семена каждой технологической фракции обрабатывают отдельно по следующей технологической схеме: воздушно-решетные машины, пневматический сортировальный стол, силоса. Полученные калиброванные семена направляют в силоса. Семена диаметром более 5,5 мм после шлифовки сортируют, повторно калибруют на две фракции, которые присоединяют к соответствующим посевным фракциям.

Для большей выравненности калиброванных семян процесс ведут с минусовыми допусками. Калибровки с минусовыми допусками осуществляют выделением промежуточной технологической фракции, последующей шлифовкой, сортировкой и присоединением этих семян к основной посевной фракции.

В зависимости от технологической схемы обработки семян и используемых машин выделение промежуточной технологической фракции осуществляют в процессе одной из следующих операций: при разделении на технологические фракции; при очистке и сортировке на воздушно-решетных машинах; при обработке на контрольных калибровочных машинах. При калибровке семян с выделением двух посевных фракций диаметром 3,5-4,5 и 4,5-5,5 мм.

Подготовку шлифованных семян сахарной свеклы осуществляют только партий, имеющих ненарушенную морфоанатомическую структуру плодов. Содержание плодов с нарушенной морфоанатомической структурой (с открытыми крышечками) в партиях семян, подлежащих шлифованию, не должно превышать 3% (по количеству). Технологический процесс подготовки шлифованных семян включает операции: разделение на технологические фракции (не менее трех) и последующую отдельную обработку каждой фракции семян.

Обработку каждой фракции ведут по единой технологии, включающей шлифование, последующую очистку и сортирование на воздушно-решетных машинах и пневматических сортировочных столах, дополнительное калибрование на контрольных калибровочных машинах. Полученные после обработки калиброванные (шлифованные) семена направляют в силоса на промежуточное хранение, отобрав при этом от них средние пробы для определения посевных качеств.

Кроме данной технологии исследователями (Юнусовым Р.Ф., Ревенко Н.А.) предложены свои технологические схемы предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур.

1.4. Обзор и оценка конструкций для обработки тел округлой формы путем создания искусственной оболочки

Все многообразие технических средств предпосевной обработки семян сахарной свеклы путем создания искусственной оболочки по принципу действия делится на те где процесс осуществляется сжатым воздухом или паром; во вращающемся резервуаре смесителя; быстро вращающимися рабочими органами (лопасти, винты, ножи, шнеки); пропусканием массы под давлением через сопла и щели; ультразвуком или гидродинамическим эффектом и др.

В связи с этим дражирователи подразделяются по принципу действия – на периодические и непрерывные; по способу смешивания – на гравитационные, со смешиванием в падающем потоке, механические со смешиванием в кипящем слое, гравитационно-механические, пневматические и циркуляционные; по типу рабочих органов – на барабанные, лопастные, роторные, битерные, шнековые, вибрационные, пропеллерные, планетарные; по расположению оси вращения основного рабочего органа – на горизонтальные и вертикальные; по частоте вращения рабочих органов – на тихоходные и быстроходные. Классификация дражирователей приведена на рис. 3.

На эффективность дражирования семян сельскохозяйственных культур влияют точность дозирующих (взвешивающих) устройств, установленные перед аппаратом в технологической линии; тип рабочих органов, форма корпуса; режимные параметры дражирователя; плотность исходных компонентов; гранулометрический состав (форма, размеры, дисперсионное распределение по степени крупности для неоднородных компонентов).

Из-за наличия широкого диапазона компонентов смеси и условий, в которых они наносятся на семена, существует множество конструктивных решений, схем и дражирователей, в зависимости от способа обработки.

Независимо от способов обработки все дражирователи должны удовлетворять следующим требованиям: высокая производительность аппарата; хорошее качество производимых драже; механизация загрузки в дражирователь рабочих компонентов; соответствие требованиям техники безопасности и санитарно-гигиеническим требованиям; высокая эксплуатационная надёжность и простота в обслуживании; долговечность работы; высокая степень однородности покрытия семян [18].

В дражирователях с пневматическим способом формирования оболочек (рис. 4) предусматривает их создание в воздушной среде при совместном или перекрестном движении потоков семян и распыленных частиц компонентов будущих оболочек.

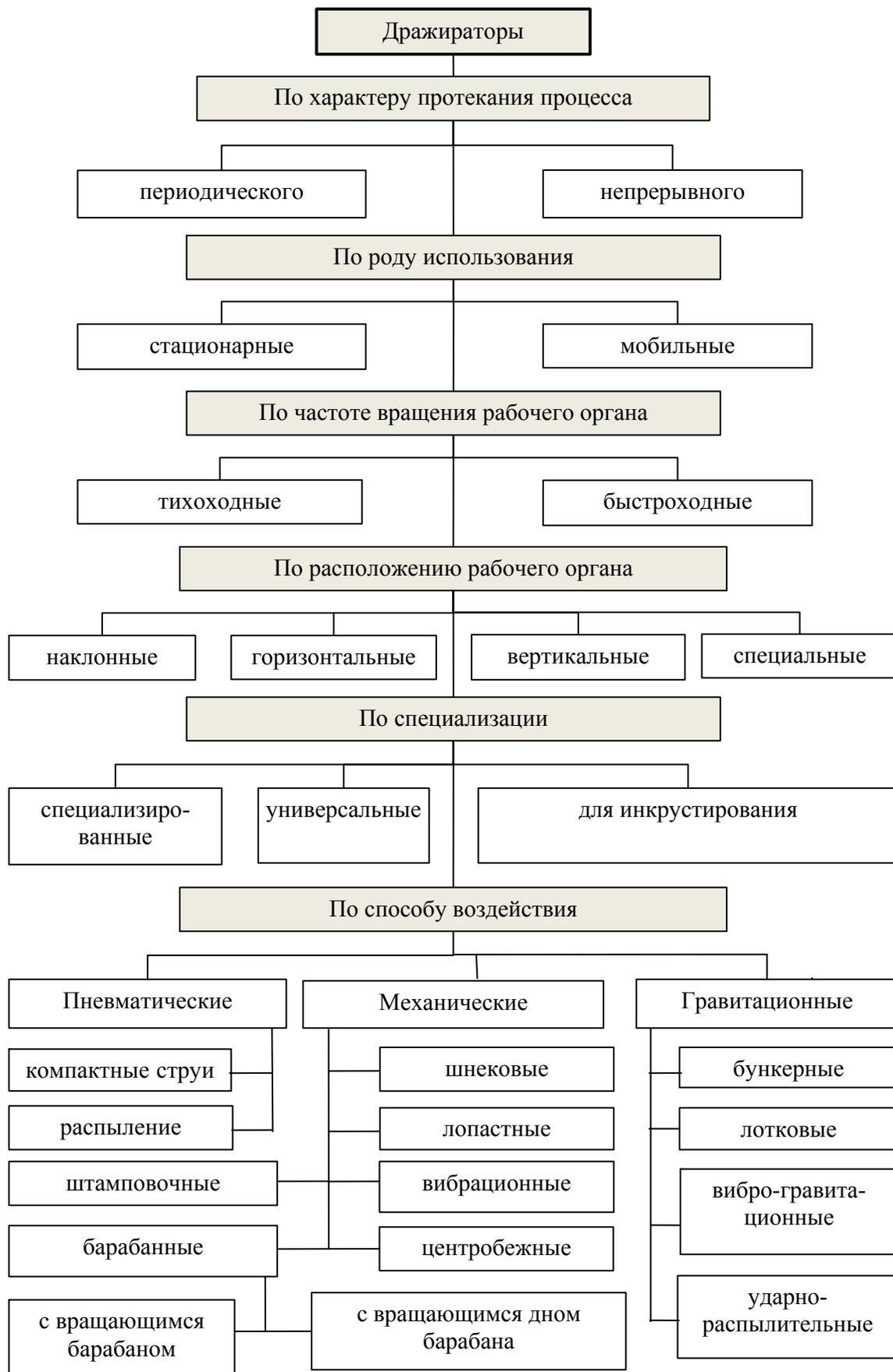


Рис. 3. Классификация дражираторов

При этом при подаче сжатого газа образуются турбулентные потоки. В результате движения частиц материала по пересекающимся траекториям происходит его перемешивание.

Наиболее удачной из зарубежных конструкций установок для формирования оболочек в воздушной среде (при перемещении воздушного потока) является агрегат «АГТ», разработанный предприятием SKET и Академией наук в Германии. Производительность агрегата 200-250 кг семян сахарной свеклы в час.

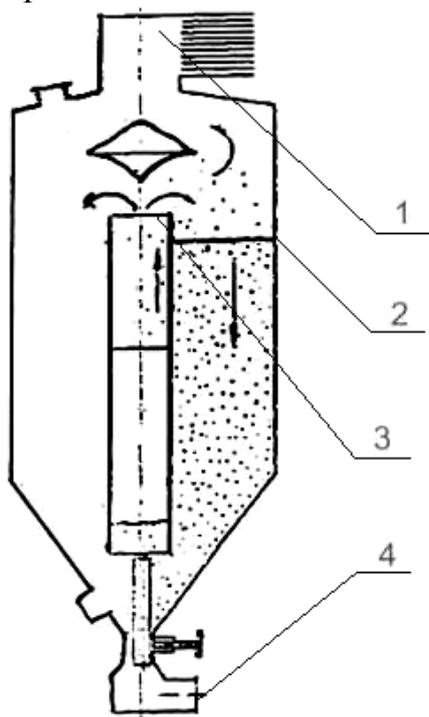


Рис. 4. Схема дражировочной установки с пневматическим способом формирования оболочек:
1 – загрузочная горловина;
2 – корпус; 3 – рабочие органы;
4 – выгрузная воронка

Установка имеет камеру с циркулирующими семенами, куда дозирующие устройства подают (в жидком или порошкообразном виде) средства защиты растений, микроудобрения и связующие вещества, взятых в таких пропорциях, которые позволяют осуществить одновременно нанесение оболочки на семена и их сушку.

Преимущества данного типа дражировочной установки заключены в высокой производительности за счет короткого цикла смешивания, отсутствии приводных механических мешалок, простоте работы. Регулирование скорости воздушного потока позволяет обрабатывать этим способом семена различных культур.

Недостатками данного способа дражировочной установки является то, что он требует больших затрат энергии, что обусловлено постепенным нарастанием оболочек и высокой их влажностью, плохое качество смешивания компонентов с большой разницей в удельном весе, необходимость

наличия хорошей аспирационной системы при смешивании пылевидных и порошкообразных материалов, а также компрессорного оборудования, трудность очистки газораспределительных устройств. При этом требуется дополнительная сортировка семян на фракции в зависимости от формы и размера оболочек, поэтому он рекомендован для мелких семян с выровненной формой.

В дражировочных установках гравитационного действия (рис. 5) смешивание семян с дражировочной смесью происходит за счёт проникновения потоков компонентов друг в друга в поле силы тяжести. Существуют следующие типы конструкций этих машин: бункерный, лотковый, вибро-гравитационный, ударно-распылительный.

Данную схему реализовали в своем изобретении Стрижков И.Г., Ирха П.Д., Ирха Д.А., Потапенко И.А., Стрижков В.Л. из Кубанского ГАУ.

К преимуществам таких смесителей можно отнести простоту устройства, отсутствие активных рабочих органов, что обеспечивает малые удельные расходы энергии. Недостатками гравитационных смесителей являются низкое качество дражирования готовых семян.

Самый распространенный это механический способ воздействия на семян при дражировании. Он в свою очередь делится на следующие виды:

Штамповка – предусматривает нанесение оболочки путем совместного прессования материала оболочки и семени под давлением. При этом оболочка может выполняться как однослойной, так и многослойной. Основу схемы установки для формирования искусственной оболочки способом штамповки составляют матрицы, в которых выполнено множество стандартных полусферических ячеек диаметром, равным диаметру оболочек.

Матрицы закреплены на транспортной ленте при движении которой в ячейки последовательно закладываются материалы оболочки, семена и вновь материал оболочки, поверх которого накладывается штамп в виде такой же матрицы с ячейками. Прессование оболочек ведется под давлением [12].

Относительно простая по конструкции установка, основанная на способе штамповки, создана в Манитобском университете (провинция Манитоба, Канада). Установка входит в состав технологического оборудования для изготовления оболочки из полиэтиленовой пленки, в которую заключены зерно кукурузы, предназначенное для посева в сухую почву, вермикулит и вода [18].

Способ штамповки пригоден для практически всех сельскохозяйственных культур. При этом в компоненты оболочки вводят незначительное количество воды, что позволяет сократить затраты средств и времени на последующую сушку. Оболочки получаются выравненными по размерам и не нуждаются в дальнейшей калибровке. Оборудование в этом случае должно очень точно дозировать компоненты оболочки и, что главное, создавать оптимальное давление при прессовании (недостаточное давле-

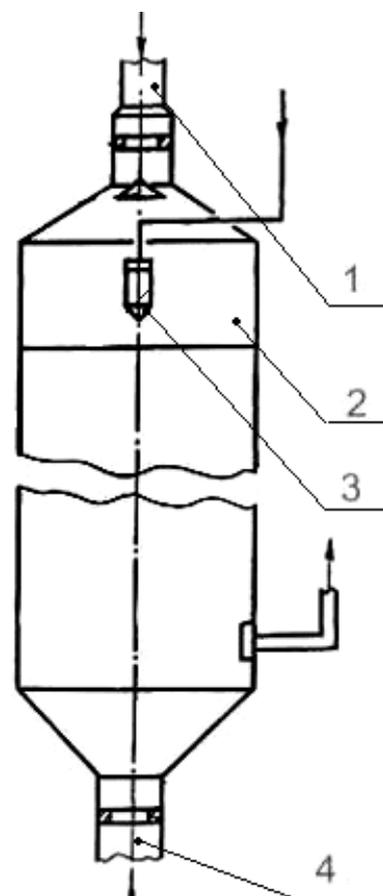


Рис. 5. Схема гравитационного дражирователя:

- 1 – загрузочная горловина;
- 2 – корпус; 3 – рабочие органы; 4 – выгрузная воронка

ние ведет к расслоению оболочки, а избыточное может вызвать механические повреждения семян и переуплотнение материала оболочки, что не позволит семенам прорасти). Кроме того, такое оборудование не является универсальным, так как требует больших затрат для перестройки на другой тип семян или другой размер оболочек, поэтому оно рекомендуется для небольших партий семян.

Шнековые дражирователи (рис. 6) предназначены для приготовления драже и состоят из загрузочной камеры, корпуса, шнека, выгрузной воронки и механизма привода.

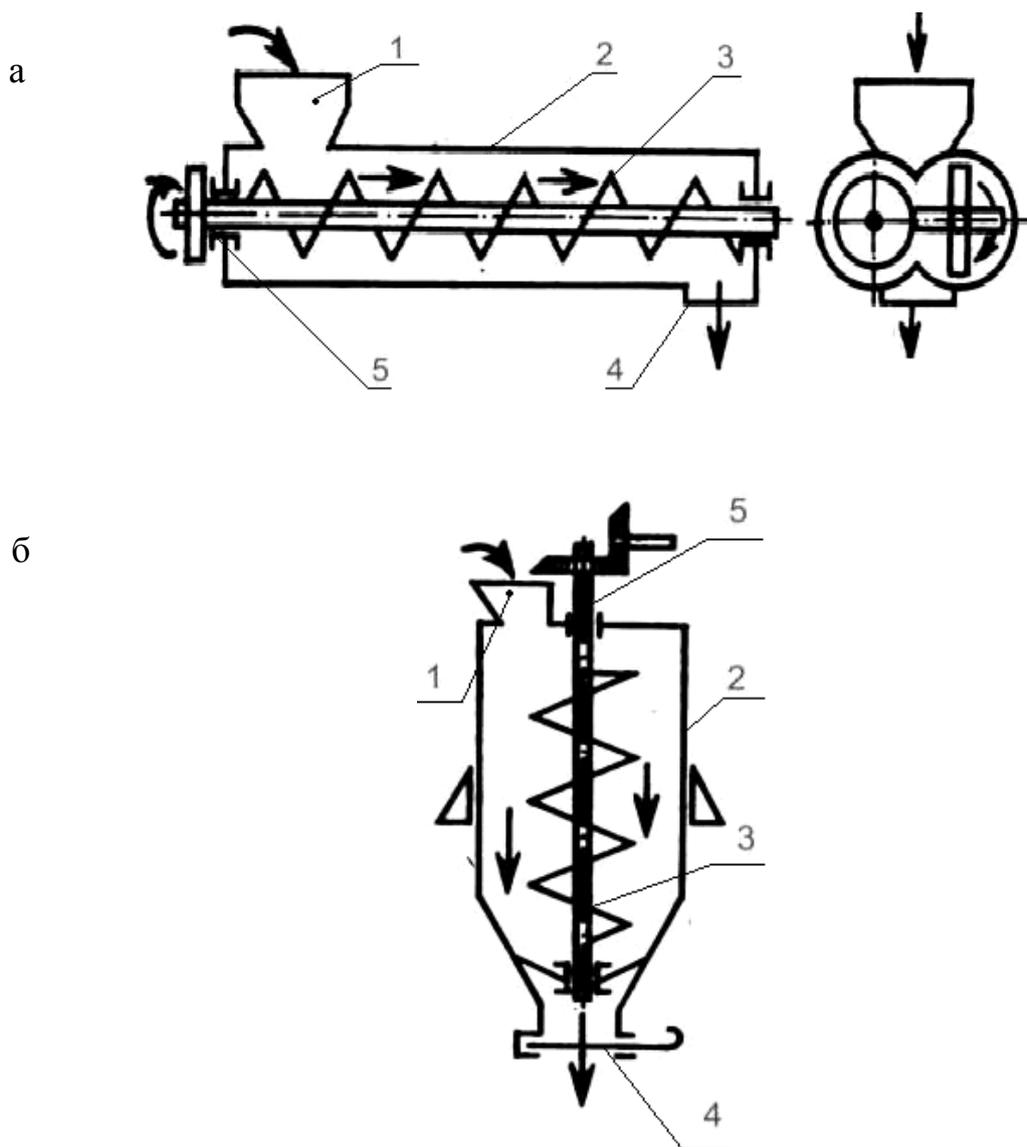


Рис. 6. Схема шнекового дражироватора:
 а – с горизонтальным расположением шнека; б – с вертикальным расположением шнека; 1 – загрузочная камера; 2 – корпус; 3 – шнек; 4 – выгрузная воронка; 5 – механизм привода

Рабочий процесс таких дражировщиков сводится к тому, что непрерывно подаваемые в загрузочную камеру компоненты подвергаются интенсивному воздействию вращающегося внутри круглого корпуса шнека.

Данную схему реализовали в своем изобретении Педан А.В., Оськиным С.В., Нормовым Д.А. из Кубанского ГАУ.

Преимуществами дражировщиков такого типа являются то, что обеспечивается равномерная обработка семян дражировочной смесью, но недостатком является сложность конструкции, высокая металлоемкость установки и недостаточная производительность.

Лопастные дражировщики (рис. 7) бывают периодического и непрерывного действия. В них компоненты перемешиваются горизонтальными, вертикальными или наклонными лопастями, вращающимися вокруг вертикального или горизонтального вала. Лопастями своими лобовыми поверхностями устанавливаются перпендикулярно или наклонно к направлению движения.

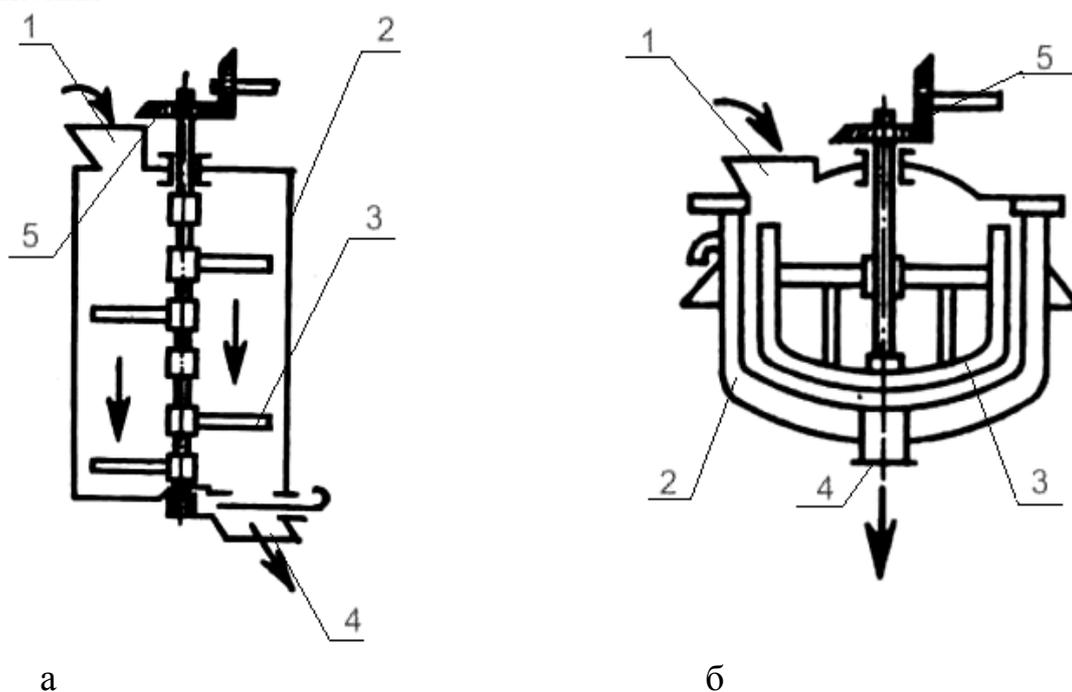


Рис. 7. Лопастные дражировщики
а – периодического; б – непрерывного действия; 1 – загрузочная камера;
2 – корпус; 3 – рабочие органы (лопатки); 4 – выгрузная воронка;
5 – механизм привода

Центробежные дражировщики (рис. 8) работают следующим образом, при попадании на дно ротора компонентов дражировочной смеси и семян их частицы под действием центробежных сил отбрасываются на боковую поверхность конуса. Определенные угловые скорости ротора, угол наклона, высота образующей и диаметр малого основания конуса в сочетании сообщают частицам спиралеобразное движение по образующей, при этом

частицы поднимается в конусе и, в конечном итоге, выбрасывается в корпус.

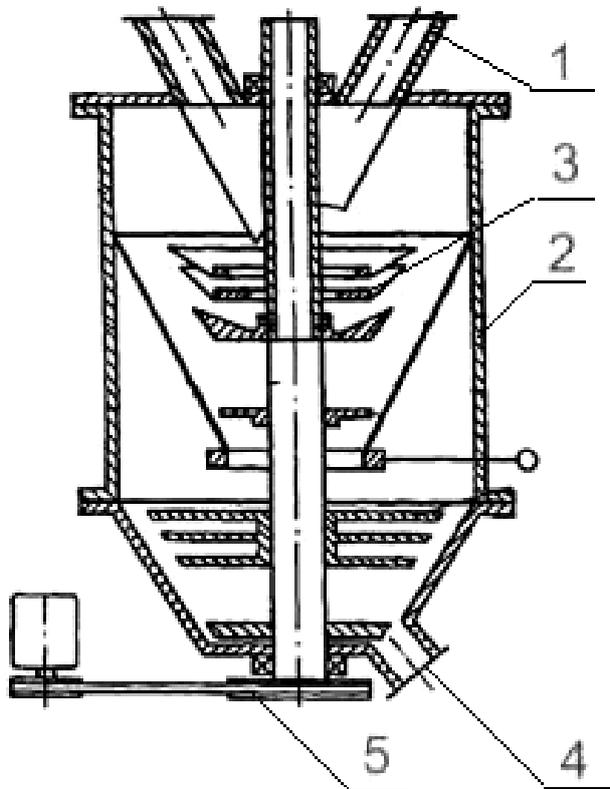


Рис. 8. Центробежный дражировщик:
1 – загрузочная горловина; 2 – корпус;
3 – рабочие органы; 4 – выгрузная воронка;
5 – механизм привода

Частицы имеют различные массу, первоначальный радиус относительно оси вращения, коэффициенты внутреннего трения и трения по ротору. Вследствие этого траектории движения частиц неоднократно пересекаются, что способствует перемешиванию компонентов дражировочной смеси с семенами. Более совершенными являются двух- и трехкаскадные конические роторы, в которых углы наклона образующей и ее высота для каждого конуса различны, при этом общая высота ротора снижается. Здесь частицы, начиная спиралеобразное движение с внутреннего конуса, перебрасываются в последующий конус с большим радиусом малого основания, что способствует увеличению скорости движения

частиц и более интенсивному пересечению траекторий их движения [20]. Преимуществами таких дражировщиков являются малый расход энергии, но недостатком является сложность конструкции и недостаточная производительность.

В вибрационных дражировщиках частицы вовлеченные в процесс вибрационного транспортирования по плоскости с переменным углом наклона к горизонту, совершают устойчивое циркуляционное движение вокруг оси, расположенной в центре тяжести слоя сыпучего материала, находящегося в камере. Перемешивание смеси в таких аппаратах обуславливается конвективными (циркуляционными) и диффузионными процессами. Характер процесса сильно зависит от конструкции камеры. Схема движения компонентов смеси при объемном способе перемешивания в тороидальных камерах, которые помимо колебаний в горизонтальной плоскости совершают угловые колебания в вертикальной плоскости.

Состав из семян с дражировочной смесью в таких аппаратах движется по спиралеобразным траекториям вдоль внутренних стенок, при этом перемешивание в горизонтальном сечении потока смеси пропорционально

расстоянию частицы от центра аппарата, а перемещения в вертикальном сечении постоянны для всего объема.

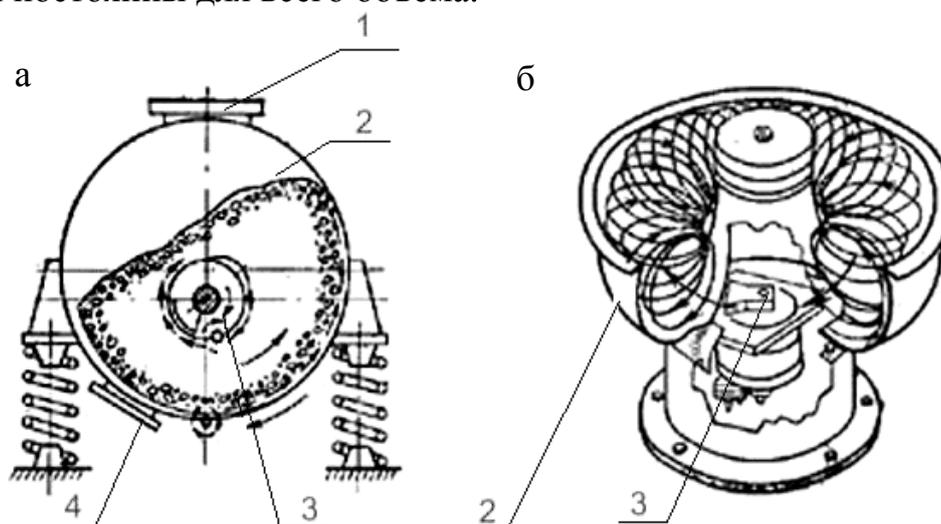


Рис. 9. Вибрационные дражирователи:
 а – с цилиндрической рабочей камерой; б – с тороидальной рабочей камерой;
 1 – загрузочная горловина; 2 – корпус; 3 – рабочие органы;
 4 – выгрузная воронка

В отличие от плоскопараллельного движения смеси в вертикальной плоскости такое пространственное винтообразное перемещение материала обеспечивает лучшее взаимопроникновение частиц между слоями смеси.

С учётом проведённого анализа устройств наибольший интерес представляют дражирователи, барабанного. Их преимущество заключается в простоте конструкции, низкой энергоёмкости процесса и достаточно высоком качестве семян. Поэтому они занимают лидирующее положение по распространённости среди дражирователей.

Барабанные дражирователи (рис. 10) действия являются наиболее распространёнными на сегодняшний день.

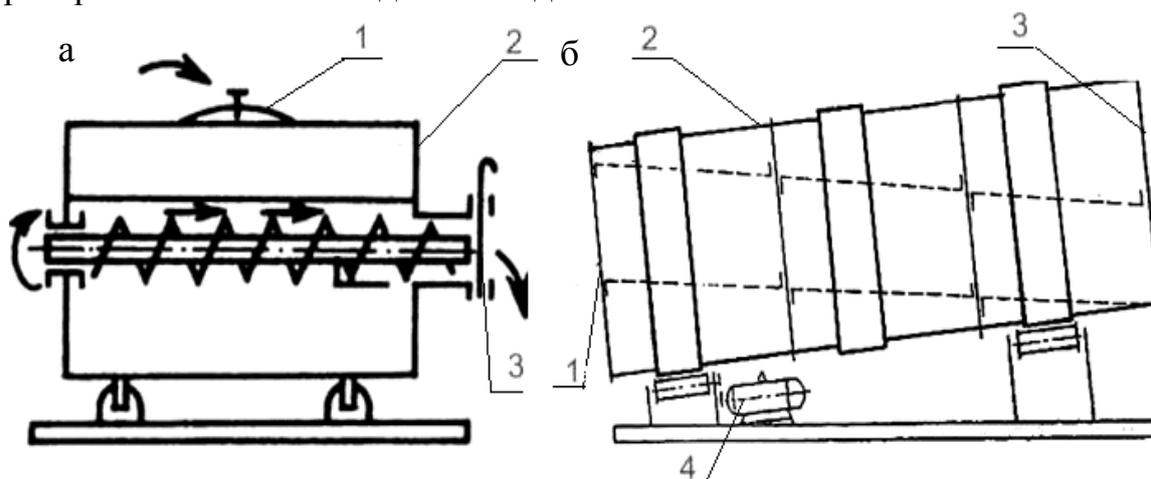


Рис. 10. Барабанные дражирователи:
 а – с горизонтальной осью вращения; б – с наклонной осью вращения;
 1 – загрузочная камера; 2 – корпус (барабан); 3 – выгрузная воронка;
 4 – механизм привода

Данным вопросом занималось большое количество ученых (Никольская Ж.В., Эльмасхейзер Х.М., Сохроков А.М., Меснер Э.Г., Мухин В.Д., Павлов К.М., Goix I., Grimm H., Sauchez I. И др.). Они различаются по форме корпуса и его расположением относительно оси вращения. Цилиндрический барабанный дражиратор является наиболее исследованным. К недостаткам таких дражираторов относятся неудовлетворительное качество дражирования, большие удельные энергозатраты, длительный цикл операции. К преимуществам можно отнести простоту конструкции.

Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований процессов получения дражированных семян, проведенных в России и за рубежом, показывает значительное преимущество этих агрегатов по сравнению с другими типами [18]. Применение дражиратора позволяет снизить норму высева семян сельскохозяйственных культур среднем в 3 раза и приведет к повышению урожайности до 20%.

Известно множество технических решений основанных на дражировании барабанными установками.

Например дражиратор-смеситель [2] (рис. 11).

Устройство работает следующим образом. Подлежащие переработке жидкости подаются по трубам 11 и 12 в спиральные каналы. При вращении рабочего органа от привода 15 жидкости действием центробежных сил перемешаются от центральных витков к наружным. Двигаясь по спиральным каналам, часть жидкости с большей плотностью центробежными силами подается через вырез 7 в следующий от центра спирали виток. При перетекании жидкостей из одного канала в другой происходит их интенсивное перемешивание. Размеры и расположение по длине и ширине спиральных обечаек 3 и 4 вырезом 7 выбираются так, что при движении смеси перемешиваемых жидкостей по каналам происходило не разделение, а лишь их усреднение. На выходе из каналов жидкая смесь поступает в патрубки 8 и 9

Недостатком данного смесителя является низкое качество дражирования семян, так как дражирование происходит в одной плоскости.

Известен смеситель-дражиратор семян (рис. 12) [14], содержащий загрузочный и разгрузочный патрубки, установленный на валу рабочий орган, выполненный в виде закрепленных на диске с противоположных сторон соосно расположенных спиралей, которые имеют противоположные навивки с полуовальной формой в сечении и ограничены стенками. В зоне расположения концов спиралей в диске выполнено окно для пересыпания гранул из одной спирали в другую. Ширина навивки спирали от оси вращения к периферии сужается. Стенки рабочего органа смесителя-дражиратора могут быть выполнены неподвижными. В этом случае на них ниже оси вала установлены импульсные регулируемые системы подачи покрывающего материала, например, форсунки.

Смеситель-дражиратор работает следующим образом.

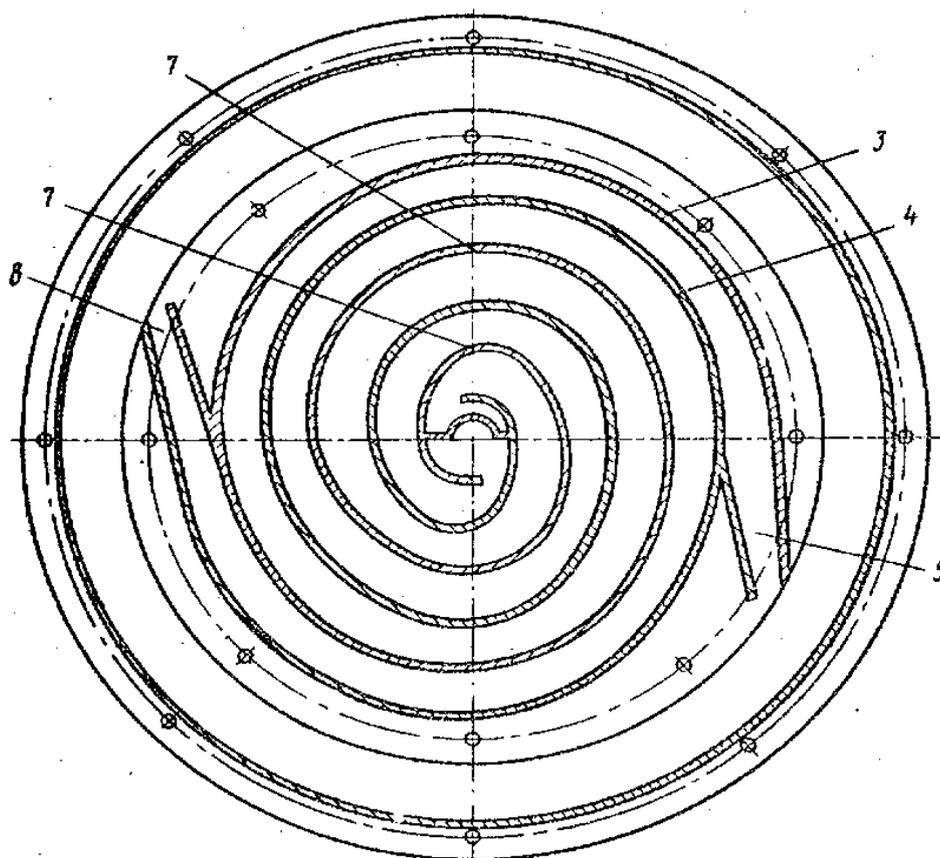
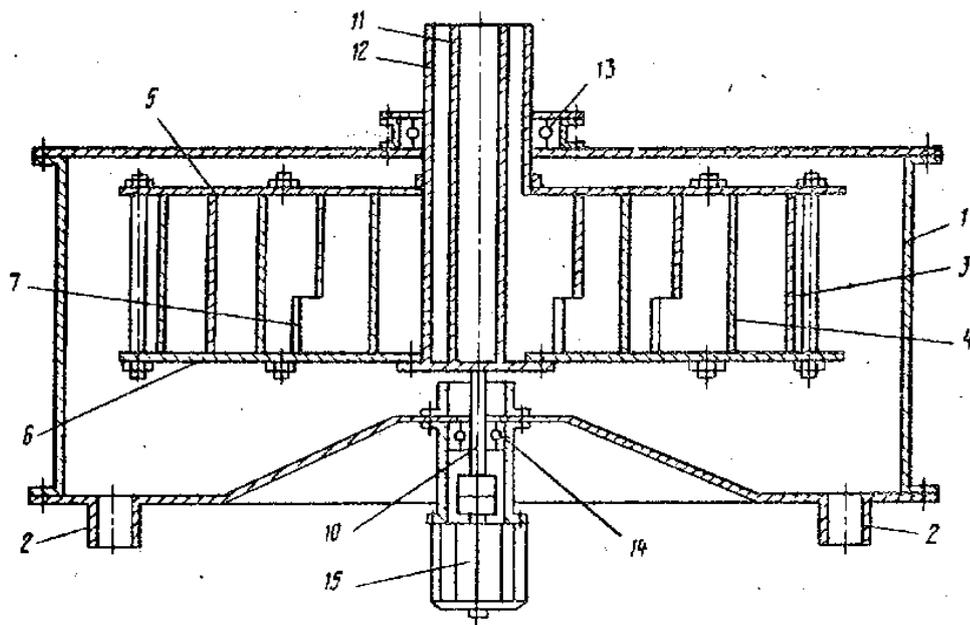


Рис. 11. Смеситель дражировщик семян А.С. 648247:
 1 – цилиндрический корпус; 2 – патрубок; 3, 4 – спиральные обечайки;
 5, 6 – диски; 7 – вырезы; 8, 9 – патрубки; 11, 12 – коаксиальные трубы;
 13, 14 – подшипники; 15 – привод

Компоненты поступают в бункер и по загрузочному патрубку 2 подаются в конический накопитель 8, из которого через отверстие высыпаются в рабочий орган, выполненный в виде спирали. Ширина навивки спиралей сужается в направлении от оси вала к периферии. Этим достигается постоянство объема витка и равномерность высоты загрузки витка гранулами.

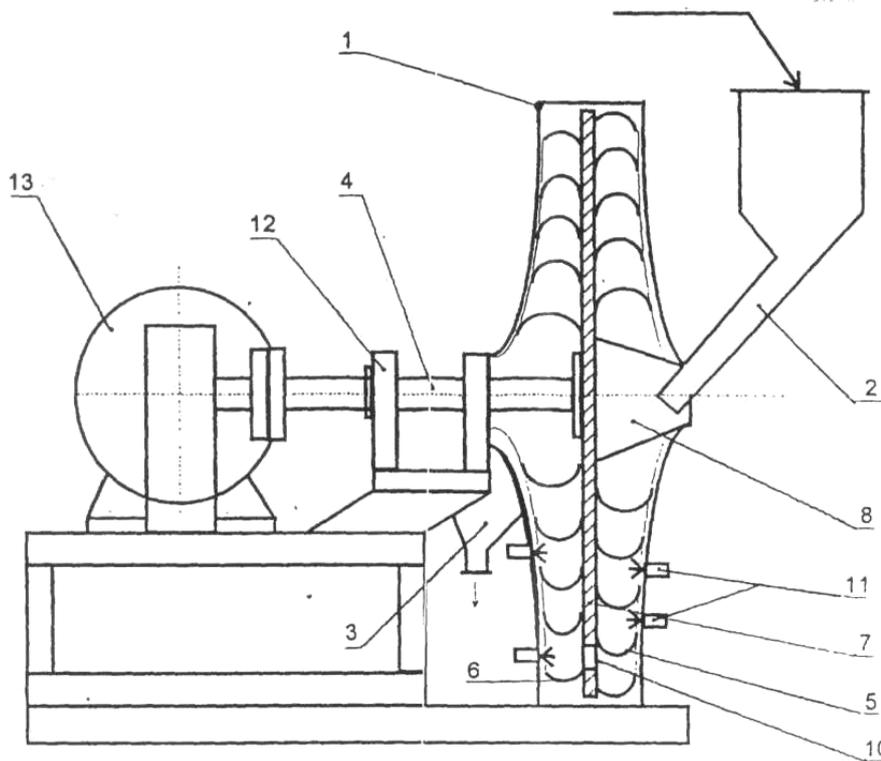


Рис. 12. Смеситель-дражиратор семян Пат. РФ 2102849:
1 – стенки рабочего органа; 2 – загрузочный патрубок; 3 – разгрузочный патрубок; 4 – вал; 5, 6 – спиральные обечайки; 7 – диск; 8 – конический накопитель; 11 – форсунки; 12 – опора; 13 – электродвигатель

Диск 7 с прикрепленными спиральными обечайками 5 и 6 вращается, и гранулы, получая сложное движение, покрываются жидкостью, дополнительно подаваемой установленными ниже оси вала на неподвижных стенках спиральных обечаек 5 и 6 импульсными системами, выполненными, например, в виде форсунок 11.

Через окно 10 гранулы перемещаются в следующую обечайку. В центре обечайки 6 происходит выгрузка гранул. По патрубку 3 покрытые гранулы попадают в сушилку.

Недостатком данного смесителя-дражиратора является сложность конструкции и небольшая производительность.

Существует аппарат для дражирования семян (рис. 13) [2], включающий рабочий орган в виде чаши с крышкой и наклонной осью вращения.

Подающие исходные компоненты трубопроводы и механизм привода, причем рабочий орган выполнен в виде двух усеченных конусов, соединенных между собой большими основаниями и заключенных в кожух с отверстиями для подающих исходные компоненты трубопроводов и вытяжной вентиляции, при этом на оси вращения рабочего органа установлен кулачок, взаимодействующий с выключателем механизма привода рабочего органа.

Для подачи компонентов, в любую зону рабочего органа подающие трубопроводы выполнены регулируемы. На нижней стенке рабочего органа имеется выгрузной люк с быстросъемной крышкой. К кронштейну кожуха крепится механизм остановки рабочего органа при нахождении выгрузного люка в заданном положении.

Во время работы аппарата исходные компоненты поступают в рабочий орган в заданном количестве и последовательности. Затем начинается процесс дражирования, в результате которого семена, изменяя направление и скорость вращения под действием формы рабочего органа, равномерно покрываются оболочкой. Изменение режима дражирования семян осуществляется путем изменения угла наклона рабочего органа.

Недостатком данного аппарата для дражирования семян является невысокое качество нанесения покрывающей оболочки и небольшая производительность.

В Польше создан дражиратор СВА-4А (рис. 14).

Дражиратор содержит наклонный дражировочный барабан с приточно-вентиляционной установкой для теплого или холодного воздуха, предназначен для дражирования семян различных овощных культур (в том числе сахарной свеклы). Недостатками данной машины, является низкая производительность высокая энергоемкость процесса дражирования.

Машина дражеровочная ДР-51 (Россия) предназначена для дражирования круглых витаминно-кондитерских изделий всех сортов (рис. 15).

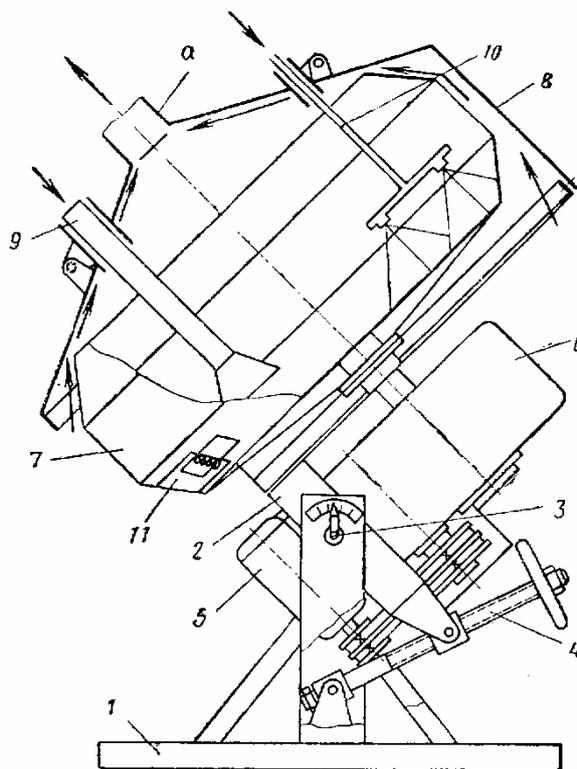


Рис. 13. Смеситель-дражиратор семян А.С. 382369:

- 1 – основание несущее; 2 – поворотная рама; 3 – ось; 4 – винт;
- 5 – электродвигатель; 6 – редуктор;
- 7 – рабочий орган; 8 – кожух;
- 9, 10 – трубопроводы; 11 – крышка

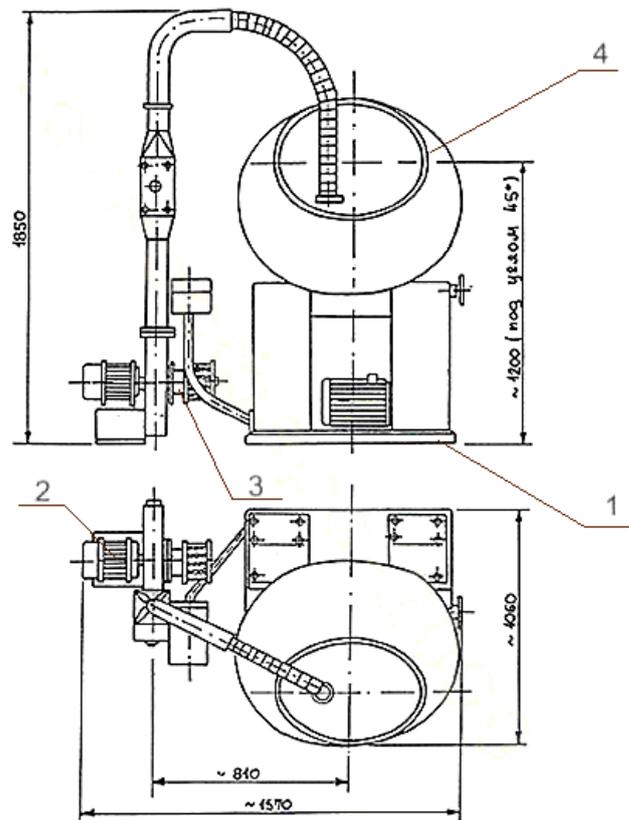


Рис. 14. Дrajиратор СВА-4А:
 1 – основание несущее; 2 – электродвигатель;
 3 – редуктор; 4 – рабочий орган

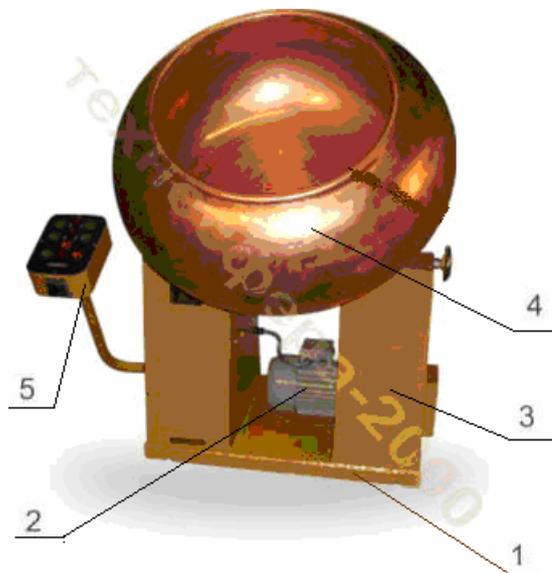


Рис. 15. Машина дrajировочная ДР-51:
 1 – основание несущее; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор;
 4 – рабочий орган; 5 – станция управления

Применяется на предприятиях кондитерской промышленности. Состоит из станины, редуктора, котла.

Котел установки приводится во вращение от червячного редуктора, который в свою очередь получает вращение от электродвигателя через клиноременную передачу. Изменение скорости вращения котла осуществляется клиновым ремнем. Соответствующий натяг клинового ремня обеспечивается путем изменения положения электродвигателя при помощи регулировочных болтов. Управление дражировочной машиной происходит с пульта управления расположенного с правой стороны.

Недостатками данной машины, является низкая производительность и невысокая прочность оболочек драже.

Несмотря на преимущества барабанных дражировочных машин остается ряд нерешенных вопросов. В частности, недостаточно изучен вопрос влияния режимных параметров, формируемых дражировочными машинами различного типа, на структурные параметры выходных потоков (качество посевного материала), а также влияние конструктивных параметров аппаратов на свойства готовых семян.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что применение машины для получения дражированных семян в совокупности с дозатором семян сахарной свеклы станет серьезным шагом в развитии такой важной для российского сельского хозяйства отрасли, как свекловодство.

1.6. Аппараты точного дозирования, пути повышения качества их работы

В настоящее время, сахарную свеклу сеют в основном пунктирным способом.

Точным (пунктирным) будем называть такой высев, при котором семена в борозде располагаются с заданным шагом пунктира [13].

В нашей стране до 1958 г. в основном, применяли комбинированные свекловичные сеялки 2СК-16, СК-12, СК-18, 2ССН-6 и 3ССН-6, которые были оборудованы катушечными высевающими аппаратами. Их особенностью являлся пульсирующий высев семян, в результате чего они неравномерно распределялись в рядке.

С целью устранить недостатки была разработана сеялка СКРН-12 с ячеисто-дисковыми высевающими аппаратами и наклонными дисками, обеспечивающими более равномерное распределение семян. Сеялка выпускалась с 1958 по 1964 гг., пока не была создана более совершенная сеялка для точного посева 2СТСН-6А, которая оборудовалась ячеисто-дисковыми высевающими аппаратами вертикального типа с индивидуальным приводом каждой рабочей секции. На смену сеялке 2СТСН-6А

пришло семейство 12-ти рядных универсальных сеялок ССТ-12 различных модификаций с такими же высевальными аппаратами [98, 50, 51, 59].

В настоящее время сев сахарной свеклы производится механическими сеялками ССТ-12 и ее модификациями и пневматическими сеялками производства СНГ и дальнего зарубежья.

Сейчас наметилось некое равновесие в применении для сева семян сахарной свеклы названных видов сеялок [31, 52, 111]. К недостаткам пневматических сеялок, ограничивающих их широкое применение, можно отнести невысокое качество сева калиброванными семенами, малый срок службы и др. Несомненный плюс – универсальность, хорошее распределение дражированных семян. К недостаткам механических сеялок можно отнести: устаревшую конструкцию; невысокие показатели равномерности распределения, но в тоже время есть несомненные достоинства: большой запас прочности; дешевизна и возможности для повышения точности посева.

1.7. Обзор конструктивных дозаторов

Все многообразие аппаратов точного посева по принципу действия разделяют на две большие группы: механические и пневматические.

Механические аппараты делятся на подгруппы по способу отбора семян из массы на дисковые, барабанные, ленточные, ложечные и челночно-штоковые, катушечные.

Дисковые аппараты подразделяются на однодисковые с горизонтальной, наклонной и вертикальной осью вращения диска и двухдисковые.

Барабанные аппараты – с горизонтальной и вертикальной осью вращения дозирующего барабана. Также различают разновидности с внешним, внутренним и боковым заполнением ячеек, с активным и пассивным отражателем лишних семян, с ускорителем и без ускорителя движения семян на выходе из аппарата.

Ленточные аппараты делят на аппараты с однонаправленным движением и с возвратно-поступательным движением ленты, с ячеистой и гладкой рабочей поверхностью.

Пневматические аппараты разделяют на подгруппы с подводом вакуума и избыточного давления к рабочим органам. Среди них различают аппараты с дисковыми и барабанными рабочими органами, с присасывающими ниппелями и отверстиями, с внешней, внутренней и боковой подачей семян к дозирующему элементу.

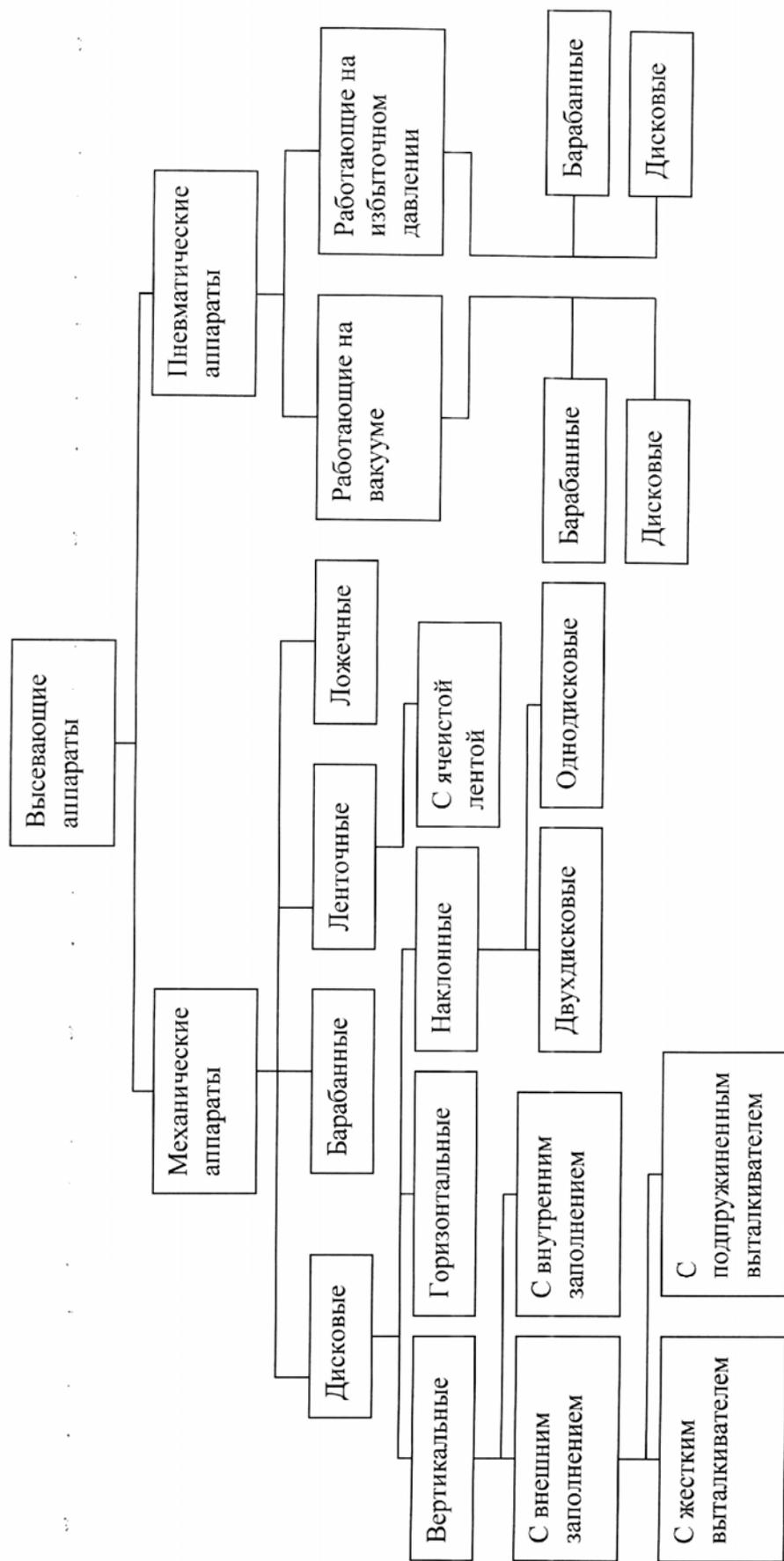


Рис. 16 .Классификация высевающих аппаратов для посева семян сахарной свеклы

1.7.1. Механические высевальные аппараты

Работа этого типа высевальных аппаратов основана на поштучном заполнении ячеек дозирующего элемента. Все они рассчитаны на применение калиброванного или дражированного посевного материала [115, 118, 120].

Вертикально-дисковые аппараты занимают лидирующее положение по распространенности среди аппаратов точного посева. Это сеялки типа ССТ-12 (рис. 17), Палм Агроматик (Швеция), Вебб (Англия), Монодрилл (ФРГ), Глостер (Англия), Бекер (ФРГ), Моноцентра (ФРГ) Моносем (Франция), Уникорн (ФРГ), Унисем (Франция) [10, 17, 30, 121]. Высевальные аппараты А.С. СССР № 1554796, 01 С 7/04 от 07.04.90; А.С. СССР № 1169555, 01 С 7/04 от 30.07.85; А.С. СССР № 1607717, 01 С 7/04, Бюл. №43 от 23.11.90 [1, 2, 3]; Патент РФ № 2123777, 01 С 7/04 от 27.12.98 [91] и др.

Свое распространение они получили за простоту конструктивного решения по уменьшению высоты падения до 3...4 см и обратного направ-

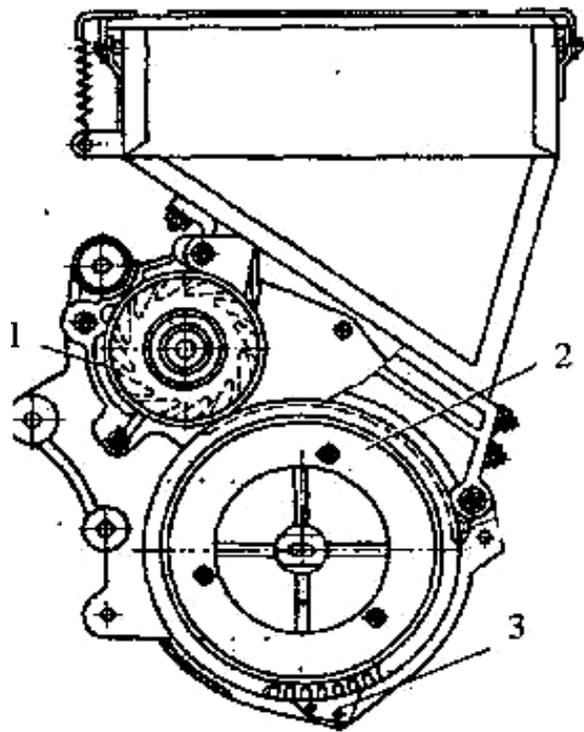


Рис. 17. Схема высевального аппарата сеялки ССТ-12:
1 – ролик-отражатель; 2 – высевальный диск; 3 – выталкиватель

ления выброса семян по отношению к скорости движения сеялки. Эти аппараты в свою очередь делятся на аппараты с внешним заполнением ячеек диска ССТ-12, Палм Агроматик (Швеция), Вебб (Англия) и др. и с внутренним и боковым заполнением Моносем (Франция), Уникорн (ФРГ), Унисем (Франция) и др.

Высевальные аппараты сеялок СТСН-6, типа ССТ-12, «Вебб», «Моноцентра» и «Монодрилл» однотипны. В их конструкциях присутствует вертикальный ячеистый диск внешнего заполнения, активный ролик-отражатель и клиновидный выталкиватель. Дробление семян достигают до 5%, скорость выброса до 0,3 м/с, т.е. намного меньше скорости движения сеялки. По качеству распределения семян на липкой ленте они показывают коэффициент вариации около 40...45%

при норме посева до 15 шт./м и скорости движения 2 м/с [13].

Недостатком аппаратов с внешним заполнением ячеек является повышенное дробление семян. У аппаратов ССТ-12, Моноцентра, Монодрилл, Вебб и др. дробление семян достигает – 7 %, а в ряде случаев А 695, Палм Агроматик – 10 %. По агротехническим требованиям

дробление семян высевальными аппаратами не должно превышать 0,5...1,0 % [60, 73, 77, 78, 82].

В аппаратах с внутренним заполнением (Уникорн) ячейки диска заполняются семенами с внутренней стороны. Лучшему их проходу в ячейку способствует центробежная сила инерции. Применение такого способа заполнения ячеек позволило увеличить окружную скорость диска до 3 м/с [13, 96], в результате чего выравнивается скорость выброса со скоростью движения сеялки. Однако при этом усложнилась конструкция высевальной системы из-за установки сложных счищающих элементов в полость высевального диска. Дробление семян в таких аппаратах достигает 3 %, а коэффициент вариации около 30% при норме высева до 15 шт./м и скорости движения 2 м/с [118].

В аппаратах с боковым заполнением «Моносем» (рис. 18) семена из бункера поступают в рабочую камеру, образованную корпусом и высевальным диском, и заполняют ячейки через боковые входы. Такая конструкция позволяет осуществить принцип самоочистки ячеек от лишних семян, без счищающих приспособлений. Это упрощает высевальный аппарат. Простота создания дублирующего ряда семян и увеличение зоны заполнения до 360° позволяет увеличить окружную скорость диска до скорости сеялки [104, 110, 120].

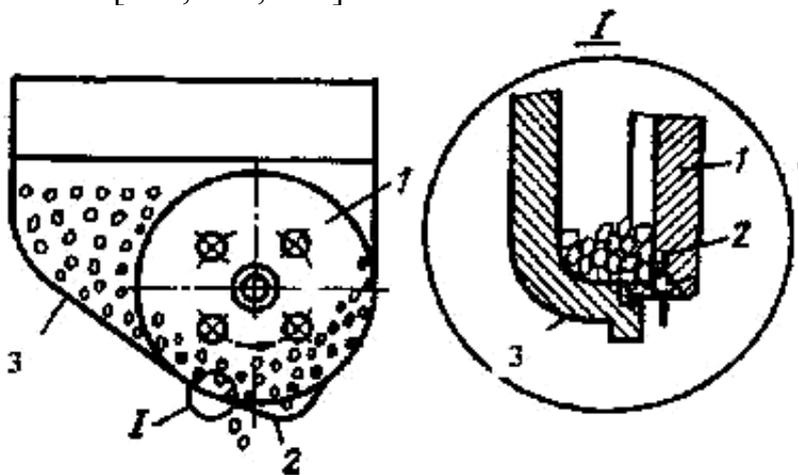


Рис. 18. Схема высевального аппарата с боковым заполнением Моносем:
1 – ячеистый диск; 2 – выталкиватель; 3 – корпус аппарата

Эти аппараты способны работать при скорости вращения диска до 3 м/с и по качеству распределения семян на липкой ленте показывают хорошие результаты. При скорости ленты 2 м/с и норме высева 15 шт./м, коэффициент вариации интервалов между семенами составляет около 30 % [13], а повреждение семян не превышает 2...3 % [35, 104, 110].

Известен высевальный аппарат [1] (рис. 19), состоящий из бункера для семян, корпуса, высевального барабана, который установлен на горизонтальном валу эластичного кольца, имеющего выступы в виде охваченных эластичным материалом кольца металлических шариков.

Внутри барабана размещены постоянный магнит и ролики, расположенные в зоне забора и зоне высева семян. При вращении барабана выступы взаимодействуют с роликом за счет чего они входят в отверстия, при этом семена попадают в отверстия не полностью и этим самым увеличивают скорость нижнего слоя семян в бункере относительно высевающего барабана, что увеличивает заполняемость отверстий семенами.

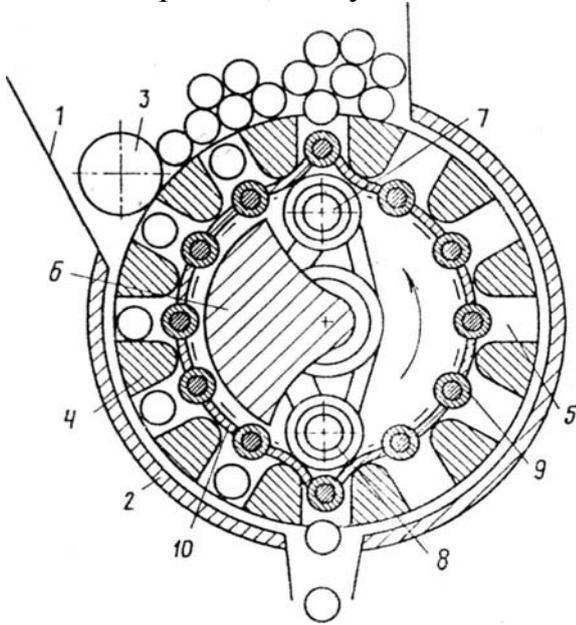


Рис. 19. Высевающий аппарат
А.С. СССР № 1554796:

- 1 – бункер для семян; 2 – корпус;
- 3 – ролик-отражатель; 4 – барабан высевающий;
- 5 – отверстие;
- 6 – магнит; 7, 8 – ролики;
- 9 – выступы; 10 – кольцо эластичное

При прекращении контакта ролика с выступами под действием упругих сил эластичного кольца и под действием постоянного магнита отверстия резко увеличиваются, что способствует лучшему их заполнению. Семена в отверстиях, поддерживаемые снизу выступами, транспортируются к выбросному окну, и после прохода зоны действия магнитного поля выступы взаимодействуют с роликом, который вдавливают их в отверстия. Объем отверстий при этом уменьшается, и семена выдавливаются из них. К недостаткам данного высевающего аппарата можно отнести: коэффициент заполнения ячеек высевающего диска будет больше допустимого, т.к. эластичное кольцо имеет определенную деформацию на растяжение, что приведет к смещению выступов кольца относительно оси.

При этом возможен высев по два и более семян, что вызывает необходимость прореживания всходов, а следовательно дополнительных затрат труда, что в конечном итоге ведет к увеличению себестоимости продукции. Так же к недостаткам можно отнести сложность устройства в изготовлении и эксплуатации.

Известен высевающий аппарат [2] (рис. 20), который содержит бункер 1 для семян и установленный под ним бункер 2 с высевающим диском 3. По цилиндрической поверхности этого диска размещены гнезда 4 под семена 5 и выполнена кольцевая проточка 6, проходящая через середины гнезд 4 и имеющая глубину, большую глубины гнезд. Выталкиватель 7 семян 5 размещен в кольцевой проточке 6 так, что зона его взаимодействия с семенами расположена ниже центра диска 3. Семяпровод 8 расположен ниже диска 3. В высевающем аппарате выталкиватель 7 выполнен в виде гибкого элемента, уложенного свободно в кольцевой проточке 6 и охватывающего загружаемую семенами часть диска 3. При этом концы

гибкого элемента закреплены на корпусе 2, с помощью винтов 9 и 10. Проточка 6 имеет глубину, большую чем глубина гнезд 4.

На одном валу (оси) с высевающим диском 3 установлено приводное колесо 11, а к корпусу 2 прикреплен сошник 12 и шарнирно подвешена штанга 13 с загортачем 14, который посредством регулируемой пружины 15 поджимается к земле. Для соединения с тяговым агрегатом служит сцепка 16. В верхней части диска 3 установлен эластичный чистик 17, закрепленный на корпусе 2 и поджимаемый к его цилиндрической поверхности пластинчатой пружиной 18.

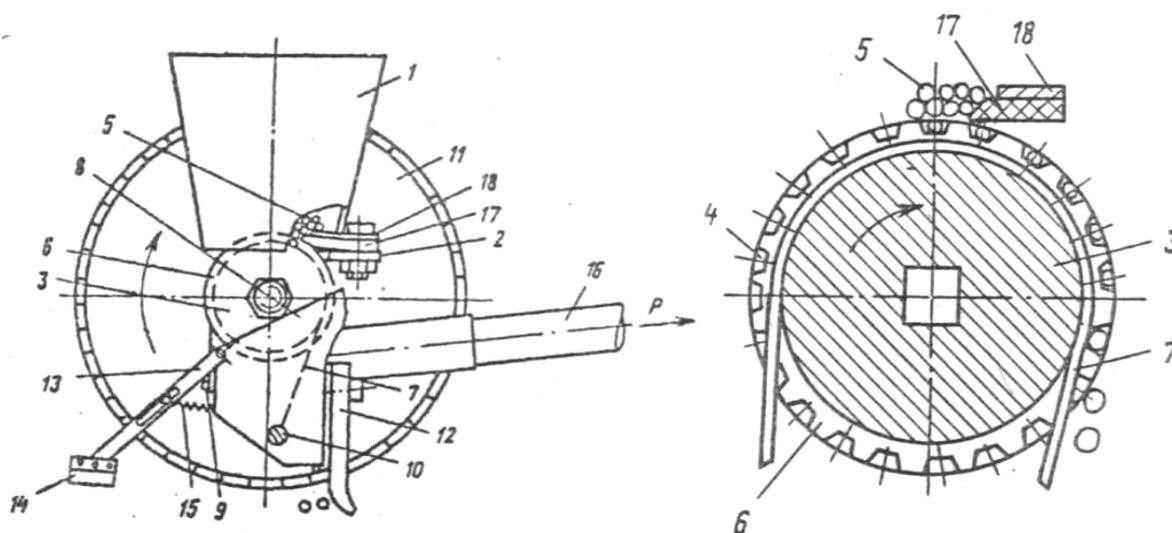


Рис. 20. Высевающий аппарат А.С. СССР № 1169555:

- 1 – бункер; 2 – корпус; 3 – высевающий диск; 4 – гнезда; 5 – семена;
 6 – кольцевая проточка; 7 – выталкиватель; 8 – семяпровод; 9,10 – винты;
 11 – приводное колесо; 12 – сошник, 13 – штанга, 14 – загортач, 15 – пружина,
 16 – сцепка, 17 – чистик, 18 – пластинчатая пружина

К недостаткам данного высевающего аппарата можно отнести: направление силы, для выталкивания семени из ячейки не совпадает с осью ячейки, следовательно, эта сила имеет боковое одностороннее действие, что приводит к травмированию и дроблению семени. Так же сужается диапазон регулирования нормы высева, т.к. не предусмотрена регулировка частоты вращения высевающего диска (высевающий диск имеет общую ось с приводным колесом). Так же к недостаткам можно отнести сложность конструкции в изготовлении и эксплуатации высевающего аппарата.

Известен высеваящий аппарат [3] (рис. 21).

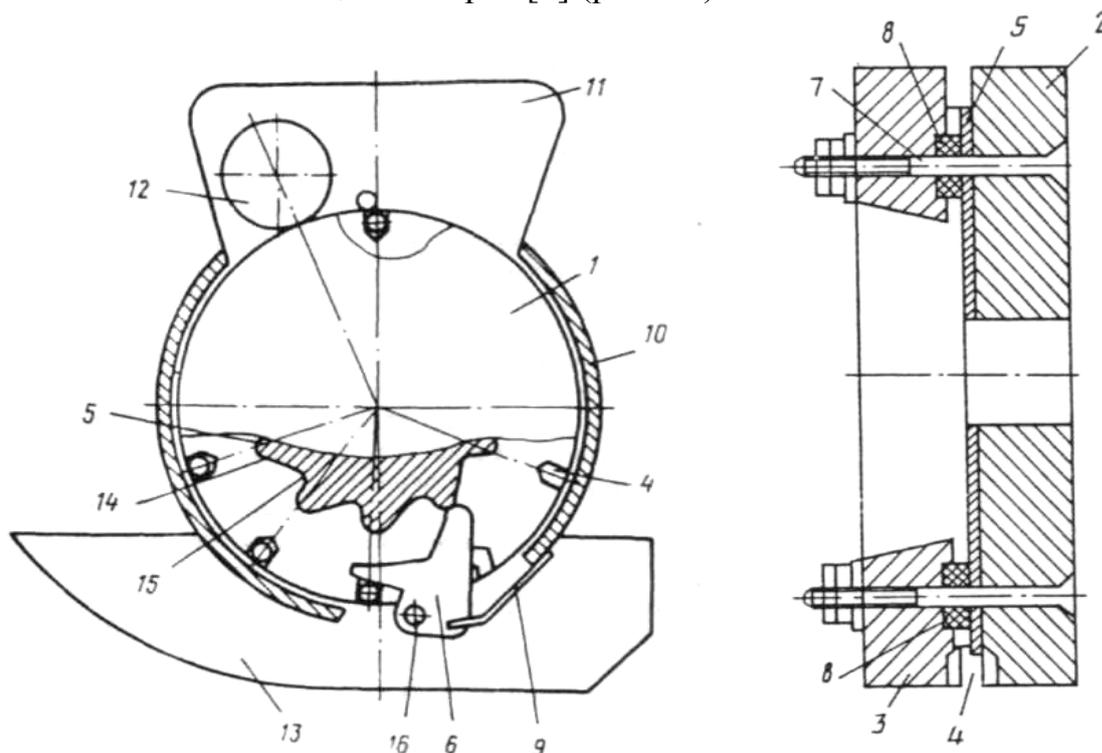


Рис. 21. Высеваящий аппарат А.С. СССР № 1607717:

1 – диск высеваящий; 2 – основание; 4 – кольцо; 5 – кулачок; 6 – выталкиватель; 7 – винт регулировочный; 8 – элемент упругий; 9 – пружина; 10 – корпус; 11 – бункер для семян; 12 – отражатель семян; 13 – сошник; 14 – выступы кулачка; 15 – впадины кулачка; 16 – ось выталкивателя

Аппарат содержит высеваящий диск 1, состоящий из основания и кольца, между которыми расположен упругий элемент. Диск имеет ячейки 4 для семян и кулачок 5, имеющий выступы 14 и впадины 15. Выступы 14 плавно сопрягаются с впадинами и расположены с шагом, равным шагу ячеек. Выталкиватель 6 расположен на оси 16 с возможностью поворота относительно нее при контактировании с профильной поверхностью кулачка 5. При вращении диска 1 семена захватываются ячейками 4 и переносятся в зону высева. Выталкиватель отводится назад и при подходе ячейки его конец с выступа переходит во впадину, ударяя по семенам и придавая им ускорение. При переходе на высев семян другой фракции изменяют положение кольца относительно основания за счет сжатия упругого элемента.

К недостаткам данного высеваящего аппарата можно отнести следующее: конструкция выталкивателя с кулачком усложняет регулировку шага посадки (расстояние между семенами в рядке при посадке) ввиду повышенной частоты колебания выталкивателя, что так же дополнительно приводит к травмированию семян. Если же регулировать шаг посадки за счет частоты вращения диска высеваящего аппарата, то это приведет к

снижению производительности агрегата. Так же к недостаткам можно отнести сложность конструкции в изготовлении и эксплуатации.

Известен высевающий аппарат [91] (рис. 22), включающий корпус, высевное окно в нижней части корпуса, вертикально установленный в корпусе высевающий диск с ячейками для семян и кольцевой проточкой по оси ячеек, подпружиненный выталкиватель семян в кольцевой проточке, с рабочей гранью выполненной в виде плоской пружины сжатия с упором в переднюю стенку высевающего окна.

Высевающий аппарат работает следующим образом: диск вращается и ячейки его заполняются семенами. При подходе семени к высевному окну со стороны дна ячейки на семя воздействует подпружиненная рабочая грань выталкивателя, которая удаляет семя из ячейки и прижимает его к передней стенке. Скользя между подпружиненной гранью и стенкой вдоль оси ячеек, семя принудительно перемещается в сторону открытой посевной бороздки и после схода с поверхности стенки укладывается на дно бороздки.

К недостаткам данного высевающего аппарата можно отнести то, что выталкивающая сила направлена не по оси ячейки. При этом выталкиватель прижимает семя к передней стенке ячейки высевающего диска, что приводит к травмированию и дроблению высевного материала.

Горизонтально-дисковые аппараты имели большое распространение, как в России, так и за рубежом. Основными производителями таких сеялок являлись заводы «Армалит» и «Красная звезда». Основными представителями сеялок с такими аппаратами являются СТХ-4А, СКНК-6, 240 ВЕ "Джон Дир" (США).

Высевающий диск толщиной равной размеру семени имеет ячейки по наружной окружности. Они расположены группами или равномерно. Лишние семена отражаются неподвижным чистиком или приливом в корпусе, ячейки разгружаются подпружиненным активным или пассивным

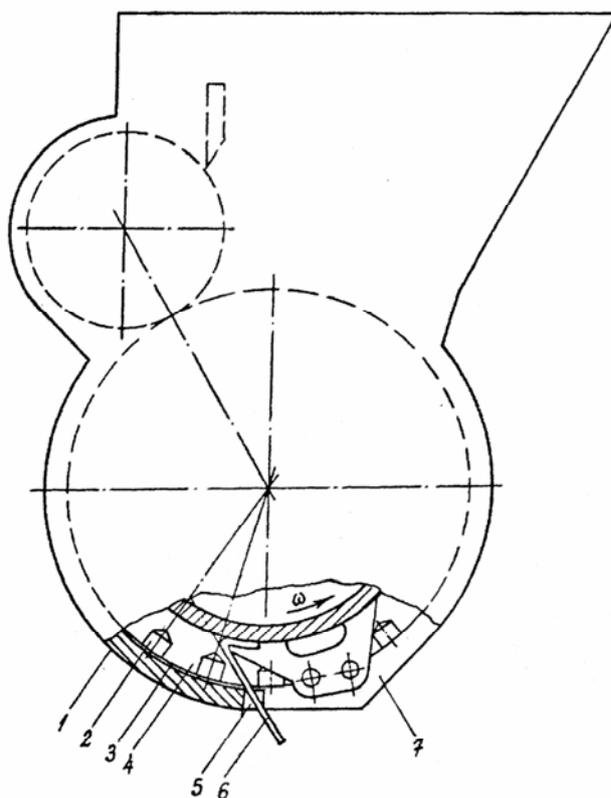


Рис. 22. Высевающий аппарат Патент РФ № 2123777:

1 – корпус; 2 – ячейка; 3 – диск высевающий; 4 – кольцевая проточка; 5 – стенка высевающего окна; 6 – выталкиватель; 7 – окно высевное

клиновым выталкивателем. Эти аппараты производили поштучный отбор семян с чередованием их высева. Однако им присущи такие недостатки как повышенное дробление семян (более 10%) в зонах отражения и выталкивания, большая высота падения семян (более 200 мм), что отражается на точности укладки их в борозде, а так же перпендикулярность взаимного направления векторов скоростей выброса семян и движения сеялки.

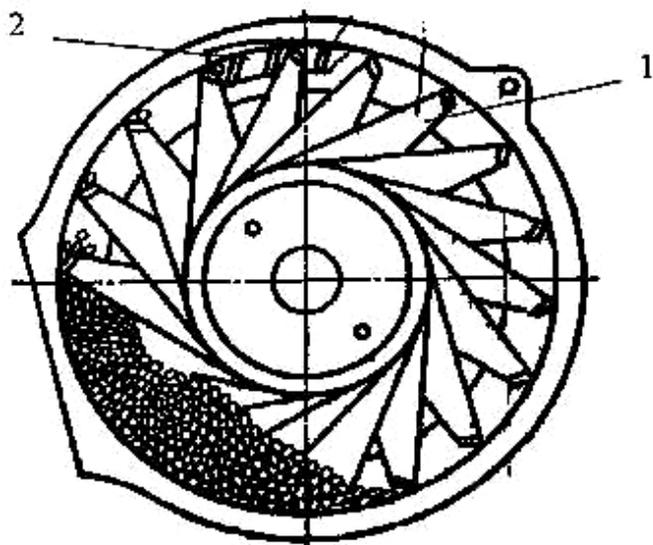


Рис. 23. Схема высевающего аппарата сеялки С-12А:
1 – диск ковшовый; 2 – диск камерный

его до 1 % за счет наклонного расположения диска, что позволило отказаться от отражателя, а лишние семена сами скатывались по линии наклона [114, 118].

Однако у первых трех моделей сеялок качество распределения семян вдоль борозды было на низком уровне из-за большой высоты падения и перпендикулярности взаимного направления векторов скоростей выброса семян и движения сеялки.

В сеялке Унадрилл, С-12А, Максикорн установлено два параллельных диска, один отбирает семена из камеры заполнения и передает другому, который их выбрасывает в нижней точке траектории вращения. Высоту падения семян удалось уменьшить до 40...80 мм, но скорость вращения диска осталась значительно меньше скорости движения агрегата.

Последний и предпоследний недостатки при сравнительно больших нормах высева (до 50 шт./м) не имели существенного значения, но дробление семян было более заметным [73].

Наклонно-дисковые аппараты установлены на таких сеялках как СКРН-12, С-12А (рис. 23), Эбра (Франция), Унадрилл (ФРГ), Кейс (США), А 697 (ГДР) (рис. 24), Максикорн (Австрия) и др. [38, 44, 103].

Эти аппараты решали проблему повреждения семян дозирующим элементом и снизили

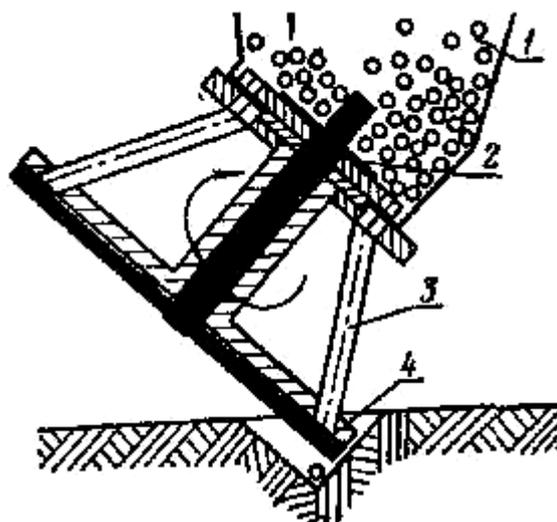


Рис. 24. Схема высевающего аппарата сеялки А-697:
1 – бункер; 2 – диск высевающий;
3 – трубопровод; 4 – плита перекрывающая

Сеялка А697 (ГДР) снабжена наклонно-дисковым высевающим аппаратом, состоящим из двух дисков разного диаметра, соединенных между собой полыми трубопроводами. Семена захватываются ячейками диска меньшего диаметра и вследствие разницы диаметров оснований они увеличивают свою скорость в нижней точке конуса и выравниваются со скоростью движения сеялки. Сжатым воздухом семена сахарной свеклы выталкиваются из ячеек дозирующего диска в трубки-семяпроводы. [13, 119].

Качество работы этой сеялки считается высоким: 80 % всходов расположено с интервалами 7...40 см, 20 % относится к "двойникам" с интервалами 0...6 см, пропуски составляют 5 % [19]. Основным недостатком этой сеялки является сложность конструкции, потребность в сжатом воздухе, привод от ВОМ и высокая цена по сравнению с другими механическими сеялками точного высева.

Барабанные аппараты отличаются от дисковых тем, что на цилиндрической поверхности дозирующего элемента расположено больше одного ряда ячеек. Учитывая тот факт, что у аппаратов, установленных на сеялках типа ССТ-12, на дисках может быть два или три ряда ячеек, некоторые авторы относят их к барабанным [13].

Представителем аппаратов барабанного типа является аппарат конструкции И.Ф. Буханова, установленный на сеялке СПП-12. Принцип работы основан на высеве семян из ячеек расположенных на образующей барабана (цилиндра) с заданным шагом пунктира. Он имеет горизонтальную ось вращения, направленную вдоль оси засеваемых рядков. На барабане имеется 12 рядов ячеек, расположенных четырьмя группами по три ряда. В каждой группе два ряда могут перекрываться отдельно блокирующей гребенкой. Расстояние между рядами определяет шаг пунктира. За время поворота барабана на один шаг ячеек по его дуге сеялка проходит расстояние, равное длине барабана. Таким способом засеивается сразу участок рядка, состоящий из четырех гнезд или отдельных семян в зависимости от положения отдельно-блокирующей гребенки. Аппарат снабжен счищающим роликом и клиновыми выталкивателями. Равномерность высева этим аппаратом такая же, как и у аппарата сеялки ССТ-12, хотя конструкция более металлоемкая и более сложная [13].

Высевающий аппарат сеялки СГУ имеет барабан с вертикальной осью вращения с двенадцатью группами ячеек, расположенных вертикально. Для заполнения ячеек семенами используется ворошилка с лопастями. Точность высева составляет 88...92 % по пять семян в гнездо [13]. По конструкции аппарат очень сложен и поэтому не нашел применения.

Ленточные (ременные) аппараты (Стенхей (Англия), Семора (Швеция) и др.) [73].

Аппарат сеялки Стенхей (рис. 25) имеет бесконечную прорезиненную ленту, натянутую на ведущий, ведомый и натяжной ролики. Вдоль всей ленты выполнены сквозные ячейки. В них входят семена, скользят вместе

с лентой по поджимному доньшку, проходят под счищающим роликом и в месте перегиба ленты выпадают из нее через нижние кромки сквозных отверстий.

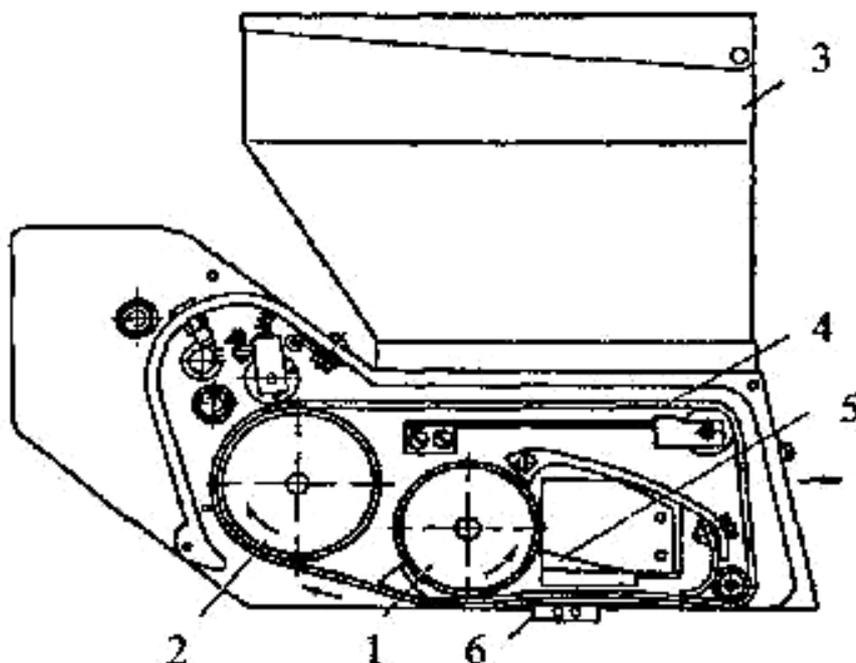


Рис. 25. Схема ленточного аппарата сеялки Стенхей:
 1 – ролик счищающий; 2 – ролик ведущий; 3 – бункер; 4 – прорезиненный ремень с отверстиями для семян; 5 – перепускная семенная камера; 6 – доньшко поджимное

Основное преимущество ленточных аппаратов - снижение дробления из-за гибкости высевающего элемента и отсутствие выталкивателя, роль которого выполняется автоматически при перегибе ленты вокруг ролика. Однако в этих сеялках, скорость выброса семян значительно меньше скорости агрегата. При высеве семян (норма высева 15 шт./м) на липкую ленту (скорость ленты 2 м/с) коэффициент вариации интервалов составляет около 50 %, а дробление семян не превышает 1 % [13, 114].

Недостатком его аппаратов является сложность конструкции и невысокий срок службы из-за быстрого нарушения первоначальных размеров ячеек.

Сеялка «Семора» имеет высевающий аппарат, включающий две бесконечные безъячеистые ленты, которые зажимают семена между собой и выбрасывают их в борозду. Высота падения семян небольшая (до 40 мм), направление выброса противоположно направлению движения сеялки, но скорость выброса намного меньше скорости движения сеялки. Дробление семян менее 1 %, но точность дозирования хуже, чем у ячеистых лент.

Ложечные аппараты появились для уменьшения травмирования семян. На сеялке фирмы "Джон Дир" (рис. 26) рабочими органами являются диск с ложечками и ротор с лопастями, которые разделены стенкой корпуса, имеющего в верхней части окно.

При прохождении нижней зоны питания ложечки открыты и захватывают семена. Во время подъема вверх, благодаря профилю дорожки, ложечки при помощи механизма поворота прижимают семена к стенке и транспортируют их до выбросного окна, где выпавшее семя подхватывается одной из лопастей ротора и выносится в зону сбрасывания семян [13, 38]. Из-за сложности конструкции высевающего элемента такие аппараты мало распространены.

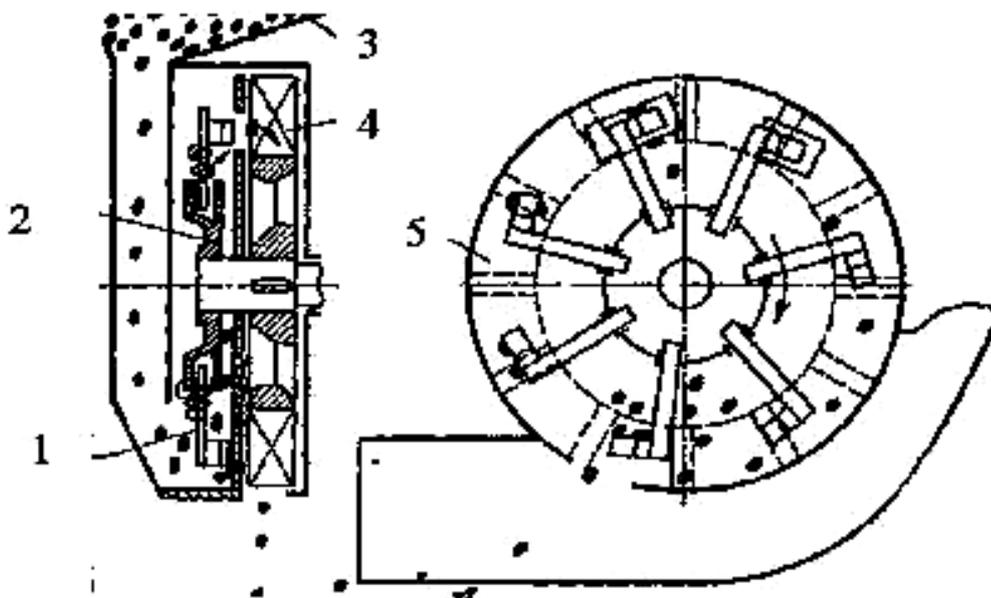


Рис. 26. Схема ложечного аппарата сеялки Джон Дир:
1 – пальцы; 2 – втулка; 3 – бункер; 4 – диск гнездовой; 5 – диск неподвижный

К челночно-штоковым аппаратам можно отнести аппарат опытной сеялки СУГ. Кривошипно-шатунный механизм приводят в возвратно-поступательные движение два ползунка челночного типа, один из которых вытаскивает в своей ячейке одно или группу семян из бункера через щель в его стенке и сбрасывает их в семяпровод, а другой периодически выталкивает эти группы из семяпровода и днищем через заднее окно в борозду [13].

1.7.2. Пневматические высевающие аппараты

Пневматические высевающие аппараты получили широкое распространение из-за отсутствия в них дробления и необязательности калибровки семян, возможности пневматического разгона семян до нужных скоростей выброса, а также применения центральных дозаторов. Пневматические высевающие аппараты разделяют на вакуумные и избыточного давления воздуха.

Вакуумные дисковые аппараты установлены на сеялках СУПН-8, СПЧ-6 (рисунок 27), «Сокам», «Моносем-Пневматик» (Франция), «Экзактамат» (ФРГ) и др. СТВС-12, СТВ-107, СТВ-107А (Россия), СТВ-12 (Белорусия) [5, 6, 39, 70, 83, 118] и др. Основными элементами этих аппаратов является

бункер, ворошитель семян, вакуумная камера, дозирующий диск, отражатель лишних семян сошник.

Принцип работы этих аппаратов заключается в следующем: семена из бункера поступают в семенную камеру и под действием создаваемого в вакуумной камере разрежения присасываются к отверстиям на диске. По мере вращения дозирующего элемента семена поступают в зону атмосферного давления и под действием силы тяжести отрываются от ячеек диска и падают в борозду. Ворошители семян служат для устранения их слеживаемости в питательных камерах и придания им небольшой начальной скорости перед присасыванием к отверстиям диска.

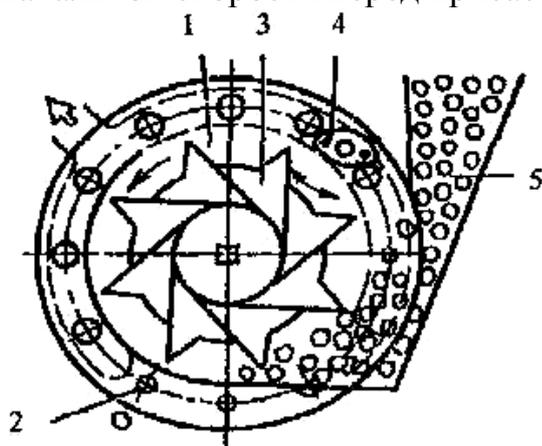


Рис. 27. Схема дискового пневматического аппарата СПЧ-6:
1 – диск дозирующий; 2 – отверстие присасывающее; 3 – ворошитель;
4 – отражатель лишних семян;
5 – бункер

Эти аппараты позволяют отбирать семена при скоростях движения присосок до 0,34 м/с, т.е. ненамного больше, чем у механических ячеистых аппаратов, но вместе с тем они очень чувствительны к уровню вакуума и выбору диаметра присасывающих отверстий. При ошибках в выборе этих параметров могут появиться пропуски или двойники. По данным Б.И. Журавлева [39, 40] В.М. Гусева [31] с помощью ворошителя семян окружную скорость диска можно увеличить до 0,5...0,7 м/с.

Основными причинами снижения заполняемости ячеек на повышенных скоростях вращения диска являются потери давления, связанные с большим подсосом воздуха через зазоры между соприкасающимися деталями вакуумной камеры и отсутствие активного слоя семян непосредственно в зоне их присасывания к ячейкам [47, 48, 115].

По качеству распределения семян на липкой ленте (скорость ленты 2 м/с) пневматические аппараты показывают коэффициент вариации интервалов между семенами 25...50 % при окружной скорости диска 0,2 м/с [13].

В сеялках «Моносем-Пневматик» и «Экзактамат» высевальные аппараты совмещают поштучный отбор семян вакуумными присосками с их разгоном до скорости выброса при помощи механического ускорителя. Это достигается путем перехода семян на больший радиус вращения по комбинированному диску с камерами. Скорость выброса приближена к скорости движения сеялки и достигнут эффект так называемой «неподвижной ячейки», что значительно уменьшает отскоки и перекатывания семян в борозде [39].

Испытания сеялки Мультикорн на высеве дражированных семян сахарной свеклы показали хорошие результаты. Коэффициент вариации интервалов между семенами по длине рядка составил около 19-36 % [17]. Примерно такие же результаты получены отечественными сеялками аналогичной конструкции (СТВ-12 (Белоруссия), СТВ-107 (Россия)) [82, 83].

Барабанные аппараты вакуумного типа для однозернового посева пропашных и зерновых культур изучались еще в 30-х годах прошлого столетия В.И. Александровым. Известные конструкции этих аппаратов (сеялка И.Л. Слуцкого, Изариа – Пневматик (Франция), аппарат ВИСХОМа) отличаются от дисковых тем, что присасывающие отверстия расположены на цилиндрической поверхности дозирующего барабана [13, 39, 40]. Подача семян и их отбор происходит на наружной поверхности цилиндра, а выброс – в нижней точке траектории вращения. Эти аппараты не имеют никакого ускорителя для разгона выбрасываемых семян, у них затруднено отражение двойников, поэтому качество распределения семян в борозде такое же, как и у наиболее простых вакуумно-дисковых аппаратов.

Дисковые аппараты избыточного давления немногочисленны. Наиболее известным их представителем является аппарат, установленный на сеялке «Аэромат» (ФРГ) (рис. 28) [29, 115].

Он предназначен для точного посева калиброванных и дражированных семян сахарной свеклы, а также дражированных семян овощных культур. Этот аппарат имеет бункер, высевающий диск, корпус, патрубок для подачи струи воздуха. Высевающий диск представляет собой кольцо с ячейками в виде усеченного конуса. Большое основание конуса открытое и входит при вращении диска в массу семян, а малое заканчивается сквозным отверстием.

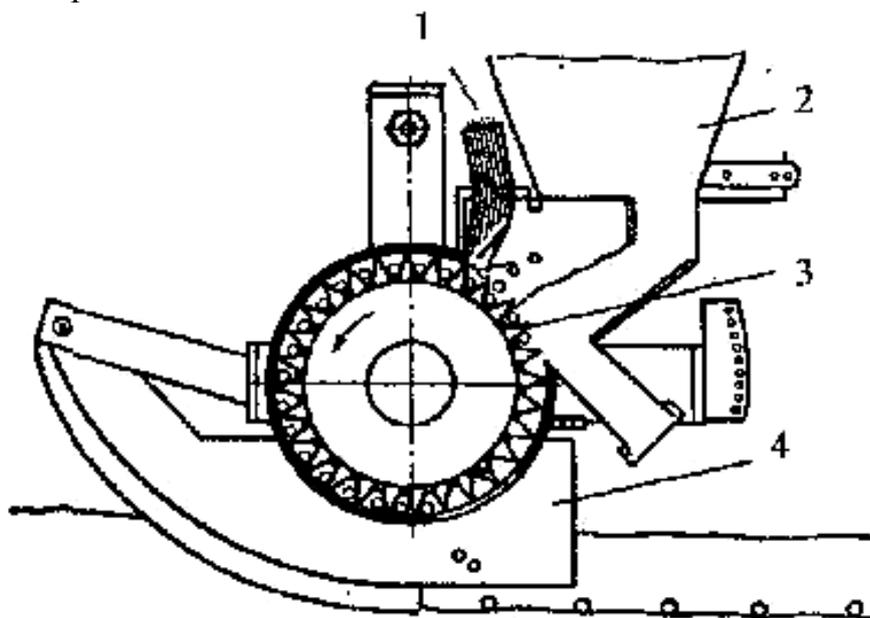


Рис. 28. Схема аппарата избыточного давления Аэромат:
1 – патрубок воздушный; 2 – бункер; 3 – диск высевающий; 4 – сошник

При вращении диска семена из приемной камеры заполняют ячейки по несколько штук. При прохождении ячейки с группой семян в зоне патрубка воздушная струя выдувает все семена, кроме одного, которое прижимается струей к отверстию. Так обеспечивается поштучный отбор. Когда ячейки проходят нижнюю зону корпуса аппарата, семена выбрасываются в борозду [13].

При посеве дражированных семян сахарной свеклы фракции 4,5-5,5 мм с нормой 12...15 шт./м коэффициент вариации интервалов между семенами в борозде составляет 29,2...45,7 % [29]. Качественный высев этим аппаратом достигается только при точном подборе давления воздуха для каждой культуры.

Барабанные аппараты избыточного давления, решают вопрос централизованного дозирования с пневматической подачей семян по шлангам от одного дозатора ко всем сошникам. Такой аппарат установлен на сеялках Сайкло-400, Сайкло-500 (США), Аккорд (ФРГ), Жермилль (Франция) [5, 7, 29, 79]. Сеялки предназначены для посева семян пропашных, зерновых и овощных культур.

На сеялках Сайкло-400, Сайкло-500 в горизонтальный цилиндрический барабан с избыточным давлением воздуха подаются семена и при его вращении поднимаются вверх, так как присасываются к кольцевым рядам сквозных отверстий. В верхней точке траектории вращения отверстия закрываются резиновыми роликами снаружи барабана, семена падают в приемную воронку и устремляются в пневмосемяпровод, подгоняемые мощным воздушным потоком. Преимущество таких сеялок состоит в механизированной заправке единого бункера, уменьшении количества высевающих аппаратов до одного на всю сеялку, в облегчении каждой сошниковой группы.

Их недостатки – это, в первую очередь то, что они не приспособлены для посева мелких семян, менее универсальны, чем высевающие аппараты индивидуального дозирования [115]. Также значительный расход воздуха, потеря точности распределения семян при движении по 2-, 3-метровым пневмосемяпроводам [5, 78].

При испытаниях восьми моделей современных свекловичных сеялок в Германии были получены данные, что пневматические высевающие аппараты по качеству распределения семян вдоль борозды не имеют преимуществ перед механическими [117].

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что пневматические высевающие аппараты более сложны, металлоемки и дороги и по качеству распределения семян вдоль борозды не имеют преимуществ перед механическими [19, 44, 55, 57, 62, 106, 120]. Особые затруднения возникают при посеве не дражированных семян сахарной свеклы, значительно отличающихся по шероховатости от семян кукурузы, сои, фасоли.

Главная тенденция развития механических высевальных аппаратов свекловичных сеялок – это повышение скорости выброса семян до скорости движения сеялки, с одновременным снижением дробления семян [70, 77, 84, 86]. Вертикально и наклонно-дисковые ячеистые аппараты являются наиболее распространенными из-за удачного и сравнительно простого конструктивного решения по уменьшению высоты падения семян и ориентации вектора скорости выброса против направления движения сеялки. Для повышения скорости выброса семян необходимо изыскать возможности улучшения заполняемости ячеек при их разгрузке без увеличения травмирования семян.

1.8. Цель и задачи исследований

Целью данной работы является увеличение урожайности сахарной свеклы за счет применения сеялки с высевальными аппаратами, оснащенными подпружиненными выталкивателями семян.

Поставленная цель достигалась при последовательном решении следующих задач:

1. Провести анализ технических устройств для предпосевной обработки и посева семян сахарной свеклы и принять наиболее перспективную схему и конструкцию высевального аппарата.

2. Исследовать физико-механические свойства семян сахарной свеклы, необходимые для разработки подпружиненного выталкивателя семян сахарной свеклы.

3. Теоретически обосновать конструктивно-режимные параметры разработанного высевального аппарата семян сахарной свеклы.

4. Выполнить лабораторные и лабораторно-полевые исследования по определению конструктивно-режимных параметров разработанного высевального аппарата.

5. Разработать и изготовить опытный образец посевной машины с предлагаемыми высевальными аппаратами, исследовать ее в производственных условиях и определить экономическую эффективность применения сеялки с разработанными высевальными аппаратами.

Выводы по разделу

Обзор и анализ литературных источников показывает, что в настоящее время для пунктирного и, как его разновидности, точного посева семян сахарной свеклы, наибольшее распространение получили сеялки с механическими высевающими аппаратами как за рубежом, так и в России. Особенно распространены вертикально-дисковые аппараты, которые из-за простоты конструкции; отсутствия громоздких приспособлений типа ворошилок, ускорителей выброса т.п., достаточного качества поштучного отбора семян и их укладки несут основную нагрузку на посеве. При всех их достоинствах у вертикально-дисковых аппаратов есть и недостатки. Это в первую очередь недостаточные показатели равномерности распределения семян и растений в рядках и высокий процент дробления посевного материала. Особенно это проявляется у сеялок типа ССТ-12 различных модификаций при посеве калиброванных инкрустированных семян.

Данные исследований свидетельствуют, что на точность посева и показатели равномерности распределения семян и растений влияет целый ряд факторов. Поэтому при переходе к индустриальным технологиям с более совершенными агроприемами, позволяющими существенно повысить полевую всхожесть, на ведущее место выходит возможность модернизации конструкции сеялки для стабильно точного посева 6...8 семян.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

В работах академика В.П. Горячкина [23], профессора М.Н. Летошнева отмечается, что обоснование технологических схем, разработка отдельных рабочих органов и оценка качества работы сельскохозяйственных машин должны основываться на углубленном изучении рабочей среды, свойств материалов и растений, участвующих в технологическом процессе.

За объекты исследований при разработке конструкций рабочих органов посевной машины принимаются те физико-механические свойства материалов, на основе которых осуществляются расчет и обоснование оптимальных конструктивных и кинематических параметров. В данном случае – это физико-механические свойства семян сахарной свеклы.

Поэтому целью данных исследований являлось изучение размерной характеристики и формы, абсолютной и объемной массы, фрикционных и упругих свойств семян сахарной свеклы, определяющих технологический процесс посева, предлагаемым высевающим аппаратом.

2.1. Характеристика изучаемого сорта

Сахарная свекла – важнейшая техническая культура, возделываемая для получения из нее сахара и на корм животным. Ботаническая характеристика. Сахарная свекла (*Beta vulgaris* L., v. *saccharifera*) принадлежит к семейству Маревые (*Chenopodiaceae*), к тому же виду, что и кормовая, листовая и столовая свекла [36, 39, 84].

Главный корень, или корнеплод, сахарной свеклы имеет конусообразную удлинённую форму и несколько сжат с боков. Листья сахарной свеклы крупные, цельные, черешковые. Форма их меняется с возрастом: у молодых листьев черешки короткие и пластинки округлой формы, у более старых – черешки удлиняются, а пластинка приобретает сердцевидную форму.

Сахарная свекла – двулетнее растение. При нормальных условиях она проходит цикл развития на протяжении двух периодов вегетации.

Современные сорта сахарной свеклы содержат в корнеплодах в среднем 17...19% сахара и могут обеспечить сбор сахара до 10 т/га и более. Сахарная свекла относится к числу наиболее высокоурожайных растений, занимая по общему сбору продукции с единицы площади одно из первых мест среди полевых культур.

По кормовому достоинству сахарная свекла значительно превосходит кормовую: в 100 кг ее корнеплодов содержится 26 кормовых единиц и

1,2 кг переваримого протеина, 0,5 – кальция и 0,5 кг фосфора. В урожае 300 ц/га корнеплодов и 150 ц/га листьев содержится 10 500 кормовых единиц.

Велико и агротехническое значение сахарной свеклы. Требуя глубокой обработки почвы, внесения удобрений и тщательного ухода за посевами, она является ценным предшественником для многих сельскохозяйственных культур и повышает общую продуктивность полевых севооборотов. Это подтверждают данные Рамонской опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова (ВНИИСС).

К странам с развитым свеклосеянием относятся Россия, Украина, Белоруссия, Франция, США, Польша, Германия, Италия, Румыния, Испания, Чехия, Англия, Бельгия, Венгрия, Турция, Сербия всего более 50 стран – 80% всех посевных площадей и валового сбора сахарной свеклы сосредоточены в Европе.

В Российской Федерации 139 сортов и гибридов сахарной свеклы включены в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории России (88 приходится на зарубежные сорта). Из них интерес представляют наиболее распространенные и перспективных высокоурожайные сорта семян сахарной свеклы Российской селекции. Для исследования ними выбраны: ЛМС 94, Рамсем 1 и Рамонская односемянная 99

Льговский МС 94 односемянный, диплоидный гибрид на стерильной основе, N типа получен на Льговской ОСС. Средняя урожайность корнеплодов Центрально-черноземного региона 376 ц/га. Содержание сахара 17,4%. Сбор сахара 72 ц/га, вероятный выход сахара на заводе 69 ц/га. Масса корнеплода 544 г. Средне поражен корнеедом, росой мучнистой, сильно – корневыми гнилями. Превосходит популярный сорт Льговская односемянная 52 по урожайности корнеплодов на 4,2 т/га, а по сбору сахара – на 0,75 т/га. Этот гибрид допущены к использованию в Центрально-Черноземном, Нижневолжском и Уральском регионах.

Рамонская односемянная 99 односемянный, диплоидный сорт, № типа выведен в ВНИИСС г. Рамонь Воронежской обл. Сорт урожайно-сахаристого направления. Обладает прямостоячим типом листовой розетки, средней выравненностью по высоте растений, ширококонической формой корнеплода. Погруженность в почву 95 %. Отличается хорошими технологическими качествами. В Центральном регионе средняя урожайность корнеплодов 442 ц/га, содержание сахара 17,8%, сбор сахара 78,3 ц/га, у среднего стандарта соответственно 347,7 ц/га, 18,7% и 64,7ц/га. Масса корнеплода 633 г. Средняя урожайность корнеплодов в Центрально-Черноземном регионе 367,2 ц/га, содержание сахара 15,9% сбор сахара 59,2 ц/га, у среднего стандарта соответственно 392,8 ц/га, 15,8% и 62,9 ц/га. Масса корнеплода 507 г. В Воронежской области, превысил

средний стандарт по урожайности корнеплодов на 23,8 ц/га, содержанию сахара на 0,4%, сбору сахара на 5,7 ц/га, при уровне соответственно 428,8 ц/га, 16,5% и 71,5 ц/га. Масса корнеплода 543 г. Средне поражен корневой гнилью, церкоспорозом и мучнистой росой. Допущен к использованию в Средневолжском, Западно-Сибирском и Восточно-сибирском регионах.

Рамсем 1 создан в ООО Научно-Производственное Селекционно-Семеноводческое Предприятие «Рамонские Семена» включен в Госреестр в 2005 году по Центральному региону сорт урожайно-сахаристого направления. Односемянный триплоидный гибрид на стерильной основе, № типа. Средняя урожайность корнеплодов в регионе 404,5 ц/га, содержание сахара 17,5%, сбор сахара 71,1 ц/га. Масса корнеплода 547 г. В Рязанской области, где рекомендуется возделывание гибрида, урожайность корнеплодов 428 ц/га, сбор сахара 76,3 ц/га. В полевых условиях выше среднего поражен церкоспорозом и мучнистой росой, сильно – корневой гнилью.

Опыты проводились в ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА» на семенах сахарной свеклы выращенной в Пензенской (Рамонская односемянная 99) и Тульской области (ЛМС 94 и Рамсем 1).

2.2. Методика и результаты проведенных исследований

Основные физико-механические свойства семян сахарной свеклы проводились по методике, разработанной на основе требований ГОСТов, рекомендаций отраслевых стандартов ОСТ, а также на основе методик ВИСХОМа, ВНИИССока, применяемых для изучения физико-механических свойств растений и почв [21, 22, 23], и частных разработанных в ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА».

Значения исследуемых величин различны и могут быть выражены вариационным рядом. Для оценки вариационного ряда пользуются средними величинами массовых измерений. В данных исследованиях использовали общепринятые в вариационной статистике понятия и элементы, характеризующие вариационный ряд: средняя арифметическая \bar{X} , среднеквадратическое отклонение σ , коэффициент вариации V , средняя ошибка S_x и относительная ошибка выборочной средней $S_x\%$. Каждый из названных элементов определялся по известным формулам вариационной статистики [19, 25]. Это позволило определить точность экспериментальных данных и установить допустимые пределы, в которых они достаточно надежны.

Приборы и оборудование для получения числовых данных выбирались в расчете на массовые измерения.

2.2.1. Исследование линейных размеров

По форме семена сельскохозяйственных культур подразделяются на четыре группы: плоские, плосковыпуклые, шаровидные и пирамидальные (трех- и четырехгранные). Семена сахарной свеклы имеют шаровидную поверхность. Оболочка семян – серого цвета, сморщенная. Размеры семян сахарной свеклы (длину, ширину и толщину) определяли с помощью отсчетного микроскопа МПБ-2. Микроскоп обеспечивает 24-кратное увеличение при линейном поле зрения – 9 мм. Шкала микроскопа выполнена с ценой малого деления – 0,05 мм и оцифровкой через 1 мм.

Размеры семян сахарной свеклы определяются после помещения единичных образцов на измерительный стол микроскопа. Подсчитывая количество делений на шкале, записывают один из размеров в ведомость исследований, затем семя при помощи пинцета поворачивают на 90° и записывают другой размер и так далее. Отбор семян для исследований проводили согласно ГОСТ 12036-85 [21]. В соответствии с методикой изучения физико-механических свойств сельскохозяйственных растений [97] – количество замеров приняли равным – 100. Повторность опыта трехкратная.

Результаты определения размерных характеристик семян сахарной свеклы оформляли в виде сгруппированных вариационных рядов, после обработки которых построили гистограммы распределения семян по длине, ширине и толщине (рис. 2.1...2.3). Анализ полученных данных показывает, что значения размеров семян сахарной свеклы сортов Рамсем 1, ЛМС 94, Рамонская односемянная 99 изменяются в пределах: длина 3,00...3,07 мм; ширина 2,99...3,05 мм; толщина 2,02...2,12 мм.

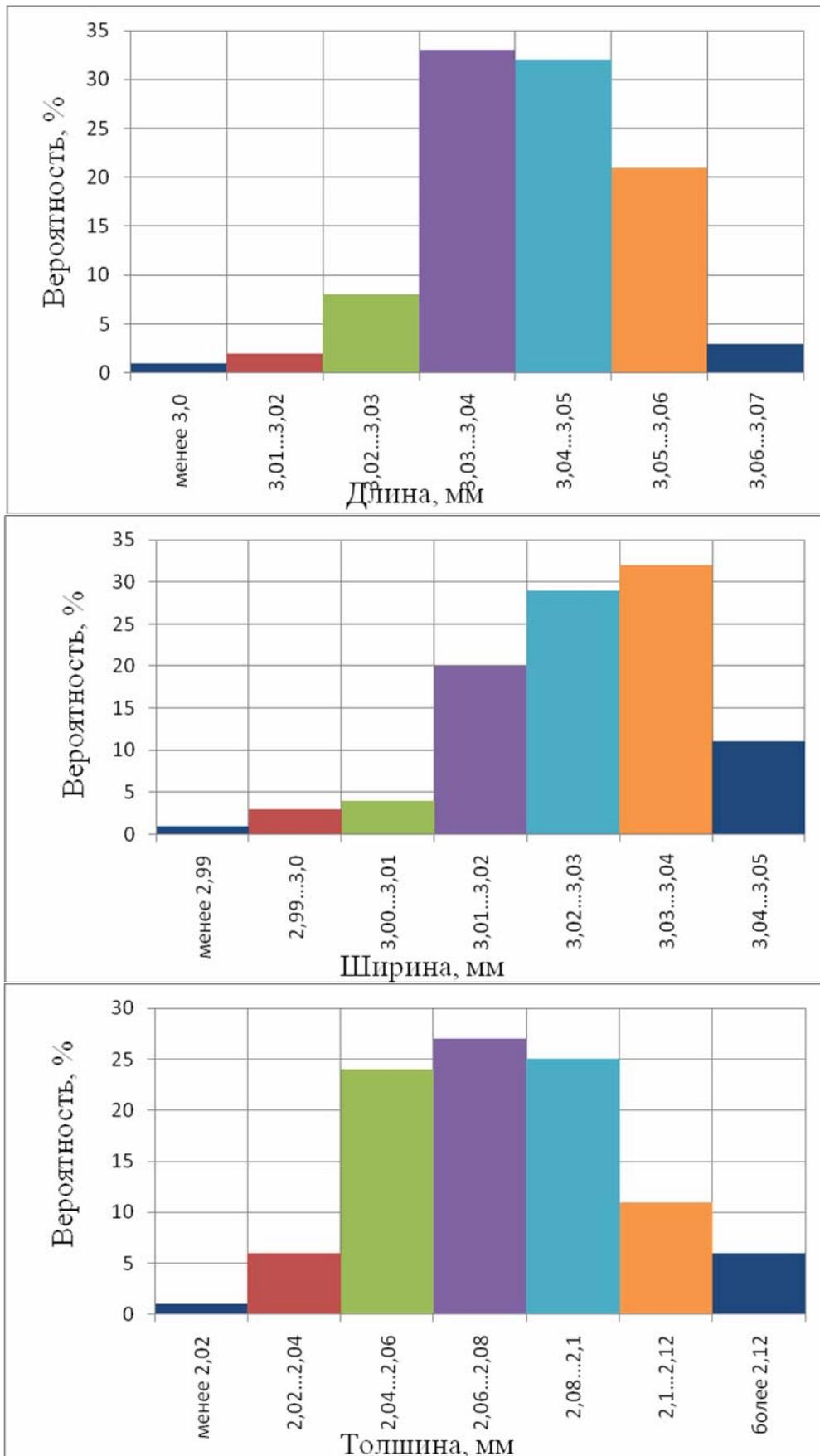


Рис. 2.1. Гистограммы распределения семян сахарной свеклы сорта ЛМС 94

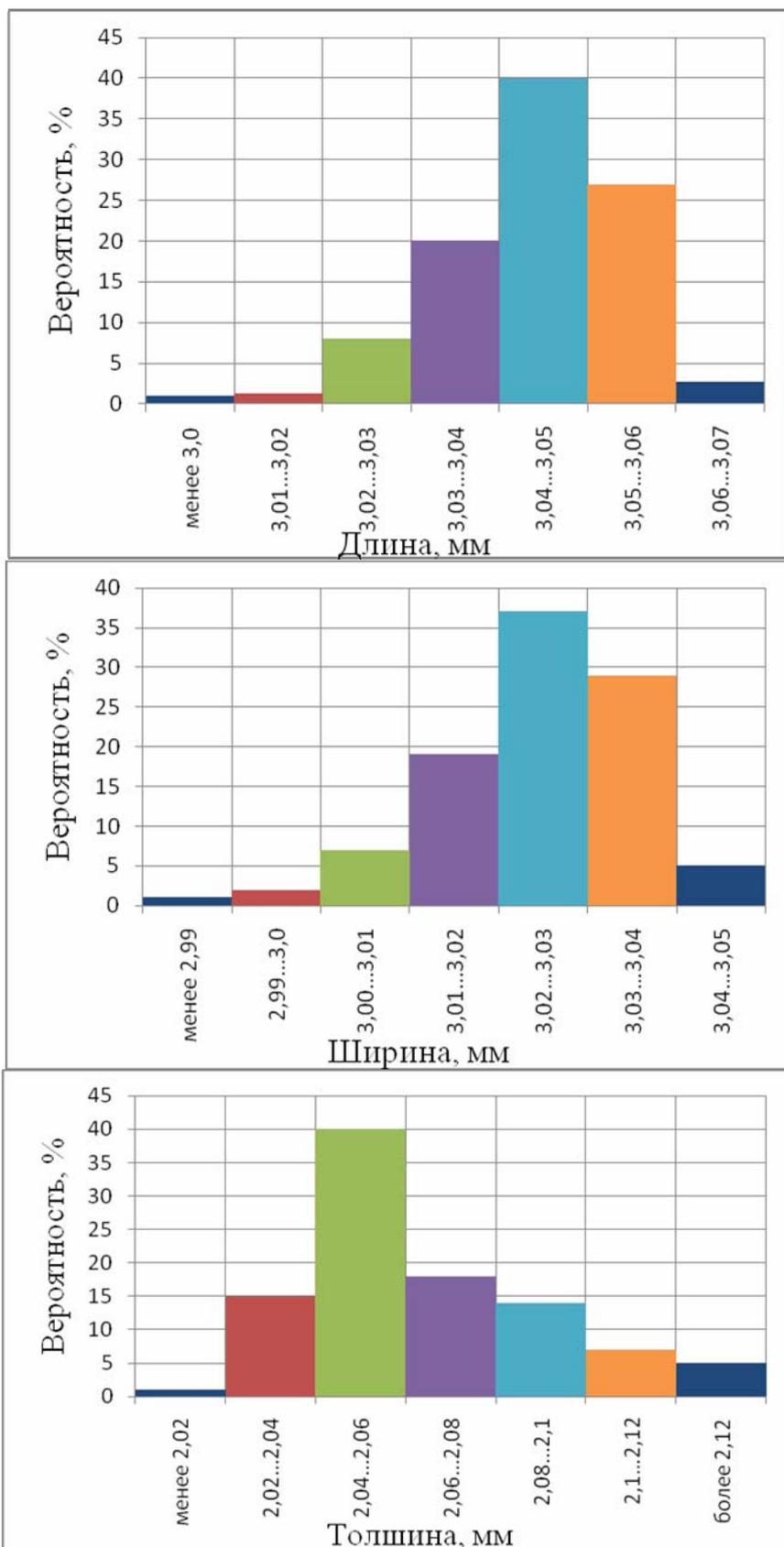


Рис. 2.2. Гистограммы распределения семян сахарной свеклы сорта Рамонская односемянная 99

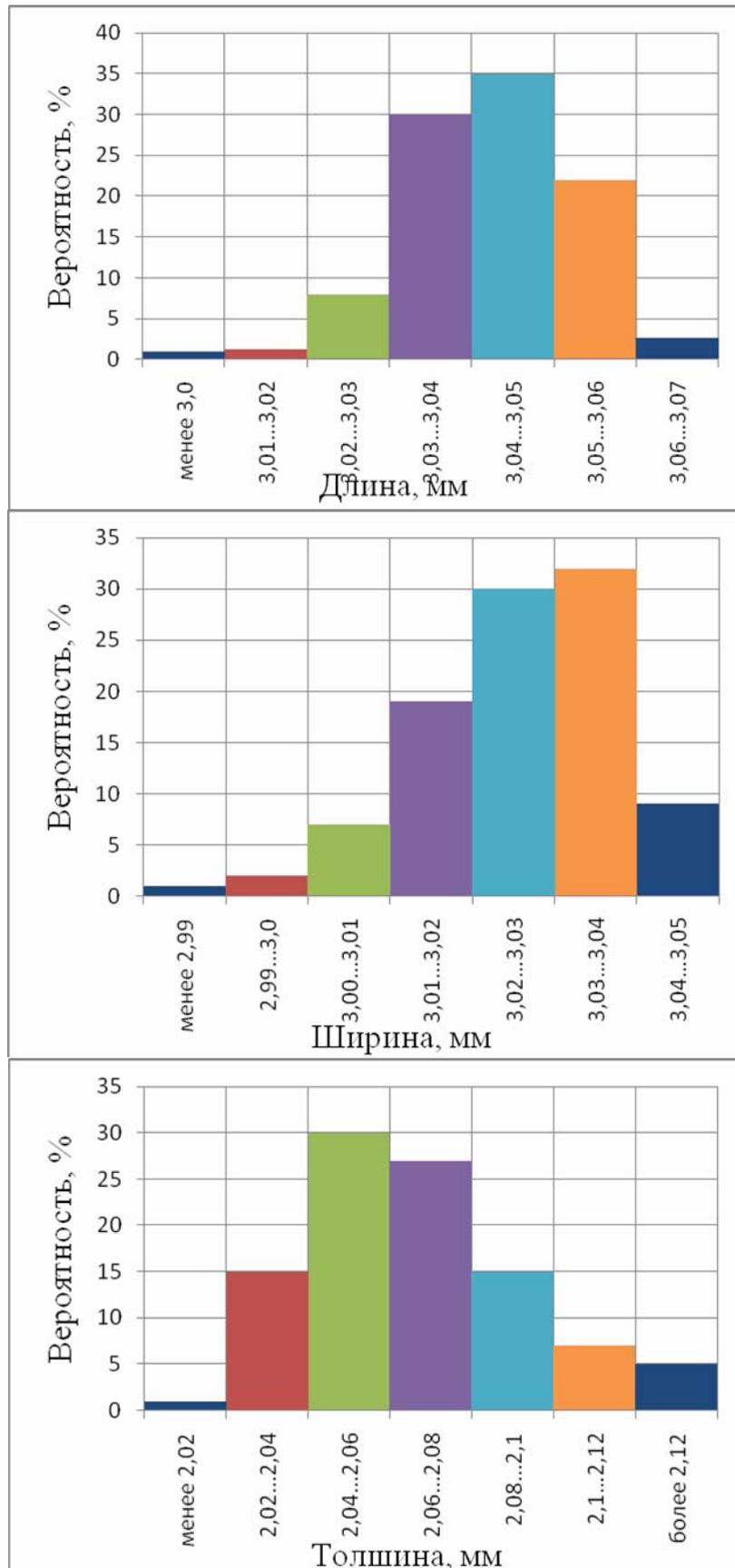


Рис. 2.3. Гистограммы распределения семян сахарной свеклы сорта Рамсем 1

2.2.2. Абсолютная и объемная массы

Абсолютная масса семян зависит от особенностей сорта и тех условий, в которых он возделывался. Ее определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 12042-89 [23], следующим образом. Образец чистых семян насыпают на стол ровным слоем в форме квадрата, делят его по диагонали на четыре треугольника и из двух противоположных треугольников отсчитывают две пробы по 1000 семян. При этом зерна берут подряд, без выбора и пропусков. Отобранные пробы семян взвешивают на технических весах с точностью до 0,01г. Повторность опыта пятикратная. Расхождение между навесками не должна превышать 10%.

Под объемной массой семян или натурой, понимают массу одного литра семян, выраженную в граммах. Она также является величиной индивидуальной, зависящей от особенностей сорта и различий почвенно-климатических условий, а также агротехники возделывания. Объемную массу семян определяют при помощи литровой пурки, состоящей из мерки, наполнителя, цилиндра с воронкой, ножа и весов с разновесами, следующим образом. В щель мерки вставляют нож, на который кладут падающий груз, а затем на мерку надевают наполнитель. Семена насыпают в цилиндр, установленный на наполнителе, и нажимая на рычажок замка, открывают заслонку воронки. Быстро, но без сотрясений, вынимают нож из мерки – груз и семена при этом упадут в мерку. В щель снова вставляют нож, отрезая при этом избыточный слой насыпанных семян. Затем мерку с наполнителем снимают с подставки, наполнитель отделяют, а задержавшиеся на ноже семена выбрасывают и вынимают нож из щели. Мерку с семенами подвешивают к коромыслу и взвешивают семена с точностью до 0,5 грамма. Полученная масса семян численно равна их натуре. Повторность опыта пятикратная.

Результаты исследований массовой характеристики семян сахарной свеклы с достаточной достоверностью позволяют утверждать, что абсолютная масса семян сахарной свеклы колеблется в пределах: сорта ЛМС 94 – 16 г, сорта Рамсем 1 – 15 г, сорта Рамонская односемянная – 19,4 г при коэффициенте вариации соответственно 6,4%, 7,2% и 6,8%; объемная масса семян составила 442, 436 и 450 г/л.

2.2.3. Фрикционные свойства

Фрикционные свойства семян сахарной свеклы, как и других физических тел, характеризуются коэффициентами внутреннего и внешнего трения. Коэффициент внутреннего трения характеризует трение семян между собой в слое и определяется углом естественного откоса. Коэффициент внешнего трения, в зависимости от состояния тела, подразделяется на статический – коэффициент трения покоя и динамический – коэффициент трения движения. Коэффициенты трения семян зависят от многих факто-

ров, основными из которых являются влажность, свойства поверхности, форма и размеры, скорость перемещения и др.

Нашей задачей являлось исследование фрикционных свойств семян сахарной свеклы сорта ЛМС-94, Рамонская односемянная 99 и Рамсем 1 для условий наиболее типичных в практике посева: стандартная влажность, движение по металлическим поверхностям.

Методика измерения угла естественного откоса заключалась в следующем. На горизонтальную поверхность стола равномерным потоком высыпалось определенное количество семян (примерно 500г) до образования конуса правильной формы, затем при помощи специально изготовленного прибора (рис. 2.4) измеряли угол естественного откоса.

Прибор состоит из основания 1, шкалы 2, проградуированной в градусах, стрелки 3, жестко связанной с осью 4, проворачивание которой в отверстии основания 1, предотвращается гайкой 5. К стрелке под углом 90° жестко крепится мерная линейка 6. Для замера угла необходимо расфиксировать при помощи гайки 5 ось 4, затем пододвинуть прибор к основанию семенного конуса таким образом, чтобы мерная линейка легла на образующую конуса, и вновь зафиксировать ось. Стрелка покажет на шкале величину угла естественного откоса. Опыт проводится в десятикратной повторности.

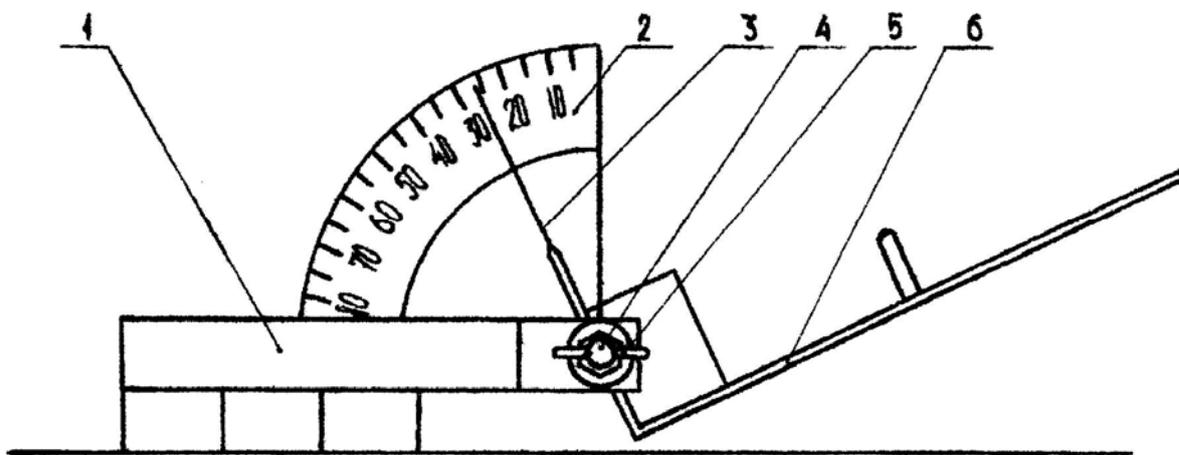


Рис. 2.4. Прибор для определения угла естественного откоса семян:
1 – основание прибора; 2 – шкала; 3 – стрелка; 4 – ось мерной линейки;
5 – фиксирующая гайка; 6 – мерная линейка

Для определения статического коэффициента трения использовали прибор (рис. 2.5), состоящий из основания 4 винта 5, шкалы 1, стрелки 2, установленной под углом 90° к наклонной плоскости 3, на которую крепится испытуемая поверхность. Вращением винта можно изменять угол наклона плоскости в пределах от 0° до 90° . На закрепленную поверхность укладывали 10 семян сахарной свеклы, плавным вращением винта 5

увеличивали угол наклона плоскости 3. Моменту начала скольжения трущихся тел соответствует угол статического трения, указываемый стрелкой 2 на шкале 1 прибора. Повторность опыта пятикратная для каждого вида испытуемой поверхности: стальная очищенная от ржавчины и из алюминиевого сплава.

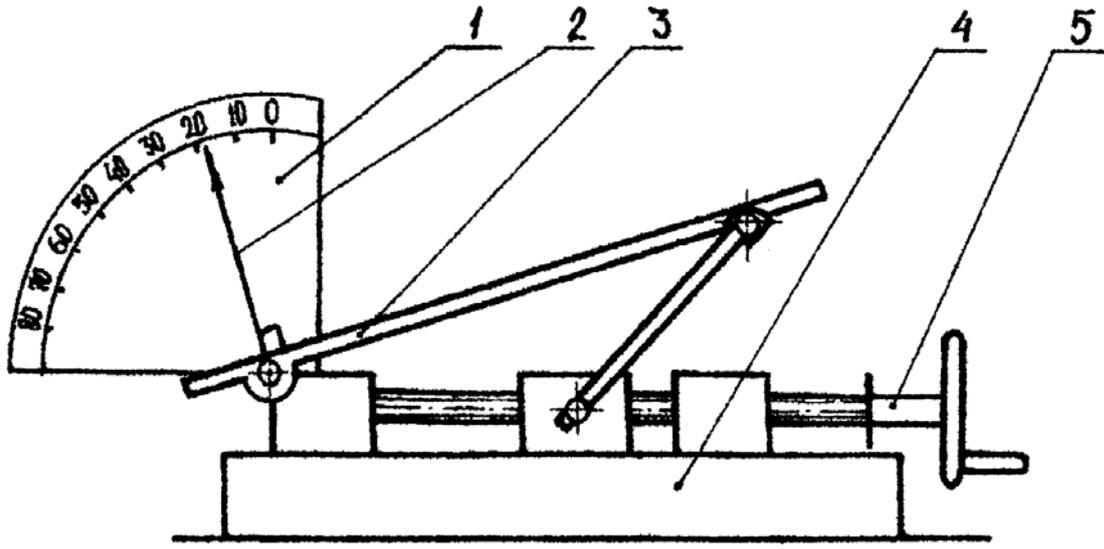


Рис. 2.5. Прибор для определения статического угла трения:
1 – шкала; 2 – указательная стрелка; 3 – наклонная плоскость;
4 – основание; 5 – винт

Динамический коэффициент трения определяли с помощью установки ВИСХОМа с дисковым прибором (рис. 2.6) [97].

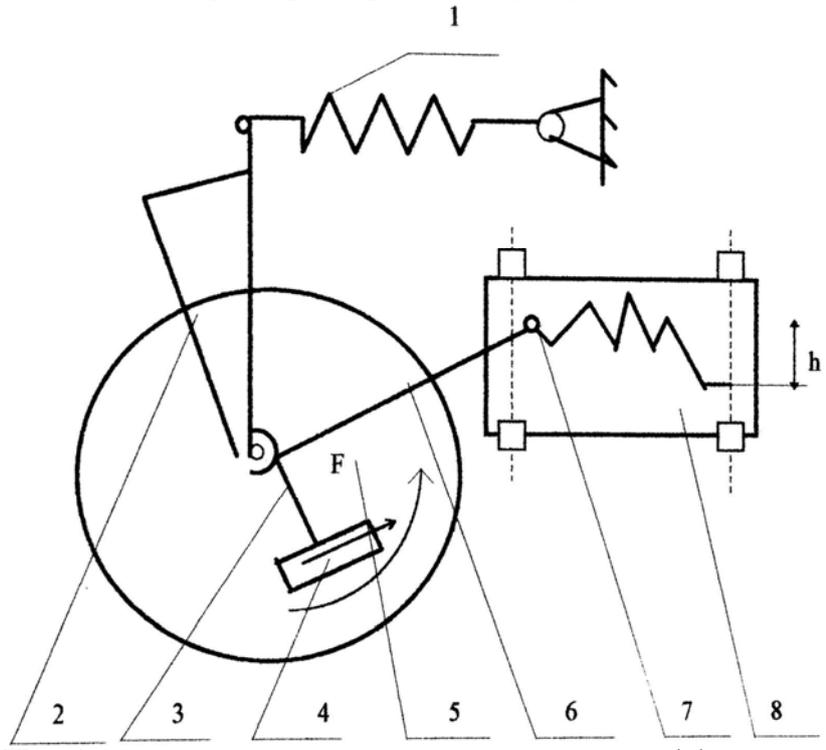


Рис. 2.6. Прибор для определения динамического коэффициента трения:
1 – пружина; 2, 3, 6 – рычаг трехплечий; 4 – каретка; 5 – диск;
7 – перо самописца; 8 – лента

Диск 5 расположен горизонтально и вращается вокруг вертикальной оси. На этом диске находится каретка 4, закрепленная на трехплечем рычаге 2-3-6. Рычаг 2 соединен с пружиной 1. На плече 6 закреплено перо самописца 7, вычерчивающее силовую диаграмму на движущейся ленте 8. Измеряя ординату диаграммы h и умножая ее на масштаб, в котором изображается сила, действующая на каретку, находим силу трения.

Динамический коэффициент трения определяли из соотношения:

$$F = f \cdot N, \quad (2.1)$$

где f – динамический коэффициент трения; N – нормальное давление каретки на поверхность диска, Н.

Динамический коэффициент трения определяли для соприкасающихся поверхностей выполненных из стали очищенной от ржавчины.

На поверхность диска 5 насыпали слой семян сахарной свеклы толщиной не менее 2 см, а каретку 4 изготавливали из очищенной от ржавчины стали. Каретка 4 должна перемещаться по поверхности диска 1 плавно, без заеданий и рывков.

Скорость движения каретки может быть различной. Число измерений для каждой из трущихся пар не менее 10.

Результаты исследований фрикционных свойств приведены в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Фрикционные свойства семян сахарной свеклы

Показатель	Сорт		
	ЛМС 94	Рамонская односемянная 99	Рамсем 1
Статический угол трения:			
среднее значение x_c , град.	15,85±0,78	18,83±0,57	14,83±0,87
среднеквадратическое отклонение σ_c , град.	0,93	0,95	0,92
коэффициент вариации v_c , %	5,37	6,00	5,28
относительная ошибка выборочной средней $S_{x\%}$, %	2,59	2,68	2,38
коэффициент статического трения K_c	0,32...0,38	0,34...0,39	0,32...0,36
Динамический коэффициент трения:			
среднее значение x_d , град.	0,260±0,003	0,248±0,004	0,217±0,0044
среднеквадратическое отклонение σ_d , град.	0,003	0,004	0,004
коэффициент вариации v_d , %	1,8	1,6	1,6
относительная ошибка выборочной средней $S_{x\%}$, %	0,6	0,5	0,5
Угол естественного откоса:			
среднее значение x_{cm} , град.	31,22	33,47	32,51
среднеквадратическое отклонение σ_{cm} , град.	1,34	1,52	1,28
коэффициент вариации v_{cm} , %	4,42	4,88	3,14
относительная ошибка выборочной средней $S_{x\%}$, %	1,27	1,22	1,09
коэффициент внутреннего трения, $K_{вн}$	0,52	0,51	0,54

Коэффициент внутреннего трения семян сахарной свеклы сорта Рамсем 1 составил $K_{\text{вн}}=0,51$, сорта ЛМС 94 составил $K_{\text{вн}}=0,52$, сорта Рамонская односемянная $K_{\text{вн}}=0,54$. В соответствии с существующей классификацией, семена сахарной свеклы сортов ЛМС 94, Рамонская односемянная 99, Рамсем 1 можно отнести к группе сыпучих материалов (при коэффициенте внутреннего трения $K_{\text{вн}} = 0,45...0,70$).

2.2.4. Упругость материалов

Упругость семян – это свойство семян восстанавливать после деформации первоначальную форму, оно проявляется при ударе семян о какую-либо поверхность и характеризуется коэффициентом восстановления, равным

$$\varepsilon = \frac{u}{v}, \quad (2.2)$$

где u – скорость семени после удара, м/с; v – скорость семени до удара, м/с.

Упругость семян является одним из основных исходных показателей, необходимых для расчета и проектирования машин для дражирования семян. Качество распределения семян во многом зависит от их упругости. Для определения коэффициента восстановления семян использовался метод, разработанный сотрудниками ВИМ, который основан на взаимодействии семени с отражательной поверхностью [16, 97]. Данное взаимодействие рассматривается как двухмерная виброударная система с периодическим движением частиц вдоль отражательной поверхности. Такой процесс можно считать бесконечно ударным. На рис. 2.7 изображен процесс, происходящий после падения на плоскость семени обладающего некоторой скоростью. Так как после удара семени о плоскость оно движется только под действием силы тяжести и скорость его перед первым ударом $\bar{u} = (u_x, u_y)$, то воспользовавшись формулами для определения нормальной составляющей скорости после n -го соударения и времени между соседними ударами и учитывая, что время затухания рассматриваемого процесса конечно, можно определить коэффициент восстановления

$$\varepsilon = \frac{gT}{(1 + 2u_y)}, \quad (2.3)$$

где T – время виброударного движения семени, с.

Скорость u_y определялась аналитически в зависимости от высоты падения семян. Время виброударного движения семени находилась следующим образом. На отражательную поверхность 5 (рис. 2.8) закрепляли высокочувствительный микрофон для фиксации момента первого удара семени о поверхность, а также для фиксации момента прекращения

движения семени по поверхности. Сигнал, поступающий от микрофона, фиксировался на магнитную ленту, протягиваемую со скоростью 9 м/с. Время виброударного движения семени определялось по формуле

$$T = \frac{S_{л}}{v}, \quad (2.4)$$

где $S_{л}$ – длина магнитной ленты от момента первого сигнала до конца последнего сигнала, м; v – скорость протягивания магнитной ленты, м/с.

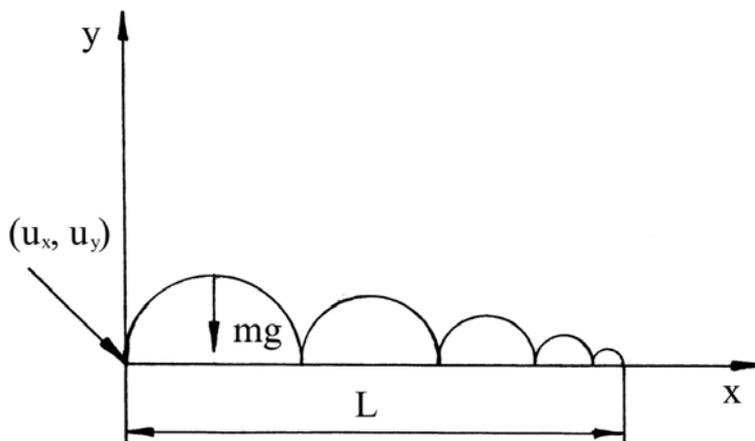


Рис. 2.7. Схема виброударного движения семени

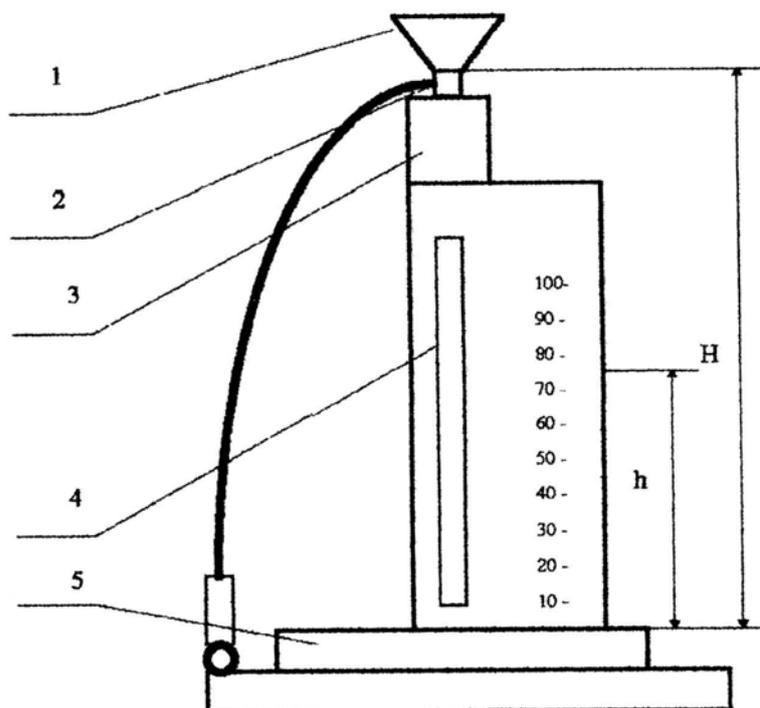


Рис. 2.8. Схема прибора для определения коэффициента восстановления:
 1 – бункер для семян; 2 – затвор с механизмом открытия дна бункера;
 3 – корпус прибора; 4 – шкала прибора; 5 – металлическая плита

За движением семени по отражательной поверхности следили визуально. Для подачи семени на отражательную поверхность был использован прибор, изображенный на рис. 2.8. Высота сбрасывания семени состав-

ляла 1 м. Согласно методике было сделано 10 сбросов одного наиболее характерного по форме и размерам семени, при трехкратной повторности опыта.

Результаты исследований коэффициента восстановления семян сахарной свеклы сорта ЛМС 94 представлены в табл. 2.2.

Т а б л и ц а 2.2

Результаты исследований коэффициента восстановления семян сахарной свеклы

Показатель	ЛМС 94	Рамонская од- носемянная 99	Рамсем 1
Среднее значение коэффициента восстановления, ε	0,568	0,565	0,570
Среднеквадратическое отклонение, σ	0,021	0,038	0,034
Коэффициент вариации v , %	2,03	2,09	2,08
Доверительный интервал выборочной средней при 5% уровне значимости	0,548...0,664	0,543...0,634	0,548...0,632

Исследования показали, что коэффициент восстановления семян сахарной свеклы сортов ЛМС 94, Рамонская односемянная 99, Рамсем 1 изменяется незначительно при коэффициенте вариации v от 2,03...2,08%. Таким образом, для конструкторских расчетов коэффициент восстановления можно принимать равным 0,56...0,57.

Выводы по разделу

1. Проводя анализ полученных данных можно сделать следующий вывод – значения физико-механических свойств семян сортов ЛМС 94, Рамонская односемянная 99, Рамсем 1 не выходят за пределы границ интервалов значений физико-механических свойств других сортов семян сахарной свеклы, при этом значения свойств семян сорта ЛМС 94 лежат в примерно посередине интервалов значений. Это говорит о целесообразности в дальнейшем проводить определение оптимальных параметров дражжирователя на сорте сахарной свеклы ЛМС 94.

2. Анализ полученных данных показывает, что значения размеров семян сахарной свеклы сортов ЛМС 94, Рамонская односемянная 99, Рамсем 1 изменяются в пределах: длина – 3,00...3,07 мм; ширина – 2,99...3,05 мм; толщина – 2,02...2,12 мм.

3. Абсолютная и объемная массы семян сахарной свеклы составили у сорта ЛМС 94 – 16 г, Рамсем 1 – 15 г, Рамонская односемянная – 19,4 г, объемная масса семян соответственно составила соответственно 442, 436 и 450 г/л.

4. Коэффициент внутреннего трения семян соответственно составил $K_{вн}=0,51$, $K_{вн}=0,52$, $K_{вн}=0,54$.

5. Коэффициент восстановления семян сахарной свеклы данных сортов изменяется в пределах 0,56...0,57.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАБОТЫ ДОЗАТОРА С ПОДПРУЖИНЕННЫМ ВЫТАЛКИВАТЕЛЕМ

3.1. Выбор объекта исследования

С целью получения более равномерных посевов отечественными и зарубежными учеными было создано большое количество высевальных аппаратов. Однако анализ качественных показателей их работы позволяет утверждать, что такое многообразие их конструкций является не показателем высокой степени совершенствования и законченности, а скорее всего является результатом недостаточной полноты их изучения. Следовательно, работа, проводимая в направлении повышения качественных показателей посева остается по-прежнему актуальной.

Для повышения равномерности распределения семян в рядке и снижения их травмируемости нами предлагается конструкция высевального аппарата с подпружиненным выталкивателем семян [92] (рис. 3.1).

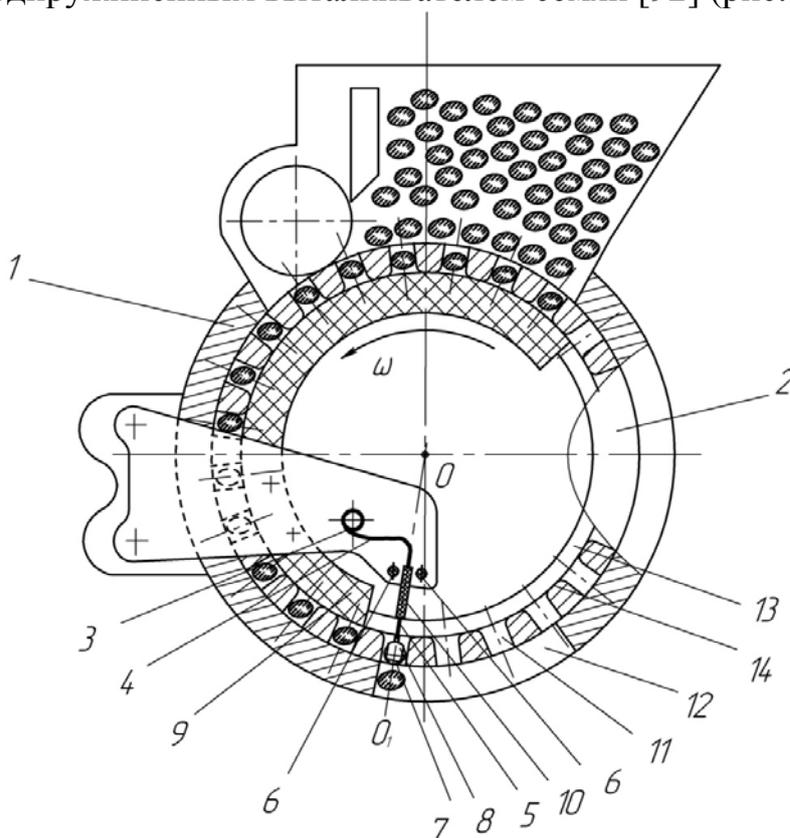


Рис. 3.1 – Схема высевального аппарата:
1 – корпус высевального аппарата; 2 – высевальный диск; 3 – подпружиненный выталкиватель; 4 – нерабочая часть подпружиненного выталкивателя; 5 – рабочая часть подпружиненного выталкивателя; 6 – гаситель колебаний; 7 – шарик; 8 – шаровое гнездо; 9 – сектор-вставка; 10 – ограничитель хода; 11 – ячейка; 12 – высевное окно; 13 – кольцевая проточка; 14 – перемычка

Высевающий аппарат включает корпус 1, высевное окно 12 в нижней части корпуса 1, вертикально установленный в корпусе 1 высевающий диск 2 с ячейками 11 для семян и кольцевой проточкой 13 по оси ячеек 11, подпружиненный выталкиватель 3 семян в кольцевой проточке 13, с рабочей частью 5, выполненной в виде плоской пружины сжатия. Радиус кольцевой проточки 13 равен разности радиуса высевающего диска 2 по наружной поверхности высевающего диска 2 и глубины ячейки 11 высевающего диска 2. Ширина кольцевой проточки 13 равна диаметру ячейки 11 высевающего диска 2. В передней части кольцевой проточки 13 высевающего диска 2 установлен сектор-вставка 9, причем его верхняя часть совпадает с началом зоны западания семян в ячейки, а нижняя часть сектора-вставки 9 совпадает с началом высевного окна 12 в нижней части корпуса 1. Подпружиненный выталкиватель 3 семян состоит из нерабочей части 4 и рабочей части 5.

Угол между рабочей частью 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян и нерабочей частью 4 подпружиненного выталкивателя 3 семян находится в пределах 90° , при этом отношение длины рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян к нерабочей части 4 подпружиненного выталкивателя 3 семян равно $1/2$. Нерабочая часть 4 подпружиненного выталкивателя 3 семян закреплена на корпусе 1 высевающего аппарата. Рабочая часть 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян направлена по оси ячейки 11 высевающего диска 2 от центра высевающего диска 2 в сторону высевного окна 12 в нижней части корпуса 1. Конец рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян установлен в ячейке 11 высевающего диска 2. Передняя стенка ячейки 11 высевающего диска 2 совпадает с началом высевного окна 12 в нижней части корпуса 1. На конце рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян установлено шаровое гнездо 8, причем корпус шарового гнезда 8 выполнен в виде полого шара, при этом передняя часть корпуса шарового гнезда 8 отсечена вертикальной плоскостью перпендикулярной плоскости оси ячеек 11 на расстоянии $2/3$ радиуса корпуса шарового гнезда 8 от центра корпуса шарового гнезда 8, причем нижняя часть корпуса шарового гнезда 8 отсечена ниже центра корпуса шарового гнезда 8 горизонтальной плоскостью перпендикулярной плоскости оси ячеек 11 на расстоянии $2/3$ радиуса корпуса шарового гнезда 8 от центра корпуса шарового гнезда 8. В корпусе шарового гнезда 8 установлен шарик 7 с возможностью свободного вращения, при этом сферические поверхности шарика 7 в передней, задней и нижней частях корпуса шарового гнезда 8 открыты. Кроме того, на рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян установлен ограничитель хода 10 корпуса шарового гнезда 8 в направлении по оси ячеек 11 высевающего диска 2 от центра высевающего диска 2 к началу высевного окна 12 в нижней части корпуса 1. На корпусе 1 высевающего аппарата, установлен гаситель колебаний 6 подпружиненного выталкивателя 3 семян.

Высевающий аппарат работает следующим образом. При вращении вертикально установленного в корпусе 1 высевающего диска 2 семена западают в ячейки 11 высевающего диска 2 и транспортируются к высевному окну 12 в нижней части корпуса 1, при этом сектор-вставка 9, установленный в передней части кольцевой проточки 13 предотвращает выпадение семян из ячеек 11. На переднюю сферическую поверхность шарика 7, действует передняя стенка ячейки 11, за счет чего шарик 7 перекачивается по передней стенке ячейки 11 в направлении к центру высевающего диска 2.

Корпус шарового гнезда 8, деформируя нерабочую часть 4 подпружиненного выталкивателя 3 семян, выходит из ячейки 11 до совпадения нижней кромки корпуса шарового гнезда 8 с поверхностью перемычки 14 (рис. 3.2), при этом рабочая часть 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян, занимающая положение по оси OO_1 ячейки 11, отклонится от нерабочей части 4 подпружиненного выталкивателя 3 семян на угол $90^\circ + \alpha$ и займет положение OO_2 . После чего корпус шарового гнезда 8 выходит по скруглению перемычки на поверхность перемычки 14 между ячейками 11 (рис. 3.3) за счет перекачивания нижней сферической поверхности шарика 7 по поверхности перемычки 14, дополнительно деформируя при этом нерабочую часть 4 подпружиненного выталкивателя 3 семян.

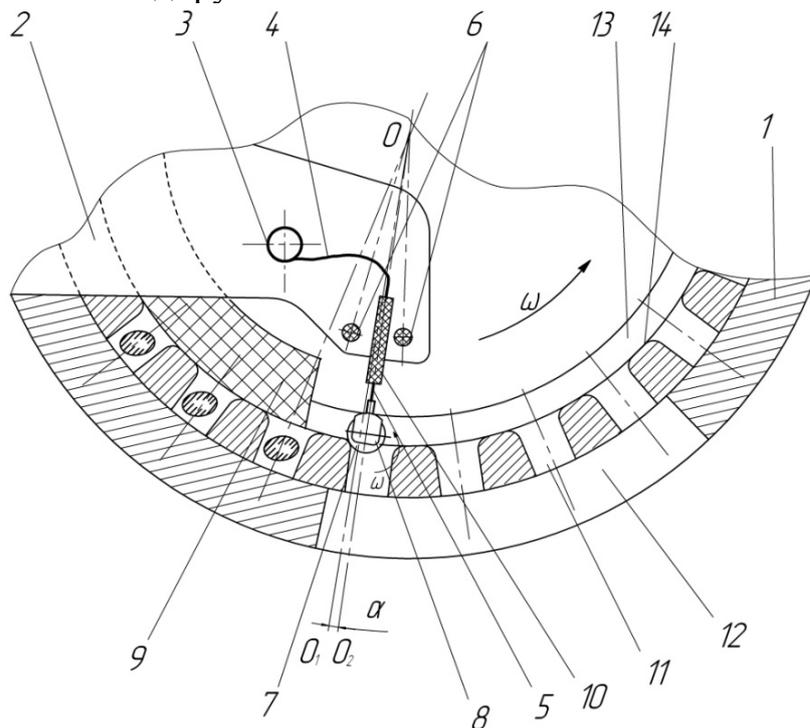


Рис. 3.2. Схема выхода шарика из ячейки:

- 1 – корпус высевающего аппарата; 2 – высевающий диск; 3 – подпружиненный выталкиватель; 4 – нерабочая часть подпружиненного выталкивателя;
- 5 – рабочая часть подпружиненного выталкивателя; 6 – гаситель колебаний; 7 – шарик; 8 – шаровое гнездо; 9 – сектор-вставка; 10 – ограничитель хода;
- 11 – ячейка; 12 – высевное окно; 13 – кольцевая проточка; 14 – перемычка

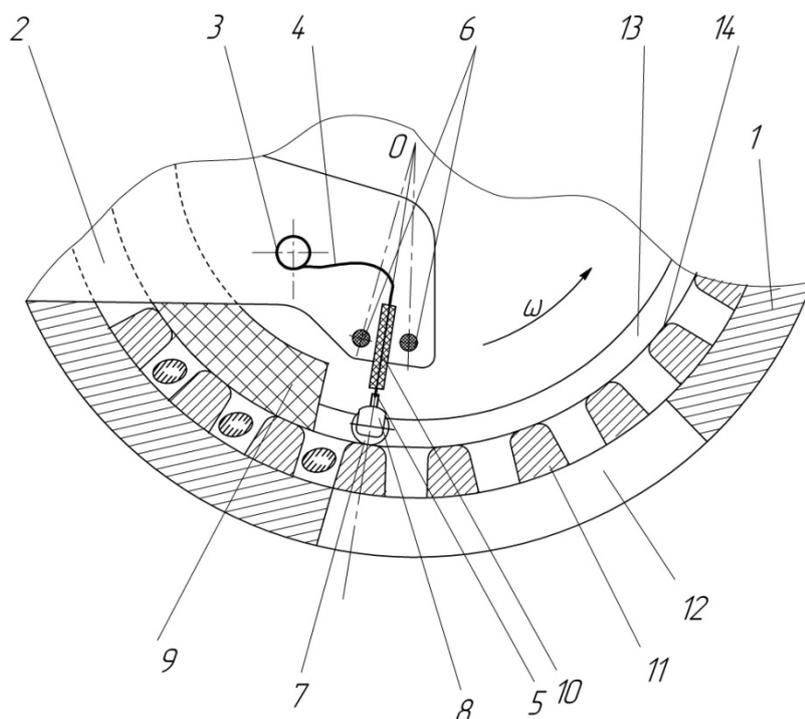


Рис. 3.3. Схема шарика на перемычке:

- 1 – корпус высевающего аппарата; 2 – высевающий диск; 3 – подпружиненный выталкиватель; 4 – нерабочая часть подпружиненного выталкивателя; 5 – рабочая часть подпружиненного выталкивателя; 6 – гаситель колебаний; 7 – шарик; 8 – шаровое гнездо; 9 – сектор-вставка; 10 – ограничитель хода; 11 – ячейка; 12 – высевное окно; 13 – кольцевая проточка; 14 – перемычка

Гаситель колебаний 6 рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян ограничивает колебания рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян, в плоскости ячеек 11 высевающего диска 2, в пределах равным углом 2α . При подходе ячейки 11 с семенем, нижняя сферическая поверхность шарика 7 корпуса шарового гнезда 8 перекачивается по поверхности перемычки между ячейками и за счет деформации нерабочей части 4 подпружиненного выталкивателя 3 семян корпус шарового гнезда 8 заходит в ячейку. Задняя сферическая поверхность шарика 7 корпуса шарового гнезда 8 перекачивается по задней стенке ячейки высевающего диска. При этом рабочая часть 5 подпружиненного выталкивателя 3 займет положение OO_1 по оси ячейки 11. В момент когда передняя стенка ячейки 11 высевающего диска 2 совпадет с началом высевного окна 12 в нижней части корпуса 1, корпус шарового гнезда 8 воздействует на семя через нижнюю сферическую поверхность шарика 7 с силой направленной по оси OO_1 ячейки 11. В результате этого семя перемещается в сторону открытой посевной бороздки и укладывается на дно бороздки, при этом ограничитель хода 10 рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян, установленный на рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян, не позволяет нижней

сферической поверхности шарика 7 выйти из ячейки 11 за окружность высевающего диска 2, при этом рабочий ход центра корпуса шарового гнезда 8 равен глубине ячейки 11 высевающего диска. После чего процесс высева семян повторяется.

Так как, высевающий аппарат с подпружиненным выталкивателем семян при посеве применен впервые, то задачей теоретических исследований явилось изучение процесса его работы.

3.2. Исследование подпружиненного выталкивателя

3.2.1. Исследование движения шарика подпружиненного выталкивателя

Движение шарика в процессе работы высевающего аппарата будем рассматривать как движение точки М координаты его центра (рис. 3.4).

Движение точки М рассматривается как сложное. Движение вдоль оси у – относительное, вращательное движение вместе с диском – переносное.

На точку М действуют силы: \bar{G} – вес шарика, Н; \bar{N} ; \bar{F} – сила упругости пружины, Н; \bar{N} – реакция нормального давления, Н; $\bar{F}_{тр}$ – сила трения скольжения, Н; $\bar{\Phi}_e$ – сила инерции переносного движения, Н; $\bar{\Phi}_k$ – сила инерции Кориолиса, Н.

Присоединим к этим силам силы инерции переносного движения

$$\bar{\Phi}_e = -m \cdot \bar{a}_{en}; \quad \bar{\Phi}_k = -m \cdot \bar{a}_k. \quad (3.1)$$

Выберем систему координат XO_2Y . Учитывая равномерное вращательное движение имеем

$$a_{en} = \omega^2 (R-y); \quad a_k = 2\omega \cdot \dot{y} \quad (3.2)$$

Запишем дифференциальные уравнения относительного движения точки М в проекциях на оси координат [88]:

$$m\ddot{x} = -\Phi_e \sin \alpha - \Phi_k + N + F \sin \alpha, \quad (3.3)$$

$$m\ddot{y} = -G - F \cos \alpha - F_{тр} - \Phi_e \cos \alpha, \quad (3.4)$$

Ввиду малости угла α

$$x = R \alpha, \quad \sin \alpha \approx \alpha, \quad \cos \alpha = 1.$$

Перемещение по оси x незначительно $\ddot{x} = R\ddot{\alpha} = 0$.

Из уравнения (3.3) найдем

$$N = \Phi_e \cdot \alpha + \Phi_k - F \cdot \alpha. \quad (3.5)$$

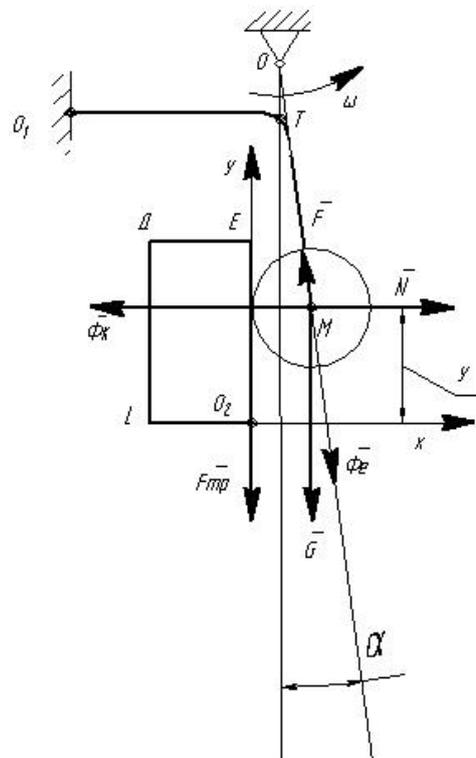


Рис. 3.4. Схема сил, действующих на подпружиненный выталкиватель

Учитывая формулы (3.1) и (3.2), и то что $F = c y$, получим

$$N = m\omega^2(R - y) \cdot \alpha + 2m\omega\dot{y} - c y \alpha. \quad (3.6)$$

Тогда уравнение (3.4) с учетом (3.6) и того, что $F_{\text{тр}} = fN$, примет вид

$$m\ddot{y} = -mg - f(m\omega^2(R - y)\alpha + 2\omega \cdot m\dot{y} - c y \alpha) - c y - m\omega^2(R - y), \quad (3.7)$$

где f – коэффициент трения скольжения.

После преобразования уравнение (3.7)

$$\ddot{y} + 2\omega \cdot f\dot{y} + (1 - f\alpha) \left(\frac{c}{m} - \omega^2 \right) y = -g + \omega^2 R(1 - f\alpha). \quad (3.8)$$

Ищем общее решение этого неоднородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами

$$y = y_1 + y_2, \quad (3.9)$$

где y_1 – общее решение однородного уравнения;

$$\ddot{y} + 2\omega \cdot f\dot{y} + \left(\frac{c}{m} - \omega^2 \right) (1 - f\alpha) y = 0.$$

Так как $D = f^2\omega^2 - (1 - f\alpha)^2 \left(\frac{c}{m} - \omega^2 \right) y < 0$,

то y_1 можно записать в виде

$$y_1 = A e^{-f\omega t} \sin(kt + \beta), \quad (3.10)$$

где $k = \sqrt{(1 - f\alpha)^2 \cdot \left(\frac{c}{m} - \omega^2 \right)^2 - f^2\omega^2}$; (3.11)

A и β – постоянные, которые определяются по начальным условиям; y_2 – частное решение уравнения (3.8). Ищем его в виде постоянной $y_2 = B$, тогда

$$\dot{y}_2 = \ddot{y}_2 = 0. \quad (3.12)$$

Подставим (3.12) в (3.8), найдем

$$B = \frac{-g + \omega^2 R(1 - f\alpha)}{(1 - f\alpha) \left(\frac{c}{m} - \omega^2 \right)}. \quad (3.13)$$

С учетом (3.10) и (3.13) уравнение движения примет вид:

$$y_1 = A e^{-f\omega t} \sin(kt + \beta) + B.$$

Начальные условия: $t=0, y_0=0$

$$\dot{V}_0 = \dot{y}_0 = \omega \cdot R. \quad (3.15)$$

Найдем:

$$A = \sqrt{y_0^2 + \frac{\left(\dot{y}_0 + f \varpi \cdot y_0\right)^2}{k^2}}; \beta = \operatorname{arctg} \frac{y_0 k}{y_0 + f \varpi \cdot y_0}. \quad (3.16)$$

Подставим (3.15) в (3.16) получим:

$$A = \frac{\varpi \cdot R}{k}; \beta = 0. \quad (3.17)$$

Окончательный вид уравнения движения точки М

$$y = \frac{\varpi \cdot R}{k} e^{-f \varpi t} \sin kt + B. \quad (3.18)$$

где k имеет вид формулы (3.11), а B – формулы (3.13).

Используя (3.18) из уравнения

$$(h - B)e^{f \varpi t} = \frac{\varpi \cdot R}{k} \sin kt \quad (3.19)$$

можно найти время выхода шарика t_1 на перемычку, а затем и скорость точки М в этот момент (рис. 3.2).

$$t_1 = \frac{f \cdot \varpi - \ln\left(\frac{-\varpi \cdot R}{k(B-h)} k\right)}{k},$$

$$V_1 = \dot{y}(t_1) = -\frac{\varpi \cdot R}{k} f \varpi e^{-f \varpi t_1} \sin kt_1 + \varpi \cdot R e^{-f \varpi t_1} \cos kt_1. \quad (3.20)$$

3.2.2. Исследование движения подпружиненного выталкивателя

Перейдем к рассмотрению движения точки М по перемычке (рис. 3.5).

Дифференциальные уравнения относительного движения точки М на перемычке в проекциях на оси координат XO_3Y примут вид

$$m \ddot{x} = -F_{TP}, \quad (3.21)$$

$$m \ddot{y} = N - F - G - \Phi_e - \Phi_\kappa. \quad (3.22)$$

Вдоль оси O_3Y движение отсутствует, поэтому из уравнения (3.22)

$$N = G + F + \Phi_e + \Phi_\kappa. \quad (3.23)$$

Учитывая то, что точка М вдоль оси у поднялась на высоту h , получим

$$N = mg + ch + c\varpi^2(R - h) + 2m\varpi \cdot \dot{x}. \quad (3.24)$$

С учетом (3.24) уравнение (3.21) примет вид

$$m\ddot{x} = -f(mg + ch + c\varpi^2(R - h) + 2m\varpi \cdot \dot{x}).$$

После преобразований получим дифференциальное уравнение

$$\ddot{x} + 2f\varpi \dot{x} = -f \left(g + \frac{c}{m}h + \varpi^2(R - h) \right). \quad (3.25)$$

Общее решение уравнения (3.25) находим в виде:

$$x = x_1 + x_2.$$

x_1 – общее решение однородного уравнения: $\ddot{x} + 2f\varpi \dot{x} = 0$

$$x_1 = c_1 + c_2 e^{-2f\varpi t}. \quad (3.26)$$

x_2 – частное решение уравнения (3.25)

$$x_2 = M t; \quad \dot{x} = M; \quad \ddot{x} = 0. \quad (3.27)$$

Подставим (3.27) в (3.25) и найдем

$$M = - \frac{f \left(g + \frac{c}{m}h + \varpi^2(R - h) \right)}{2f\varpi}. \quad (3.28)$$

Уравнение движения точки М по перемычке примет вид

$$x = c_1 + c_2 e^{-2f\varpi t} + M \cdot t. \quad (3.29)$$

где М определяется по формуле (3.28).

Начальные условия движения по перемычке

$$t_2 = 0; \quad x_0 = 0; \quad \dot{x} = V_1. \quad (3.30)$$

Найдем

$$\dot{x} = -2f\varpi \cdot c_2 e^{-2f\varpi t_2} + M. \quad (3.31)$$

Подставим (3.30) в (3.29) и (3.31), найдем c_1, c_2

$$\begin{cases} 0 = c_1 + c_2 \\ V_1 = M - 2f\varpi \cdot c_2 \end{cases}$$

Из этой системы:

$$c_1 = -c_2 = - \frac{V_1 - M}{2f\varpi}. \quad (3.32)$$

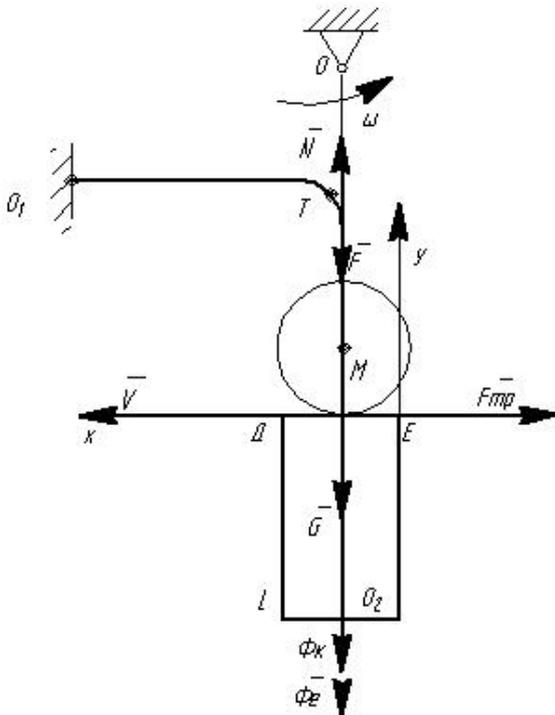


Рис. 3.5. Схема сил действующий на подпружиненный выталкиватель семян при движении по перемычке

С учетом (3.32) уравнение (3.29) примет вид:

$$x = \frac{V_1 - M}{2f\varpi}(-1 + e^{-2f\varpi t_2}) + M \cdot t. \quad (3.33)$$

По перемычке точка M пройдет $x=h_2$, тогда, решая приближенно равенство:

$$h_2 - Mt = \frac{V_1 - M}{2f\varpi}(-1 + e^{-2f\varpi t_2}).$$

Найдем время выхода с перемычки t_2 .

$$t_2 = \frac{(M \cdot V_1 \left(\frac{1}{2} \cdot (-V_1 + M)\right) \cdot \frac{\exp(-h \cdot f \cdot \frac{\varpi}{M})}{M}) + h \cdot f \cdot \varpi}{M \cdot f \cdot \varpi}.$$

Зависимость скорости от времени для этого участка:

$$V_2 = \dot{x} = (M - V_1) \cdot e^{-2f\varpi t_2} + M \quad (3.34)$$

Скорость выхода с перемычки

$$V_2 = V(t_2) = (M - V_1) \cdot e^{-2f\varpi t_2} + M \quad (3.35)$$

3.2.3. Исследование движения шарика подпружиненного выталкивателя при входе его в ячейку

Исследуем движение шарика на участке схода шарика с перемычки в ячейку.

Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки M в проекциях на оси координат XO_4Y (рис. 3.6) имеют вид:

$$m \ddot{x} = \Phi_k - \Phi_e \sin \alpha - N + F \sin \alpha, \quad (3.36)$$

$$m \ddot{y} = -G + F \cos \alpha + F_{\text{тр}} - \Phi_e \cos \alpha. \quad (3.37)$$

Аналогично случаю подъема шарика на перемычку из ячейки найдем:

$$N = \Phi_k + (F - \Phi_e) \cdot \alpha,$$

или

$$N = 2m\varpi y + (c(h - y) - m\varpi^2(R - y))\alpha.$$

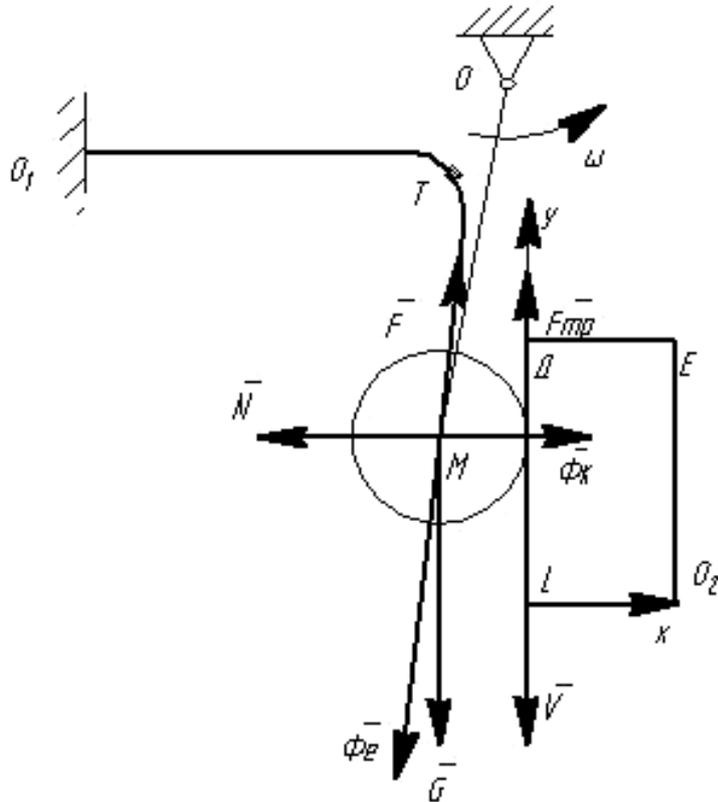


Рис. 3.6. Схема сил, действующая на подпружиненный выталкиватель семян на участке схода шарика с перемычки в ячейку

Тогда после преобразований уравнение (3.37) примет вид

$$\ddot{y} = -g + \frac{c}{m}(h - y) - \varpi^2(R - y) + f(2\varpi \dot{y} + \frac{c}{m}(h - y)\alpha - \varpi^2(R - y)\alpha).$$

После преобразования получим линейное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка

$$\ddot{y} - 2f\varpi \dot{y} + (1 + f\alpha)\left(\frac{c}{m} - \varpi^2\right)y = -g + (1 + f\alpha)\left(\frac{c}{m}h - \varpi^2R\right). \quad (3.38)$$

Общее решение этого уравнения имеет вид

$$y = y_1 + y_2, \quad (3.39)$$

y_1 – общее решение однородного уравнения

$$\ddot{y} - 2f\varpi \dot{y} + \left(\frac{c}{m} + \varpi^2\right)(1 + f\alpha)y = 0.$$

Так как $D = f^2\varpi^2 - (1 + f\alpha)^2\left(\frac{c}{m} + \varpi^2\right) < 0$, то решение y_1 можно записать в виде

$$y_1 = A_1 e^{-f\varpi t} \sin(k_1 t + \beta_1) \quad (3.40)$$

Начальные условия: $t_3=0, y_0=h, V_0 = V_2$

По начальным условиям найдем постоянные A_1 и β_1 :

$$A_1 = \sqrt{y_0^2 + \frac{\left(\dot{y}_0 + f\right) (+f\varpi \cdot y_0)^2}{k_1^2}} = \sqrt{h^2 + \frac{(V_2 + f\varpi h)^2}{k_1^2}}; \quad (3.41)$$

$$\beta_1 = \operatorname{arctg} \frac{h_0 k_1}{V_2 + f\varpi \cdot h}, \quad (3.42)$$

где
$$k_1 = \sqrt{(1 + f\alpha)^2 \left(\frac{c}{m} - \varpi^2\right)^2 - f^2 \varpi^2}. \quad (3.43)$$

Частное решение уравнения (3.38) имеет вид:

$$y_2 = B_1,$$

где B_1 – постоянная величина.

Подставив $y_2 = B_1, \dot{y}_2 = \ddot{y}_2 = 0$ в (3.38), получим

$$B_1 = \frac{-g + (1 + f\alpha) \left(\frac{c}{m} h - \varpi^2 R\right)}{(1 + f\alpha) \left(\frac{c}{m} - \varpi^2\right)} \quad (3.44)$$

Уравнение движения точки M будет иметь вид:

$$y = A_1 e^{f\varpi t_3} \sin(k_1 t_3 + \beta_1) + B_1 \quad (3.45)$$

В момент входа в ячейку точка M пройдет путь $y=h$, где h – высота ячейки.

Значит время t_3 опускания шарика в ячейку можно определить из уравнения:

$$h - B_1 = A_1 e^{f\varpi t_3} \sin(k_1 t_3 + \beta_1) \quad (3.46)$$

где A_1, k_1, B_1, β_1 определяются по формулам (3.41)-(3.44)

$$t_3 = \frac{\ln\left(\frac{(h + B_1)}{A}\right)}{f \cdot \varpi}.$$

Для определения скорости точки найдем:

$$\dot{y} = A_1 f \varpi e^{f\varpi t_3} \sin(k_1 t_3 + \beta_1) + A_1 k_1 e^{f\varpi t_3} \cos(k_1 t_3 + \beta_1)$$

Тогда скорость точки M в момент выталкивания семени.

$$V_3 = \dot{y}(t_3) = A_1 e^{f\varpi t_3} (f \varpi \sin(k_1 t_3 + \beta_1) + k_1 \cos(k_1 t_3 + \beta_1)) \quad (3.47)$$

3.3. Определение силы, действующей на семя в момент высева

В момент, когда выталкиватель приобретает скорость V_3 происходит неупругий удар его по семени, скорость которого $V_3=0$. В случае неупругого удара коэффициент восстановления $\kappa=0$, а мгновенный импульс неупругого удара найдется из уравнения

$$S = \frac{m \cdot m_c (V_3 - V_c)}{m + m_c} = \frac{m \cdot m_c}{m + m_c} V_3. \quad (3.48)$$

Тогда из выражения $S = \int_0^{\tau} F dt$ определится сила \bar{F} , действующая на семя при выталкивании.

Следовательно, подпружиненный выталкиватель семян действует на семя с усилием, которое зависит от изменения ω – скорости высевающего диска; c – жесткости подпружиненного выталкивателя семян; $\acute{\alpha}$ – угол отклонения рабочей части подпружиненного выталкивателя семян от оси ячейки; V_c – скорости движения высевающего аппарата; R – радиуса высевающего диска; h – глубины ячейки.

Выводы по разделу

Теоретическими исследованиями установлены аналитические зависимости для определения: положения шарика подпружиненного выталкивателя семян в момент выхода его из ячейки, в движении шарика по перемычке и входа шарика в ячейку, время выхода его из ячейки, входа шарика в ячейку, время движения шарика по перемычке, определены параметры высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян, влияющие на равномерность распределения семян.

4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АППАРАТА С ПОДПРУЖИНЕННЫМ ВЫТАЛКИВАТЕЛЕМ

4.1. Программа исследований

Улучшение конструкции дискового высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян потребовало проведения лабораторных и полевых исследований с целью подтверждения его преимущества в снижении повреждения семян и коэффициента вариации интервалов между семенами как на выходе из аппарата, так и в борозде при различных режимах работы.

В программу экспериментальных исследований вошли следующие вопросы:

1. Исследование дискового высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян с целью определения оптимальных геометрических и кинематических параметров, обеспечивающих наилучшую равномерность распределения семян сахарной свеклы.

2. Изучение влияния конструктивных размеров подпружиненного выталкивателя семян на равномерность распределения семян сахарной свеклы.

3. Выбор оптимального типа подпружиненного выталкивателя семян, обеспечивающий наилучшую равномерность распределения семян сахарной свеклы в рядке.

4.2. Методика проведения исследований и обработки результатов. Описание лабораторной установки

Качество посева семян сахарной свеклы дисковым высевающим аппаратом с подпружиненным выталкивателем семян зависит от множества факторов. В связи с этим, лабораторные исследования проводились с применением методики планирования многофакторного эксперимента согласно ГОСТ 70.5.1-82 [86] на лабораторной установке (рис. 4.1), которая представляет собой почвенный канал с экспериментальной установкой и содержит: приводную тележку 8 с навеской 9. На навеску 9 приводной тележки 8 монтируется посевная секция 10 сеялки ССТ-12 Б с экспериментальным высевающим аппаратом 14. Для приближения экспериментальных условий к реальным, сошник 15 посевной секции 10 установили на навеску 9 приводной тележки 8 таким образом, что бы нижняя кромка сошника 15 почти касалась поверхности посева. Поверхность посева представляет собой липкую ленту 11.

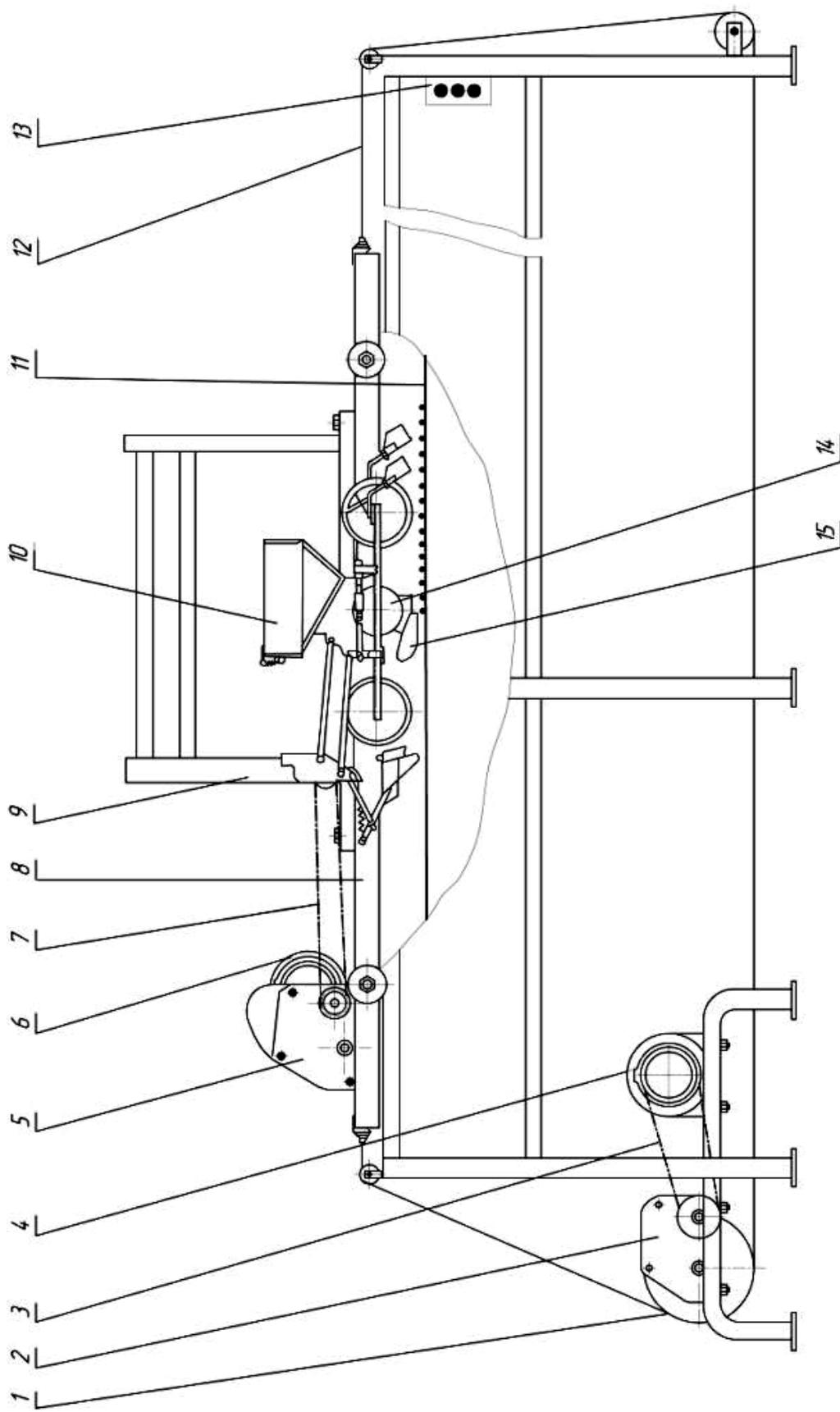


Рис. 4.1. Схема почвенного канала с экспериментальной установкой: 1 – полистаст; 2, 5 – редуктор; 3, 7 – цепная передача; 4, 6 – электродвигатель; 8 – приводная тележка; 9 – навеска; 10 – посевная лента; 11 – липкая лента; 12 – гибкий трос; 13 – пульт управления; 14 – экспериментальный высевной аппарат; 15 – сошник

Движение приводной тележки 8 осуществляется с помощью электродвигателя 4 через мотор-редуктор 2 посредством цепной передачи 3, системы полиспадов 1 и гибкого троса 12. Вал высеивающего аппарата 14 ячеисто-дискового типа, приводится во вращение от электродвигателя 6 и многоступенчатого редуктора 5 с помощью цепных передач 7. Включение и отключение установки производится с пульта управления 13 оператором.

Последовательность проведения опытов следующая. Семена засыпают в бункер (не менее 3/4 от его общего объема) и с пульта управления одновременно включают привод высеивающего аппарата и тележки (рис. 4.2). При вращении высеивающего диска 2 семена западают в ячейки 11 и транспортируются к высевному окну 12 в нижней части корпуса 1, при этом сектор-вставка 9, установленный в передней части кольцевой проточки 13, предотвращает выпадение семян из ячеек 11. При этом на сферическую поверхность шарика 7, установленного в корпусе шарового гнезда 8, действует передняя стенка ячейки 11, за счет чего шарик 7 перекачивается по передней стенке ячейки 11 и скруглению и выходит из ячейки 11 на поверхность перемычки.

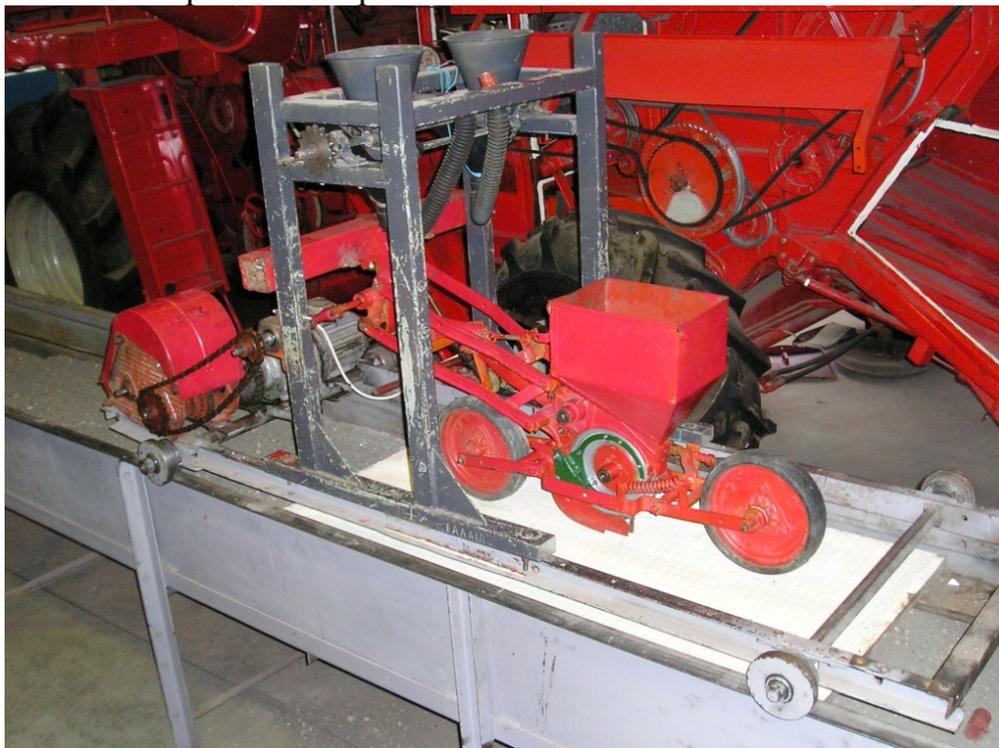


Рис. 4.2. Почвенный канал с экспериментальной установкой

Гаситель колебаний 6 ограничивает колебания рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян в плоскости ячеек 11 высеивающего диска 2.

При подходе ячейки 11 с семенем к высевному окну 12, сферическая поверхность шарика 7 перекачивается по поверхности перемычки 14 между ячейками 11 и скруглению и заходит в ячейку 11.

В результате этого семя перемещается в сторону открытой посевной бороздки и укладывается на ее дно, при этом ограничитель хода 10 рабочей части 5 подпружиненного выталкивателя 3 семян, предотвращает ход шарика 7 из ячейки 11 за окружность высевающего диска 2.

Семена из высевающего аппарата попадают на липкую поверхность ленты, с нанесенными на ней учетными квадратами 2×2 см.

Высев семян на ленту проводят при установившемся режиме всех движущихся частей.

За критерии равномерности распределения семян по площади посева принимали равномерность распределения семян P (где P частота появления интервалов со средним расстоянием между семенами) в рядке, характеризующая равномерность распределения семян сахарной свеклы. На основе априорного ранжирования были отобраны 8 основных факторов влияющих на равномерность распределения семян сахарной свеклы: V_d – окружная скорость высевающего диска; l_p – длина рабочей части подпружиненного выталкивателя семян; l_n – длина нерабочей части подпружиненного выталкивателя семян; c – жесткость подпружиненного выталкивателя семян; h – высота гасителя колебаний; l_r – расстояние от наружной поверхности высевающего диска до гасителя колебаний; α – угол отклонения рабочей части подпружиненного выталкивателя семян от оси ячейки; V_c – поступательная скорость посевной секции.

При исследованиях невозможно охватить влияние всех факторов и их взаимодействия. Поэтому, на основании априорной информации, а также исходя из конкретных задач исследования, были выделены наиболее существенные факторы. Причем, некоторые из них в процессе исследований не изменялись и были закреплены на постоянных уровнях.

Оставшиеся наиболее существенные факторы, влияющие на распределение семян и уровни их варьирования, представлены в табл. 4.1.

В последующем проводился отсеивающий эксперимент, по результатам которого после обработки получилась информация о значимости каждого параметра, что позволило исключить из дальнейшего рассмотрения малозначимые факторы и, следовательно, сократился объем дальнейших исследований.

Планы проведения экспериментов и методики обработки результатов подробно описаны во многих источниках [4, 97, 90, 107]. В соответствии с ними проводились опыты и математическая обработка данных.

Для проведения отсеивающего эксперимента составляем матрицу с учетом первоначально выделенных факторов (табл. 4.2) путем случайного смешивания двух полуреplik типа 2^{4-1} .

Одну полуреплику отнесли к факторам X_1 - X_4 , другую – к факторам X_5 - X_8 . Число опытов в матрице должно быть кратным $2k$ и превышать число $k+1$ (k – число факторов). Поэтому в матрицу были включены опыты

9 и 10, образованные случайной выборкой из обеих полуреplik. План эксперимента был рандомезирован с помощью таблиц случайных чисел.

Матрица планирования отсеивающего эксперимента с результатами опытов представлены в таблице 4.2, в левой части которой приведен план эксперимента в кодированной форме, в столбце Y даны средние арифметические значения, а в столбцах Y_1 и Y_2 результаты экспериментов после корректировок.

Т а б л и ц а 4.1

Факторы, влияющие на распределение семян
исследуемым высевальным аппаратом

Обо- значе- ние	Наименование факторов	Уровни варьировани я	
		-1	+1
X_1	V_d – окружная скорость высевального диска, м/с	0,1	0,2
X_2	h – высота гасителя колебаний, мм	4,3	5,3
X_3	c – жесткость подпружиненного выталкивателя семян, Н/м	2	4
X_4	l_r – расстояние от наружной поверхности высевального диска до гасителя колебаний, мм	25	35
X_5	α – угол отклонения рабочей части подпружиненного выталкивателя семян от оси ячейки, град	1	2
X_6	V_c – поступательная скорость посевной секции, м/с	1	1,6
X_7	l_p – длина рабочей части подпружиненного выталкивателя семян, мм	20	30
X_8	l_n – длина нерабочей части подпружиненного выталкивателя семян, мм	1,4	2
		30	40

В первую очередь производилась проверка воспроизводимости планов путем проверки гипотезы однородности дисперсий.

Так как количество повторностей в каждой серии опытов одинаково ($n=3$), то однородность ряда дисперсий определяли по $G_{оп}$ – критерию Кохрена [45].

Табличное значение $G_{таб}$ при 5 %-м уровне значимости для $n-1=2$ и $N=10$ равно 0,445, а опытное значение $G_{оп}$ определяется по формуле:

$$G_{оп} = \frac{S_{max}^2}{S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_n^2} \quad (4.1)$$

Обработку экспериментальных данных начинали с их графического представления на исходной диаграмме рассеивания.

Степень влияния факторов оценивали по разности медиан значений опытных данных верхних и нижних уровней факторов и по числу выделяющихся точек [68,74].

По этим признакам на первом этапе выделены факторы X_1 (« V_d – скорость движения высевального диска») и X_2 (« h – высота гасителя колебаний»), для оценки эффектов которых использовали табл. 4.3 с двумя входами.

Таблица 4.2

Матрица и результаты отсеивающего эксперимента

№ опыта	Факторы								Параметр оптимизации		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Y	Y ₁	Y ₂
1	-	-	-	-	-	+	-	-	90,2	90	90,4
2	-	-	+	+	-	+	+	+	89,44	89,58	89,3
3	+	+	+	-	-	-	-	-	84,2	84	84,4
4	-	-	+	-	+	-	+	-	83,1	83,5	82,7
5	+	+	-	+	-	-	+	+	79,6	80	79,2
6	+	-	-	-	+	+	+	+	87,42	87,54	87,3
7	+	+	-	+	+	+	-	-	82,41	84,37	84,45
8	-	+	+	+	+	-	-	-	81,56	81,47	81,65
9	-	+	-	+	+	+	-	-	75,6	75,24	75,96
10	+	-	+	-	-	-	+	+	80,29	80,33	80,25

Для выделения факторов X₁ и X₂ эффекты определяли по формулам:

$$\begin{aligned} \Theta_{X_1} &= \frac{(\bar{Y}_1 + \bar{Y}_3)}{2} - \frac{(\bar{Y}_2 + \bar{Y}_4)}{2}; \\ \Theta_{X_2} &= \frac{(\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2)}{2} - \frac{(\bar{Y}_3 + \bar{Y}_4)}{2}. \end{aligned} \quad (4.2)$$

После определения эффектов факторов ($\Theta_{X_1} = -0,105$; $\Theta_{X_2} = -1,01$) проверяли их значимость по *t*-критерию.

Таблица 4.3

Таблица с двумя входами для оценки эффектов факторов X₁ и X₂

Оцениваемый фактор	+X ₁	-X ₁
+X ₂	84,2	81,51
	79,6	75,6
	82,41	
	$\sum Y_i = 246,21$	$\sum Y_i = 157,11$
	Y ₁ = 82,07	Y ₂ = 78,555
-X ₂	87,42	90,2
	80,2	89,44
		83,1
	$\sum Y_i = 167,71$	$\sum Y_i = 262,74$
	Y ₃ = 83,86	Y ₄ = 87,58

t -критерий для факторов X_1 и X_2 определяли по формулам:

$$t_{X_1} = \frac{(\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2) - (\bar{Y}_3 + \bar{Y}_4)}{S_R \sqrt{\sum \frac{1}{n_i}}};$$

$$t_{X_2} = \frac{(\bar{Y}_1 + \bar{Y}_3) - (\bar{Y}_2 + \bar{Y}_4)}{S_R \sqrt{\sum \frac{1}{n_i}}}.$$
(4.3)

где S_R – среднеквадратическая ошибка; n_i – число наблюдений в i -й клетке таблицы с несколькими входами.

Результаты расчета t -критерия приведены в табл. 4.4.

При значимости фактора вычисленное значение t -критерия ($t_{X_1} = -0,81$; $t_{X_2} = -3,66$) должно быть больше табличного. Табличное значение t -критерия при числе степеней свободы $f = \sum n_i - 4 = 6$ при 5%-м уровне значимости – $t_{0,05} = 2,447$, а при 10 %-м уровне значимости $t_{0,1} = 1,943$.

Таким образом, фактор X_1 (« V_d – окружная скорость высевающего диска») оказался значимым с вероятностью 0,95, а фактор X_2 (« h – высота гасителя колебаний») – с вероятностью меньше 0,9.

Т а б л и ц а 4.4

Таблица для расчетов t -критерия

№ клет- ки	$\sum Y_i$	$(\sum Y_i)^2$	$\sum Y_i^2$	n_i	$S_R^2 = \frac{\sum Y_i^2}{n_{i-1}} - \frac{(\sum Y_i)^2}{n_i(n_i - 1)}$	$\frac{S_R^2}{n_i}$
1	246,21	60619,36	20217,21	3	5,38	1,79
2	157,11	24683,55	12359,24	2	17,46	8,73
3	167,71	28126,64	14088,74	2	25,42	12,71
4	262,74	69032,31	23041,16	3	15,20	5,07

После выделения факторов X_1 и X_2 проводили корректировку результатов отсеивающего эксперимента с целью более четкого выделения остальных факторов и их парных взаимодействий. Корректировка заключалась в прибавлении к экспериментально полученным значениям параметра оптимизации в матрице отсеивающего эксперимента найденных величин эффектов факторов X_1 и X_2 , взятых с обратным знаком. По скорректированным результатам параметра оптимизации строили вторую диаграмму рассеивания, анализ которой позволил выделить два фактор X_3 (« c – жесткость подпружиненного выталкивателя семян») и X_6 (V_c – поступательная скорость посевной секции).

Оценку значимости этих факторов проводили аналогично оценкам X_1 и X_2 . В результате расчетов получили:

$$\Theta_{X_3} = 1,34; \Theta_{X_6} = -1,71$$

$$t_{X_3} = -2,07; t_{X_6} = -2,23$$

Таким образом, фактор X_6 значим с вероятностью 0,9 и вероятность значимости фактора $X_3 - 0,9$.

На каждом этапе исследований по диаграммам рассеивания проводили отбор парных взаимодействий по методу «выделяющихся точек» [79]. Оценку значимости эффектов парных взаимодействий проводили подобно оценкам эффектов отдельных факторов.

Совместно с проведением оценки значимости эффектов факторов на каждом этапе осуществляли статистический анализ скорректированных результатов наблюдений, в результате чего выявлялась необходимость дальнейшего выделения значимых факторов. В случае, если расчетное значение критерия Фишера окажется меньше табличного отсеивание факторов и их взаимодействий можно прекратить.

Расчетное значение F_p -критерия Фишера определяется по формуле

$$F_p = \frac{S_{\text{Ад}}^2}{S_y^2}, \quad (4.4)$$

где $S_{\text{Ад}}^2 > S_y^2$; $S_{\text{Ад}}$ – дисперсия адекватности; S_y – дисперсия наблюдаемого параметра оптимизации.

После второй корректировки получили, что расчетное значение F_p -критерия равно 1,95, а табличное значение при 5 %-м уровне значимости и числа степеней свободы $f_1=10$ и $f_2=9$ равно – $F_T=3,02$. следовательно, можно считать, что все значимые факторы выделены. На этом выделение факторов было закончено, а результаты отсеивания сведены в табл. 4.5.

Т а б л и ц а 4.5

Результаты оценки эффекта выделенных факторов

Этапы	Выделенные факторы	Значение факторов	Расчетное значение t -критерия
По исходным данным После первой корректировки	X_1	-0,105	-0,81 ^X
	X_3	1,34	-2,07 ^{XX}
	X_6	-1,71	-2,23 ^{XX}

X – значим с 95 %-й вероятностью;

XX – значим с 90 %-й вероятностью;

XXX – значим с вероятностью менее 90 % (незначимый фактор)

По результатам корректировки экспериментальных данных строили точечную диаграмму распределения значений параметра оптимизации.

Крутое восхождение по поверхности отклика решено было не проводить, так как при реализации матрицы планирования значения параметра оптимизации в большинстве случаев оказались в почти стационарной области.

При отсеивающих экспериментах предполагается, что поверхность отклика описывается линейной моделью вида :

$$Y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_{n-1}x_{n-1} + d, \quad (4.5)$$

где b_0, b_1, b_{n-1} – коэффициенты регрессии при выделенных линейных членах; n – общее число линейных факторов; 1 – число эффектов отсеивания; d – составляющая отклика, отнесенная к шумовому полю вместе с ошибкой опыта.

При обработке результатов отсеивающего эксперимента получили:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} = 81,31467 \quad (4.6)$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^N X_{1j}Y_i}{N} = 0,81516$$

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^N X_{2j}Y_i}{N} = -0,24865$$

$$b_3 = \frac{\sum_{i=1}^N X_{3j}Y_i}{N} = 1,53394$$

Таким образом, получили линейное уравнение, описывающее поверхность отклика по показателю распределения семян по площади посева:

$$Y = 81,31467 + 0,81516 X_1 - 0,24865 X_2 + 1,53394 X_3.$$

Производили проверку адекватности модели по F-критерию Фишера. Для этого определяли дисперсию адекватности:

$$S_{\text{Ад}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\overline{Y}_j - \overline{\overline{Y}}_j)^2}{N - (k + 1)}, \quad (4.7)$$

где $\overline{\overline{Y}}_j$ – значение параметра оптимизации, вычисленное по модели для условий j -го опыта; \overline{Y}_j – наблюдаемое значение параметра оптимизации в j -м опыте; k – число факторов.

Статистическая оценка результатов показала на несоответствие полученной вычислениями модели к экспериментальной, так как расчетный критерий Фишера равен $F_p=27,6$, то есть оказался больше табличного, который при 5 %-м уровне значимости и степенях свободы $f_1=N-(k+1)=1, f_2=N\cdot(n-1)=20$ составляет $F_T=4,4$.

Следовательно, аппроксимировать поверхность отклика полностью не представляется возможным и в этом случае необходимо перейти к планам второго порядка.

Для описания поверхности отклика уравнением второго порядка использовали центральное композиционное ортогональное планирование второго порядка, которое отличается простотой и удобством расчетов, а так же достаточно экономичное по числу опытов [71].

На основании результатов отсеивающего эксперимента были выбраны основные уровни варьирования выделенных факторов (табл. 4.6).

Перед началом эксперимента факторы кодировали по формуле [74]:

$$x_i = \frac{X_i - X_{0i}}{\varepsilon}, \quad (4.8)$$

где x_i – кодированное значение фактора (безразмерная величина), верхний уровень обозначается +1, а нижний -1 (в центре эксперимента будет нулевой уровень); X_i – натуральное значение фактора; X_{0i} – натуральное значение фактора на нулевом уровне; ε – натуральное значение интервала варьирования фактора, определяемое по формуле:

$$\varepsilon = \frac{X_i^g - X_i^h}{2}, \quad (4.9)$$

где X_i^g – значение фактора на верхнем уровне; X_i^h – значение фактора на нижнем уровне.

Для получения математической модели процесса распределения семян по площади посева в виде полинома второй степени реализовали ортогональный композиционный план, матрица планирования которого, с полученными экспериментальными данными, приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.6

Интервалы и уровни варьирования

Показатели	Кодированное значение	Факторы и их обозначение			Функция отклика $v, \%$
		V_d – окружная скорость высевающего диска, м/с	V_c – поступательная скорость посевной секции, м/с	c – жесткость подпружиненного выталкивателя семян, Н/м	
		X_1	X_2	X_3	
Верхний уровень	+1	0,2	2	5,3	
Основной уровень	0	0,15	1,5	4,8	
Нижний уровень	-1	0,1	1	4,3	
Звездные точки	1,215	0,211	2,1075	5,41	
	-1,215	0,089	0,8925	4,19	
Интервал варьирования	ξ	0,05	0,5	0,5	

В правой части табл. 4.7 представлены среднеарифметические (по трем повторностям) значения параметра оптимизации по каждому отдельному опыту. Общее число опытов N зависит от числа факторов k и определяется по выражению $N=2^k+2k+n$. Величины «звездного плеча» α и число опытов n_0 в центре плана выбирают в зависимости от принятого критерия оптимальности. Если ортогональность принять за достаточный критерий оптимальности плана эксперимента, то на число опытов в центре плана не накладывается какое-либо ограничение и обычно $n_0=1$. А значение «звездного» плеча при числе факторов $k=3$ равно – $\alpha=1,215$.

Таблица 4.7

Матрица планирования экспериментов и результатов опытов

№ опыта	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_2X_3	X_1X_3	Y
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	82,250
2	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	75,900
3	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	84,140
4	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	83,970
5	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	74,310
6	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	76,250
7	+1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	82,450
8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	78,260
9	+1	+1,215	0	0	0	0	0	83,270
10	+1	-1,215	0	0	0	0	0	83,140
11	+1	0	+1,215	0	0	0	0	86,590
12	+1	0	-1,215	0	0	0	0	72,280
13	+1	0	0	+1,215	0	0	0	84,750
14	+1	0	0	-1,215	0	0	0	83,260
15	+1	0	0	0	0	0	0	88,900

При обработке результатов экспериментов использовали следующие формулы:

а) Среднее арифметическое значение:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}, \quad (4.10)$$

где $\sum X$ – сумма всех вариантов замеров; n – число замеров.

б) стандартное отклонение:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}, \quad (4.11)$$

в) коэффициент вариации:

$$v = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100\%, \quad (4.12)$$

Обработка результатов эксперимента проводилась на ПЭВМ с использованием прикладной программы «EXEL 7.0» и «STATISTIKA VERSION 5.0». По результатам трехфакторного эксперимента определяли функцию отклика:

$$y = f(x_1, x_2, x_3) \quad (4.13)$$

Уравнение регрессии в закодированном виде запишется:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_1x_1^2 + b_2x_2^2 + b_3x_3^2 + b_{1,2}x_1x_2 + b_{1,3}x_1x_3 + b_{2,3}x_2x_3$$

В раскодированном виде уравнение имеет вид:

$$y = b_0 + b_1V_d + b_2V_c + b_3S + b_1V_d^2 + b_2V_c^2 + b_3S^2 + b_{1,2}V_dV_c + b_{1,3}V_dS + b_{2,3}V_cS$$

Расчет коэффициентов регрессии проводили по формулам:

$$b_0 = a_1 \sum \bar{Y}_u - a_2 \sum_{i=2}^u \sum x_i^2 \bar{Y}_u \quad (4.14)$$

$$b_1 = a_3 \sum_{i=2}^u x_{iu} \bar{Y}_u \quad (4.15)$$

$$b_{ij} = a_4 \sum x_{iu} x_{ju} \bar{Y}_u \quad (4.16)$$

$$b_{ii} = a_5 \sum x_{iu}^2 \bar{Y}_u + a_6 \sum_{i=1}^n \bar{Y}_u - a_2 \sum \bar{Y}_u \quad (4.17)$$

где a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 и a_6 – коэффициенты, равные, соответственно: 0,1663; 0,0568; 0,07322; 0,1250; 0,0625 и 0,00689.

После определения коэффициентов регрессии проверяли их значимость по формуле

$$\pm \Delta b_i = b_i - \beta = \pm t \cdot S_{b_i}, \quad (4.18)$$

где t – табличное значение t -критерия со степенью свободы $f = N \cdot (n_0 - 1)$; $S_{b_i}^2$ – дисперсия для коэффициентов регрессии, рассчитываемая по формулам:

$$S_{b_0}^2 = a_1 S_Y^2 \quad (4.19)$$

$$S_{b_i}^2 = a_3 S_Y^2 \quad (4.20)$$

$$S_{b_{ij}}^2 = a_4 S_Y^2 \quad (4.21)$$

$$S_{b_{ij}}^2 = a_5 S_Y^2 \quad (5.22)$$

где S_Y^2 – дисперсия воспроизводимости, определяемая по формуле

$$S_Y^2 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2, \quad (4.23)$$

где S_u^2 – дисперсия каждого опыта, рассчитываемая по формуле

$$S_u^2 = \frac{1}{r-1} \sum_{v=1}^r (Y_{uv} - \bar{Y}_u)^2, \quad (4.24)$$

где r – количество повторностей опыта; \bar{Y}_u – среднее значение выходного параметра.

$$\bar{Y}_u = \frac{1}{r} \sum_{v=1}^r Y_{uv} \quad (4.25)$$

Для проверки адекватности полученной модели вычислялся F -критерий Фишера по формуле:

$$F \frac{S_{LF}^2}{S_Y^2} = \frac{S_{LF}}{f_{LF}} \div \frac{SS_E}{f_E}, \quad (4.26)$$

где SS_E – сумма квадратов, связанная с дисперсией ошибки опыта,

$$SS_E = \sum_{U=1}^n (Y_{Ou} - \bar{Y}_O)^2 \quad (4.27)$$

при степенях свободы $f_E = n_0 - 1$; SS_E – сумма квадратов, связанная с дисперсией неадекватности:

$$S_{LF} = SS_R - SS_E, \quad (4.28)$$

с числом степеней свободы

$$f_{LF} = N - \frac{(n+2)(n+1)}{2} - (n_0 - 1), \quad (4.29)$$

где SS_R – остаточная сумма квадратов, связанная с остаточной дисперсией:

$$SS_R = \sum_{u=1}^N (\bar{Y}_u - \bar{\bar{Y}}_u)^2, \quad (4.30)$$

где \bar{Y}_u – среднее значение критерия оптимизации в u -м опыте при k повторностях; n – число факторов, $n=0, 1, 2, \dots$; $\bar{\bar{Y}}_u$ – значение критерия оптимизации, вычисленное по уравнению регрессии.

Если расчетное значение критерия Фишера меньше табличного, то модель можно считать адекватной с принятой степенью вероятности.

При получении адекватной математической модели второго порядка, необходимо определить координаты оптимума и изучить свойства поверхности в окрестностях оптимума. Для этого производим каноническое преобразование полученных математических моделей. Для анализа и систематизации, уравнения второго порядка приводили к канонической форме

$$Y - Y_S = B_{11}X_1^2 + B_{22}X_2^2, \quad (4.31)$$

где Y – значение критерия оптимизации; Y_S – значение критерия оптимизации в оптимальной точке; X_1, X_2 – новые оси координат, повернутые относительно старых x_1, x_2 ; B_{11}, B_{33} – коэффициенты регрессии в канонической форме.

При каноническом преобразовании уравнений производим перенос начала координат в новую точку S и поворот старых осей на некоторый угол в факторном пространстве, в результате чего исчезают линейные члены и изменяется значение свободного члена. Чтобы осуществить перенос начала координат в особую точку поверхности отклика, дифференцируем функцию отклика по каждой переменной и, приравняв к нулю частные производные, решаем полученную систему уравнений, то есть, находим значения факторов, оптимизирующие величину критерия оптимизации.

Для определения коэффициентов в канонической форме решаем характеристическое уравнение:

$$f(B) = \begin{vmatrix} (b_{11} - D)\frac{1}{2}b_{12} \\ \frac{1}{2}b_{12}(b_{22} - B) \end{vmatrix} = B^2 - (b_{11} + b_{22})B + \left(b_{11}b_{12} - \frac{1}{4}b_{12}^2 \right) = 0. \quad (4.32)$$

Угол поворота α определяем из выражения:

$$\operatorname{tg}2\alpha = \frac{b_{ij}}{b_{ii} - b_{jj}}. \quad (4.33)$$

После канонического преобразования и определения вида поверхности отклика, проводим ее анализ с помощью двумерных сечений. Для этого, придавая различные значения критерию оптимизации в каноническом уравнении, строим серию кривых равного выхода (изолиний), в области допустимых значений варьирования независимых переменных. Рассмотрение двумерных сечений дает наглядное представление о значениях критерия оптимизации, которые он принимает при варьировании уровней каждой пары факторов.

4.3. Результаты исследования по обоснованию оптимальных геометрических и кинематических параметров ячеистого вертикально-дискового аппарата с подпружиненным выталкивателем

После обработки результатов многофакторного эксперимента на ПЭВМ получили адекватную математическую модель второго порядка, описывающую зависимость $v = f(V_0, V_c, c)$ в закодированном виде:

$$Y = 86,49548 + 0,81516x_1 - 0,24865x_2 + 1,53394x_3 - 1,69451x_1^2 - 4,24832x_2^2 - 1,15259x_3^2 + 0,00625x_1x_2 + 0,53375x_1x_3 + 0,02375x_2x_3. \quad (4.33)$$

Для определения значений факторов, обеспечивающих оптимальное значение коэффициента вариации, решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -3,38902x_1 + 0,00625x_2 + 0,53375x_3 + 0,81516 = 0 \\ \frac{dy}{dx_2} = 0,00625x_1 - 8,49664x_2 - 0,02375x_3 - 0,24865 = 0 \\ \frac{dy}{dx_3} = 0,53375x_1 + 0,02375x_2 - 2,30518x_3 + 1,53394 = 0 \end{cases} \quad (4.34)$$

Оптимальные значения параметров (V_0, S, k) представлены в табл. 4.8.

Т а б л и ц а 4.8

Оптимальные значения исследуемых факторов

№ п/п	Исследуемые факторы	Оптимальные значения факторов	
		В закодированном виде	В раскодированном виде
1	V_d – окружная скорость высевающего диска, м/с	-0,3584	0,1320
2	V_c – поступательная скорость посевной секции, м/с	0,0292	1,5073
3	c – жесткость подпружиненного выталкивателя семян, Н/м	-0,7219	4,4390

После получения значения факторов необходимо изучить поверхности отклика в зоне оптимальных значений факторов с помощью способа двумерных сечений. Для этого приравниваем к нулю фактор x_3 и подставляем его в уравнение (4.33) и получаем:

$$Y = 86,49548 + 0,81516x_1 - 0,24865x_2 - 1,69451x_1^2 - 4,24832x_2^2 + 0,00625x_1x_2. \quad (4.35)$$

Затем составляем систему дифференциальных уравнений, представляющих собой частные производные по каждому из двух факторов [74]:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -3,38902x_1 + 0,00625x_2 + 0,81516 = 0 \\ \frac{dy}{dx_2} = 0,00625x_1 - 8,49664x_2 - 0,24865 = 0 \end{cases} \quad (4.36)$$

Решая систему (4.36), находим координаты центра поверхности отклика в закодированном виде: $x_1 = 0,24048$, $x_2 = -0,02909$ (соответственно после раскодирования $V_d = 0,16202$ м/с; $V_c = 1,492728$ м/с).

После канонического преобразования уравнение (4.35) примет вид:

$$Y - 86,59711 = -1,69451x_1^2 - 4,24832x_2^2. \quad (4.37)$$

Угол поворота осей составит:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{0,00625}{-1,69451 - 4,24832} \quad (4.38)$$

Откуда $\alpha = 0,06$ град.

Подставляя значения в уравнение (4.37), строим двумерное сечение поверхности отклика характеризующее зависимость равномерности распределения семян в рядке от поступательной скорости посевной секции и окружной скорости высевающего диска (рис. 4.3).

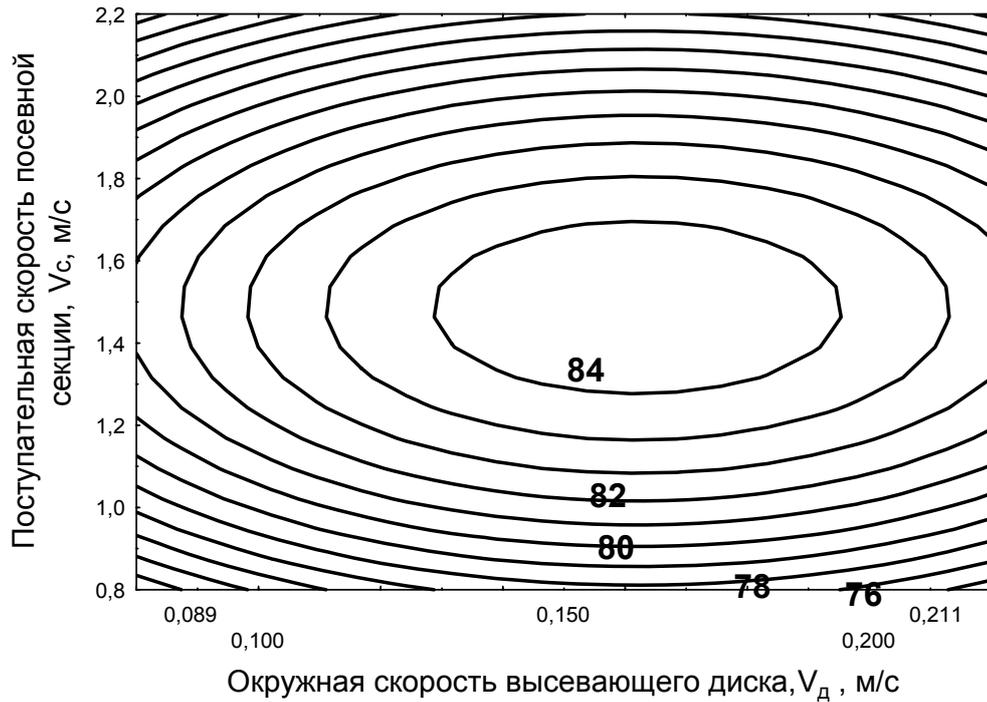


Рис. 4.3. Двумерное сечение поверхности отклика характеризующее зависимость равномерности распределения семян в рядке от поступательной скорости посевной секции и окружной скорости высевающего диска

Аналогично, приравнивая к нулю фактор x_2 , и подставляя его в уравнение (4.33) получим:

$$Y = 86,49548 + 0,81516 X_1 + 1,53394 X_3 - 1,69451 X_1^2 - 1,15259 X_3^2 + 0,53375 X_1 X_3. \quad (4.39)$$

Решая систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -3,38902x_1 + 0,53375x_3 + 0,81516 = 0 \\ \frac{dy}{dx_3} = 0,53375x_1 - 2,30518x_3 + 1,53394 = 0, \end{cases} \quad (4.40)$$

определяем координаты центра поверхности отклика в закодированном виде $x_1=0,35840$, $x_3=0,74842$ (соответственно после раскодирования $V_d=0,16792$ м/с, $c=5,174209$ Н м).

После канонического преобразования уравнение (4.41) примет вид:

$$Y - 87,21557 = -1,69451 X_1^2 - 1,15259 X_3^2 \quad (4.43)$$

Угол поворота осей составит:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{-0,53375}{-1,69451 - 1,15259} \quad (4.44)$$

Откуда $\alpha = 26,4$ град.

Подставляя значения в уравнение (4.43), строим двумерное сечение поверхности отклика характеризующее зависимость равномерности распределения семян в рядке от жесткости подпружиненного выталкивателя семян и окружной скорости высевающего диска (рис. 4.4).

Аналогично, приравнивая к нулю фактор x_1 , и подставляя его в уравнение (4.33), получим:

$$Y = 86,49548 - 0,24865 X_2 + 1,53394 X_3 - 4,24832 X_2^2 - 1,15259 X_3^2 + 0,02375 X_2 X_3. \quad (4.45)$$

Решая систему дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_2} = 8,49664x_2 + 0,0237x_3 - 0,24865 = 0 \\ \frac{dy}{dx_3} = 0,02375x_2 - 2,30518x_3 + 1,53394 = 0, \end{cases} \quad (4.46)$$

определяем координаты центра поверхности отклика в закодированном виде $x_2 = -0,02741$, $x_3 = 0,66515$ (соответственно после раскодирования $V_c = 1,4931$ м/с, $c = 5,1325$ Н м).

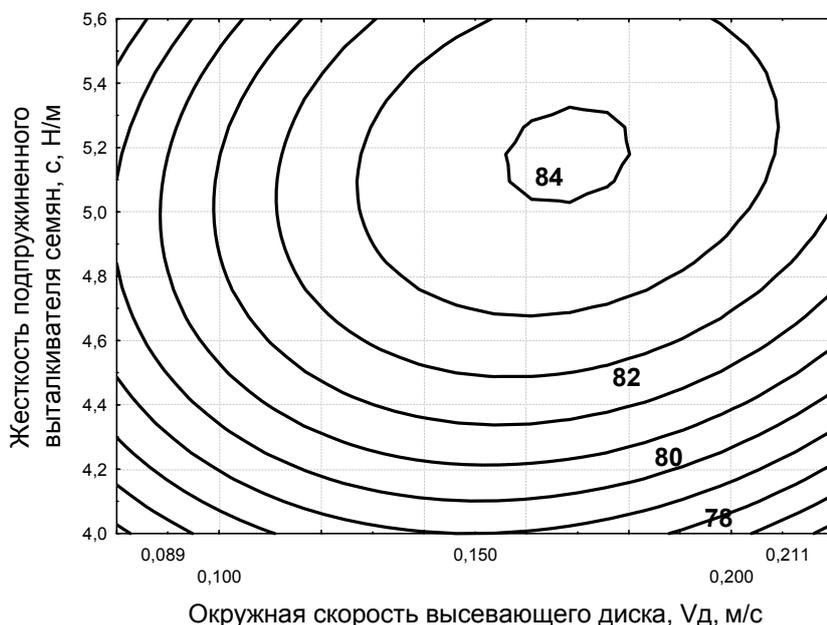


Рис. 4.4. Двумерное сечение поверхности отклика характеризующее зависимость равномерности распределения семян в рядке от жесткости подпружиненного выталкивателя семян и окружной скорости высевающего диска

После канонического преобразования уравнение (4.45) примет вид:

$$Y - 87,00904 = -4,24832 X_2^2 - 1,15259 X_3^2. \quad (4.47)$$

Угол поворота осей составит:

$$\operatorname{tg}2\alpha = \frac{-0,02375}{-4,24832 - 1,15259}. \quad (4.48)$$

Откуда $\alpha = 82,4$ град.

Подставляя значения в уравнение (4.47) строим двумерное сечение поверхности отклика характеризующее зависимость жесткости подпружиненного выталкивателя семян от окружной скорости высевающего аппарата (рис. 4.5).

Анализируя графическое изображение двумерных сечений (рис. 4.3, 4.4, 4.5) можно сделать вывод, что оптимальные значения исследуемых факторов находятся в интервалах: $V_d = 0,106 \dots 0,198$ м/с, $V_c = 1,3 \dots 1,7$, $c = 4,75 \dots 5,55$ Н/м; при этом параметр оптимизации (P) соответственно будет составлять 84%.



Рис. 4.5. Двумерное сечение поверхности отклика характеризующее равномерности распределения семян в рядке от жесткости подпружиненного выталкивателя семян и поступательной скорости посевной секции

Для использования уравнения (4.33) при инженерных расчетах удобнее представить его в раскодированном виде. С учетом значимости коэффициентов регрессии можно представить следующим выражением:

$$P = -74,251 + 116,997 \cdot V_d + 50,226 \cdot V_c + 54,223 \cdot c - 678,594 \cdot V_d^2 - 17,073 \cdot V_c^2 - 4,636 \cdot c^2 + 0,246 \cdot V_d \cdot V_c + 21,35V_d \cdot c + 0,095 \cdot V_c \cdot c. \quad (4.49)$$

4.4. Влияние выделенных факторов на дробление

Оценка влияния жесткости подпружиненного выталкивателя семян и окружной скорости высевающего диска на дробление семян сахарной свеклы при высеве осуществлялась по однофакторному эксперименту. За критерий оптимизации данных параметров дискового высевающего аппарата приняли процент дробления семян.

Экспериментальные исследования проводились согласно ОСТ 70.5.1-82 [86] на лабораторной установке (см. рис. 4.1).

По результатам обработки полученных данных, строили графики зависимостей дробления семян сахарной свеклы от жесткости подпружиненного выталкивателя семян (рис. 4.6) и окружной скорости высевающего диска (рис. 4.7).

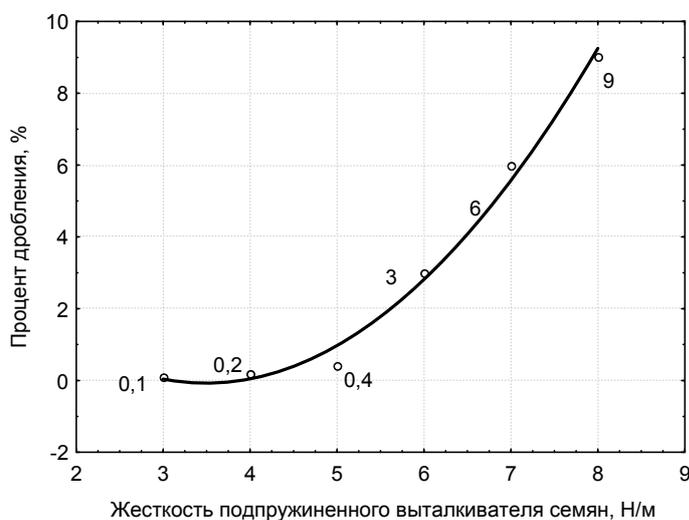


Рис. 4.6. Зависимость между величиной дробления семян и жесткостью подпружиненного выталкивателя семян (c)

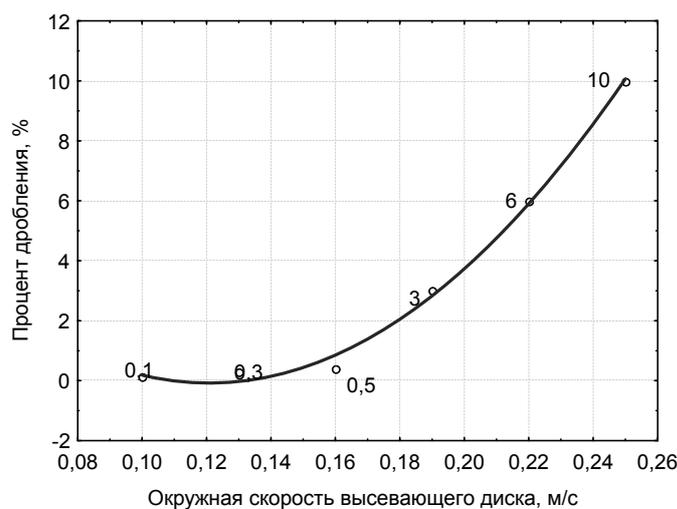


Рис. 4.7. Зависимость между величиной дробления семян и окружной скоростью высевающего диска (V_d)

Корреляционная связь между величиной показателя дробления семян и жесткостью подпружиненного выталкивателя семян (c) выражается уравнением параболической функции:

$$v(c) = 5,52 - 3,2c + 0,46c^2 \quad (4.50)$$

при этом индекс корреляции $R=0,95$.

Корреляционная связь между степенью дробления семян при высеве и скоростью высевающего диска (V_d) выражается уравнением параболической функции:

$$v(V_d) = 8,86 - 146,88 V_d + 608,87 V_d^2 \quad (4.51)$$

при этом индекс корреляции $R=0,97$.

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать вывод о том, что при значительном увеличении скорости высевающего диска V_d (более 0,18 м/с) и жесткости подпружиненного выталкивателя семян c (более 6 Н/м) существенно возрастает дробление семян (более 3%) поэтому рациональными для этих величин являются значения: $V_d = 0,1 \dots 0,18$ м/с; $c = 3 \dots 6$ Н/м.

4.5. Выбор оптимального типа подпружиненного выталкивателя. Цель и задачи исследования

Цель поискового опыта – определение оптимального типа подпружиненного выталкивателя семян, обеспечивающего максимально возможную равномерность распределения семян сахарной свеклы в рядке. В качестве испытуемых использовались три типа подпружиненных выталкивателей семян. Сравнительные испытания проводились с использованием высевающего аппарата для посева семян сахарной свеклы.

4.5.1. Программа и методика поискового опыта по определению оптимального типа подпружиненного выталкивателя

Экспериментальные исследования проводились согласно ОСТ 70.5.1-82 [86] на лабораторной установке (см. рис. 4.1).

Типы исследуемых выталкивателей представлены на рис. 4.8.

Выталкиватель типа А выполнен в соответствии с патентом на полезную модель № 55532 РФ [92] и представляет собой подпружиненный выталкиватель на рабочей части которого в шаровом гнезде расположен шарик. Выталкиватель типа Б имеет на рабочей части пластмассовый наконечник. Выталкиватель типа В отличается от типа Б тем что не имеет на рабочей части пластмассового наконечника.

Последовательность проведения опытов следующая. На корпусе высевающего аппарата закрепляют исследуемый выталкиватель. Семена засыпают в бункер (не менее $\frac{3}{4}$ от его общего объема) и одновременно включают привод высевающего аппарата и тележки. Семена из высевающего аппарата попадают на липкую поверхность ленты, с нанесенными на ней учетными квадратами 2×2 см. Высев семян на ленту проводят при установившемся режиме всех движущихся частей.

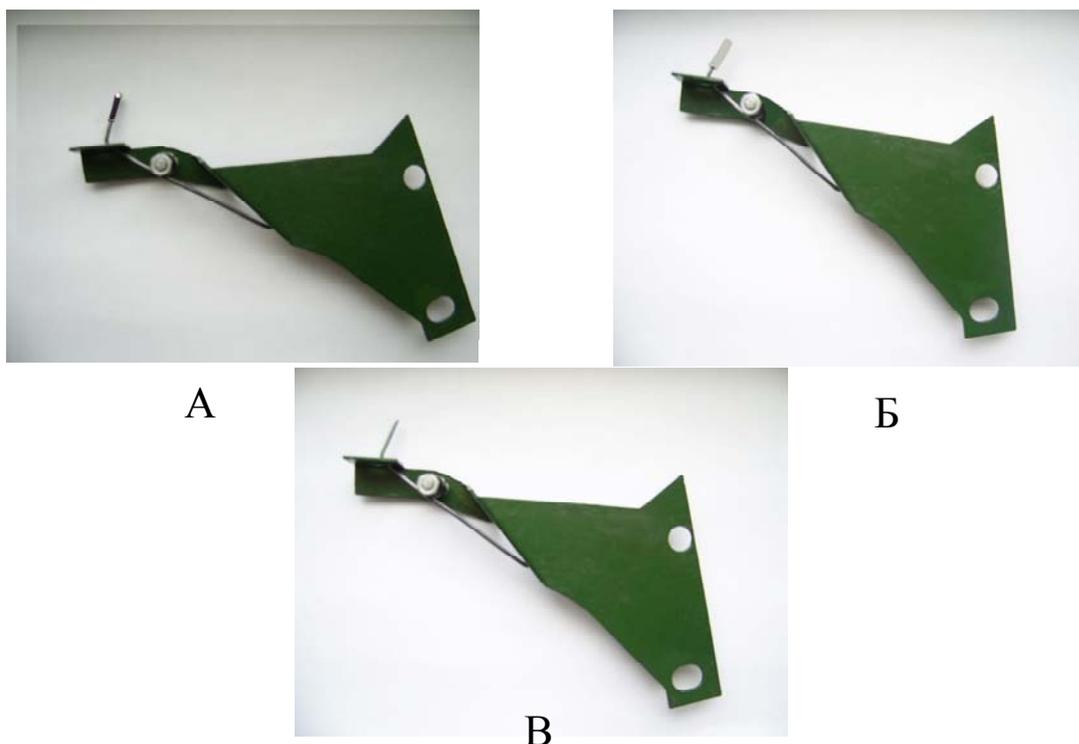
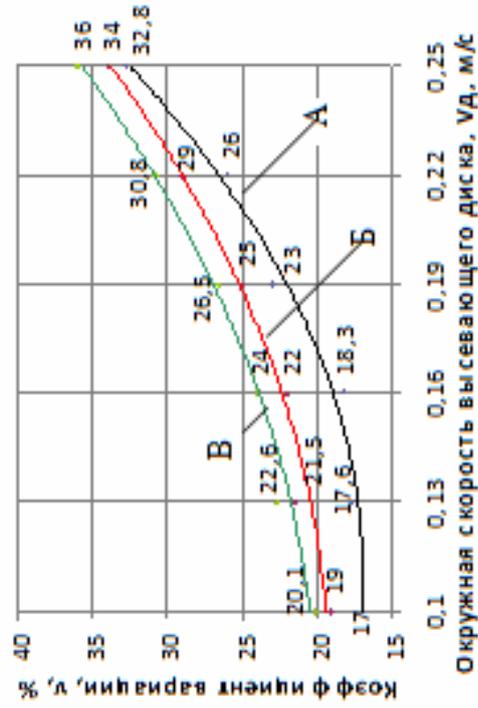
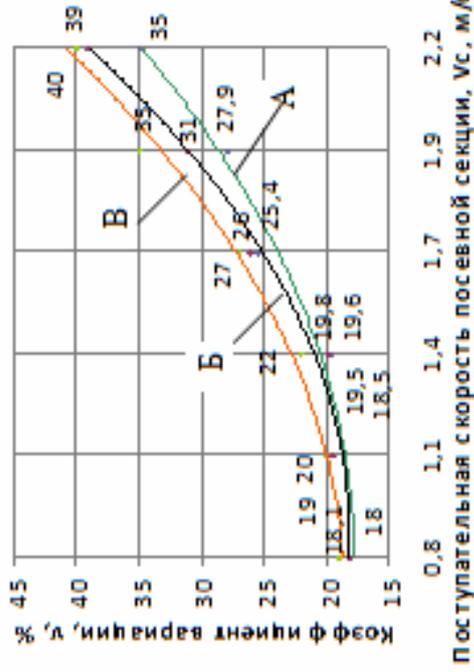
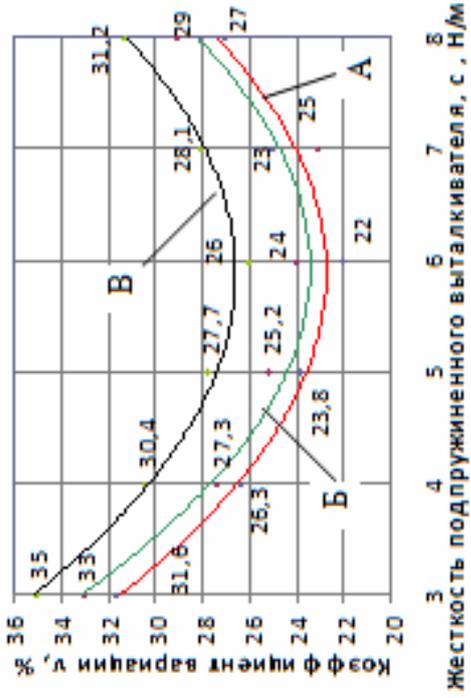


Рис. 4.6. Типы исследуемых выталкивателей:
А – тип выталкивателя с шариком; Б – тип выталкивателя с пластмассовым наконечником; В – тип выталкивателя без наконечника

Оценка влияния жесткости подпружиненного выталкивателя семян, скорости высевающего диска и скорости высевающего аппарата на равномерность распределения семян в рядке осуществлялась по однофакторному эксперименту. За критерий оптимизации данных параметров высевающего аппарата принимали коэффициент вариации ($v, \%$).

4.5.2. Результаты поискового опыта по определению оптимального типа выталкивателя

По результатам обработки опытных данных строились графики зависимостей распределения семян в рядке от жесткости подпружиненного выталкивателя семян, скорости высевающего диска и скорости высевающего аппарата (рис. 4.7) для всех типов выталкивателей.



А – тип выкалкивателя с шариком;
 Б – тип выкалкивателя с пластмассовым наконечником;
 В – тип выкалкивателя без наконечника

Рис. 4.7. Зависимость распределения семян в рядке (ν) от параметров:
 а – жесткость подпружиненного выкалкивателя (c); б – поступательная скорость посевой секции V_c ;
 в – окружная скорость высевающего диска V_d

Согласно полученным данным выталкиватель типа В имеет наихудшие показатели среди всех трех типов. Следовательно данный выталкиватель оптимальным считать нельзя. Выталкиватель типа Б занимает промежуточное положение между типом А и типом В.

Наилучшие показатели по коэффициенту вариации имеет подпружиненный выталкиватель семян типа А. У него наименьший коэффициент вариации. Таким образом, для дальнейших исследований целесообразно использовать подпружиненный выталкиватель типа А.

Выводы по разделу

1. Определены факторы, влияющие на равномерность распределения семян сахарной свеклы при расसेве.

2. Оптимальные конструктивно-режимные параметры высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян определялись с помощью многофакторного эксперимента униформротатбельного плана. На основе априорного ранжирования факторов и отсеивающего эксперимента были отобраны три фактора в большей степени, влияющие на равномерность распределения семян P

3. Получено уравнение регрессии второго порядка (4.49), с помощью которого определены оптимальные значения геометрических параметров высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян: $V_d = 0,106...0,198$ м/с, $V_c = 1,3...1,7$ м/с, $c=4,75...5,55$ Н/м; при этом параметр оптимизации (v) соответственно будет составлять 17-20 %.

4. Определен оптимальный тип выталкивателя, которым является тип А – выталкиватель с шариком.

5. ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

При проведении теоретических и лабораторных исследований были сделаны некоторые допущения и использованы приближенные схемы изучаемых процессов. Поэтому аналитические выражения полученных соотношений требуют проверки в реальных условиях.

5.1. Цель и задачи лабораторно-полевых исследований

Цель выполненных исследований – обосновать возможность применения высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян, а так же уточнение оптимальных значений его конструктивных и режимных параметров в полевых условиях.

Поставленная цель предусматривала решение следующих задач.

- изучение зависимости равномерности распределения семян сахарной свеклы в зависимости от жесткости подпружиненного выталкивателя семян, скорости движения агрегата, скорости высевающего диска.
- определение основных качественных показателей работы сеялки с экспериментальными высевающими аппаратами;
- изучение влияния технологии посева высевающими аппаратами с подпружиненными выталкивателями семян на урожайности сахарной свеклы.

5.2. Условия и методика проведения опытов

Лабораторно-полевые испытания проводились согласно отраслевому стандарту [85] ОСТ 10 5.1-2000 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей» на полях СПК «Калининский» Каменского района Пензенской области года. В качестве семенного материала использовались семена сахарной свеклы с нормой высева 6 кг/га.

Характеристика семян приведена в табл.5.1.

Исследования проводились экспериментальной навесной сеялкой, разработанной на базе свекловичной сеялки ССТ-12 Б (рис. 5.1).

Экспериментальная сеялка (рис. 5.2) состоит из бруса-рамы 7, снабженного замком автосцепки, опорно-приводных колес 2 с механизмом передач 3 на семявысевающие 10 и туковысевающие 4 аппараты, двенадцати посевных секций, маркеров с гидрофицированным механизмом подъема и опускания, слеодообразователя 12, системы автоматического контроля вращения высевающих дисков и уровня семян в бункерах. Для

нарезки направляющих щелей на брус-раме крепят дисковые щелеватели 1. Посевная секция составлена из литого корпуса 8, присоединенного с помощью параллелограммной подвески 18 к брус-раме ячеисто-дискового высевающего аппарата 10, семенного 16 и тукового 19 сошников, комкоотводителя 20, переднего 17 и заднего 14 прикатывающих катков и загортачей 13.

Т а б л и ц а 5.1

Характеристика семян сахарной свеклы

Показатели	Значения
Абсолютная масса, г	16
Объемная масса, г	560
Сортовая чистота, %	96
Влажность, %	14
Всхожесть, %	91
Хозяйственная годность, %	95
Линейные размеры, мм:	
длина	3,0...4,5
ширина	3,5...4,5
толщина	2,1...3,3



Рис. 5.1. Общий вид сеялки с экспериментальными высевающими аппаратами

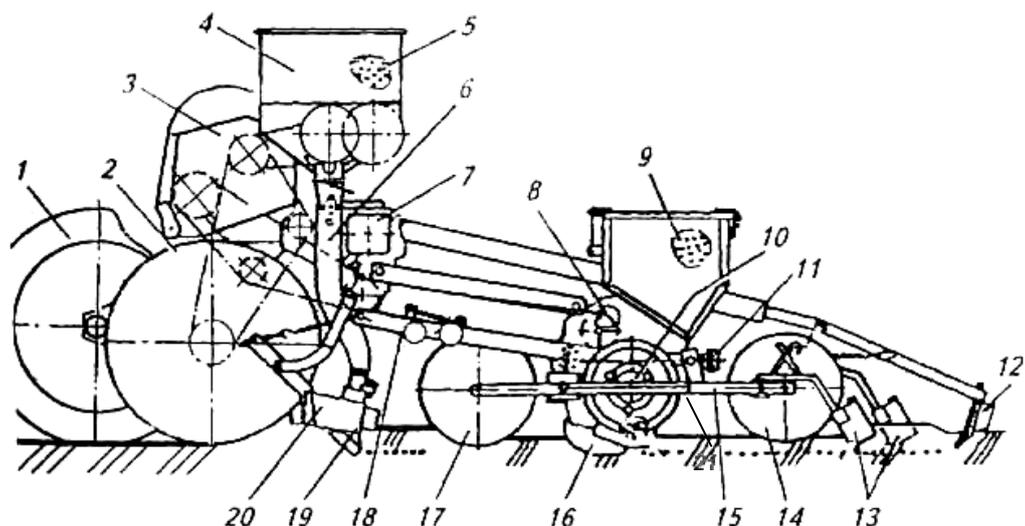


Рис. 5.2. Схема экспериментальной сеялки:

- 1 – дисковый щелеватель-направитель; 2 – опорно-приводное колесо;
 3 – механизм передач; 4 – туковысевающий аппарат; 5, 9 – бункера;
 6 – тукопровод; 7 – брус-рама; 8 – корпус секции; 10 – высеваящий аппарат;
 11 – регулятор глубины; 12 – слеодообразователь; 13 – загортачи; 14, 17 – катки;
 15 – рама катков; 16, 19 – сошники; 18 – подвеска секции;
 20 – комкоотводитель; 21 – подпружиненный выталкиватель семян

Для посева был выбран ровный однородный участок, на котором в 3-х местах в дни проведения опытов на глубине 0-5, 5-10 и 10-15 см определялись влажность почвы и ее твердость общепринятыми способами по ГОСТ 28268-89 и ГОСТ 28168-89 [27, 28]. Данные замеров приведены в табл. 5.2.

Т а б л и ц а 5.2

Влажность и твердость почвы по горизонтам

Горизонты почвы	Влажность, %			Твердость, МПа		
	повторность			повторность		
	1	2	3	1	2	3
0...5 см	14,7	15,4	15,1	0,17	0,19	0,21
5...10 см	23,4	21,8	20,1	0,46	0,57	0,48
10...15 см	25,8	24,7	26,1	0,89	0,91	1,19
Среднее значение	20,8			0,56		

Общие водно-физические свойства почвы на экспериментальном участке, характеризуются данными, приведенными в таблице 5.3.

Т а б л и ц а 5.3

Вводно-физические свойства почвы

№ п/п	Показатели	Значения
1	Общее количество физической глины, %	61,9
2	Гумус, %	8,7
3	Полная влагоемкость, %	43,5
4	Максимальная гигроскопичность, %	11,4
5	Мертвый запас влаги, %	16,6
6	Объемная масса в слое 0...10 см, г/см ³	0,97
7	Скважность в слое 0...10 см, %	61,2

Почва была подготовлена под посев по сложившейся в хозяйстве технологии: после боронования и шлейфования была проведена комбинированная операция по внесению почвенных гербицидов и предпосевной обработке культиватором УСМК-5,4 с прутковыми каточками. Глубина обработки почвы была принята равной глубине заделки семян. Почва на участке – среднесуглинистый чернозем.

Для изучения влияния скорости посевного агрегата на равномерность распределения семян в рядке испытываемой сеялки с экспериментальными высевальными аппаратами изменилась в пределах от 4 до 9 км/ч. Фактическую (рабочую) скорость агрегата определяли по длине учетной делянки с учетом времени ее прохождения.

Фактическую норму высева семян определяли перед закладкой сравнительного опыта на участке, расположенном рядом с опытным, для чего сеялка с опущенными сошниками проходила путь длиной 100 м. Повторность трехкратная. Массу семян, высеянных каждым аппаратом, определяли на весах с погрешностью ± 1 г.

Фактическую норму высева вычисляли по формуле [36]

$$Q = 10^4 q / BL \quad (5.1)$$

где Q – фактическая норма высева, кг/га; q – масса семян, высеянных всеми аппаратами, кг; B – ширина захвата сеялки, м; L – длина участка, м.

Контрольные делянки засеивали сеялкой ССТ-12 Б на оптимальной скорости в трехкратной повторности.

Для определения качества распределения в рядке на каждой из повторностей опыта отмечали по три 5-метровых отрезка на каждом из двух проходов сеялки, на которых учитывали равномерность распределения семян с целью определения существенного различия между испытываемыми машинами [94, 95]. Отрезки располагали равномерно по диагонали участка.

Таким образом, общее количество отрезков на 3-х повторностях каждого варианта составило 18, а общее количество измеренных интервалов было равным 1000...1200. Измерение интервалов между семенами проводили рулеткой или линейкой с точностью до 0,5 см.

Результаты измерений интервалов между семенами по каждому проходу сеялки обрабатывали методом математической статистики. За основной оценочный показатель принимаем коэффициент вариации

Ширину учетных делянок устанавливали равной двум проходам сеялки, длину – 100 м. На каждом проходе сеялки выделяли по три площадки в 30 м^2 , на которых учитывали равномерность распределения семян с целью определения существенного различия между испытываемыми машинами [85, 86, 87].

5.3. Результаты лабораторно-полевых исследований

При определении оптимального значения жесткости подпружиненного выталкивателя семян остальные факторы (скорость движения агрегата, окружная скорость высевающего диска) оставались постоянными, равными оптимальным значениям, полученными в результате проведения лабораторных исследований. При нахождении оптимального значения скорости движения агрегата и скорости высевающего диска постоянно оставались, соответственно такие параметры, как (c и V_d) и (c и V_c).

Результаты лабораторно-полевых исследований обрабатывались на ПЭВМ с помощью прикладной программы "STATISTIKA Version 6.0".

По результатам обработки полученных данных, строили графики зависимостей равномерности распределения семян сахарной свеклы в рядке от жесткости подпружиненного выталкивателя семян, скорости движения агрегата, окружной скорости высевающего диска.

Корреляционная связь между величиной показателя распределения семян в рядке (v , %) и жесткостью подпружиненного выталкивателя семян (c) выражается уравнением параболической функции:

$$v(c) = 58,17 - 11,41c + 0,97c^2 \quad (5.2)$$

при этом индекс корреляции $R=0,98$.

По полученным данным и уравнению (5.2) строим график зависимости между величиной показателя распределения семян в рядке (v , %) и жесткостью подпружиненного выталкивателя семян (c) (рис. 5.3)

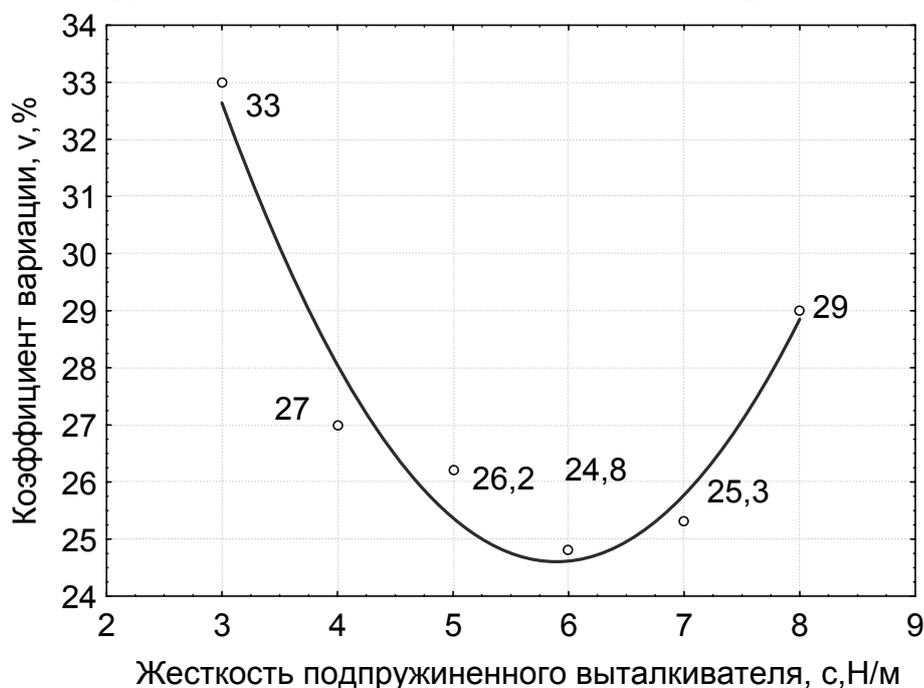


Рис. 5.3. Зависимость между величиной показателя распределения семян в рядке (v , %) и жесткостью подпружиненного выталкивателя семян (c)

Корреляционная связь между равномерностью распределения семян в рядке (v , %) и скоростью высевающего диска (V_d) выражается уравнением параболической функции:

$$v(V_d) = 23,06 - 88,31 V_d + 525,79 V_d^2 \quad (5.3)$$

при этом индекс корреляции $R=0,99$.

По полученным данным и уравнению (5.3) строим график зависимости между величиной показателя распределения семян в рядке (v , %) и окружной скоростью высевающего диска (V_d) (рис. 5.4)

Корреляционная связь между равномерностью распределения семян в рядке (v , %) и скоростью агрегата (V_c) выражается уравнением параболической функции:

$$v(V_c) = 30,46 - 23,40 V_c + 11,86 V_c^2 \quad (5.4)$$

при этом индекс корреляции $R=0,98$.

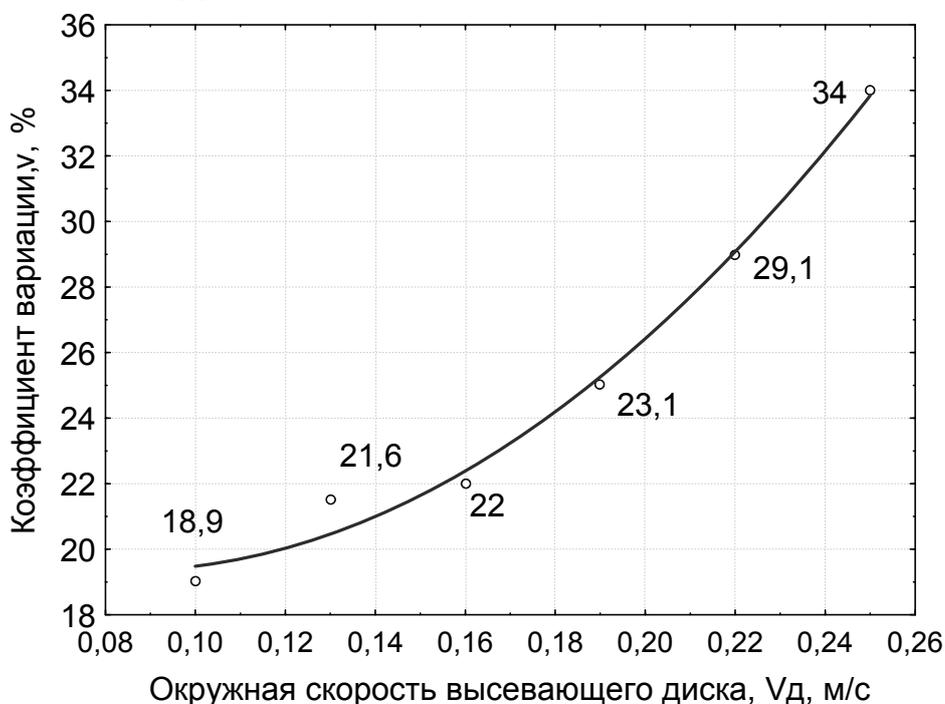


Рис. 5.4. Зависимость между величиной показателя распределения семян в рядке (v , %) и окружной скоростью высевающего диска (V_d)

По полученным данным и уравнению (5.4) строим график зависимости между величиной показателя распределения семян в рядке (v , %) и скоростью агрегата (рис. 5.5)

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать вывод о том, что скорость высевающего диска (V_d) оказывает значительное влияние на равномерность распределения семян сахарной свеклы в рядке. Оптимальное значение скорости высевающего диска (V_d) можно принять из

интервала 0,12...0,14 м/с. При увеличении этой скорости наблюдается неравномерность высева семян.

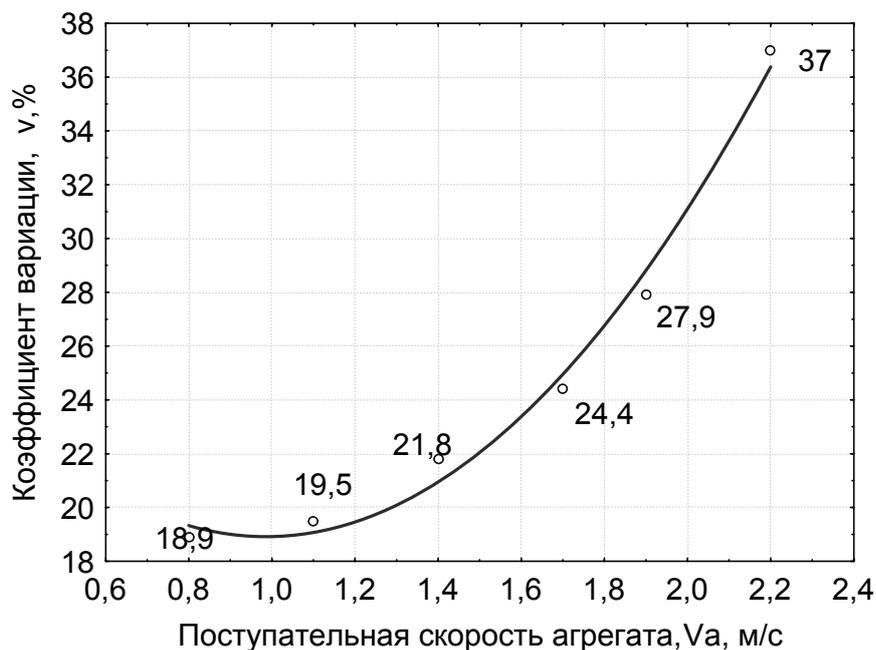


Рис. 5.3. Зависимость между величиной показателя распределения семян в рядке (v , %) и поступательной скоростью агрегата (V_a)

Как показывали полевые испытания наилучшие значения равномерности распределения семян сахарной свеклы получили при скорости движения агрегата (V_a) до 6 км/ч. Большее значение приводит к нарушению технологического процесса высева семян.

5.4. Производственные испытания опытного образца устройства

Итогом наших исследований явилась разработка сеялки с новым высевающим аппаратом для посева семян сахарной свеклы.

Опытный образец сеялки изготовлен на базе сеялки ССТ-12 Б и состоит из бруса-рамы, снабженного замком автосцепки, опорно-приводных колес с механизмом передач на семявысевающие и туковысевающие аппараты, двенадцати посевных секций. Краткая характеристика сеялки представлена в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Техническая характеристика новой сеялки для посева сахарной свеклы

Наименование показателя	Значение показателя
Тип машины	навесная
Способ посева	пунктирный
Ширина захвата	5,4
Рабочая скорость, км/ч	до 6
Транспортная скорость, км/ч	до 20
Производительность за час основного времени, га	2,4
Количество обслуживающего персонала, чел. в том числе тракторист	1 1
Габаритны размеры, мм:	
длина	1870
ширина	5850
высота	2080
Дорожный просвет, мм	не менее 460
Общая масса, кг	1125
Число сошников, шт.	12

Для сравнения, на экспериментальном участке проводили посев сеялкой ССТ-12 Б, тем же сменным материалом.

Производственные испытания проводили на полях СПК «Калининский» Каменского района Пензенской области с целью определения как количественных, так и качественных показателей работы сеялки с предлагаемыми высевальными аппаратами. Испытания проводились в установленные для средней полосы России сроки посева семян сахарной свеклы, в реально сложившихся условиях, при влажности почвы в слое 5...10 см – 21,7% и твердости почвы – 0,51 мПа. Участок площадью 5 га при длине гона 650 м имеет ровный рельеф, и уклон составляет 6°. Контур поля близок к правильной форме прямоугольника.

Методика проведения испытаний соответствовала ОСТ 10 5.1-2000 [86]. Конструктивные и режимные параметры высевальных аппаратов соответствовали оптимальным значениям, которые были получены в результате лабораторных исследований.

Оценку качества работы осуществляли по следующим показателям:

- а) отклонение от фактической нормы высева;
- б) равномерность распределения семян в рядке.

Производственные испытания проводились в сравнении базовой сеялки ССТ-12 Б с экспериментальной сеялкой с новыми высевальными аппаратами. Как показали результаты этих испытаний, экспериментальная сеялка, устойчиво выполняет технологический процесс посева семян сахарной свеклы в диапазоне скоростей до 6 км/ч. Отклонение от фактической нормы высева у сеялки ССТ-12 Б составило 6%, а у экспериментальной не более 2,9%, что соответствует агротехническим требова-

ниям к свекловичным сеялкам. Коэффициент вариации у серийно выпускаемой сеялки ССТ-12 Б составляет 45%, а у экспериментальной 38%.

Результаты производственных испытаний показали, что применение сеялки с разработанными высевающими аппаратами для посева семян сахарной свеклы позволяет получить прибавку урожая на 6% в сравнении с базовой.

Выводы по разделу

1. В полевых условиях нами были подтверждены результаты лабораторных исследований и определены основные качественные показатели работы сеялки с экспериментальными высевающими аппаратами.

2. Оптимальные значения равномерности распределения семян в рядке получены при скорости высевающего диска 0,14 м/с, скорости движения агрегата 6 км/ч, жесткости подпружиненного выталкивателя семян 5,8 Н/м

3. Применение сеялки с разработанными высевающими аппаратами обеспечивает прибавку урожайности сахарной свеклы на 6%.

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА С ПОДПРУЖИНЕННЫМ ВЫТАЛКИВАТЕЛЕМ

Основными показателями оптимальности режимов работы посевного агрегата являются производительность и урожайность возделываемой культуры. Расчет технико-экономических показателей посевного агрегата произведен на основании хронометрических наблюдений за работой в условиях хозяйства. При этом экономическая эффективность определялась в сравнении с модернизированным вариантом сеялки ССТ-12 Б, исходя из величин трудозатрат и прямых издержек на 1 га засеваемой площади [16]. Нормативные данные и расценки взяты из литературы [76, 81, 93, 109].

Сопоставимость исходных и конечных условий производства в двух вариантах (существующая и проектируемая технологии) обеспечена тем, что работа в обоих случаях происходила на одном поле, в одно и тоже время, имела одни и те же сопряженные операции. Кроме того, применение сеялки с сеялки с подпружиненным выталкивателем семян не изменило предыдущих и последующих операций технологического процесса возделывания сахарной свеклы.

6.1. Расчет балансовой стоимости

В основу экономических расчетов положены технико-экономические характеристики сеялки ССТ-12 Б и экспериментальной сеялки с подпружиненным выталкивателем семян (табл. 6.1).

Оценку экономической эффективности предлагаемой машины проводили по следующим основным показателям [16]:

- экономия эксплуатационных издержек на единицу выполненной работы или полученной продукции и снижения ее себестоимости;
- размеры дополнительных капиталовложений на внедрение средств механизации и срок их окупаемости.

Перечисленные показатели вычислялись по общепринятой методике.

Амортизационные отчисления:

$$Z_A = \frac{B_{тр} \cdot A_{тр}}{100 \cdot D_{сез} \cdot W_{час.м}} + \frac{B_M \cdot A_M}{100 \cdot D_{сез} \cdot W_{час.м}}, \quad (6.1)$$

где $B_{тр}$, B_M – балансовые стоимости трактора, сеялки; $A_{тр}$, A_M – норма амортизационных отчислений в процентах от балансовой стоимости; $D_{сез.тр}$, $D_{сез.м}$ – количество часов работы трактора, машины за сезон (сезонную загрузку принимаем в размере установленного нормативного типичного для региона); $W_{час.м}$ – производительность агрегата за час сменного времени, га.

Т а б л и ц а 6.1

Технико-экономические характеристики ССТ-12 Б
и экспериментальной сеялок

Технико-экономические показатели	Числовые значения показателей	
	сеялка ССТ-12 Б	экспериментальная сеялка
Агрегатирование	Т-70С	Т-70С
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Коэффициент использования времени смены	0,75	0,75
Среднегодовая загрузка, ч.	40	40
Производительность:		
за 1 час (основного времени), га/ч	3,5	2,4
за смену, га/см	24,5	16,8
за год, га/год	140	96
Норма амортизационных отчислений, %	12,5	12,5
Норма отчислений на ремонт и ТО, %	3,0	3,0

Для определения балансовой цены экспериментальной машины воспользовались методикой определения стоимости изготовления научно исследовательской разработки, согласно которой балансовая цена разработки определяется по формуле

$$C_{н} = C_{с} - C_{з.о} + C_{кон}, \quad (6.2)$$

где $C_{с}$ – цена машины, на базе которой изготавливается научно- исследовательская разработка (ССТ-12Б), руб.; $C_{з.о}$ – стоимость заменяемых рабочих органов, руб.; $C_{кон}$ – стоимость изготовления проектируемой конструкторской разработки, включаемой в базовую машину, руб. Определяется по формуле

$$C_{кон} = C_{к.д} + C_{од} + C_{п.д} + C_{сб.к} + C_{вм} + C_{оп}, \quad (6.3)$$

где $C_{к.д}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, рам, каркасов, руб.; $C_{с.д}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.; $C_{п.д}$ – цена покупных деталей, изделий, узлов или агрегатов, руб.; $C_{сб.к}$ – полная заработная плата с отчислениями на единый социальный налог (20,0%) и взнос в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (1,7%) производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.; $C_{вм}$ – стоимость вспомогательных материалов (2...4 % от затрат на основные), руб.; $C_{оп}$ – общепроизводственные (цеховые) накладные расходы на изготовление или модернизацию конструкции, руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей:

$$C_{од} = C_{пр.н} + C_{м}, \quad (6.4)$$

где $C_{\text{пр.н}}$ – оплата труда (с начислениями) производственных рабочих, занятых на оригинальных деталях; $C_{\text{м}}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей.

Всего оплата труда:

$$C_{\text{пр.н}} = C_{\text{осн}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{отп}} + C_{\text{есн+ст}}, \quad (6.5)$$

где $C_{\text{осн}}$ – основная зарплата производственных рабочих, руб.

$$C_{\text{осн}} = t_{\text{ср}} C_t K_d, \quad (6.6)$$

где $t_{\text{ср}}$ – средняя трудоемкость изготовления корпусных и оригинальных деталей, чел.-ч.; C_t – часовая ставка рабочих, исчисляемая по среднему разряду, руб.; K_d – отраслевой коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, $K_d = 1,3$; $C_{\text{доп}}$ – дополнительная оплата основному работнику за качество и срок 25% от тарифной ставки, руб.; $C_{\text{отп}}$ – резерв на отпуска 8,43% от суммы тарифной ставки и доплаты, руб.; $C_{\text{есн+ст}}$ – единый социальный налог (20,0%) и взнос в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (1,7%) 21,7% от суммы тарифной ставки, доплат, резерв на отпуска.

Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей:

$$C_{\text{м.з.}} = C_3 \cdot Q_3, \quad (6.7)$$

где C_3 – цена килограмма заготовки, руб.; Q_3 – масса заготовки, кг;

Цена покупных деталей изделий, агрегатов $C_{\text{п.д}}$ берется по рыночным ценам, действующим в данный момент.

$$C_{\text{вм}} = 4 \cdot (Q \cdot C_{\text{кд}} + C_{\text{п.д}}) / 100, \quad (6.8)$$

Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции $C_{\text{сб}}$ определяют по формуле (6.5):

Основную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, рассчитывают по формуле:

$$C_{\text{осн.сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_t \cdot K_d, \quad (6.9)$$

где $T_{\text{сб}}$ – нормативная трудоемкость сборки конструкции, чел.-ч., которую находят по выражению:

$$T_{\text{сб}} = K_c \cdot E_{\text{тсб}}, \quad (6.10)$$

где K_c – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, равный 1,08; $E_{\text{тсб}}$ – суммарная трудоемкость сборки составных частей конструкции, чел.-ч.

Дополнительная заработная плата и начисления на нее рассчитываются по вышеизложенной методике.

Общепроизводственные (цеховые) накладные расходы на изготовление или модернизацию конструкции:

$$C_{\text{оп}} = C'_{\text{пр}} R_{\text{оп}} / 100; \quad (6.11)$$

где $C'_{\text{пр}}$ – фонд оплаты труда производственных рабочих, участвующих в изготовлении или модернизации, руб.;

$$C'_{\text{пр}} = C_{\text{пр.н}} + C_{\text{сб}}, \quad (6.12)$$

$R_{\text{оп}}$ – процент общепроизводственных расходов ($R_{\text{оп}} = 25\%$).

Данные необходимые для расчета балансовой цены экспериментальной машины приведены в табл. 6.2.

Т а б л и ц а 6.2

Данные для расчета балансовой цены экспериментальной машины

Показатели	Значение
Трудоемкость изготовления оригинальных деталей, чел.-ч	67
Трудоемкость операций по сборке конструкции, чел.-ч	4
Общая стоимость базовой модели, руб.	108354
Стоимость покупаемых деталей и узлов, руб.	3800
Часовая тарифная ставка рабочего занятого на изготовлении и сборке конструкции, руб.	15,45

6.2. Прямые эксплуатационные затраты

Прямые эксплуатационные затраты, приходящиеся на единицу работы, определяют по формуле:

Эксплуатационные затраты на единицу работы (1 га), руб.:

$$Z_{\text{э}} = Z_{\text{п}} + Z_{\text{А}} + Z_{\text{Р}} + Z_{\text{Т}} + Z_{\text{М}}, \quad (6.13)$$

где $Z_{\text{п}}$ – оплата труда рабочих, обслуживающих агрегат; $Z_{\text{А}}$ – амортизационные отчисления; $Z_{\text{Р}}$ – отчисления на текущий ремонт и технические уходы; $Z_{\text{Т}}$ – стоимость топлива; $Z_{\text{М}}$ – стоимость вспомогательных материалов.

Оплата труда рабочих, обслуживающих агрегат, производится по тарифным ставкам с учетом доплат;

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{п1}} + Z_{\text{п2}}, \quad (6.14)$$

где $Z_{\text{п1}}$ – оплата труда основных рабочих, руб.

$$Z_{\text{п1}} = N_1 \cdot (C_{\text{ТАР1}} + C_{\text{ДОП}} + C_{\text{ОТП}} + C_{\text{ЕСН+СТ}}) / W_{\text{ЧАС}} \quad (6.15)$$

где N_1 – количество основных работников, чел.; $C_{\text{ТАР1}}$ – часовая тарифная ставка основного рабочего с учетом отраслевого коэффициента, руб.; $C_{\text{ДОП}}$ – дополнительная оплата основному работнику за качество и срок 25% от тарифной ставки (берется из положения по оплате труда), руб.;

$$C_{\text{ДОП}} = 0,25 C_{\text{ТАР1}} \quad (6.16)$$

$C_{\text{ОТП}}$ – резерв на отпуска 8,43% от суммы тарифной ставки и доплаты, руб.;

$$C_{\text{ОТП}} = \frac{8,43 \cdot (C_{\text{ТАР}} + C_{\text{ДОП}})}{100}, \quad (6.17)$$

$C_{\text{ЕСН+СТ}}$ – единый социальный налог (20%) и взнос в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (1,7%) 21,7% от суммы тарифной ставки, доплат, резерв на отпуска (при уплате ЕСХН ЕСН составляет 10,3%).

$$C_{\text{ЕСН+СТ}} = \frac{21,7 \cdot (C_{\text{ТАР}} + C_{\text{ДОП}} + C_{\text{ОТП}})}{100}, \quad (6.18)$$

где $Z_{\text{П2}}$ – оплата труда подсобных рабочих, руб.;

$$Z_{\text{П2}} = N_1 \cdot (C_{\text{ТАР}} + C_{\text{ДОП}} + C_{\text{ОТП}} + C_{\text{ЕСН+СТ}}) / W_{\text{ЧАС}}, \quad (6.19)$$

где N_2 – количество подсобных рабочих, чел.; $C_{\text{ТАР2}}$ – часовая тарифная ставка подсобных рабочих с учетом отраслевого коэффициента, руб.; $C_{\text{ДОП}}$, $C_{\text{ОТП}}$, $C_{\text{ЕСН+СТ}}$ – рассчитываются аналогично как и для основных работников.

Отчисления на текущий ремонт и технические уходы определяются по формуле

$$Z_{\text{Р}} = \frac{B_{\text{ТР}} \cdot P_{\text{ТР}}}{100 \cdot D_{\text{сез.тр}} \cdot W_{\text{час.м}}} + \frac{B_{\text{М}} \cdot P_{\text{М}}}{100 \cdot D_{\text{сез.м}} \cdot W_{\text{час.м}}}, \quad (6.20)$$

где $B_{\text{ТР}}$, $B_{\text{М}}$ – балансовые стоимости трактора, машины; $P_{\text{ТР}}$, $P_{\text{М}}$ – норма отчисления на текущий ремонт и технические уходы в процентах от балансовой стоимости; $D_{\text{сез.тр}}$, $D_{\text{сез.м}}$ – количество часов работы трактора, машины за сезон; $W_{\text{час.м}}$ – производительность агрегата за час сменного времени, га.

Стоимость топлива исчисляется по формуле

$$Z_{\text{Т}} = N_{\text{Т}} \cdot Ц_{\text{Т}}, \quad (6.21)$$

где $N_{\text{Т}}$ – норма расхода топлива на 1 га, кг; $Ц_{\text{Т}}$ – комплексная цена топлива за 1 кг, руб.

Стоимость вспомогательных материалов определяется по формуле

$$Z_{\text{М}} = H_{\text{М}} \cdot Ц_{\text{М}}, \quad (6.22)$$

где $H_{\text{М}}$ – удельный расход материалов на единицу работы, кг, м, шт.; $Ц_{\text{М}}$ – цена единицы расходуемого материала, руб.

Все перечисленные составляющие и показатели эксплуатационных расходов в рублях на единицу продукции приведены в табл. 6.3.

Т а б л и ц а 6.3

Показатели эксплуатационных затрат

Элементы затрат	Серийная машина	Экспериментальная машина
Фонд оплаты труда, руб./га	5,6	6,3
Амортизационные отчисления, руб./га	122	143
Затраты на ремонт ТО и хранение, руб./га	176	205
Затраты на ТСМ, руб./га	58	65
Сумма эксплуатационных затрат, руб./га	361,6	419,3

6.3. Годовой экономический эффект от внедрения

$$\Gamma_{\text{эф}} = (I_{\text{уд.с}} - I_{\text{уд.н}}) \cdot Q_n + D, \quad (6.23)$$

где Q_n – объем работ при проектируемом варианте, руб.; D – денежная оценка дополнительно полученной продукции, руб.

В свою очередь денежная оценка D определяется как:

$$D = \Delta N_y \cdot C \cdot Q_n, \quad (6.24)$$

где ΔN_y – дополнительная урожайность сельскохозяйственной культуры, т/га; C – цена 1 т продукции, руб.

Удельные приведенные затраты $\text{ПЗ}_{\text{уд.с(н)}}$ определяются из выражения:

$$\text{ПЗ}_{\text{уд.с(н)}} = I_{\text{уд.с(н)}} + E_n \cdot K_{\text{уд.с(н)}}, \quad (6.25)$$

где $I_{\text{уд.с(н)}}$ – удельные эксплуатационные затраты при существующей и новой технологии посева, руб./га; E_n – норматив приведения разновременных затрат и результатов, равен 0,1; $K_{\text{уд.с(н)}}$ – удельные капитальные вложения при существующей и новой технологии посева, руб./га.

Удельные капитальные вложения $k_{\text{уд.с(н)}}$ определяются по формуле

$$K_{\text{уд.с(н)}} = \frac{B}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{г}}}, \quad (6.26)$$

где B – балансовая стоимость машины, руб.; $T_{\text{г}}$ – годовая наработка машины, ч.

6.4. Срок окупаемости основных капитальных вложений $T_{\text{ок}}$

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_0}{\Gamma_{\text{эф}}}, \quad (6.27)$$

где K_0 – основные капитальные вложения, руб.

Результаты расчета экономической эффективности применения экспериментальной сеялки с подпружиненным выталькивателем семян для посева сахарной свеклы представлены в табл. 6.4.

Т а б л и ц а 6.4

Результаты расчета экономической эффективности применения сеялки с подпружиненным выталькивателем семян

Показатели	Значения
Балансовая стоимость машины, тыс. руб.	113,05
Годовая экономия, тыс. руб./га	177,5
Годовой экономический эффект при нормативной годовой загрузке 40 ч., тыс. руб.	177,4
Срок окупаемости основных капитальных вложений, лет	0,63

Выводы по разделу

Экономические расчеты подтверждают что применение сеялки с подпружиненным выталькивателем семян для посева сахарной свеклы экономически целесообразно. При незначительном росте эксплуатационных издержек при посеве семян сеялкой с подпружиненным выталькивателем семян (на 58 руб./га), годовая экономия от получения дополнительной продукции составляет 177,5 тыс. руб./га. Годовой экономический эффект при нормативной годовой загрузке 40 ч составил 177,4 тыс. рублей на одну сеялку, при сроке окупаемости 0,63 года.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ результатов исследований ведущих научно-исследовательских организаций показал, что наиболее перспективным в конструкции рабочих органов посевных машин явилось применение механических высевающих аппаратов с дисковыми высевающими аппаратами.

На основе проведенного анализа разработана конструкция высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян сахарной свеклы, предназначенного для лучшего распределения семян в рядке и исключения травмирования семян.

2. Изучение физико-механических свойств семян сахарной свеклы показали, что средние значения линейных размеров изменяются в пределах: длина 3,0...4,5 мм; ширина – 3,0...4,5 мм; толщина – 2,1...3,3 мм. Абсолютная масса семян составляет $16,6 \pm 0,14$ г при объемной массе $560 \pm 4,12$ г/л. Статический коэффициент трения семян по стали неокрашенной колеблется в пределах от 0,34 до 0,38, а динамический коэффициент трения – $0,258 \pm 0,004$. Коэффициент восстановления равен 0,564.

3. Теоретическими исследованиями установлены аналитические зависимости для определения время выхода его из ячейки, входа шарика в ячейку, время движения шарика по перемычке и положения шарика подпружиненного выталкивателя семян в каждый момент времени, силы, действующей на семя при выходе его из ячейки.

4. Лабораторные исследования позволили установить конструктивно-режимные параметры высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян сахарной свеклы окружную скорость высевающего диска $V_d = 0,106...0,198$ м/с, поступательную скорость посевной секции $V_c = 1,3...1,7$ м/с, жесткость подпружиненного выталкивателя семян $c = 4,75...5,55$ Н/м, при которых достигается максимальная равномерность распределения семян в рядке $\nu = 16...19\%$. Определен оптимальный тип выталкивателя, которым является выталкиватель с шариком.

5. Лабораторно-полевые и производственные исследования сеялки с экспериментальными высевающими аппаратами семян сахарной свеклы подтвердили целесообразность применения высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян, а также достоверность теоретических и лабораторных исследований. Применение сеялки с разработанными высевающими аппаратами обеспечивает прибавку урожайности сахарной свеклы на 6% за счет повышения равномерности посева семян сахарной свеклы и снижения их травмируемости при посеве.

Экономические расчеты подтверждают что применение сеялки с подпружиненным выталкивателем семян для посева сахарной свеклы экономически целесообразно. При незначительном росте эксплуатационных издержек при посеве семян сеялкой с подпружиненным выталкивателем семян (на 58 руб./га), годовая экономия от получения дополнительной продукции составляет 177,5 тыс. руб./га. Годовой экономический эффект при нормативной годовой загрузке 40 ч составил 177,4 тыс. руб. на одну сеялку, при сроке окупаемости 0,63 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. с. 1554796 СССР, МКИ⁴ А 01 С 7/04. Высевающий аппарат [Текст] / В.Д. Липин, В.И. Комиссаров, В.Д. Липина (СССР). – №4402641/31-15; Заявл. 01.02. 88; Оpubл. 07.04.90, Бюл. № 13. – 4 с.: ил.
2. А. с. 1169555 СССР, МКИ⁴ А 01 С 7/04. Высевающий аппарат сеялки [Текст] / П.С. Бунов, С.В. Кравчук, В.Б. Ищенко (СССР). – №3432610/30-15; Заявл. 30.04. 82; Оpubл. 30.07.85, Бюл. № 28. – 5 с.: ил.
3. А. с. 1607717 СССР, МКИ⁴ А 01 С 7/04. Высевающий аппарат [Текст] / В.Д. Липин, Т.Т. Черемисинова, В.Д. Липина (СССР). – №4404130/30-15; Заявл. 15.02. 88; Оpubл. 23.11.90, Бюл. № 43. – 4 с.: ил.
4. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976.–279с.
5. Астахов, В.С. Анализ пневматических централизованных систем [Текст] / В.С. Астахов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997. – №10. – С.33–34.
6. Астахов, В.С. Посевная техника: анализ и перспективы развития [Текст] / В.С. Астахов // Тракторы и сельхозмашины. – 1999. – №1. – С.6–9.
7. Астахов, В.С. Результаты испытаний макета пропашной сеялки с пневматической централизованной высевающей системой [Текст] / В.С. Астахов, В.Г. Дрозд // Механизация обработки почвы и посева при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. БСХА. – Горки, 1993. – С.54–60.
8. Басин, В. С. Особенности посева дражированных семян [Текст] / В.С. Басин, Д.И. Кришталь, Д.И. Дранникова// Сахарная свекла. – 1992. – №3. – С.22–23.
9. Басин, В.С. Зарубежные свекловичные сеялки точного посева [Текст] / В.С. Басин, А.Н. Полищук, Д.И. Дранникова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1972. – № 9. – С.40–41.
10. Белодедов, В.А. Влияние конструктивных параметров сеялок на равномерность размещения семян [Текст] / В.А. Белодедов, Н.В. Островский // Механизация и электрификация. – 1980. – №3. – С.12–14.
11. Будагов, А.А. Точный посев на высоких скоростях [Текст] / А.А. Будагов. – Краснодар, 1971. – 139 с.
12. Бузенков, Г.М., Машины для посева сельскохозяйственных культур [Текст] / Г.М. Бузенков, С.А. Ма. –М.: Машиностроение, 1976. – 272 с.
13. Василенко, С.В. Влияние размещения растений в рядке на урожайность сахарной свеклы [Текст] / С.В. Василенко // Совершенствование технологий и технических средств производства продукции растениеводства и

животноводства: сб. науч. тр. Воронежской ГАУ. – Воронеж: РИО ВГАУ, 1998. – С.24–29.

14. Экологические требования к почвообрабатывающим орудиям и посевным машинам [Текст] / В.М. Власенко // Тракторы и сельхозмашины. – 1993. – №9. – С.14–17.

15. Волкова, Н.А. Экономическое обоснование инженерно–технических решений в дипломных проектах [Текст] / Н.А. Волкова. – Пенза: РИО ПГСХА, 2000. – 167 с.

16. Волоха, Н.П. Производственное испытание сеялки «Мультикорн» [Текст] / Н.П. Волоха, С.А. Бондаренко, Т. Клауснитцер // Сахарная свекла.– 1993. – №3. – С.29–30.

17. Вострухин, Н.П. Прогрессивная технология возделывания сахарной свеклы [Текст] / Н.П. Вострухин.– Минск, 1972. – 74 с.

18. Вундерлих, К.Х. Знать свою сеялку [Текст] / К.Х. Вундерлих // Сахарная свекла. – 1995. – №8. – С.14–15.

19. Глуховский, В.С. Направления совершенствования техники точного посева семян сахарной свеклы [Текст] / В.С. Глуховский // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1985. – №6. – С.22–23.

20. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. [Текст] / В.Е. Гмурман. –М.: Высшая школа, 1997. – 479 с.

21. Горбунов, Н.Н. Густота насаждения и продуктивность свеклы [Текст] / Н.Н. Горбунов, А.В. Ащеулов// Сахарная свекла. –1993.–№1.– С.6–9.

22. Горячкин, В.П. Собрание соч. [Текст] / В.П. Горячкин.– М.: Колос, – 1968. – Т. 1. – С. 244–253.

23. ГОСТ 12036–85. Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб [Текст]. – 35 с.

24. ГОСТ 12041–82. Метод определения влажности [Текст]. – 4 с.

25. ГОСТ 12042–89. Метод определения массы 1000 семян [Текст]. – 6 с.

26. ГОСТ 28168–89. Почвы. Отбор проб [Текст]. – 6 с.

27. ГОСТ 28268–89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений [Текст] . – 24 с.

28. Григорьев, Л.Н. Сеялки для посева сахарной свеклы и овощей [Текст] / Л.Н. Григорьев // Техника в сельском хозяйстве. – 1985. – №4. – С.60–62.

29. Гусев, В.М. Посевные машины США и Канады [Текст] / В.М. Гусев, В.И. Мишин // Тракторы и сельхозмашины.–1989.–№3.–С.55–58.

30. Гусев, В.М. Анализ конструкций пропашных сеялок [Текст] / В.М. Гусев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1991. – №2. – С.1–3.

31. Гусинцев, Ф.Г. Технологические основы механизации посева и формирования густоты насаждения пропашных культур [Текст]: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01/ Ф.Г. Гусинцев. – Л., 1971. – 42 с.
32. Гутнер, Р.С. Элементы численного анализа и математической обработки результата опыта [Текст] / Р.С. Гутнер, Б.В. Овчинский. – М.: Наука, 1970. – 432с.
33. Добронравов, В.В. Курс теоретической механики [Текст] / В.В. Добронравов, Н.Н. Никитин. – М.: Высшая школа, 1983. – 457с.
34. Довбенко, Н.С. Исследование влияния параметров скоростного высевающего аппарата на показатели его работы [Текст] / Н.С. Довбенко // Повышение производительности и эффективности использования сельскохозяйственной техники на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. / Прим. СХИ.– Уссурийск, 1983. – С.43–49.
35. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 .
36. Дринча, В.К. Определение коэффициентов восстановления семян [Текст] / В.К. Дринча, И.А. Пехальский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997. – №6. – С.27.
37. Дьюла Керекеш. Современные высевающие аппараты [Текст] / Дьюла Керекеш // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1981. – №4. – С.60–62.
38. Журавлев, Б.И. Пневматические сеялки [Текст] /Б.И. Журавлев. – М.: Сельхозмашиностроение, 1965. – 88с.
39. Журавлев, Б.И. Результаты исследований пневматических высевающих аппаратов для точного высева семян сельскохозяйственных культур [Текст] / Б.И. Журавлев // Усовершенствование и создание машин для посева, посадки и внесения удобрений: материалы НТС. –М.: 1964.– Вып.16. – С.62–85.
40. Зенин, Л.С. К теории точного высева [Текст] / Л.С. Зенин //Вестник сельскохозяйственной науки. – Алма-Ата, 1962. – № 1. – С. 62–84.
41. Зенин, Л.С. Повышение равномерности размещения растений [Текст] /Л.С. Зенин, В.А. Прохоров, В.В. Василенко, Е.Л. Зенина // Сахарная свекла. – 1987. – № 5. – С.11–13.
42. Зенин, Л.С. Прогнозирование размещения всходов [Текст] / Л.С. Зенин // Сахарная свекла. – 1986. – № 1. – С.11–13.
43. Зволинский, В.П. Посевная техника в России и странах СНГ [Текст] /В.Н. Зволинский, Н.И. Любушко // Техника и оборудование для села. – 2000. – №2. – С.5–13.
44. Математическая статистика [Текст] / В.М. Иванов [и др.]. – М.: Высшая школа, 1981.–371с.

45. Имамов, И.С. Автоматизированная система расчета, оптимизации параметров и проектирования рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин [Текст] / И.С.Имамов // Тракторы и сельхозмашины. – 1993. – №8. – С.20–23.
46. Казанов, В.М. Зависимость качества высева от схемы питания семенной камеры сеялки СУПН–8 [Текст] / В.М. Казанов, С.И. Шмат // Техника в сельском хозяйстве. – 1989. – №2. – С.33–34.
47. Казанов, В.М. Аэродинамический режим высевающего аппарата сеялки [Текст] / В.М. Казанов, С.И. Шмат, С.А. Мартыненко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – №6. – С.11–13.
48. Казаров, К.Р. Механизированное прореживание всходов сахарной свеклы с повышенной точностью распределения [Текст]: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/ К.Р. Казаров. – Воронеж, 1973. – 25 с.
49. Кардашевский, С.В. Высевающие устройства посевных машин [Текст] / С.В. Кардашевский. – М.: Машиностроение, 1973. – 176 с.
50. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины [Текст] / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский. – М.: Агропромиздат, 1989. – 527 с.
51. Кирюхин, В.Г. Комплекс почвообрабатывающих, посевных и посадочных машин [Текст] / В.Г. Кирюхин, Л.Х. Ким, Б.Ф. Кузнецов // Тракторы и сельхозмашины. – 1978. – №8. – С.19–23.
52. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины [Текст] / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М.: Колос, 1980. – 473 с.
53. Комаристов, В.Е. Сельскохозяйственные машины [Текст] / В.Е. Комаристов, Н.Ф. Дунай. – М.: Колос, 1984. – 478 с.
54. Кондратец, Л.И. Техника в ФРГ [Текст] / Л.И. Кондратец, Л.Г. Суворова, И.В. Кудрянова // Сахарная свекла. – 1987. – №1. – С.43–45.
55. Корабельский, В.И. Конструирование рабочих органов посевных машин графоаналитическим способом [Текст] / В.И. Корабельский, В.Н. Данченко // Тракторы и сельхозмашины. – 1983. – №9. – С.13–15.
56. Корниенко, А.В. Российское свекловодство в XXI веке [Текст] / А.В. Корниенко, А.К. Нанаенко // Сахарная свекла. – 2001. – №1. – С.2–5.
57. Коробейников, А.Т. О повышении точности высева [Текст] / А.Т. Коробейников // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1964. – № 6. – С.12–13.
58. Кузнецов, Б.Ф. Отечественная посевная техника [Текст] / Б.Ф. Кузнецов, В.А. Юбзашев, Н.И. Любушко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1988. – №11. – С.25–27.
59. Кузнецов, Б.Ф. Исследование ячеисто–дискового высевающего аппарата вертикального типа на высева семян свеклы [Текст] / Б.Ф. Кузнецов // Усовершенствование и создание машин для посева, посадки и внесения удобрений: материалы НТС. – М., 1964. – Вып.16. – С.97–109.

60. Кукта, Г.М. Испытание сельскохозяйственных машин [Текст] / Г.М. Кукта. – М.: Машиностроение, 1964. – 284 с.
61. Курындин, А.В. Совершенствуем технику – повышаем урожай [Текст] / А.В. Курындин, А.К. Нанаенко // Сахарная свекла. – 1999. – №1. – С.15–16.
62. Кухарев, О.Н. Результаты исследований барабанного дражиратора [Текст] / О.Н. Кухарев, И.Н. Сёмов, А.М. Чирков // Нива Поволжья. – 2010. – №1 – С. 54-57.
63. Кухарев, О.Н. Физико-механические свойства семян сахарной свеклы [Текст] / О.Н. Кухарев, И.Н. Сёмов // Сахарная свекла. – 2010. – №10. – С.16-18.
64. Кухарев, О.Н. Качество дражирования семян в барабанном дражираторе с вращающимся дном [Текст] / О.Н. Кухарев, И.Н. Сёмов, А.М. Чирков // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 1. – С. 10-12.
65. Кухарев, О.Н. Эффективность применения барабанного дражиратора с вращающимся дном [Текст] / О.Н. Кухарев, И.Н. Сёмов, А.М. Чирков // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 9. – С. 34-36.
66. Кухарев, О.Н. Барабанный дражиратор семян [Текст] / О.Н. Кухарев, И.Н. Сёмов, А.М. Чирков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – №9. – С. 7-9.
67. Кухарев, О.Н. Дражиратор семян сахарной свеклы [Текст] / О.Н. Кухарев, И.Н. Сёмов, А.М. Чирков // Сельский механизатор. – 2012. – №1. – С.11.
68. Кухарев, О.Н. Дражиратор семян сахарной свеклы [Текст] / О.Н. Кухарев, Г.Е. Гришин, И.Н. Сёмов // Нива Поволжья. – 2013. – №1(26). – С. 51-55.
69. Кухарев, О.Н. Физико-механические свойства современных сортов и гибридов сахарной свеклы [Текст] / О.Н. Кухарев, Г.Е. Гришин, И.Н. Сёмов, И.А. Старостин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – №2(28). – С.77-80.
70. Кухарев, О.Н. Особенности организации производства семян сахарной свеклы [Текст] / О.Н. Кухарев // Современное состояние и перспективы развития регионального АПК: Сб. материалов науч.-практ. конф. экономического факультета Пензенской ГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 82–85.
71. Кухарев, О.Н. Теоретическое обоснование барабанного дражиратора с вращающимся дном [Текст] / О.Н. Кухарев, Г.Е. Гришин, И.Н. Сёмов // Нива Поволжья. 2013. – № 26. – С. 51-55.
72. Ларюшин, Н.П. Обоснование выбора конструкции высевающего аппарата для посева сахарной свеклы [Текст] / Н.П. Ларюшин, И.Н. Сёмов // Повышение эффективности использования автотракторной и сельско-

хозяйственной техники: Межвуз. сб. науч. тр. XVI региональной науч.-практ. конф. вузов Поволжья и Предуралья. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 231–232.

73. Ларюшин, Н.П. Высевающий аппарат с подпружиненным выталкивателем семян [Текст] / Н.П. Ларюшин, И.Н. Сёмов // Сельский механизатор. – 2006. – №12. – С. 34-35.

74. Ларюшин Н.П. Подпружиненный выталкиватель семян свеклы [Текст] / Н.П. Ларюшин, О.Н Кухарев, И.Н. Сёмов // Сельский механизатор. – 2008. – №11. – С.9.

75. Ларюшин Н.П. Исследования высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян [Текст] / Н.П. Ларюшин, О.Н Кухарев, И.Н. Сёмов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – №1. – С. 11-12.

76. Ларюшин Н.П. Экспериментальная свекловичная сеялка с подпружиненным выталкивателем семян [Текст] / Н.П. Ларюшин, О.Н Кухарев, И.Н. Сёмов // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. №8. – С. 5–8.

77. Ларюшин, Н.П. Высевающий аппарат с подпружиненным выталкивателем семян [Текст] / Н.П. Ларюшин, И.Н. Сёмов // Сельский механизатор. – 2006. – №12. – С. 34-35..

78. Ма, С.А. Приложение теории вероятностей к выбору ячеек высевающих дисков [Текст] / С.А. Ма // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. –1965. –№ 3. –С. 43–44.

79. Маркевич, Г.Г. Представляем комплекс белорусских машин [Текст] / Г.Г. Маркевич // Сахарная свекла.–2001.–№1.–С.25–27.

80. Масло, И.П. Статистический анализ равномерности распределения семян [Текст] / И.П. Масло, А.П. Терехов // Механизация и электрификация.–1981.–№8.–С.50–52.

81. Материалы для составления технологических карт в растениеводстве. – Пенза: РИО ПГСХА, 1992. – 101 с.

82. Машины для свекловодства [Текст] / отв. ред. А.Г. Цымбала, И.Ю Ковтуна. – М.: Машиностроение, 1976ю – 386 с.

83. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов [Текст] / С.В.Мельников, В.Р.Алешкин, П.М.Рошин.–Л.: Колос, 1980.–167с.

84. Милюткин, В.А. Эффективность комбинированного почвообрабатывающе–посевного агрегата АУП–18 [Текст] // В.А. Милюткин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1996. – №3. – С.5–7.

85. Методы Экономической оценки сельскохозяйственной техники. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 25 с.

86. Мухин, С.П. Повреждение семян посевными машинами [Текст] / С.П. Мухин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1994. – №7. – С.29–30.

87. Мухин, С.П. Проблемы создания отечественной перспективной посевной техники на современном этапе [Текст] / С.П. Мухин // Кукуруза и сорго. – 1996. – №2. – С.14–16.

88. Мухин, С.П. Современные тенденции развития посевной техника [Текст] / С.П. Мухин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1993. – №6. – С.16–18.

89. Нанаенко, А.К. О равномерности распределения растений по полю [Текст] / А.К. Нанаенко // Техника в сельском хозяйстве. – 1990. – № 3. – С. 37–38.

90. Новиков, С.Е. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные механизированные работы [Текст] / С.Е. Новиков. – М.: Инфомагробизнес, 1994. – 220с.

91. Овсянников, А.А. Условия равномерного высева семян [Текст] / А.А. Овсянников // Сахарная свекла. – 2002. – №1. – С.8–9.

92. Овсянников, А.А. Сеялки точного высева [Текст] / А.А. Овсянников // Сахарная свекла. – 1997. – №2. – С.10

93. Орел, И.Г. Как устранить повреждение семян [Текст] / И.Г. Орел, В.И. Паламарчук // Сахарная свекла. – 1980. – №2. – С.28.

94. ОСТ 10.5.1–2000. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей [Текст].

95. ОСТ 70.5.1–82. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины посевные [Текст].

96. ОСТ 70.51–74. Машины посевные. Программа и методы испытаний [Текст].

97. Павловский, М.А. Теоретическая механика [Текст] / М.А. Павловский, Т.В. Путята. – Киев: Вища школа, 1985. – 478 с.

98. Паламарчук, В.И. Сев на конечную густоту насаждения. Когда он возможен? [Текст] / В.И. Паламарчук // Сахарная свекла. – 1987. – №3. – С.36–39.

99. Пасхавер, И.С. Общая теория статистики [Текст] / И.С. Пасхавер, А.Л. Яблочник. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 432 с.

100. Патент на полезную модель № 55532 U1 МПК А01С 7/04 Заявка 2006115369/22, 04.05.2006. опубл. 27.08.2006 Бюл. № 24.

101. Пат. 97238 РФ, МКИ³ А 01 С 1/00. Аппарат для дражирования семян [Текст] / О.Н. Кухарев, И.Н. Сёмов, А.М. Чирков. – №2009119789/13(027306)

102. Петренко, И.Я. Экономика сельского хозяйства [Текст] / И.Я. Петренко, П.И. Чужинов. – Алма-Ата: Кайнар, 1988. – 416 с.

103. Платонов, И.М. Оценка сеялок точного высева [Текст] / И.М. Платонов // Тракторы и сельхозмашины. – 1975. – №7. – С.25–28.

104. Полонецкий, С.Д. Статистическое моделирование урожайности по точности распределения семян [Текст] / С.Д. Полонецкий // Механизация и электрификация. – 1975. – №5. – С.52–54.

105. Прохоров, В.А. Исследование разгружения ячеек и падения свекловичных семян при точном посеве [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.А. Прохоров. – Воронеж, 1971. – 20 с.

106. Савич, П.В. Точность распределения семян сахарной свеклы при однозерновом посеве [Текст] / П.В. Савич, В.И. Паламарчук // Вопросы механизации в свекловодстве. – Киев: 1969. – С. 92–105.

107. Сёмов, И.Н. Некоторые результаты исследования дискового высевающего аппарата [Текст] / И.Н. Сёмов // Ульяновские чтения 2005: сб. материалов международной науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения профессора А. Ф. Ульянова. – Саратов, 2005. С. 56–58.

108. Сёмов, И.Н. Обоснование выбора конструктивных параметров ячеек высевающих дисков свекловичных сеялок [Текст] / И.Н. Сёмов, Н.П. Ларюшин // Инновационные технологии в сельском хозяйстве: сб. материалов межрегиональной науч.-практ. конф. молодых ученых. – Пенза: РИО ПГСХА, 2006. – С. 92–93.

109. Сёмов, И. Н. Высевающий аппарат для семян сахарной свеклы [Текст] / И.Н. Сёмов, Н.П. Ларюшин // Сахарная свекла. – 2006. – №8. – С. 32–33.

110. Сёмов, И.Н. Обоснование выбора типа высевающего аппарата свекловичной сеялки [Текст] / И.Н. Сёмов // Наука и образование – сельскому хозяйству: сб. материалов науч.-практ. конф., посв. 55-летию Пензенской ГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2006. – С. 221–222

111. Сеялка С-12А. Воронежское акционерное самолетостроительное общество ОАО «ВАСО» Рекламный проспект. – Воронеж, 2000.

112. Слугинов, В.М. Изыскание и исследование скоростного высевающего аппарата, улучшающего распределение семян сахарной свеклы вдоль ряда [Текст]: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01/ В.М. Слугинов. – Воронеж, 1972. – 25 с.

113. Слушков, В.М. Теория распределения семян в борозде [Текст] / В.М.Слушков // Техника в сельском хозяйстве. – 1991. – №5. – С.45–47.

114. Сушков, М.Д. Настоящее и будущее российского свекловодства [Текст] / М.Д. Сушков // Сахарная свекла. – 1994. – №1. – С.2–4.

115. Спиридонов, А.А. Планирование эксперимента при исследованиях технологических процессов [Текст] / А.А. Спиридонов. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.

116. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства [Текст]. – М.: Информагротех, 1995. – 576 с.

117. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные механизированные работы [Текст]. – М.: Информагробизнес, 1994. – 220 с.

118. Труфанов, В.В. Влияние ширины камеры заполнения вертикально дискового аппарата на дробление семян подсолнечника [Текст] / В.В. Труфанов // Пути снижения травмирования семян сельскохозяйственными машинами и повышения их качества: сб. науч. тр. ВСХИ. – Воронеж, 1983. – С.170–175.

119. Устинов, А.Н. Машины для посева и посадки сельскохозяйственных культур [Текст] / А.Н.Устинов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 159 с.

120. Физико-механические свойства растений, почвы и удобрений. Методы исследований, приборы, характеристика [Текст]. – М.: Колос, 1970. – 371 с.

121. Цымбал, А.Г. Некоторые вопросы теории точного высева [Текст] / А.Г. Цымбал // Исследование и изыскание новых рабочих органов сельскохозяйственных машин: сб. науч. тр. ВИСХОМ и УкрНИИСХОМ. – 1965. – Вып. 2. – С. 24–43.

122. Юзбашев, В.А. Направления совершенствования универсальных пневматических аппаратов пропашных сеялок [Текст] / В.А. Юзбашев// Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1986. – №10. – С.31–33.

123. Bassilenko, V. La precision du semis et son influence au rendement des plantes sarclees. France Angers . ESA. 1993. 23 s.

124. Brinkman, W. Zur Arbeitsqualitaet von Einzelkornsaegeaeten und Zuckerruebeerntemaschinen/ W. Brinkman//Zucker 30.–S. 396–404/

125. Fusy, J. Vergleich von Zuckerruben–Einzelmaschinen in Ungarn /J. Fusy, P.Soos, Z. Skult//Wiss. Beitr. m.–Luther–Univ., malle–Wittenberg.–2000.–S.106–109.

126. Peschel, E. Untersuchungen zum Feldaufsgng von Zuckerruben mit der Einzelkornsamaschine A 697 / E. Peschel // Wiss. Beitr. m.–Luther–Univ., malle–Wittenberg/–1998.–S.89–98.

127. Damit alle Ruben auflaufen // Pflanzenproduktion.–1995–№3.–S.44–51.

128. Schunke, U. Was Sie Ohren Kunden empfehlen sollten / U. Schunke // Agrartechnik.–1991.–№11.–S.122–126.

129. Захаров, Ю.А. Обеспечение работы мобильных машин в условиях отрицательных температур [Текст] / Ю.А. Захаров, Е.Г. Рылякин, И.Н. Семов, А.А. Орехов // Молодой ученый. – 2014. – №17. – С.56-58.

130. Захаров, Ю.А. Восстановление посадочных поверхностей корпусных деталей машин проточным гальваническим цинкованием [Текст] / Ю.А. Захаров, Е.Г. Рылякин, И.Н. Семов // Молодой ученый. – 2014. – №17. – С. 58-62.

131. Курылев, А.В. Система регулирования температуры рабочей жидкости в гидроприводе транспортно-технологических машин [Текст] / А.В. Курылев, Е.Г. Рылякин // Мир транспорта и технологических машин. 2014. – № 3 (46). — С. 89-96.

132. Лянденбургский, В.В. Коэффициент издержек вероятностно-логического метода поиска неисправностей [Текст] / В.В. Лянденбургский, А.И. Проскурин, Л.А. Рыбакова // Науковедение. Электронный научный журнал. – 2013. – №3. – С. 1-7.

133. Лянденбургский, В.В. Совершенствование датчиков давления топлива дизельных двигателей. [Текст] / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, Д.А. Коломеец // Науковедение. Электронный научный журнал. – 2013. – № 1. – С. 28-39.

134. Рылякин, Е.Г. Обзор технических средств приготовления плющеного зерна, представленных на российском рынке сельхозтехники // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. – 2011. – №4. URL: <http://ivdon.ru/magazine/issue/100> (дата обращения 15.12.2012).

135. Рылякин, Е.Г. Развитие современных технических средств в технологии приготовления плющеного зерна / Е.Г. Рылякин // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. – 2013. – №4. URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2027> (дата обращения 06.01.2014)

136. Рылякин, Е.Г. Гидросистемы экономят ресурсы / Е.Г. Рылякин // Сельский механизатор. – 2007. – №12. – С.46-47.

137. Рылякин, Е.Г. Повышение работоспособности гидропривода транспортно-технологических машин в условиях низких температур [Текст] / Е.Г. Рылякин, Ю.А. Захаров // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 1 (44). – С. 69-72.

138. Рылякин, Е.Г. Результаты исследования малогабаритной энерго-сберегающей зерноплющилки для фермерского хозяйства / Е.Г. Рылякин // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. – 2014. – №2. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2359> (дата обращения 30.05.2014)

139. Рылякин, Е.Г. Влияние воды на свойства гидравлических рабочих жидкостей [Текст] / Е.Г. Рылякин // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2014. – № 2 (10). – С. 195-198.

140. Рылякин, Е.Г. Подогрев масла в гидросистеме [Текст] / Е.Г. Рылякин // Сельский механизатор. – 2014. – №8. – С.38-40.

141. Романенко М.И. Экономическое развитие региона на основе создания межотраслевого кластера в Пензенской области / М.И. Романенко, И.И. Романенко, Б.Б. Хрусталева // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2014. – № 2. – С. 26-33.

142. Оптимизация устройства агрегации микрометрических тел с встречновращающимися лентами Мёбиуса: моногр. [Текст] / А.В. Яшин, В.С. Парфенов, В.Н. Стригин, И.Н. Сёмов .– Пенза: ПГУАС, 2014 – 164 с.

143. Сербий, Е.К. Исследование динамики деформирования и разрушения дражированных семян [Текст] / Е.К. Сербий, И.Н. Сёмов // Ресурсосберегающие технологии и технические средства производства продукции растениеводства и животноводства: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – 240 с.

144. Мачнев, А.В. Исследование движения семени по поверхности равноходового червяка катушечного высевяющего аппарата [Текст] / А.В. Мачнев [и др.] // Нива Поволжья. – 2013. – №4. – С. 48-53.

145. Мачнев, А.В. Результаты лабораторных исследований высевяющего аппарата с ниссеметричным профилем желобков катушки [текст] / А.В. Мачнев, В.А. Мачнев, П.Н. Хорев, А.Н. Хорев // Нива Поволжья. – 2013. – №31. – С. 76-84.

146. Яшин, А.В. Основы методики моделирования маслоизготовителей [Текст] / А.В. Яшин, В.С. Парфенов, В.Н. Стригин // Нива Поволжья. – 2009. – №1. – С. 93-96.

147. Яшин, А.В. К вопросу определения потребной мощности маслоизготовителя [Текст] / А.В. Яшин, В.С. Парфенов // Аграрный научный журнал. – 2007. – №6. – С. 70-72.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 55532

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ

Патентообладатель(ли): **ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия" (RU)**

Автор(ы): **Ларюшин Николай Петрович (RU), Семов Иван Николаевич (RU)**

Заявка № **2006115369**

Приоритет полезной модели **04 мая 2006 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **27 августа 2006 г.**

Срок действия патента истекает **04 мая 2011 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам



Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU⁽¹¹⁾ 55 532⁽¹³⁾ U1

(51) МПК
A01C 7/04 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (титульный лист)

(21), (22) Заявка: 2006115369/22, 04.05.2006
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.05.2006
(45) Опубликовано: 27.08.2006 Бюл. № 24

Адрес для переписки:
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30, ФГОУ
ВПО "Пензенская государственная
сельскохозяйственная академия"

(72) Автор(ы):
Ларюшин Николай Петрович (RU),
Семов Иван Николаевич (RU)
(73) Патентообладатель(и):
ФГОУ ВПО "Пензенская государственная
сельскохозяйственная академия" (RU)

RU
55532
U1

(54) ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ

(57) Формула полезной модели

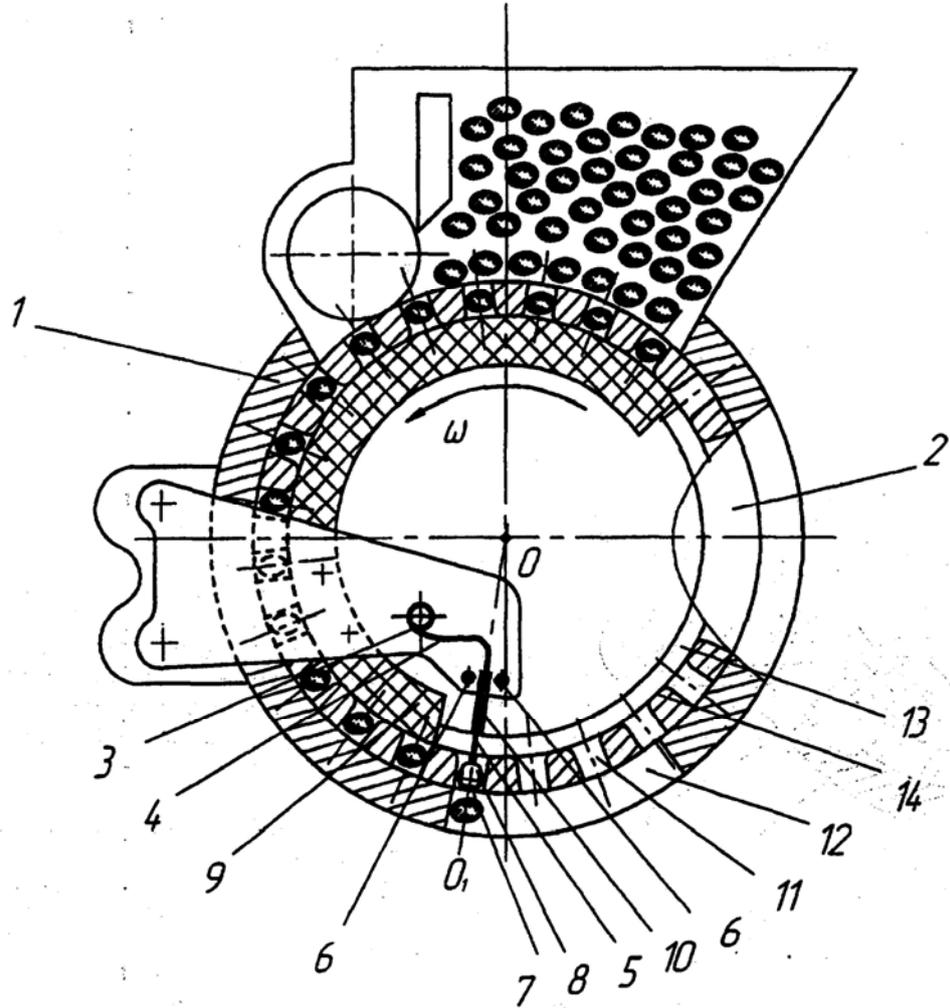
1. Высевающий аппарат, включающий корпус, высевное окно в нижней части корпуса, вертикально установленный в корпусе высевающий диск с ячейками для семян и кольцевой проточкой по оси ячеек, подпружиненный выталкиватель семян в кольцевой проточке, с рабочей гранью выполненной в виде плоской пружины сжатия с упором в переднюю стенку высевного окна, отличающийся тем, что радиус кольцевой проточки равен разности радиуса высевающего диска по наружной поверхности высевающего диска и глубины ячейки высевающего диска, а ширина кольцевой проточки равна диаметру ячейки высевающего диска, перемычки между ячейками имеют округления в зоне кольцевой проточки, при этом в передней части кольцевой проточки высевающего диска установлен сектор-вставка, изготовленный из антифрикционного материала, причем верхняя часть сектора-вставки совпадает с началом зоны западания семян в ячейки, а нижняя часть находится на расстоянии от начала высевного окна равным величине диаметра ячейки от начала высевного окна в нижней части корпуса, подпружиненный выталкиватель семян выполнен в виде плоской пружины сжатия из нерабочей и рабочей части с углом между ними 90° и отношением длин рабочей части и нерабочей части 1:2, при этом рабочая часть подпружиненного выталкивателя семян направлена по оси ячейки к началу высевного окна, при этом конец рабочей части подпружиненного выталкивателя семян находится в кольцевой проточке, причем на конце рабочей части установлен корпус шарового гнезда, выполненный в виде полого шара, у которого передняя и задняя части отсечены вертикальными плоскостями, перпендикулярными плоскости оси ячеек, на расстоянии 2/3 радиуса корпуса шарового гнезда от центра корпуса шарового гнезда, нижняя часть корпуса шарового гнезда отсечена горизонтальной плоскостью, перпендикулярной плоскости оси ячеек на расстоянии 2/3 радиуса корпуса шарового гнезда от центра корпуса шарового гнезда, причем в корпусе шарового гнезда установлен шарик с возможностью свободного вращения, при этом сферические поверхности шарика в передней, задней и нижней частях корпуса шарового гнезда открыты.

2. Высевающий аппарат по п.1, отличающийся тем, что на рабочей части подпружиненного выталкивателя семян установлен ограничитель хода корпуса шарового

RU
55532
U1

гнезда из антифрикционного материала.

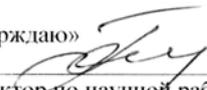
3. Высевающий аппарат по п.1, отличающийся тем, что на корпусе высевающего аппарата, установлен гаситель колебаний подпружиненного выталкивателя семян из эластичного материала.



RU 55532 U1

Приложение 2

«Утверждаю»


Проректор по научной работе
Пензенской ГСХА,
д-р с-х. наук, профессор
Гришин Г. Е.

АКТ приемки результатов исследований

по теме: «Совершенствование технологического процесса высева семян сахарной свеклы с разработкой дискового высевающего аппарата.»

Мы, нижеподписавшиеся, д-р с-х. наук, профессор Гришин Г. Е., канд. техн. наук доцент Щербаков С. И., д-р техн. наук, профессор Ларюшин Н. П., д-р техн. наук, профессор Кухмазов К. З., канд. техн. наук доцент Мачнев А.В., с одной стороны, и аспирант Семов И. Н. именуемый в дальнейшем исполнитель – с другой стороны, представители комиссии, созданной в соответствии с распоряжением по инженерному факультету Пензенской ГСХА №81 от 15 апреля 2005 года, составили настоящий акт по результатам исследований по тематике НИОКР кафедры «Сельскохозяйственные машины» Тема «Разработка рабочих органов машины для производства зерновых культур, овощных и корнеплодов».
Результаты выполненной работы: Проведены работы по изготовлению нового ячеистодискового высевающего аппарата с горизонтальной осью вращения. Проведены лабораторно-стендовые исследования качественных показателей работы высевающего аппарата (на равномерность высева и на степень дробления и др).

Замечания и рекомендации: Установить рабочий орган (сошник) на опытный образец сеялки и испытать в полевых условиях

Члены комиссии:

д-р с.-х. наук,
профессор
канд. техн. наук доцент
д-р техн. наук, профессор
д-р техн. наук, профессор
канд. техн. наук доцент



Г. Е. Гришин
С. И. Щербаков
Н. П. Ларюшин
К. З. Кухмазов
А.В. Мачнев

Исполнитель(и):

аспирант



И. Н. Семов

АКТ

О внедрении законченной научно- исследовательской опытно-
конструкторской работы (нужное подчеркнуть)

Мы, нижеподписавшиеся, представитель ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА» в лице руководителя научно – исследовательской (опытно - конструкторской) работы д.т.н., профессор Ларюшин Н.П. и представитель СПК «Калининский» в лице главного агронома Комбаров В.В., главного инженера Живаев А.П. составили настоящий акт в том, что результаты научно – исследовательской (опытно - конструкторской) работы на тему: «Совершенствование технологического процесса высева семян сахарной свеклы с разработкой дискового высевающего аппарата.»

выполненной кафедрой (лабораторией) «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА» исполнитель: Семов И.Н. внедрены в 2005 г. в СПК «Калининский» путем модернизации свекловичной сеялки точного высева ССТ-12В, с установкой вновь разработанных высевающих аппаратов ячеисто - дискового типа по результатам исследований аспиранта Семева И.Н.

Внедрение результатов исследований дало возможность предприятию (организации) получить следующий технико-экономический эффект: Годовая экономия от внедрения модернизированной свекловичной сеялки точного высева с высевающими аппаратами ячеисто - дискового типа составила 11,5 тысяч рублей.

Замечания и предложения о дальнейшей работе по внедрению.

В процессе испытания сеялки с экспериментальными высевающими аппаратами отмечены следующие недостатки:

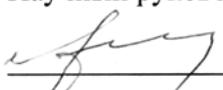
1. Изменить конструктивные параметры пружинного выталкивателя

2. подобрать материал для изготовления кронштейна крепления пружинного выталкивателя

Сеялку с предлагаемыми экспериментальными высевающими аппаратами с учетом устранения вышеуказанных замечаний рекомендовать для дальнейших испытаний в полевых условиях.

Проректор по научно-
исследовательской работе
ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

Г.Е. Гришин

Научный руководитель

Н.П. Ларюшин

Исполнитель

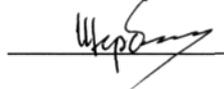
И. Н.Семов

Представитель предприятия
(организации)
главный агроном

В.В. Комбаров
главный инженер

А.П. Живаев

Декан инженерного факультета
ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА»


С.И.Щербаков

Зам. декана по науке
инженерного факультета


А.В. Мачнев



ООО «КЗТМ»

442530 .Кузнецк, Пензенской области, ул. Московская, 70 А
ИНН 5803014426 КПП 580301001 ОГРН 1055800601537
р/с 40702810348100100599 ОСБ № 8153 г.Кузнецк
Пензенского ОСБ № 8624 к/с 30101810000000000635
БИК 045655635 тел. 2-44-80, 2-44-82 факс 3-22-28
e-mail: Ktm@sura.ru

СПРАВКА

о внедрении результатов научных исследований по диссертационной работе Сёмова И.Н. «Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров дискового высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян сахарной свеклы» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства.

На основании научных исследований кафедры "Сельскохозяйственные машины" ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия» в 2005 году конструкторским отделом ООО "КЗТМ" разработаны рабочие чертежи и изготовлен опытный образец сеялки, оснащенной дисковыми высевающими аппаратами с подпружиненными выталкивателями семян. При разработке документации использованы результаты лабораторных исследований и материалы патента на полезную модель № 55532 РФ (авторы: Ларюшин Н.П., Сёмов И.Н.).

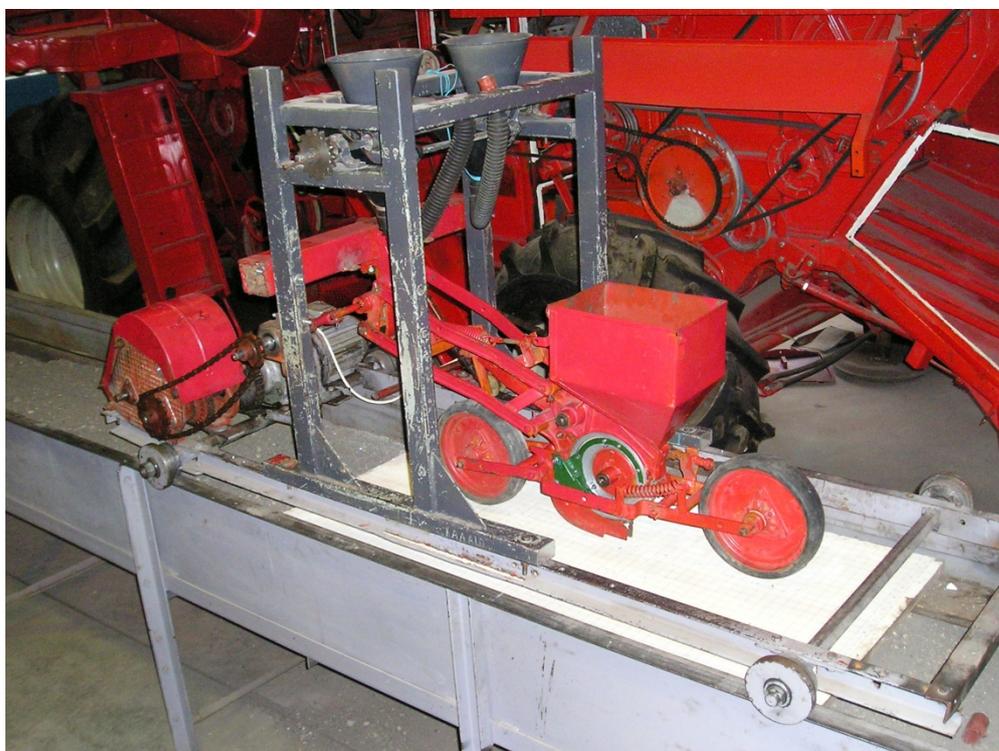
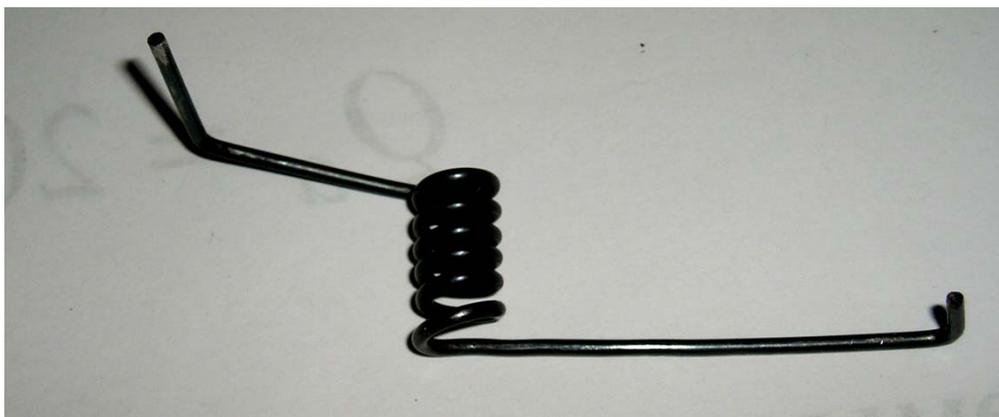
Сеялка, оснащенная дисковыми высевающими аппаратами с подпружиненными выталкивателями семян внедрена в СПК «Калининский» Пензенской области в 2005...2006г.г.. Качественные показатели работы сеялки соответствуют агротехническим требованиям, предъявляемым к посевным машинам.

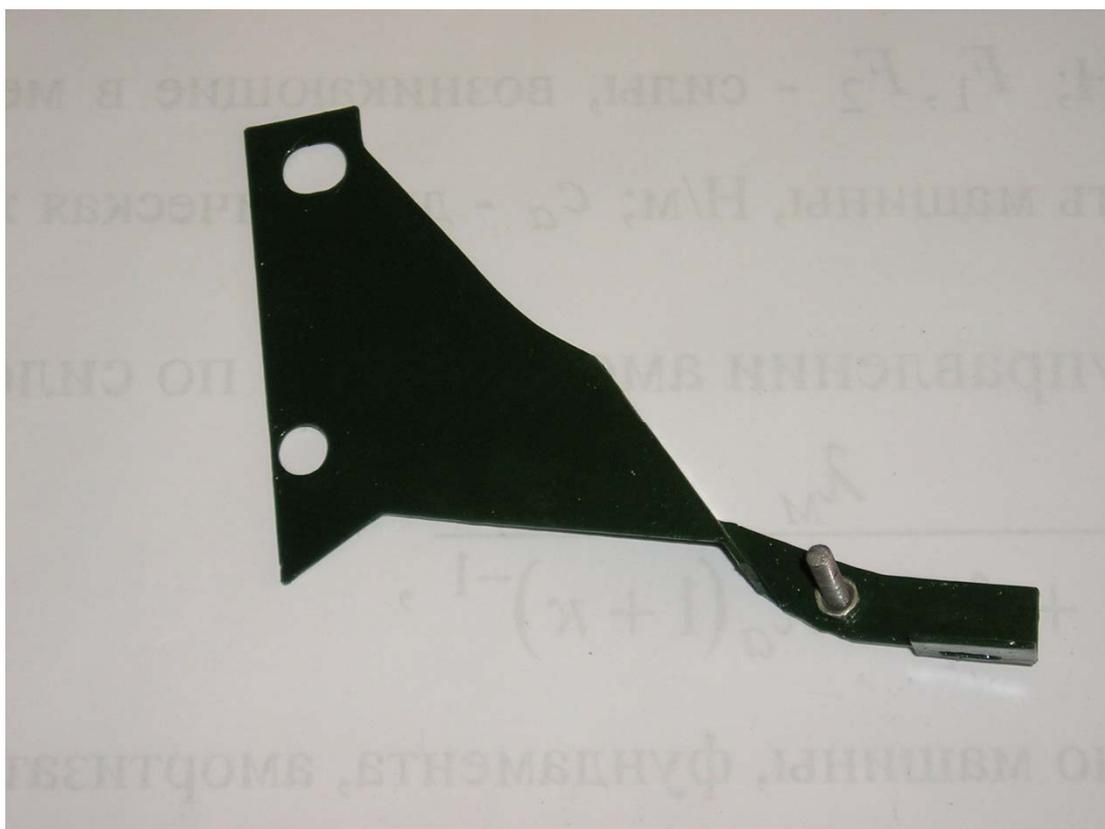
Директор ООО «КЗТМ»



С.А. Сушев

Приложение 5





Продолжение прил. 5





Приложение 6

	h	X1	X2	X3	Y	y2
1	1,000	0,200	2,000	5,300	82,250	82,05446
2	1,000	0,100	2,000	5,300	75,900	79,34783
3	1,000	0,200	1,000	5,300	84,140	82,49628
4	1,000	0,100	1,000	5,300	83,970	79,81429
5	1,000	0,200	2,000	4,300	74,310	77,87706
6	1,000	0,100	2,000	4,300	76,250	77,30542
7	1,000	0,200	1,000	4,300	82,450	78,41384
8	1,000	0,100	1,000	4,300	78,260	77,86684
9	1,000	0,211	1,500	4,800	83,270	84,98813
10	1,000	0,089	1,500	4,800	83,140	83,00342
11	1,000	0,150	2,107	4,800	86,590	79,92567
12	1,000	0,150	0,892	4,800	72,280	80,51440
13	1,000	0,150	1,500	5,410	84,750	86,66385
14	1,000	0,150	1,500	4,190	83,260	82,92770
15	1,000	0,150	1,500	4,800	88,900	86,52082

Model

is:

$Y = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_3 + b_{11} * x_1 * x_1 + b_{22} * x_2 * x_2 + b_{33} * x_3 * x_3 + b_{12} * ...$

Number of parameters to be estimated: 10

Loss function is: least squares

Dependent variable: Y

Independent variables: X1 X2 X3

Missing data are casewise deleted

Number of valid cases: 15

Model

is: $Y = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_3 + b_{11} * x_1 * x_1 + b_{22} * x_2 * x_2 + b_{33} * x_3 * x_3 + b_{12} * x_1 * x_2 + b_{13} * x_1 * x_3 + b_{23} * x_2 * x_3$

Dependent variable: Y Independent variables: 3

Loss function: least squares

Final value: 186,80344024

Proportion of variance accounted for: ,71677795 R = ,94558342

Продолжение прил. 6

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
b0	-74,252	284,303	-0,26117	0,804376	-805,08	656,573
b1	116,997	559,169	0,20923	0,842523	-1320,39	1554,387
b2	50,226	56,005	0,89681	0,410919	-93,74	194,191
b3	44,223	113,477	0,38971	0,712798	-247,48	335,924
b11	-678,594	1165,882	-0,58204	0,585793	-3675,59	2318,402
b22	-17,073	11,707	-1,45834	0,204549	-47,17	13,021
b33	-4,636	11,659	-0,39764	0,707306	-34,61	25,334
b12	0,246	86,442	0,00285	0,997836	-221,96	222,452
b13	21,350	86,442	0,24699	0,814739	-200,86	243,555
b23	0,095	8,644	0,01099	0,991660	-22,13	22,315

	Observed	Predicted	Residuals
1	82,25000	82,05446	0,19554
2	75,90000	79,34783	-3,44783
3	84,14000	82,49628	1,64372
4	83,97000	79,81429	4,15571
5	74,31000	77,87706	-3,56706
6	76,25000	77,30542	-1,05542
7	82,45000	78,41384	4,03616
8	78,26000	77,86684	0,39316
9	83,27000	84,98813	-1,71813
10	83,14000	83,00342	0,13658
11	86,59000	79,92567	6,66433
12	72,28000	80,51440	-8,23440
13	84,75000	86,66385	-1,91385
14	83,26000	82,92770	0,33230
15	88,90000	86,52082	2,37918

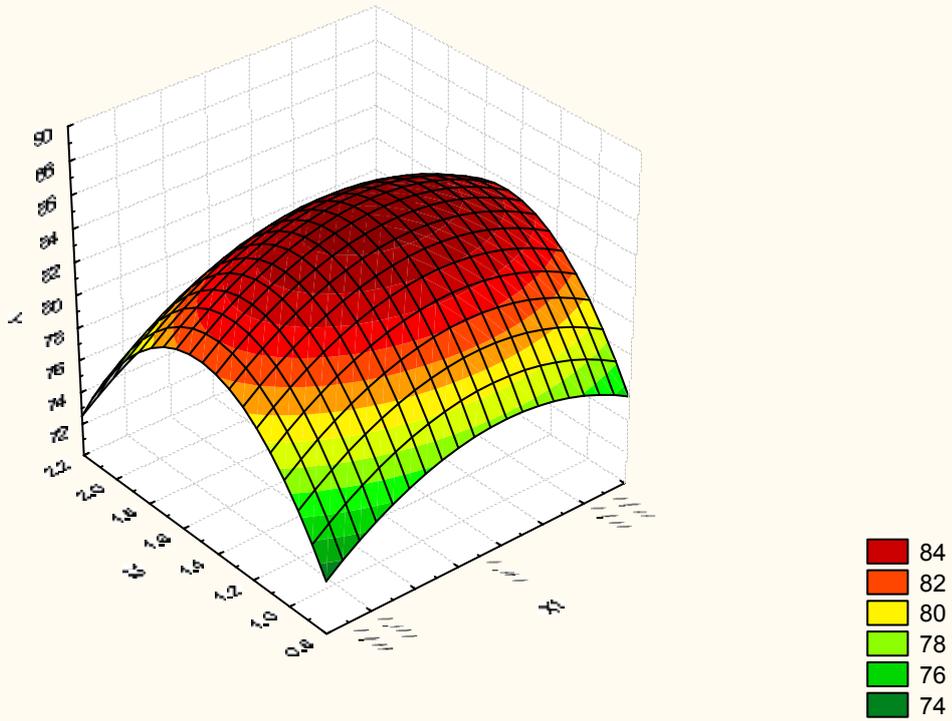
	Loss	b0	b1	b2	b3	b11	b22	b33	b12	b13	b23
1	299,4612	0,1000	0,1000	0,10000	0,10000	0,100	0,1000	0,10000	0,100000	0,10000	0,100000
2	13,6676	-74,0757	116,7904	50,20481	44,16136	-676,382	-17,0702	-4,62877	0,206850	21,26113	0,098629
3	13,6676	-74,2487	116,9730	50,22392	44,22288	-678,593	-17,0734	-4,63596	0,261736	21,35007	0,094852
4	13,6676	-74,2520	116,9973	50,22570	44,22293	-678,594	-17,0734	-4,63598	0,246396	21,34988	0,094962

	1	2	3	4	5
Regression	99314,62	10,00000	9931,462	265,8265	0,000004
Residual	186,80	5,00000	37,361		
Total	99501,42	15,00000			
Corrected Total	320,30	14,00000			
Regression vs. Corrected Total	99314,62	10,00000	9931,462	434,1005	0,000000

Окончание прил. 6

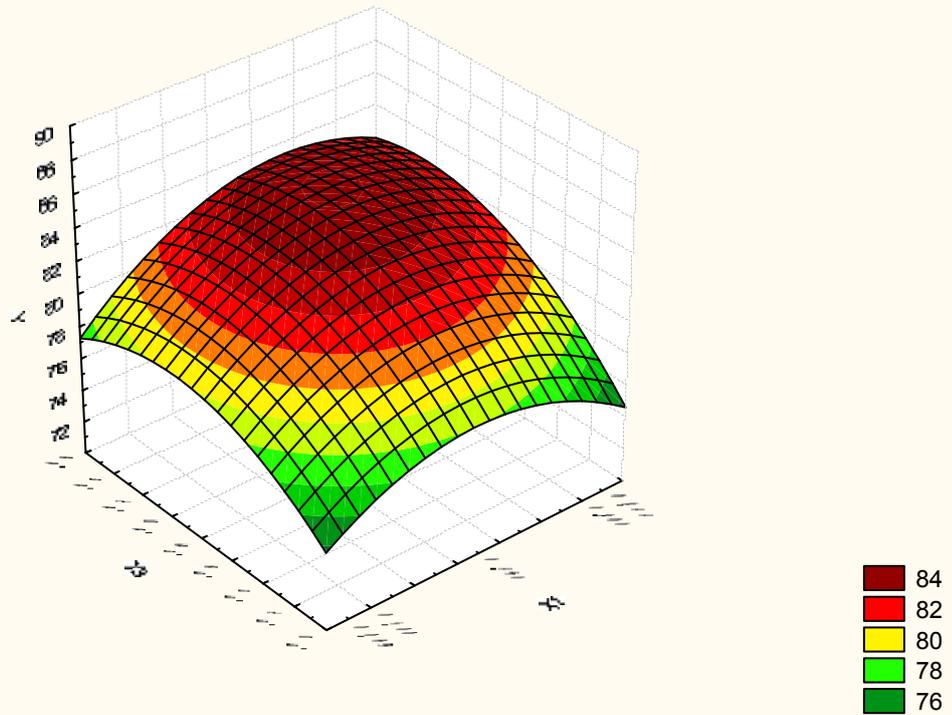
3D Surface Plot (Лабор. раскод.sta 10v*15c)

$$Y = 30,4624 + 218,436 * x + 50,6329 * y - 675,1427 * x * x + 0,25 * x * y - 17,0575 * y * y$$



3D Surface Plot (Лабор. раскод.sta 10v*15c)

$$Y = -39,0045 + 115,6326 * x + 43,8105 * y - 672,8149 * x * x + 21,35 * x * y - 4,5782 * y * y$$



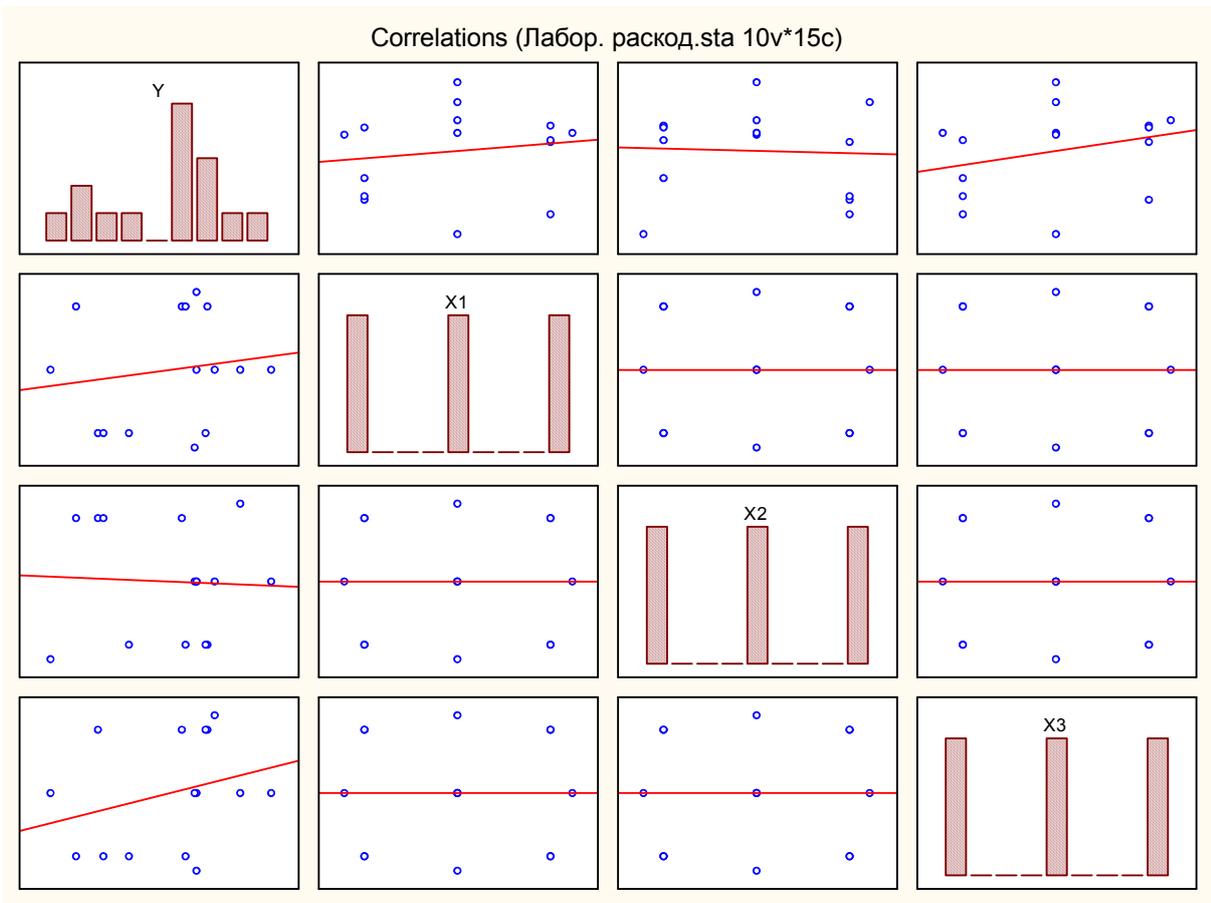
Приложение 7

	Observed	Predicted	Residual	Standard	Standard	Std.Err.	Mahalanobis	Deleted	Cook's
1	0,200000	0,151304	0,048696	0,19555	1,07211	0,011965	0,038239	0,052328	0,046054
2	0,100000	0,142453	-0,042453	-1,13204	-0,93466	0,018066	1,281506	-0,050431	0,097516
3	0,200000	0,153938	0,046062	0,59069	1,01412	0,013746	0,348913	0,050706	0,057072
4	0,100000	0,153701	-0,053701	0,55515	-1,18230	0,013526	0,308188	-0,058927	0,074629
5	0,200000	0,140237	0,059763	-1,46446	1,31576	0,021297	2,144628	0,076605	0,312687
6	0,100000	0,142941	-0,042941	-1,05886	-0,94540	0,017400	1,121189	-0,050326	0,090081
7	0,200000	0,151582	0,048418	0,23736	1,06597	0,012076	0,056341	0,052101	0,046506
8	0,100000	0,145742	-0,045742	-0,63863	-1,00708	0,014058	0,407854	-0,050589	0,059419
9	0,211000	0,152725	0,058275	0,40880	1,28299	0,012734	0,167116	0,063246	0,076202
10	0,089000	0,152544	-0,063544	0,38162	-1,39901	0,012609	0,145634	-0,068850	0,088542
11	0,150000	0,157353	-0,007353	1,10291	-0,16188	0,017799	1,216401	-0,008687	0,002808
12	0,150000	0,137407	0,012593	-1,88886	0,27724	0,025755	3,567807	0,018560	0,026841
13	0,150000	0,154788	-0,004788	0,71822	-0,10542	0,014613	0,515840	-0,005341	0,000716
14	0,150000	0,152711	-0,002711	0,40671	-0,05970	0,012724	0,165411	-0,002942	0,000165
15	0,150000	0,160573	-0,010572	1,58585	-0,23277	0,022542	2,514933	-0,014028	0,011746
Minimum	0,089000	0,137407	-0,063544	-1,88886	-1,39901	0,011965	0,038239	-0,068850	0,000165
Maximum	0,211000	0,160573	0,059763	1,58585	1,31576	0,025755	3,567807	0,076605	0,312687
Mean	0,150000	0,150000	0,000000	0,00000	0,00000	0,016061	0,933333	0,000228	0,066066
Median	0,150000	0,152544	-0,004788	0,38162	-0,10542	0,014058	0,407854	-0,005341	0,057072

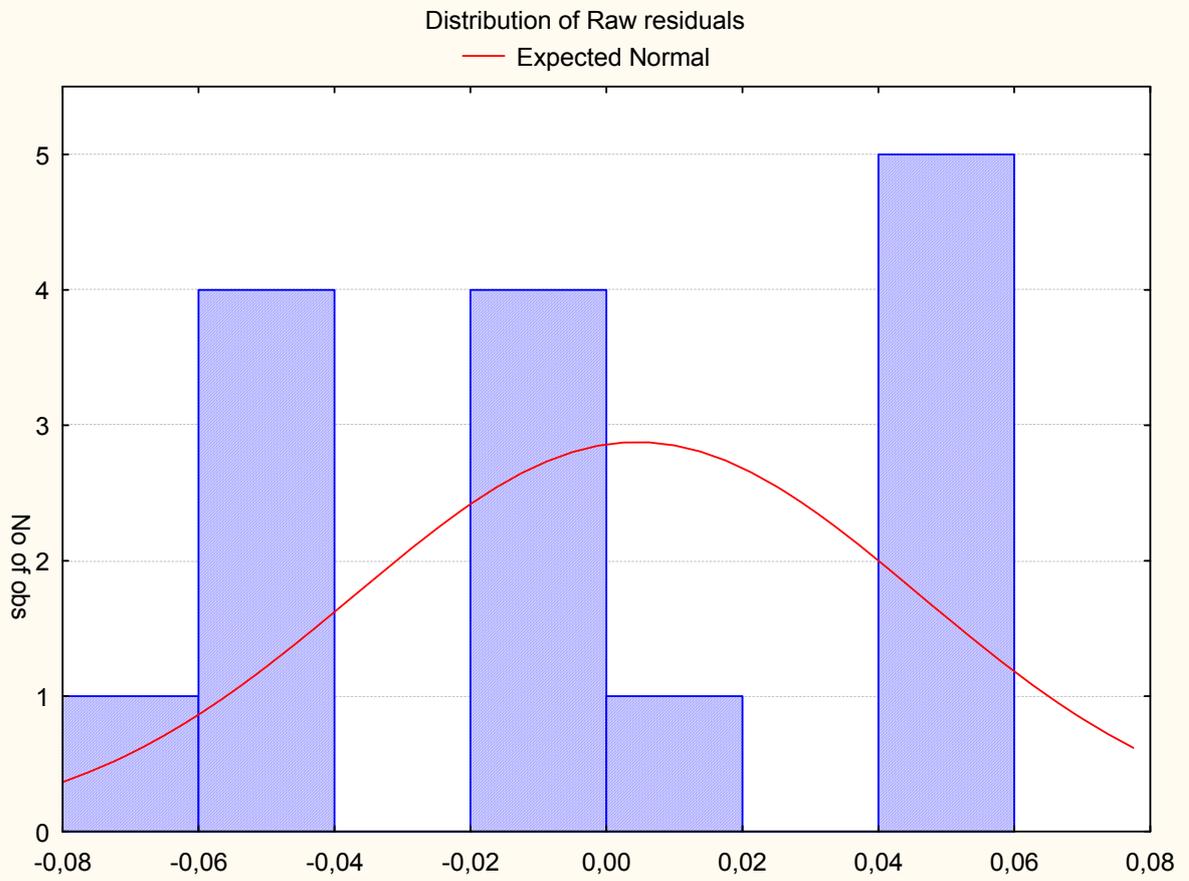
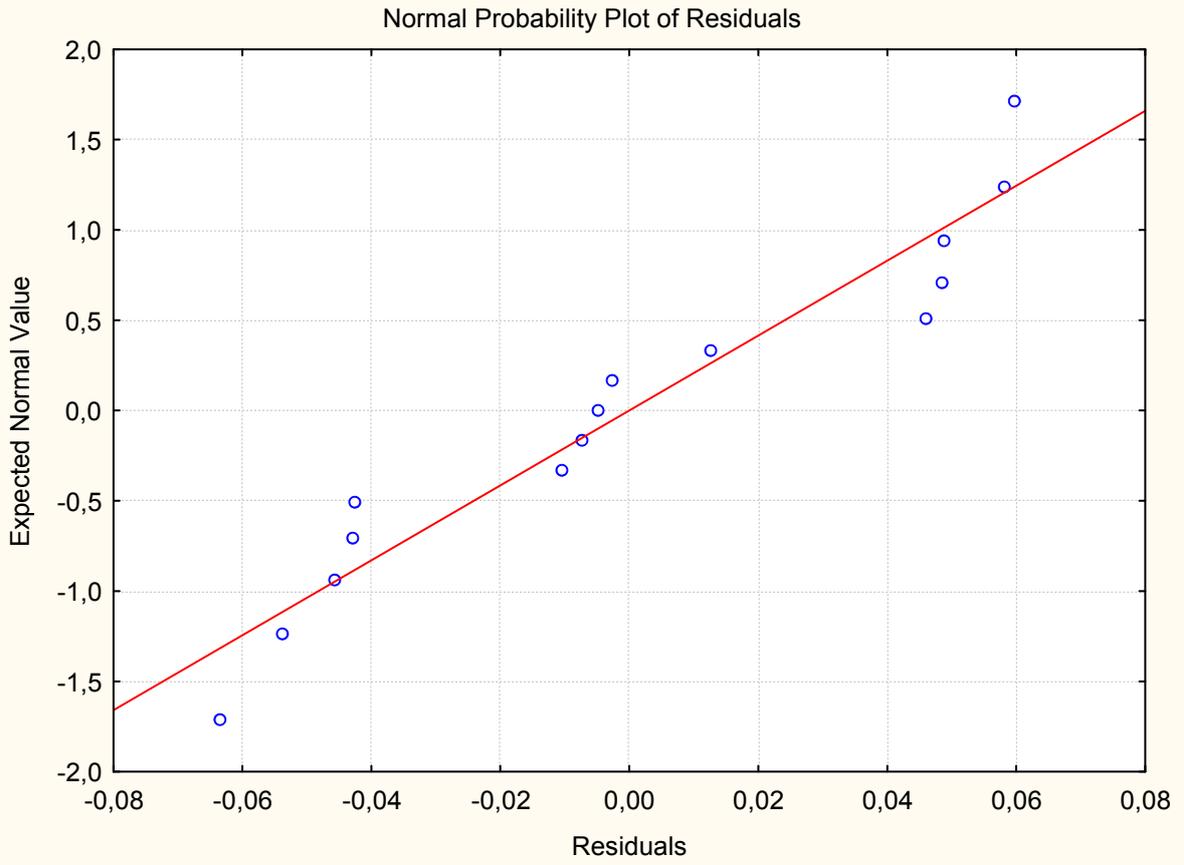
	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(13)	p-level
Intercept			0,036663	0,206704	0,177370	0,861952
Y	0,150581	0,274188	0,001394	0,002538	0,549189	0,592184

	Beta in	Partial	Semipart	Tolerance	Minimum	t(12)	p-level
X2	0,006929	0,007001	0,006922	0,997892	0,997892	0,024254	0,981049
X3	-0,046414	-0,045023	-0,044510	0,919648	0,919648	-0,156124	0,878531

	Y	X1	X2	X3
Y	1,000000	0,150581	-0,045917	0,283464
X1	0,150581	1,000000	-0,000000	-0,000000
X2	-0,045917	-0,000000	1,000000	0,000000
X3	0,283464	-0,000000	0,000000	1,000000

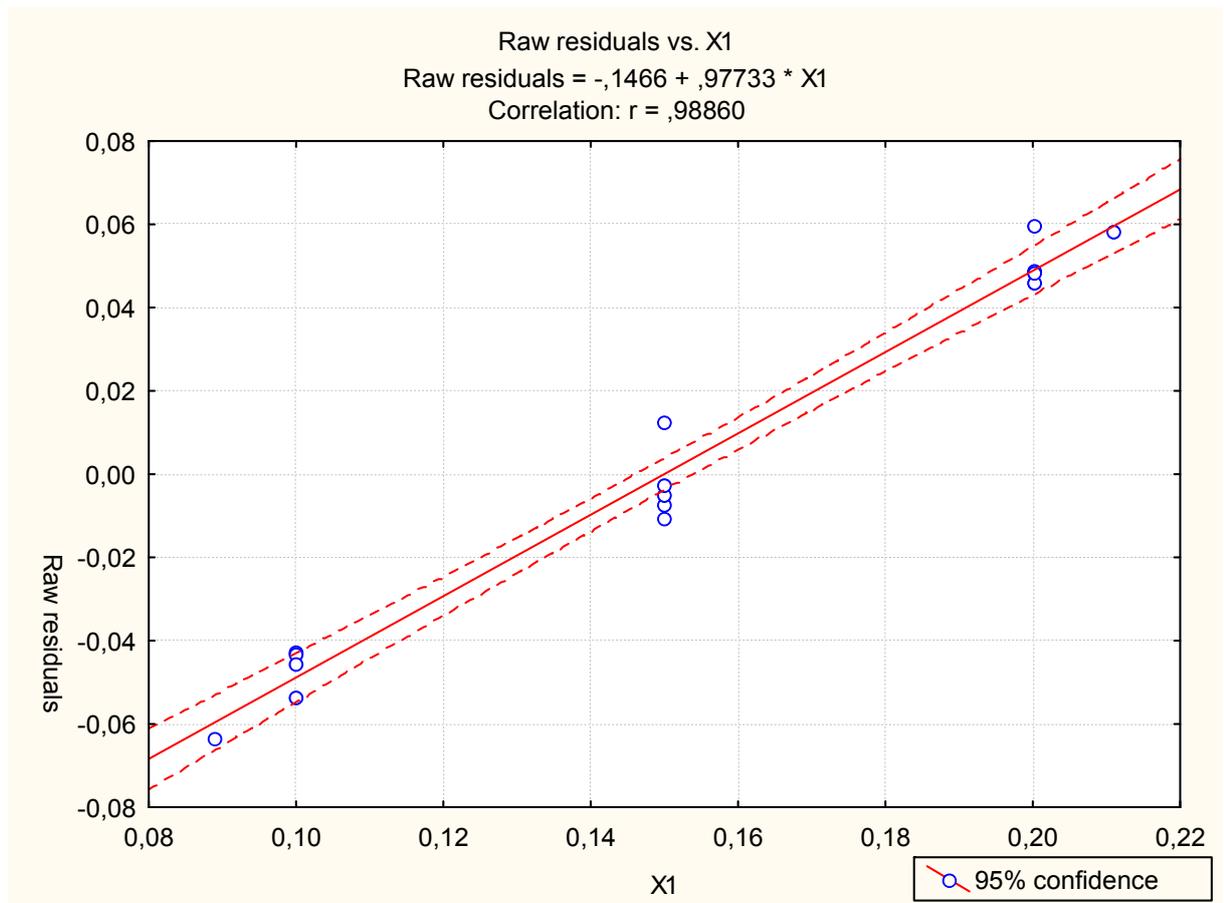


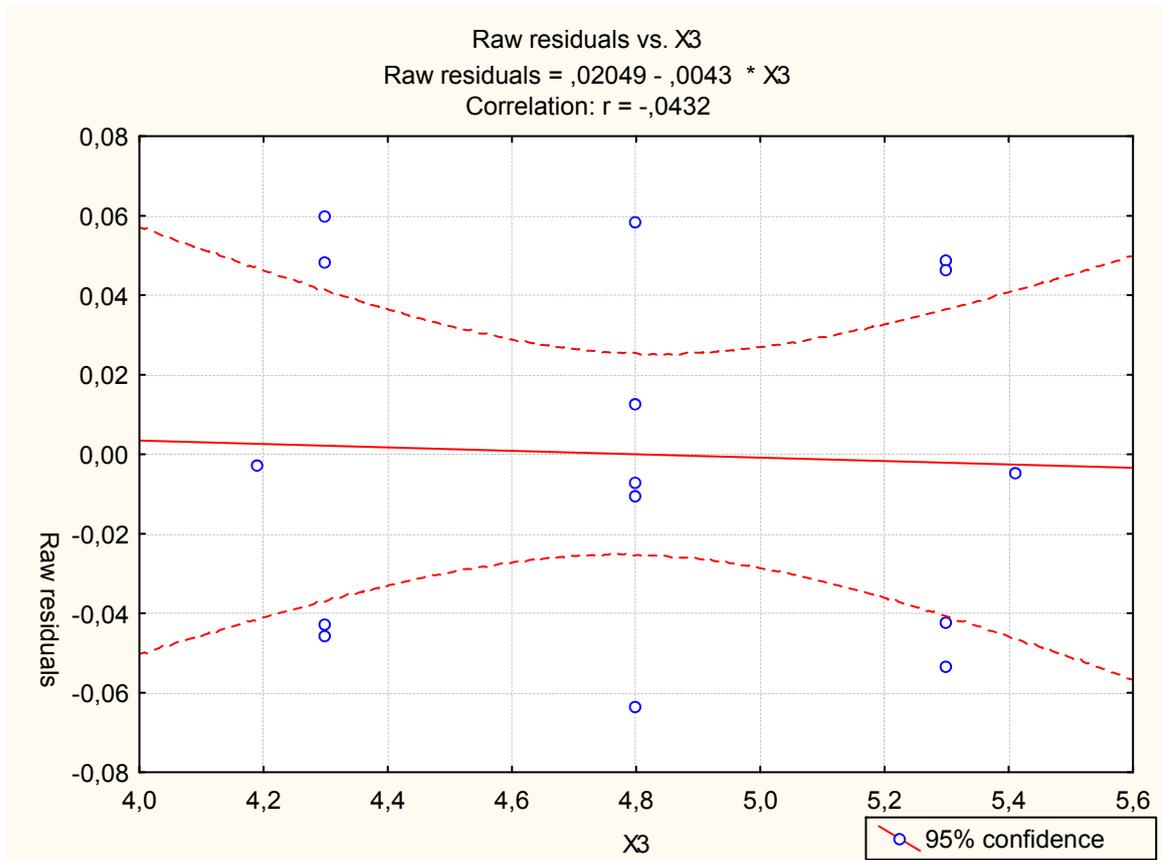
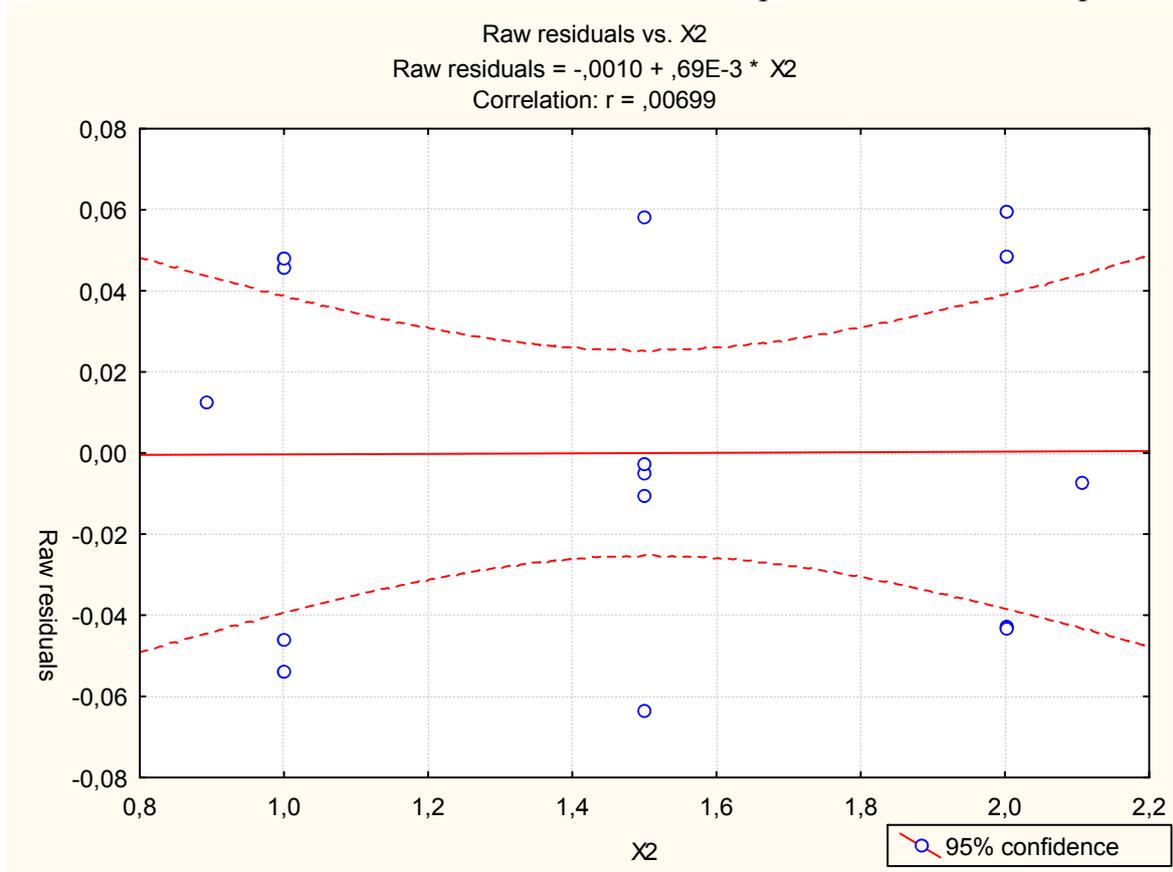
	Y	X1	X2	X3
Y	1,00000	0,15058	-0,04592	0,28346
X1	0,15058	1,00000	-0,00000	-0,00000
X2	-0,04592	-0,00000	1,00000	0,00000
X3	0,28346	-0,00000	0,00000	1,00000
Means	81,31467	0,15000	1,49993	4,80000
Std.Dev.	4,78312	0,04427	0,44224	0,44274
No.Cases	15,00000			
Matrix	1,00000			

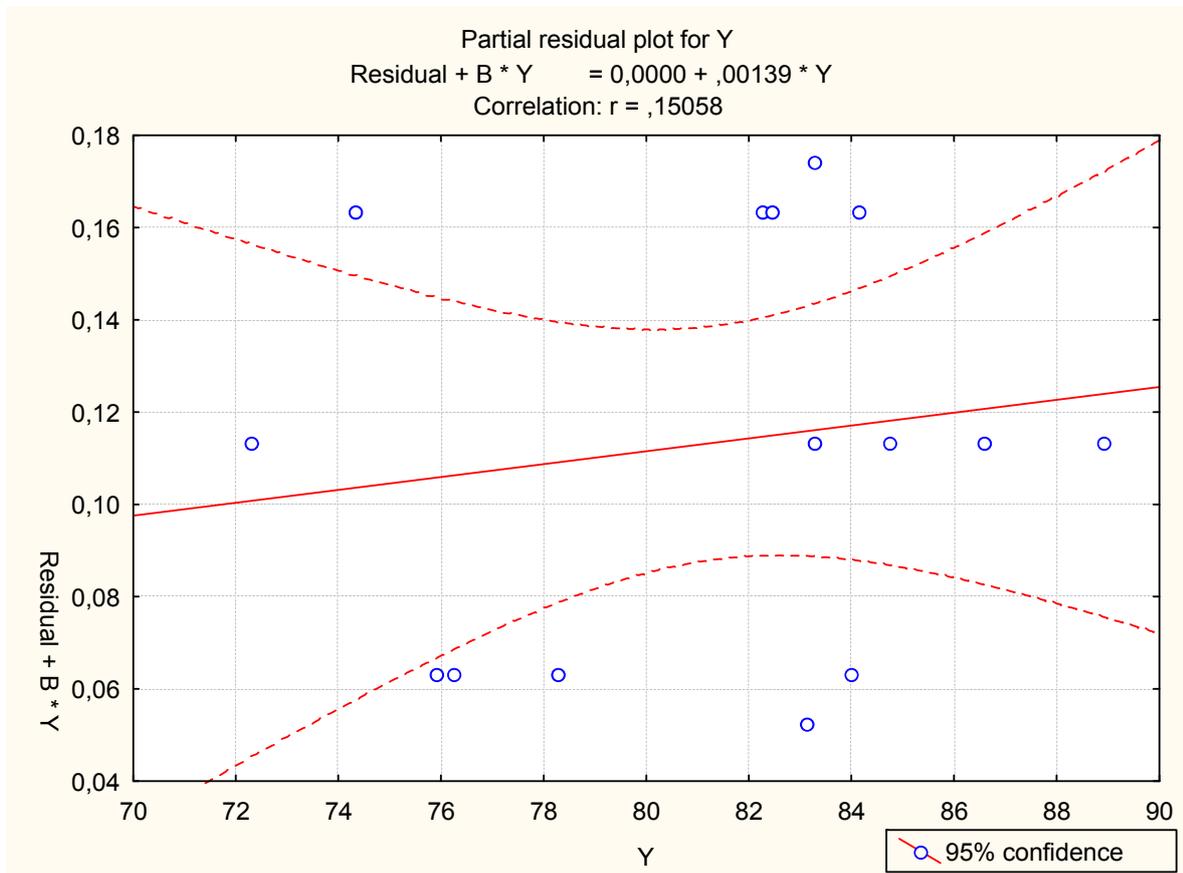
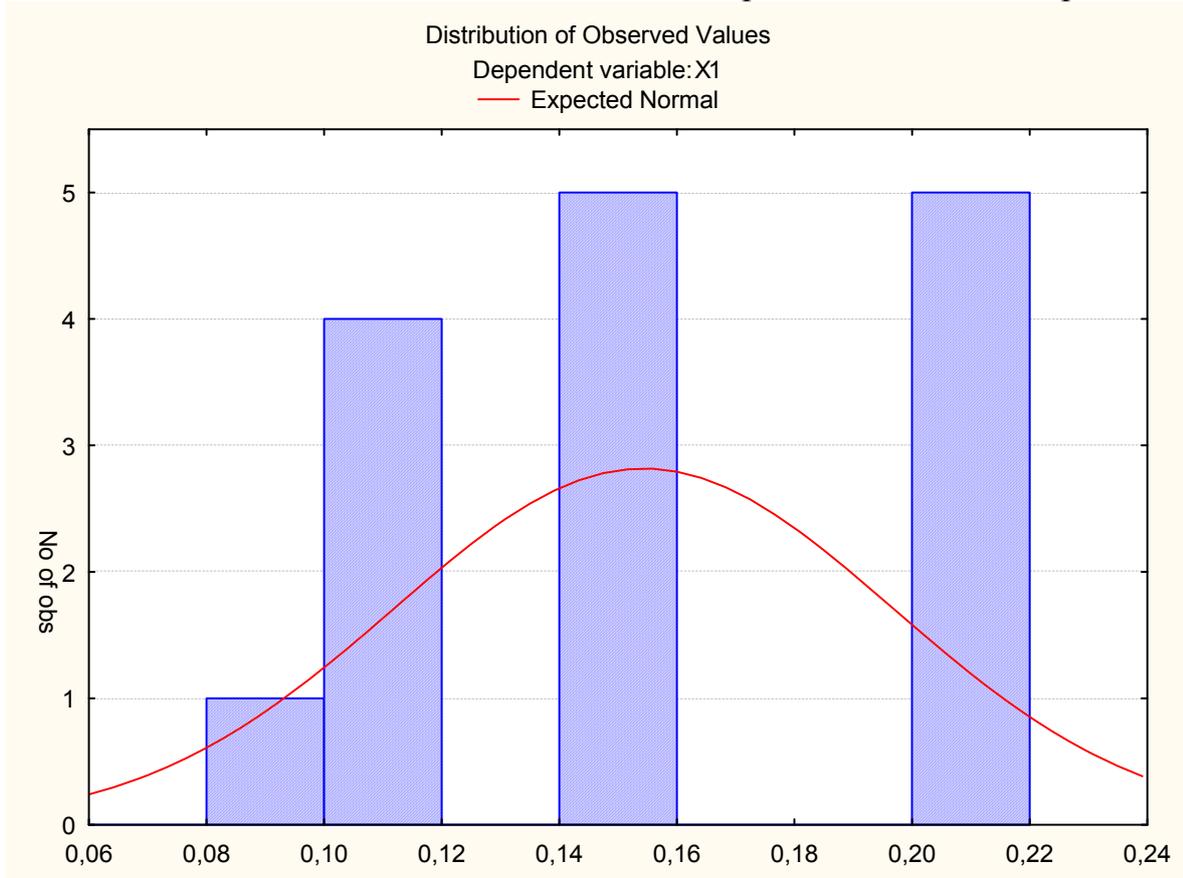


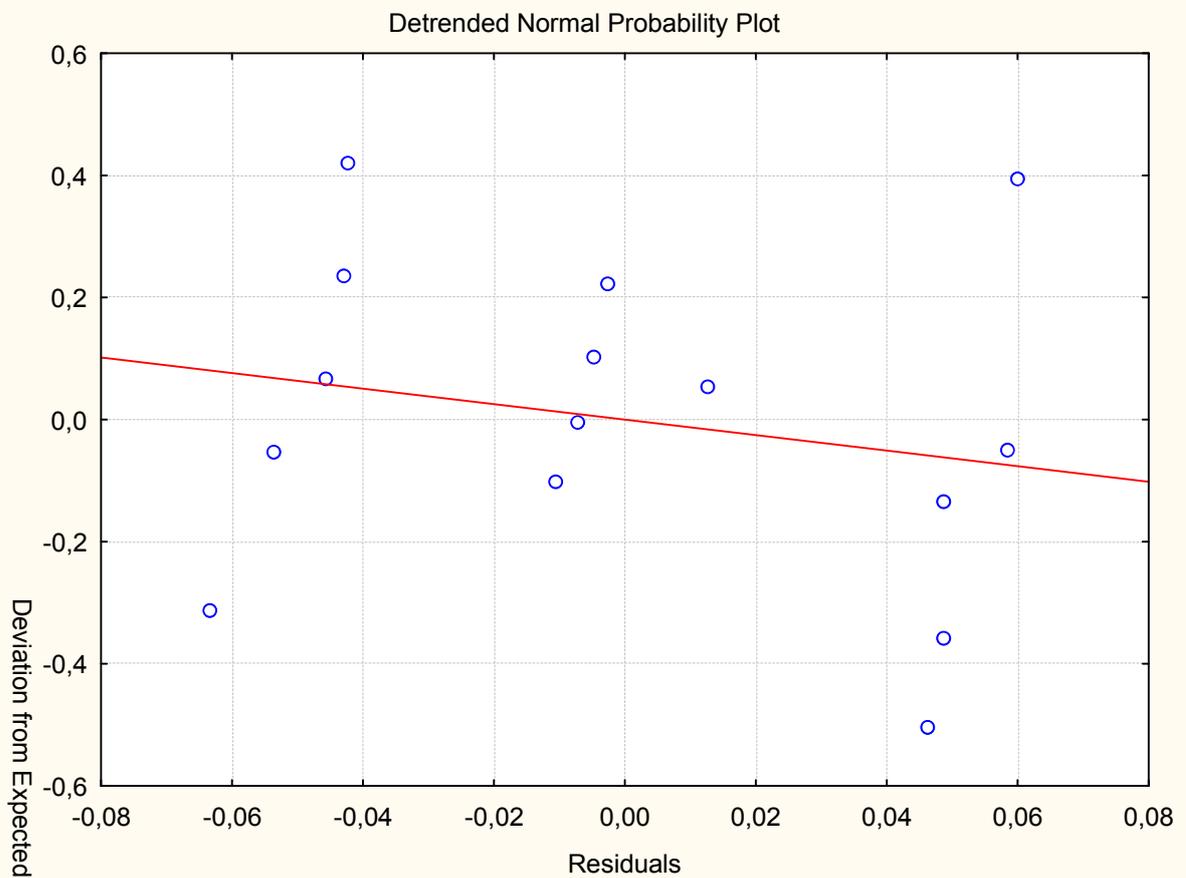
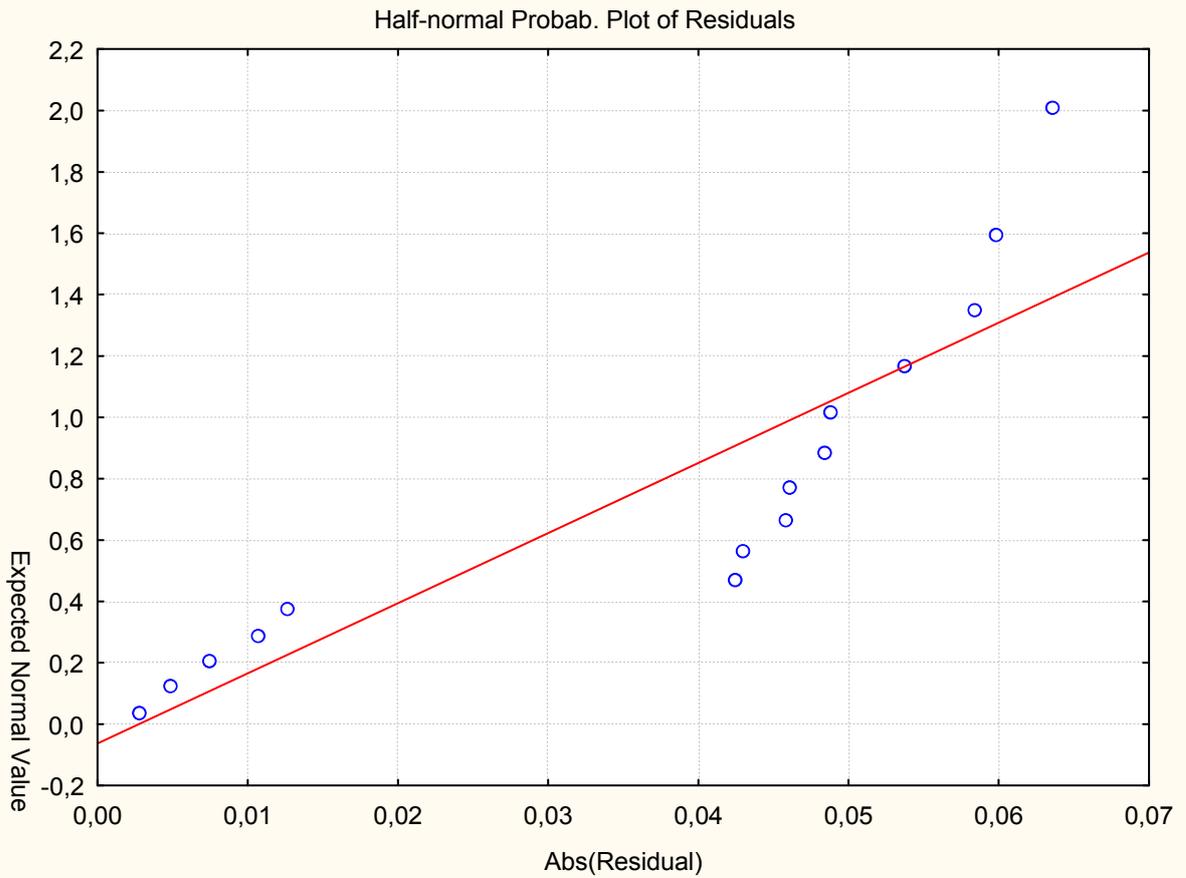
Продолжение прил. 7

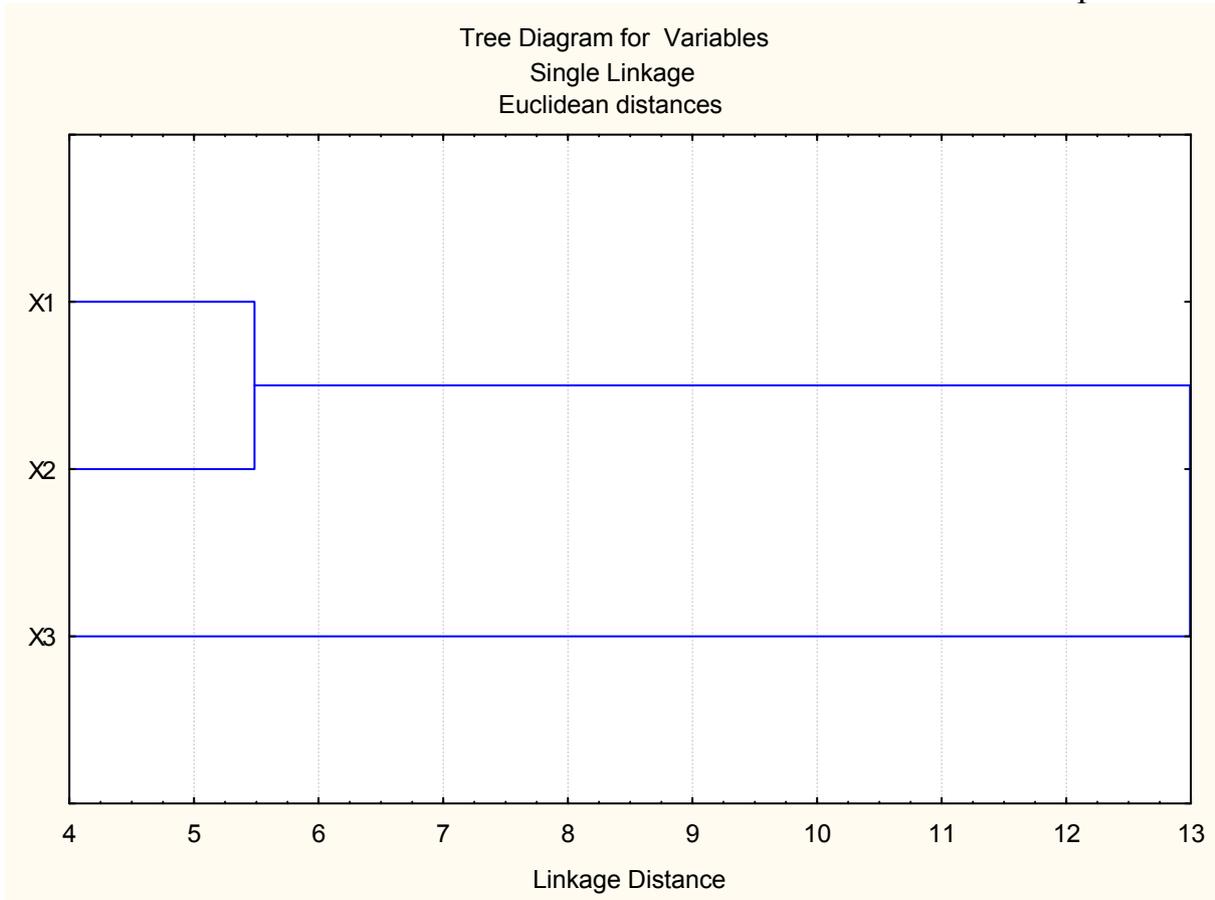
	Observed	Predicted	Residual	Standard	Standard	Std.Err.	Mahalanobis	Deleted	Cook's
1 . . . * . .	,200000	,151304	,048696	,19555	,07211	,011965	,038239	,052328	,046054
2 . . *	,100000	,142453	0,042453	1,13204	0,93466	,018066	,281506	0,050431	,097516
3 . . . * . .	,200000	,153938	,046062	,59069	,01412	,013746	,348913	,050706	,057072
4 . . *	,100000	,153701	0,053701	,55515	1,18230	,013526	,308188	0,058927	,074629
5 * . .	,200000	,140237	,059763	1,46446	,31576	,021297	,144628	,076605	,312687
6 . . *	,100000	,142941	0,042941	1,05886	0,94540	,017400	,121189	0,050326	,090081
7 . . . * . .	,200000	,151582	,048418	,23736	,06597	,012076	,056341	,052101	,046506
8 . . *	,100000	,145742	0,045742	0,63863	1,00708	,014058	,407854	0,050589	,059419
9 * . .	,211000	,152725	,058275	,40880	,28299	,012734	,167116	,063246	,076202
10 . . *	,089000	,152544	0,063544	,38162	1,39901	,012609	,145634	0,068850	,088542
11 . . . * . . .	,150000	,157353	0,007353	,10291	0,16188	,017799	,216401	0,008687	,002808
12 . . . * . . .	,150000	,137407	,012593	1,88886	,27724	,025755	,567807	,018560	,026841
13 . . . * . . .	,150000	,154788	0,004788	,71822	0,10542	,014613	,515840	0,005341	,000716
14 . . . * . . .	,150000	,152711	0,002711	,40671	0,05970	,012724	,165411	0,002942	,000165
15 . . . * . . .	,150000	,160573	0,010572	,58585	0,23277	,022542	,514933	0,014028	,011746
Minimum . . *	,089000	,137407	0,063544	1,88886	1,39901	,011965	,038239	0,068850	,000165
Maximum * . .	,211000	,160573	,059763	,58585	,31576	,025755	,567807	,076605	,312687
Mean . . . * . . .	,150000	,150000	,000000	,00000	,00000	,016061	,933333	,000228	,066066
Median . . . * . . .	,150000	,152544	0,004788	,38162	0,10542	,014058	,407854	0,005341	,057072











	Observed	Predicted	Residual	Standard	Standard	Std.Err.	Mahalanobis	Deleted	Cook's
12.*.....	,150000	,137407	,012593	,188886	,27724	,025755	,567807	,018560	,026841
15.....*	,150000	,160573	,010572	,58585	,23277	,022542	,514933	,014028	,011746
5.*.....	,200000	,140237	,059763	,146446	,31576	,021297	,144628	,076605	,312687
2..*.....	,100000	,142453	,042453	,113204	,93466	,018066	,281506	,050431	,097516
11.....*	,150000	,157353	,007353	,10291	,016188	,017799	,216401	,008687	,002808
6..*.....	,100000	,142941	,042941	,105886	,94540	,017400	,121189	,050326	,090081
13.....*	,150000	,154788	,004788	,71822	,010542	,014613	,515840	,005341	,000716
8...*....	,100000	,145742	,045742	,63863	,100708	,014058	,407854	,050589	,059419
3....*..	,200000	,153938	,046062	,59069	,01412	,013746	,348913	,050706	,057072
4....*..	,100000	,153701	,053701	,55515	,18230	,013526	,308188	,058927	,074629
9....*..	,211000	,152725	,058275	,40880	,28299	,012734	,167116	,063246	,076202
14....*..	,150000	,152711	,002711	,40671	,005970	,012724	,165411	,002942	,000165
10....*..	,089000	,152544	,063544	,38162	,139901	,012609	,145634	,068850	,088542
7....*..	,200000	,151582	,048418	,23736	,06597	,012076	,056341	,052101	,046506
1....*..	,200000	,151304	,048696	,19555	,07211	,011965	,038239	,052328	,046054
Minimum.*.....	,089000	,137407	,063544	,188886	,139901	,011965	,038239	,068850	,000165
Maximum.....*	,211000	,160573	,059763	,58585	,31576	,025755	,567807	,076605	,312687
Mean.....*	,150000	,150000	,000000	,00000	,00000	,016061	,933333	,000228	,066066
Median.....*	,150000	,152544	,004788	,38162	,010542	,014058	,407854	,005341	,057072



Общий вид дражированных семян сахарной свеклы



Определение размерных характеристик семян сахарной свеклы

Продолжение прил. 8

Размеры семян сахарной свеклы

Распределение размеров семян сахарной свеклы сорта Рамсем

Длина		Ширина		Толщина	
Размер, мм	Количество семян, шт	Размер, мм	Количество семян, шт	Размер, мм	Количество семян, шт
менее 3,0	1	менее 2,99	1	менее 2,02	1
3,01...3,02	1,3	2,99...3,0	2	2,02...2,04	15
3,02...3,03	8	3,00...3,01	7	2,04...2,06	30
3,03...3,04	30	3,01...3,02	19	2,06...2,08	27
3,04...3,05	35	3,02...3,03	30	2,08...2,1	15
3,05...3,06	22	3,03...3,04	32	2,1...2,12	7
3,06...3,07	2,7	3,04...3,05	9	более 2,12	5

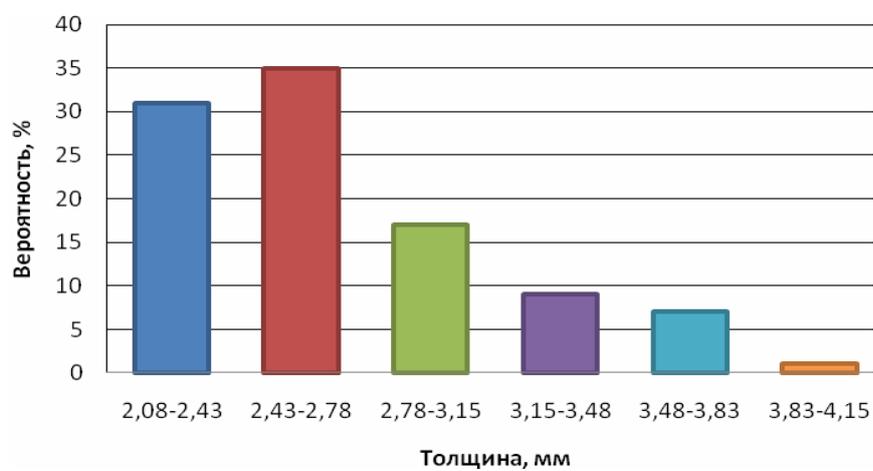
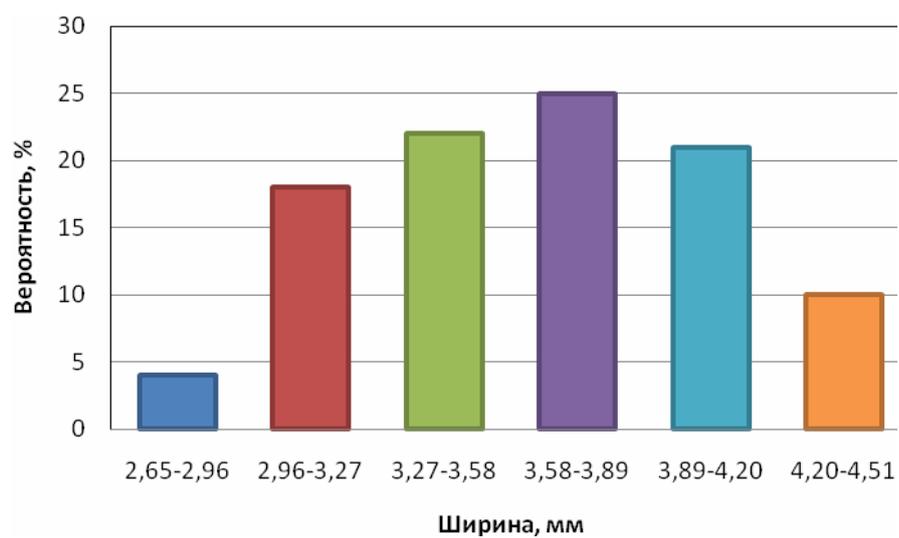
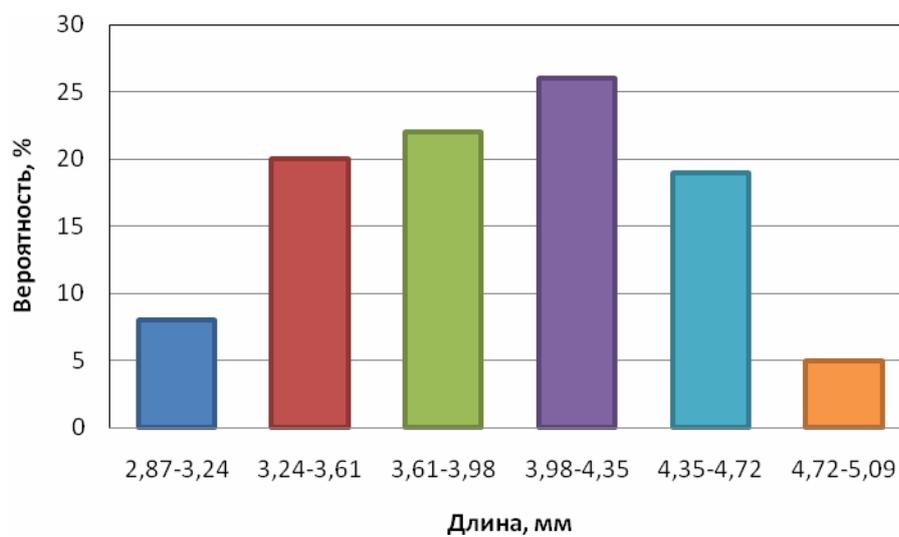
Распределение размеров семян сахарной свеклы сорта Рамонская 99

Длина		Ширина		Толщина	
Размер, мм	Количество семян, шт	Размер, мм	Количество семян, шт	Размер, мм	Количество семян, шт
менее 3,0	1	менее 2,99	1	менее 2,02	1
3,01...3,02	1	2,99...3,0	2	2,02...2,04	15
3,02...3,03	8	3,00...3,01	7	2,04...2,06	40
3,03...3,04	20	3,01...3,02	19	2,06...2,08	18
3,04...3,05	40	3,02...3,03	37	2,08...2,1	14
3,05...3,06	27	3,03...3,04	29	2,1...2,12	7
3,06...3,07	3	3,04...3,05	5	более 2,12	5

Распределение размеров семян сахарной свеклы сорта ЛМС 94

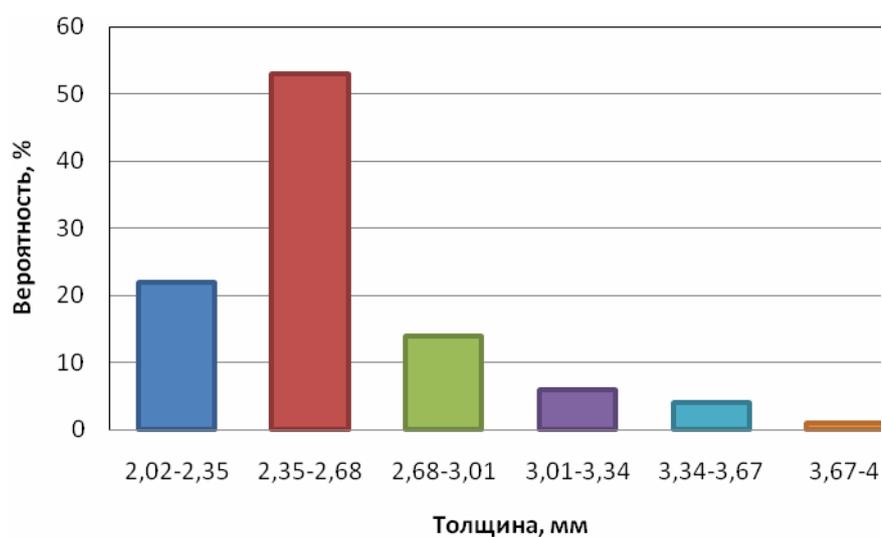
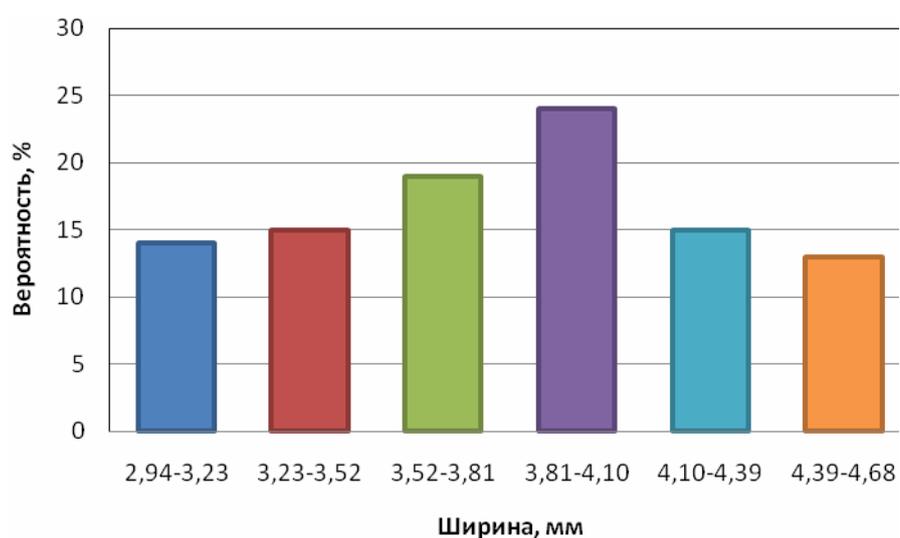
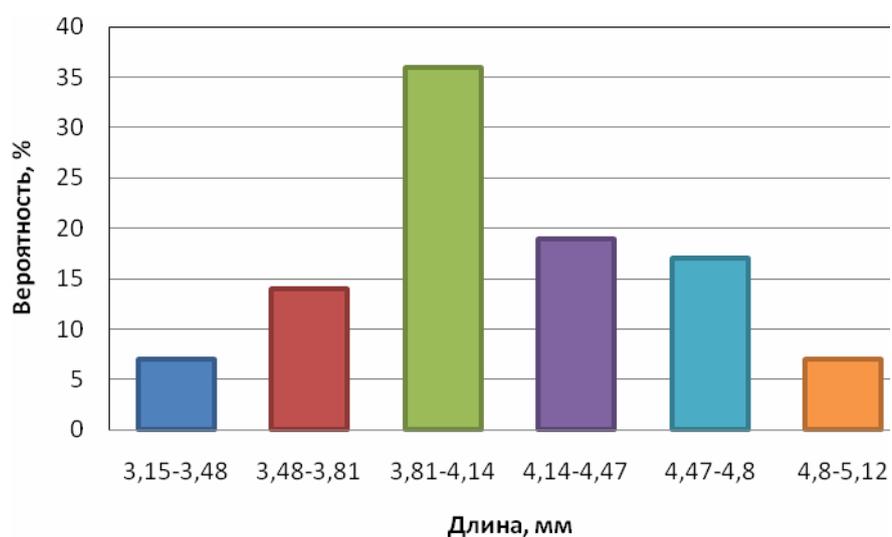
Длина		Ширина		Толщина	
Размер, мм	Количество семян, шт	Размер, мм	Количество семян, шт	Размер, мм	Количество семян, шт
менее 3,0	1	менее 2,99	1	менее 2,02	1
3,01...3,02	2	2,99...3,0	3	2,02...2,04	6
3,02...3,03	8	3,00...3,01	4	2,04...2,06	24
3,03...3,04	33	3,01...3,02	20	2,06...2,08	27
3,04...3,05	32	3,02...3,03	29	2,08...2,1	25
3,05...3,06	21	3,03...3,04	32	2,1...2,12	11
3,06...3,07	3	3,04...3,05	11	более 2,12	6

Продолжение прил. 8



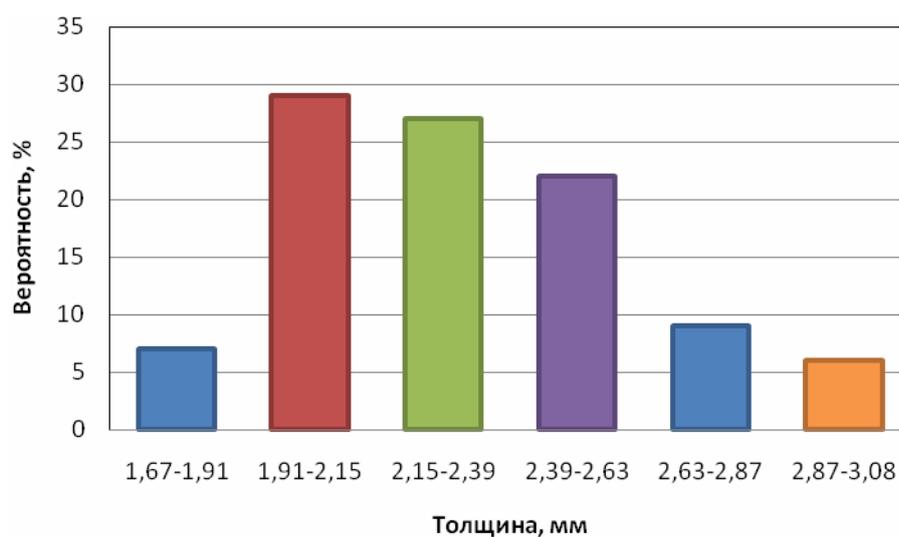
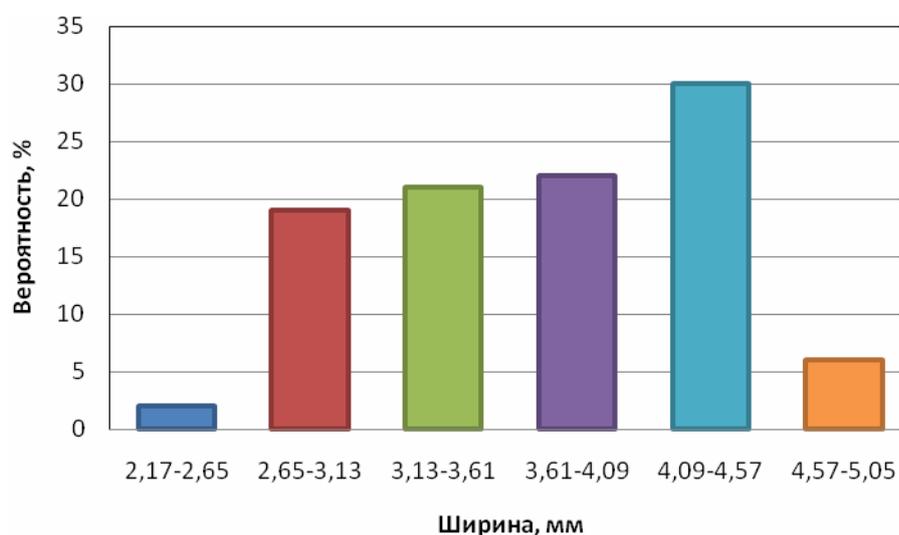
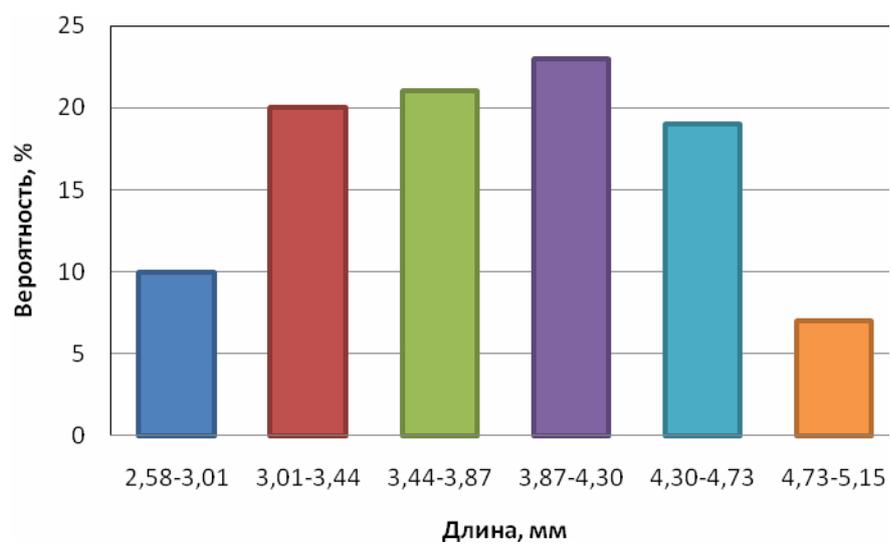
Гистограммы распределения семян сахарной свеклы *сорта* Рамонская односемянная-47

Продолжение прил. 8



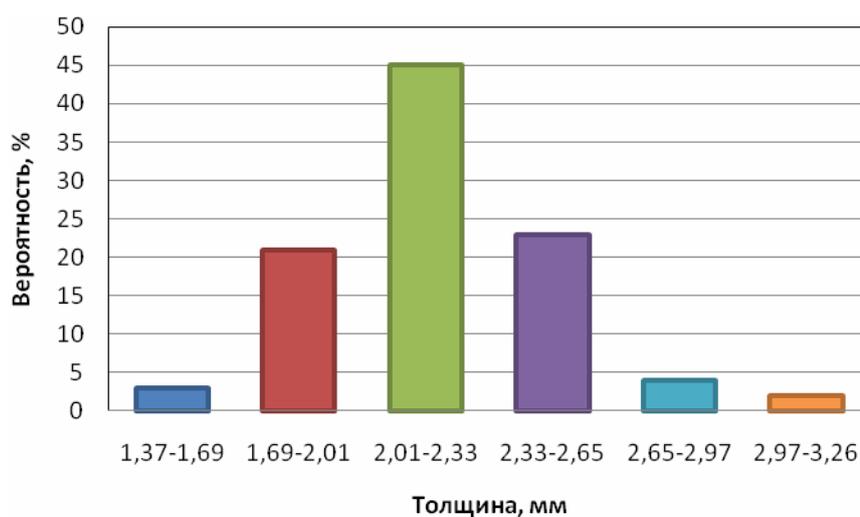
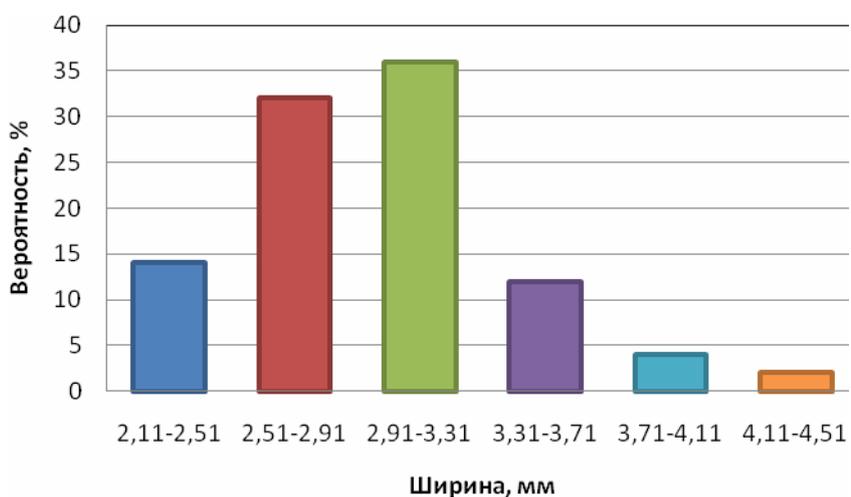
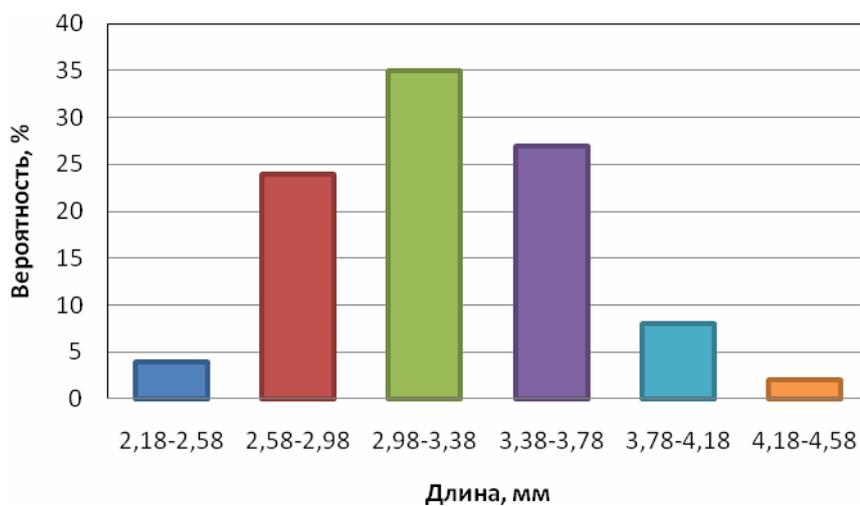
Гистограммы распределения семян сахарной свеклы сорта Льговская односемянная-52

Продолжение прил. 8



Гистограммы распределения семян сахарной свеклы гибрида РМС-70

Продолжение прил. 8



Гистограммы распределения семян сахарной свеклы гибрида Земис

Результаты исследования угла естественного откоса семян сахарной
свеклы

Показатель	Сорта и гибриды			
	Рамонская односемянн ая 47	Льговская односемян ная 52	РМС 70	Земис
среднее значение x_{cm} , град.	32,51	33,47	31,22	32,69
среднеквадратическое отклонение σ_{cm} , град.	1,28	1,52	1,34	1,37
коэффициент вариации v_{cm} , %	3,14	4,88	4,42	3,89
относительная ошибка выборочной средней $S_{x\%}$, %	1,09	1,22	1,27	1,31
коэффициент внутреннего трения, $K_{вн}$	0,52	0,51	0,53	0,52

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К САХАРНОЙ СВЕКЛЕ

Корнеплоды сахарной свеклы первого года вегетации растения являются сырьем для промышленного производства сахара. Основные требования к ним изложены в ГОСТ Р 52647-2006 “Свекла сахарная. Технические условия”. При заключении сахарными заводами договоров контрактации с поставщиками сахарной свеклы допускается установление иных дополнительных требований к ее качеству.

Для корнеплодов сахарной свеклы устанавливаются требования по органолептическим, физико-химическим показателям и показателям безопасности. Корнеплоды сахарной свеклы по форме, окраске и массе должны быть типичными для ботанического вида сахарной свеклы, с удаленными листьями и черешками, неувядшими, не мумифицированными и не загнившими.

К основным физико-химическим показателям отнесены: сахаристость, характеризующая уровень содержания целевого извлекаемого компонента сахарозы; загрязненность, характеризующая уровень содержания примесей минерального и органического происхождения, с выделением содержания зеленой массы как частичной характеристики уровня примесей органического происхождения; показатели физического состояния корнеплодов – содержание увядших корнеплодов, корнеплодов с сильными механическими повреждениями, цветущих корнеплодов.

По физико-химическим показателям корнеплоды сахарной свеклы должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 1П9.

К основным показателям безопасности сахарной свеклы отнесены токсичные элементы, пестициды и радионуклиды, их содержание не должно превышать допустимых уровней, установленных нормативными правовыми актами, действующими на территории Российской Федерации.

В табл. 2П9 приведены допустимые уровни токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов в корнеплодах сахарной свеклы.

Т а б л и ц а 1П9

Требования к физико-химическим показателям сахарной свеклы

Наименование показателя	Норма
Сахаристость, %, не менее	14,0
Загрязненность, %, не более	21,0*
Содержание зеленой массы, %, не более	3,0
Содержание увядших корнеплодов, %, не более	5,0
Содержание корнеплодов с сильными механическими повреждениями, %, не более	12,0
Содержание цветущих корнеплодов, %, не более	1,0

П р и м е ч а н и е :

Для регионов Южного Федерального округа норма сахаристости сахарной свеклы устанавливается не менее 12,0%, норма загрязненности – не более 16,0%.

*С учетом массовой доли головки, норма будет уточнена после разработки методики ее определения.

Показатели безопасности сахарной свеклы

Показатель	Допустимый уровень
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	
свинец	0,5
мышьяк	0,2
кадмий	0,03
ртуть	0,02
Пестициды, мг/кг, не более:	
ГХЦГ (сумма изомеров)	0,1
ДДТ и его метаболиты	0,1
Радионуклиды, Бк/кг, не более:	
цезий - 137	80,0
стронций - 90	40,0

Примечание:

Остаточное содержание других используемых пестицидов в сахарной свекле также не должно превышать допустимые уровни.

В целом указанные показатели позволяют в минимальной степени охарактеризовать пригодность сырья к переработке для получения сахара с обусловленным нормативными документами качеством и безопасностью при минимальных потерях сахарозы в производстве при соблюдении оптимального технологического режима переработки.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИЕМКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Сахарный завод организует приемку сырья от поставщиков, которыми являются свеклосеющие хозяйства разных форм собственности.

Приемка сахарной свеклы – процедура, включающая ряд последовательно выполняемых операций, обеспечивающих установление существенных характеристик сырья, служащих основанием выполнения договора контрактации и используемых сахарным заводом при установлении его цены, а также внутривзвешивания.

Приемку сахарной свеклы осуществляют по массе сахарозы, потенциально извлекаемой из корнеплодов, их качеству и безопасности.

Процедура приемки сахарной свеклы определяется технологическими особенностями ее производства и переработки; она охватывает временной период, ограниченный датами за 10-15 дней до начала уборки свекловичной плантации конкретного свеклопроизводителя и непосредственной доставки партии сахарной свеклы на сахарный завод. До начала уборки сахарной свеклы проводится химико-фитопатологическое обследование состояния посевов и определение показателей безопасности сырья. Завершение процедуры приемки сырья имеет место при доставке сахарной свеклы на сахарный завод с определением массы сахарозы, потенциально извлекаемой из принятого сырья, и показателей его качества.

Порядок предуборочного химико-фитопатологического обследования состояния посевов сахарной свеклы

Цель предуборочного химико-фитопатологического обследования свекловичных плантаций состоит в получении информации о фитопатологическом состоянии, технологических качествах и показателях безопасности сахарной свеклы. Результаты обследования используются сахарным заводом для прогнозирования объема заготовок, определения последовательности уборки плантаций, распределения сахарной свеклы по срокам хранения и переработки.

Химико-фитопатологическое обследование посевов в сырьевой зоне сахарного завода осуществляется сырьевой службой сахарного завода под руководством заместителя директора по сырью совместно с представителями свеклосеющего хозяйства; непосредственное участие в нем принимают агроном, агроном-микробиолог, инженер-химик по сырью и начальник сырьевой лаборатории сахарного завода.

При проведении химико-фитопатологического обследования всех свекловичных плантаций сырьевой зоны сахарного завода определяют: уровень засоренности посевов, содержание цветущих растений, степень пораженности листового аппарата и корнеплодов болезнями и интенсивность их развития; содержание увядших корнеплодов; биологическую урожайность; технологическую спелость, фитопатологические показатели и химический состав корнеплодов. При проведении химико-фитопатологического обследования используют визуальные и инструментальные методы исследования.

Продолжение прил. 10

На основании результатов химико-фитопатологического обследования в зависимости от состояния корнеплодов свеклы с плантациями оценивают как:

- полностью удовлетворяющую требованиям переработки – свекла, у которой отмечается отсутствие болезней листового аппарата или поражение их не превышает 2 баллов, отсутствуют увядшие, загнившие, а также поврежденные почвообитающими вредителями корнеплоды;

- не полностью удовлетворяющую требованиям переработки – свекла с полей, где пораженность листьев болезнями превышает 2 балла, имеется повреждение корнеплодов почвообитающими вредителями, но отсутствуют увядшие и загнившие корнеплоды;

- не удовлетворяющую требованиям переработки – свекла, у которой отмечено поражение листьев одной или несколькими болезнями выше 3 баллов, встречаются загнившие, сильно поврежденные вредителями корнеплоды.

По совокупности результатов химико-фитопатологического обследования заместитель директора по сырью сахарного завода устанавливает очередность уборки плантаций, составляет график уборки и доставки сахарной свеклы на завод, который согласовывается с руководителем свеклосеющего хозяйства и утверждается директором сахарного завода.

Порядок приемки сахарной свеклы

Приемку корнеплодов сахарной свеклы осуществляет сахарный завод в присутствии полномочного представителя поставщика; отсутствие представителя поставщика означает его согласие со всеми параметрами партии сахарной свеклы, определенными сахарным заводом. Приемка сахарной свеклы осуществляется сырьевой службой сахарного завода под руководством заместителя директора по сырью.

Сахарную свеклу принимают партиями, под которой понимают любое количество сахарной свеклы, доставленное за сутки одним поставщиком в одной и более транспортных единицах. Нумерация партий сахарной свеклы в каждом производственном сезоне устанавливается в сквозном порядке с момента доставки на сахарный завод сахарной свеклы первой транспортной единицей конкретного поставщика.

Приемку сахарной свеклы осуществляют по массе сахарозы, потенциально извлекаемой из корнеплодов, их качеству и безопасности.

Приемка сахарной свеклы по безопасности предусматривает до непосредственной доставки сахарной свеклы предоставление сахарному заводу поставщиком документа, подтверждающего безопасность сахарной свеклы по содержанию токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов.

Приемка сахарной свеклы по качеству предусматривает ее визуальный осмотр в кузове транспортной единицы и определение органолептических и физико-химических показателей в сырьевой лаборатории. При приемке сахарной свеклы по качеству аттестованная сырьевая лаборатория

Продолжение прил. 10

сахарного завода определяет органолептические и физико-химические показатели в отобранных от партии пробах, усредненные результаты которых распространяются на всю партию.

Приемка сахарной свеклы по массе сахарозы, потенциально извлекаемой из корнеплодов, предусматривает последовательное определение массы нетто партии сахарной свеклы, чистой массы партии сахарной свеклы – за исключением массы примесей органического и минерального происхождения, массы сахарозы, потенциально извлекаемой из чистой массы партии сахарной свеклы – на основе величины расчетного выхода сахара.

Алгоритм движения транспортной единицы на свеклоприемном пункте сахарного завода приведен на рисунке 1.

Каждая транспортная единица, поступившая на территорию предприятия, направляется на контрольную площадку, где подлежит регистрации и визуальному осмотру груза контролером с целью оценки однородности партии корнеплодов и их соответствия техническим требованиям по органолептическим показателям, содержанию загнивших, мумифицированных корнеплодов, зеленой массы и корнеплодов с сильными механическими повреждениями.

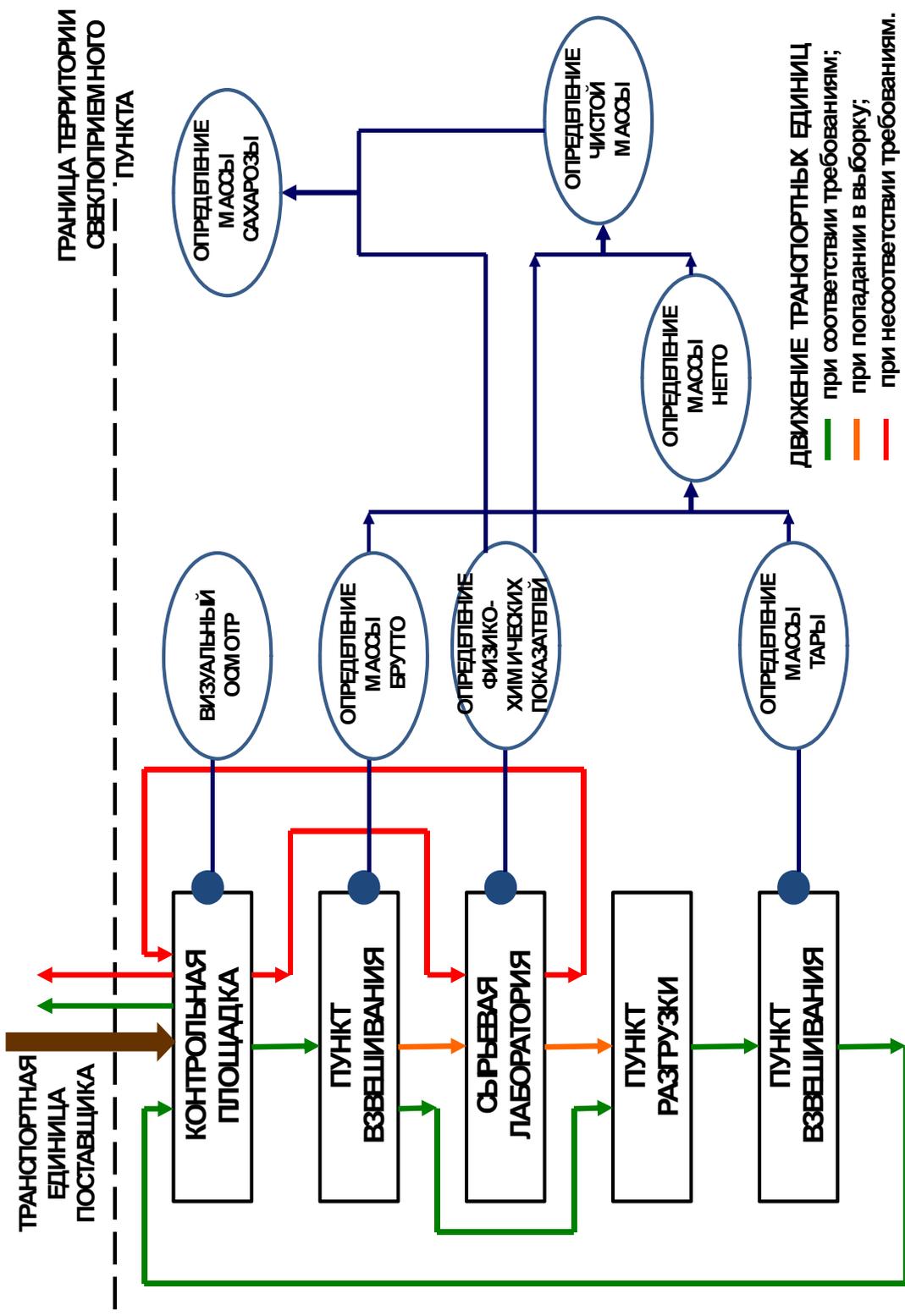
При выявлении путем визуального осмотра неоднородности качества сахарной свеклы или несоответствия ее требованиям по ботаническим признакам, содержанию загнивших, мумифицированных корнеплодов, зеленой массы и корнеплодов с сильными механическими повреждениями, контролер направляет транспортную единицу в сырьевую лабораторию, где проводят отбор проб и анализ сахарной свеклы по вызвавшим сомнение показателям на соответствие техническим требованиям ГОСТ Р 52647–2006.

Сахарная свекла, доставленная транспортным средством, не подлежит приемке, если по результатам анализов сырьевой лаборатории она не отвечает предъявляемым к ней техническим требованиям.

Если по результатам анализов сырьевой лаборатории сахарная свекла отвечает техническим требованиям ГОСТ Р 52647-2006, транспортное средство возвращается на контрольную площадку.

При выявлении путем визуального осмотра однородности качества сахарной свеклы и ее соответствия техническим требованиям ГОСТ Р 52647–2006 или при возврате транспортного средства после определения вызвавших сомнение показателей транспортная единица с сахарной свеклой включается в объем выборки. Контролер осуществляет отбор транспортных единиц каждого поставщика в выборку согласно установленному порядку и обозначает место разгрузки.

Каждая транспортная единица с сахарной свеклой после контрольной площадки направляется на весовой пункт, где взвешивается по ГОСТ 30414 с целью определения массы брутто груза в тоннах с точностью до второго десятичного знака.



Алгоритм движения транспортной единицы на свеклоприемном пункте сахарного завода

Продолжение прил. 10

Взвешенная транспортная единица, не вошедшая в выборку, направляется к обозначенному месту разгрузки к соответствующей кагатопкладочной машине. Вошедшая в выборку транспортная единица направляется в сырьевую лабораторию, где проводят отбор проб для анализа на соответствие техническим требованиям ГОСТ Р 52647–2006, и далее – к обозначенному месту разгрузки.

После выгрузки сахарной свеклы транспортная единица также проходит процедуру взвешивания на автомобильных весах для определения массы тары.

Указанные операции служат основанием для определения массы нетто сахарной свеклы, доставленной каждой транспортной единицей.

Массу партии, т, получают суммированием массы нетто сахарной свеклы во всех транспортных единицах поставщика за сутки:

$$M_n = \sum_{i=1}^n M_{\text{тр.ед.}i} \quad (1)$$

Чистая масса каждой партии сахарной свеклы, т, определяется как произведение разности массы партии сахарной свеклы и массы примесей органического и минерального происхождения в данной партии на коэффициент пересчета, представляющий собой частное от деления фактической сахаристости сахарной свеклы в партии на базисную сахаристость для зоны свеклосеяния данного сахарного завода:

$$\text{ЧМ}_{\text{св}} = (M_{\text{п}} - M_{\text{пр}}) \times \frac{C_{\text{хф}}}{C_{\text{хб}}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{хф}}$ – фактическая сахаристость партии сахарной свеклы, %; $C_{\text{хб}}$ – базисная сахаристость (средняя за предыдущие пять лет) по зоне свеклосеяния данного сахарного завода, %.

Величина базисной сахаристости доводится ежегодно сахарным заводом до сведения поставщиков сахарной свеклы не позднее 1 марта.

Масса примесей в партии сахарной свеклы, т, определяется как произведение массы партии на среднеарифметическую величину загрязненности партии по результатам анализов проб из транспортных единиц согласно выборке:

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{п}} \cdot Z_{\text{п}} / 100. \quad (3)$$

Масса сахарозы, потенциально извлекаемой из корнеплодов принятой партии сахарной свеклы, рассчитывается как произведение чистой массы партии сахарной свеклы на расчетный выход сахара:

$$C_{\text{п}} = \text{ЧМ}_{\text{св}} \cdot V_{\text{сх}} / 100, \quad (4)$$

где $C_{\text{п}}$ – масса сахарозы, потенциально извлекаемой из партии сахарной свеклы, т; $ЧМ_{\text{св}}$ – чистая масса партии принятой сахарной свеклы, т; $V_{\text{сх}}$ – расчетный выход сахара, %, формула которого устанавливается исходя из научно обоснованных данных, полученных в результате нахождения взаимосвязи между показателями качества сахарной свеклы и выходом сахара при ее переработке на конкретном сахарном заводе, согласовывается с поставщиком сахарной свеклы не позднее, чем за 1 год до предполагаемой поставки.

Сахарную свеклу, принятую сахарным заводом, в зависимости от ее качества и оценки по результатам предуборочного химико-фитопатологического обследования состояния посевов, направляют непосредственно в переработку или для укладки в кагаты на длительное или краткосрочное хранение.

Сахарную свеклу, оцененную при химико-фитопатологическом обследовании посевов как полностью удовлетворяющую требованиям переработки, достигшую технологической спелости, при отсутствии увядших корнеплодов, с загрязненностью не выше 12 % (с учетом массы головки), при среднесуточной температуре за предыдущую декаду не выше + 10 °С, укладывают в кагаты на длительное хранение (от 10 суток и более).

Сахарную свеклу, оцененную при химико-фитопатологическом обследовании посевов как не полностью удовлетворяющую требованиям переработки, не достигшую технологической спелости, с загрязненностью от 12 до 21% (с учетом массы головки), укладывают в кагаты на краткосрочное хранение (до 10 суток).

Сахарная свекла, оцененная при химико-фитопатологическом обследовании посевов как не удовлетворяющая требованиям переработки, приемке по требованиям ГОСТ Р 52647–2006 не подлежит.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ СЕМЯН

СЕРТИФИКАТ

№ РОСС RUSS.ПС-01.5.1.0139.1.3.0992

Зарегистрирован в Государственном реестре Системы „ 26 марта 2009 г

Действителен до „ 20 “ ноября 2009 г

Настоящий сертификат удостоверяет, что идентифицированные в установленном порядке

семена Свёкла сахарная (дражированная)
(наименование культуры)

9	7	2	3	3	1
---	---	---	---	---	---

(код ОКП)

Рамсем 1 , репрод. F 1 , фр.3,5-4,5
(сорт, репродукция, фракция)

2	7	0	5	1	0	3
---	---	---	---	---	---	---

(код сорта)

партия № 01/09 размером 2 тн (две тонны)
(количество контейнеров, тонн)

соответствуют требованиям ГОСТа 20797-87 для категории
(класс, наименование нормативного документа)

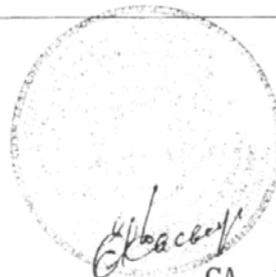
репродукционных семян

Производитель (продавец) ИП Нуждин Р.В.
(наименование)

п.ВНИИСС ,Рамонский район , Воронежская область
(адрес)



М. П.



СА № 046465

Продолжение прил. 11

Сертификат выдан на основании испытаний, проведенных:

Наименование испытательной лаборатории	№ документа испытаний, дата утверждения (выдачи)	Регистрационный № испытательной лаборатории
Узловский районный отдел ф-ла ФГУ "Россельхозцентр" по Тульской области	Протокол испыт. № 106-107 от 20 марта 2009г.	РОСС RUS ПК 01.6.1.0798

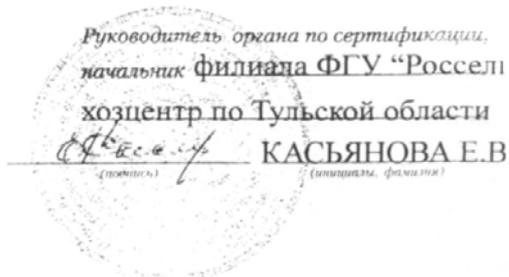
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

1. Сортовая чистота _____ %	7. Жизнеспособность _____ %
2. Чистота <u>100</u> _____ %	Метод определения _____
3. Семян других растений _____	8. Влажность <u>7,8</u> _____ %
4. Семян других видов кормовых трав _____ %	9. Масса 1000 семян <u>29,2</u> _____ г
5. Семян сорных растений, всего _____	10. Зараженность болезнями _____ %
в том числе для кормовых трав семян наиболее вредных сорняков _____ шт./кг	11. Заселенность вредителями <u>не обнаруж.</u>
6. Всхожесть <u>92</u> _____ %	12. Одноростковость <u>94</u> _____ %*
в том числе твердых _____ %	13. Стебельки длиннее 1 см <u>н/о</u> шт./кг*
Условия проращивания <u>ГБ-14 дней</u>	14. Выравненность <u>98</u> _____ %*
<u>темп. 20 град. С</u>	15. Односемянность _____ %*
16. Ботанический состав семян других видов: _____	

Другие определения

Масса посевной единицы - 2,9 кг
 Число посев. единиц - 689 шт
 Число клубочков в 1 кг - 34,2 тыс. шт
 Обработано Фураданом

* Только для семян свеклы.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ СЕМЯН

СЕРТИФИКАТ

№ Росс Рус ПСО 1.5.1.0111.1.3.3699

Зарегистрирован в Государственном реестре Системы "02" марта 2009 г.

Действителен до "24" июня 2009 г.

Срок продлен до " " " г.

М. П.

(подпись)

(расшифровка подписи)

Срок продлен до " " " г.

М. П.

(подпись)

(расшифровка подписи)

Настоящий сертификат удостоверяет, что идентифицированные в установленном порядке

семена Свекла сахарная калибр., урожай 2007 года

9	7	2	3	3	1
---	---	---	---	---	---

(наименование культуры) (код ОКП)

Рамонская односемянная 99, первая, фракция 3,5-4,5

9	9	0	7	5	6	3
---	---	---	---	---	---	---

(сорт, репродукция, фракция) (код сорта)

партия № 14/2 размером 12,5 (двенадцать тонн 500 кг.)
(количество контейнеров, тонн)

соответствуют требованиям ГОСТа 10882-93
(класс, наименование нормативного документа)

Производитель (продавец) Производитель: ИП Нуждин Р.В., Воронежская область,
(наименование)

Рамонский район; Переработчик: ООО НПССП "Рамонские Семена"
(адрес)

Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС

Фли Рус" г. Новомажовск
Сельская общ. 600 (Шельковский) КС



СБ № 040759

Продолжение прил. 11

Сертификат выдан на основании испытаний, проведенных:

Наименование испытательной лаборатории	№ документа испытаний, дата утверждения (выдачи)	Регистрационный № испытательной лаборатории
Филиал ФГУ "Россельхозцентр" по Воронежской области	Протокол испытаний № 207-208 от 24 февраля 2009 года	Росс RUS ПС 01.5.1.0111

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

- | | |
|--|--|
| 1. Сортовая чистота _____ % | 1. Жизнеспособность _____ %
Метод определения _____ |
| 2. Чистота <u>99,88</u> % | 8 Влажность <u>11,6</u> % |
| 3. Семян других растений <u>не обн.</u> | 9 Масса 1000 семян <u>12,3</u> г |
| 4. Семян других видов кормовых трав _____ % | 10. Зараженность болезнями _____ %
<u>не обнаружено</u> |
| 5. Семян сорных растений, всего <u>не обн.</u>
в том числе для кормовых трав семян наиболее вредных сорняков _____ шт./кг | 11. Заселенность вредителями _____ %
<u>не обнаружено</u> |
| 6. Всхожесть <u>94</u> %
в том числе твердых _____ % | 12. Одноростковость <u>95</u> %* |
| Условия проращивания <u>ГФ</u>
<u>120С</u> | 13. Стебельки длиннее 1 см <u>2</u> шт./кг* |
| | 14. Выравненность <u>87</u> %* |
| | 15. Односемянность _____ %* |
| 16. Ботанический состав семян других видов: _____ | |

Другие определения

* Только для семян свеклы.



Руководитель органа по сертификации,
Филиал ФГУ "Россельхоз-
центр" по Воронежской области

(подпись)

Н.Я. Кузнецов
(инициалы, фамилия)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ СЕМЯН

СЕРТИФИКАТ

№ Росс Рус ПСО 1.5.1.0111.1.3.3295

Зарегистрирован в Государственном реестре Системы "30" декабря 2008 г.

Действителен до "29" апреля 2009 г.

Срок продлен до " " " г.

М. П.

(подпись) (расшифровка подписи)

Срок продлен до " " " г.

М. П.

(подпись) (расшифровка подписи)

Настоящий сертификат удостоверяет, что идентифицированные в установленном порядке

семена Свекла сахарная, урожай 2007 года

9	7	2	3	3	1
---	---	---	---	---	---

(наименование культуры) (код ОКП)
Рамсем 1, F 1, фракция 3,5-4,5

9	7	0	5	1	0	3
---	---	---	---	---	---	---

(сорт, репродукция, фракция) (код сорта)

партия № 13/2 размером 4,1 (четыре тонны 100 кг.)
(количество контейнеров, тонн)

соответствуют требованиям ГОСТа 10882-93
(класс, наименование нормативного документа)

Производитель (продавец) Производитель: "Лабинский аграрный техникум"
(наименование)

Краснодарский край; Переработчик: ООО НПССП "Рамонские Семена"
(адрес)

Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС



И. В. Жуков
Воронежская обл
с/х-м с/х-м
СБ № 050785

Сертификат выдан на основании испытаний, проведенных:

Наименование испытательной лаборатории	№ документа испытаний, дата утверждения (выдачи)	Регистрационный № испытательной лаборатории
Филиал ФГУ "Россельхозцентр" по Воронежской области	Протокол испытаний № 876-877 от 29 декабря 2008 года	Росс RUS ПС 01.6.1.0111

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

- | | |
|--|--|
| 1. Сортовая чистота _____ % | 1. Жизнеспособность _____ %
Метод определения _____ |
| 2. Чистота _____ <u>99,94</u> % | 8 Влажность _____ <u>12,9</u> % |
| 3. Семян других растений _____ <u>0,01</u> % | 9 Масса 1000 семян _____ <u>13</u> г |
| 4. Семян других видов кормовых трав _____ % | 10. Зараженность болезнями _____ %
_____ <u>не определялось</u> |
| 5. Семян сорных растений, всего _____ <u>0,002</u> %
в том числе для кормовых трав семян наиболее вредных сорняков _____ шт./кг | 11. Заселенность вредителями _____
_____ <u>не обнаружено</u> |
| 6. Всхожесть _____ <u>92</u> %
в том числе твердых _____ % | 12. Одноростковость _____ <u>94</u> %* |
| Условия проращивания ГФ _____
<u>t 20 C</u> | 13. Стебельки длиннее 1 см _____ <u>2</u> шт./кг* |
| | 14. Выравненность _____ <u>90</u> %* |
| | 15. Односемянность _____ %* |
| 16. Ботанический состав семян других видов: _____ | |

Другие определения

* Только для семян свеклы.



Руководитель органа по сертификации,
филиал ФГУ "Россельхозцентр" по Воронежской области
начальник _____

Stas
(подпись)

Н.Я. Кузнецов
(инициалы, фамилия)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ СЕМЯН

СЕРТИФИКАТ

№ РОСС RUSS PC-01.5.1.0139.1.3.0994

Зарегистрирован в Государственном реестре Системы „26 марта 2009 г.

Действителен до „20 ноября 2009 г.

Настоящий сертификат удостоверяет, что идентифицированные в установленном порядке

семена Свёкла сахарная (дражированная)
(наименование культуры)

9	7	2	3	3	1
---	---	---	---	---	---

(код ОКП)

ЛМС 94, репрод. F 1, фр.3,5-4,5
(сорт, репродукция, фракция)

9	6	0	0	5	7	4
---	---	---	---	---	---	---

(код сорта)

партия № 08/08 размером 0.40 тн (Четыреста кг)
(количество контейнеров, тонн)

соответствуют требованиям ГОСТа 20797-87 для категории
(класс, наименование нормативного документа)

репродукционных семян

Производитель (продавец) ООО "Росбета" г. Воронеж .
(наименование)

ул. Солнечная 2
(адрес)



М. П.

СА № 046462

Сертификат выдан на основании испытаний, проведенных:

Наименование испытательной лаборатории	№ документа испытаний, дата утверждения (выдачи)	Регистрационный № испытательной лаборатории
Узловский районный отдел ф-ла ФГУ "Россельхозцентр" по Тульской области	Протокол испыт. № 102-103 от 20 марта 2009г.	РОСС RUS PC-01.6.1.0798

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

- | | |
|---|--|
| 1. Сортовая чистота _____ % | 7. Жизнеспособность _____ %
Метод определения _____ |
| 2. Чистота <u>100</u> _____ % | 8. Влажность <u>6,3</u> _____ % |
| 3. Семян других растений _____ | 9. Масса 1000 семян <u>27,7</u> г |
| 4. Семян других видов кормовых трав _____ % | 10. Зараженность болезнями _____ % |
| 5. Семян сорных растений, всего _____
в том числе для кормовых трав семян наиболее вредных сорняков _____ шт./кг | 11. Заселенность вредителями <u>не обнаруж.</u> |
| 6. Всхожесть <u>92</u> _____ %
в том числе твердых _____ % | 12. Одноростковость <u>97</u> %* |
| Условия проращивания <u>ГБ- 14 дней</u>
<u>темп. 20 град. С</u> | 13. Стебельки длиннее 1 см <u>н/о</u> шт./кг* |
| | 14. Выравненность <u>98</u> %* |
| | 15. Односемянность _____ %* |
| 16. Ботанический состав семян других видов: _____ | |

Другие определения

Масса посевной единицы - 2,8 кг
 Число посев. единиц - 143 шт
 Число клубочков в 1 кг - 36,1 тыс. шт
 Обработано Фураданом



* Только для семян свеклы

М. П.

Руководитель органа по сертификации,
 начальник филиала ФГУ "Россельхозцентр по Тульской области

Е. В. Касьянова
 (подпись)

КАСЬЯНОВА Е.В.
 (инициалы, фамилия)

Научное издание

Ларюшин Николай Петрович
Сёмов Иван Николаевич
Кухарев Олег Николаевич
Романенко Игорь Иванович

ОПТИМИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА
С ЭЛАСТИЧНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ
ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ КАЛИБРОВАННЫХ
СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Монография

В авторской редакции
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 31.10.2014. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 10,0. Уч.-изд.л. 10,75. Тираж 500 экз. 1-й завод 100 экз.
Заказ № 434.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28