

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Саратовский государственный
аграрный университет им. Н. И. Вавилова»

На правах рукописи



Сарсенов Амангельды Естаевич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ ПУТЕМ СО-
ВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ СОШНИКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН В ПОЧВЕ**

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор Павлов И. М.

Саратов 2017

РЕФЕРАТ

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 210 страницах машинописного текста, содержит 16 таблиц, 93 иллюстрации и 12 приложений. Библиографический список включает 158 наименований, в том числе 10 – на иностранных языках.

Ключевые слова: рядовой посев, сошник, прижимная пластина, плотность дна бороздки, равномерность укладки семян, тяговое сопротивление.

Объектом исследования является технологический процесс посева зерновых культур.

Цель работы – повышение эффективности посева зерновых культур путем совершенствования технологического процесса распределения семян по глубине и обоснования параметров двухдискового сошника.

На основе анализа существующих конструкций для рядового посева зерновых культур разработана конструктивно-технологическая схема двухдискового сошника с прижимной пластиной, новизна которой подтверждена патентами Российской Федерации № 2435356, Республики Казахстан № 30296, № 30401.

Представлены теоретические исследования, дающие обоснование основным геометрическим параметрам прижимной пластины и позволяющие определить её влияние на равномерность укладки семян по глубине и создания оптимальной плотности дна бороздки, тяговое сопротивление сошника, устойчивость его хода.

Изложены основные методические приемы, используемые при лабораторных и полевых исследованиях, и приведены результаты исследований по определению показателей работы усовершенствованного сошника.

На основании результатов лабораторно-полевых исследований экспериментальной сеялки для рядового посева зерновых культур определены технико-экономические показатели её использования при посеве яровой пшеницы сорта «Волгоуральская» в производственных условиях.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	12
1.1 Агротехнические требования.....	12
1.2 Способы посева сельскохозяйственных культур.....	13
1.3 Посевные машины. Технологический процесс посева.....	17
1.4 Факторы, влияющие на урожайность зерновых культур.....	19
1.5 Заделывающие рабочие органы посевных машин.....	27
1.6 Технологии и технические средства заделки семян в почву.....	29
1.7 Анализ влияния сошников на физико-механические свойства почвы при посеве.....	46
1.8 Анализ исследований комбинированных сошников для уплотнения почвы.....	49
1.9 Перспективы развития заделывающих рабочих органов.....	54
1.10 Выводы по разделу. Цель и задачи исследований.....	55
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗАДЕЛКИ СЕМЯН В ПОЧВУ С УПЛОТНЕНИЕМ ДНА БОРОЗДКИ.....	56
2.1 Предлагаемая технология заделки семян в почву, устройство и работа усовершенствованного заделывающего рабочего органа.....	56
2.2 Определение геометрических параметров прижимной пластины.....	63
2.3 Определение тягового сопротивления усовершенствованного сошника... ..	69
2.4 Определение зависимости деформации пружины.....	76
2.5 Определение устойчивости хода сошника.....	83
2.6 Выводы по разделу.....	97
3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	98
3.1 Общая программа экспериментальных исследований.....	98

3.2	Программа лабораторных исследований	98
3.3	Лабораторная установка	98
3.4	Методика определения углов и коэффициентов трения	102
3.5	Методика обработки экспериментальных данных	105
3.6	Определение параметров упругих элементов усовершенствованного сошника	106
3.7	Лабораторная установка для определения физических свойств почвы ...	109
3.8	Программа полевых испытаний	115
3.9	Методика проведения полевых испытаний	117
4	РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	128
4.1	Результаты исследования по определению сопротивления перемещению сошника от глубины хода и скорости движения	128
4.2	Исследование коэффициентов трения различных типов трущихся поверхностей	132
4.3	Результаты исследований упругих свойств элементов усовершенствованного сошника	134
4.4	Результаты исследования давления на дно бороздки	137
4.5	Результаты полевых испытаний зерновой сеялки СЗ-3,6 с усовершенствованным сошником	142
4.6	Выводы по разделу	145
5	ТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАДЕЛКИ СЕМЯН В ПОЧВУ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ СОШНИКОМ	148
5.1	Себестоимость конструкторской разработки.....	148
5.2	Определение технических и экономических показателей посевного агрегата	149
5.3	Выводы по разделу	154
6	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	156

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	158
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	175

ВВЕДЕНИЕ

Важное значение для сельскохозяйственного производства в настоящее время приобретает увеличение производства зерна. Для наращивания производства зерна необходимо повышать урожайность зерновых культур при сохранении посевных площадей.

Урожайность зерновых культур зависит не только от внедрения в производство новых высокопродуктивных сортов, соответствующих интенсивным технологиям, но и в значительной мере от качества посева. При возделывании зерновых культур посев является одной из важнейших технологических операций, от техники его выполнения зависит качество посева и все последующие операции по уходу за посевами и уборке урожая.

Качество посева зерновых культур оценивается в основном равномерностью распределения семян по глубине в почве, выдержанностью требуемой для растений плотности почвы семенного ложа и обеспечением плотного контакта семян с дном бороздки. Все эти факторы обуславливают интенсивность прорастания семян, дружность всходов и плотность, повышают энергию роста растений и, в конечном счете, увеличивают урожайность зерновых культур.

Важное значение при посеве имеет соблюдение агротехнических сроков. Именно в этот короткий период времени почва приобретает такие физико-механические характеристики, которые благоприятствуют её обработке при минимальных затратах. Гранулометрический состав, влажность, плотность, липкость и другие характеристики почвы в период посева принимают оптимальные, с точки зрения обработки почвы, значения [47].

Любое воздействие на почву, в том числе при посеве, изменяет плотность посевного слоя почвы, что отражается на всем комплексе физических условий: водном, воздушном и тепловом режимах и, следовательно, на условиях биологической активности.

Плотность – это характеристика почвы, с которой функционально связаны почти все её физические параметры. Плотность является функцией структуры и микроструктуры, механического состава почвы, содержания в ней гумуса и т. д.

По мнению А. В. Дружченко [45], увеличение полевой всхожести при уплотнении почвы происходит за счёт улучшения гидротермического режима, контакта семян с почвой, что приводит к быстрому набуханию семян и к сокращению периода «посев–всходы». Правда, влияние уплотнения на водный режим почвы благоприятно сказывается при её низкой влажности – ниже 20–22 %, а уплотнение способствует сохранению влаги при засухе. Если же количество влаги в почве выше 23–25 %, уплотнение снижает влажность посевного слоя.

Влиянию плотности почвы на рост, развитие и урожай сельскохозяйственных культур в специальной литературе посвящено много исследований. Этому вопросу уделяется внимание более двух столетий.

В 1742 году В. Н. Татищев, а также Ф. Е. Колясев и М. А. Бельская [85] в своих записях по сельскому хозяйству отмечали полезность некоторого уплотнения почвы.

Ф. Майер и Д. К. Носов [85] в 1851 г. в своих статьях о прикатывании почвы показали, что применение катков при посеве яровых является необходимым мероприятием для скорейшего уплотнения почвы, что, безусловно, имеет большое значение при посеве.

И. У. Палимпсестов [85] дал всестороннюю оценку различной подготовки почвы к посеву. Он указывал, что почва для посева должна быть подготовлена так, чтобы после сева имела определённую плотность. Уплотнение необходимо как для правильного прорастания зёрен, так и для успешного роста растений. Однако он же предупреждал, что пользоваться катком надо умело. И. У. Палимпсестов был одним из первых учёных, кто писал о необходимости знать величину оптимальной плотности почвы. По его мнению: «Тайна обработки земли заключается в довольно странной комбинации. Земля должна обработана так, чтобы была рыхла, но вместе с тем и плотна».

Работы названных учёных проводились в разное время, в различных почвенно-климатических условиях, с разными сельскохозяйственными культурами. Но в этих работах не достаёт рекомендаций по количественным оптимальным параметрам плотности почвы.

Плотность почвы является характеристикой почвенно-зональной, она зависит от содержания гумуса в почве, механического состава и её структуры.

Вопрос влияния уплотнения на влажность почвы освещен в работах многих ученых [85]. Не многие исследователи обращают внимание на то, что существенное влияние на прорастание и развитие культурных растений оказывает не только плотность, но и её структурное состояние. На эрозионно-опасных почвах следует применять дисковые и наральниковые сошники с уплотнителями поверхностного слоя почвы, что обеспечит повышенную равномерность распределения семян как по площади, так и по глубине и защитит почву от ветровой эрозии.

Кроме того, успешное проведение посевных работ во многом зависит от надёжной и качественной работы сеялок. Качественная же работа сеялки во многом определяется одним из её конструктивных элементов, взаимодействующих с почвой – сошником. Качество работы сошников зерновых сеялок представляет собой совокупность свойств, характеризующих успешность выполнения технологического процесса.

Выпускаемые в настоящее время промышленностью и имеющиеся в хозяйствах простые по конструкции и надёжные в работе зерновые сеялки семейства СЗ-3,6, оборудованные двухдисковыми сошниками, выполняют рядовой и узкорядный посев. Однако дисковые сошники этих сеялок не в полной мере отвечают агротехническим требованиям, т. к. не создают уплотнения дна посевной бороздки, и, следовательно, не обеспечивают высеянному семенам необходимый режим влажности, а также неравномерно распределяют семена по глубине заделки. Это ведёт к затягиванию сроков прорастания семян, ухудшению условий дальнейшего развития растений и снижению урожайности [109].

Вследствие этого возникает необходимость совершенствования конструкции двухдискового сошника для качественной заделки семян, техническим решением которого является оснащение его съёмной прижимной пластиной, которая обеспечивает за счет смятия почвенных комочков и придавливания семян ко дну бороздки равномерность распределения семян по глубине и создает необходимую для растений плотность семенного ложа и контакт семян с дном бороздки.

Настоящая диссертационная работа посвящена изысканию вышеперечисленных технических решений по совершенствованию двухдискового сошника зерновой сеялки СЗ-3,6 и её модификаций.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Повышение эффективности посева зерновых культур путем совершенствования технологического процесса распределения семян по глубине и обоснования параметров двухдискового сошника.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ. Технологический процесс посева зерновых культур.

ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ. Закономерности процесса бороздообразования, уплотнения дна борозды и распределения семян по глубине при использовании сошника с прижимной пластиной.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА.

- конструктивно-технологическая схема двухдискового сошника с прижимной пластиной;
- аналитические зависимости плотности почвы, создаваемой прижимной пластиной, геометрических параметров прижимной пластины, тягового сопротивления усовершенствованного сошника, деформации пружины поводка, устойчивости хода сошника.

Исследования выполнены в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации №717 от 14 июля 2012 г. «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы», а также «Концепцией развития агропромышленного комплекса Саратовской области до 2020 года» (п.п. 3.4.3 «Модернизация инженерно–технического обеспечения АПК»).

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ. При исследовании использован усовершенствованный двухдисковый сошник, оснащённый прижимной пластиной, имеющей криволинейную вогнутую форму и позволяющий обеспечивать технологический процесс заделки семян в почву при посеве. Разработана и обоснована конструктивно-технологическая схема двухдискового сошника для рядового посева (патенты на изобретение РФ № 2435356, № 30296, № 30401, РК). Предложенный усовершенствованный сошник позволит производить рядовой посев с равномерным распределением семян по глубине, создавая необходимую для растений плотность семенного ложа и контакт семян с дном бороздки.

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ: Производственный образец усовершенствованного двухдискового сошника испытан на полях ТОО «Ізденіс» КХ «Сулейменов» и на опытном поле Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана (ЗКАТУ) Западно-Казахстанской области Республики Казахстан.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований могут быть использованы научно-исследовательскими институтами, конструкторскими бюро и машиностроительными заводами при разработке сеялок для рядового посева зерновых культур, а также в учебном процессе сельскохозяйственными учебными заведениями.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Результаты исследований доложены и одобрены на конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2014–2016 гг. кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, Международной научно-практической конференции, посвящённой 20-летию Конституции Республики Казахстан и Ассамблеи народа Казахстана «Наука и образование XXI века: опыт и перспективы», г. Уральск, 2015 г., Международной научно-практической конференции «Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях», г. Саратов, 2016 г., Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и тенденции развития», г. Душанбе, 2017

г., на заседании технического совета АО «Белинксельмаш», г. Каменка Пензенской области, 2017 г.

ПУБЛИКАЦИИ. По теме диссертации в сборниках научных трудов и материалах научных конференций опубликовано 12 работ общим объёмом 3,51 печатных листа, из них лично соискателю принадлежат 1,97 п. л., в том числе три работы – в изданиях, включённых в «Перечень...» ВАК РФ, описание патента РФ на изобретение и двух инновационных патентов на изобретения Республики Казахстан.

СТРУКТУРА И ОБЪЁМ ДИССЕРТАЦИИ. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 210 страницах машинописного текста, содержит 16 таблиц, 93 иллюстраций и 12 приложений. Список литературы включает 158 наименований, в том числе 10 – на иностранных языках.

НА ЗАЩИТУ ВЫНОСЯТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ:

- конструктивно-технологическая схема двухдискового сошника с прижимной пластиной;
- аналитические зависимости плотности почвы, создаваемой прижимной пластиной, геометрических параметров прижимной пластины, результаты определения тягового сопротивления усовершенствованного сошника, деформации пружины поводка, устойчивости хода сошника, номограммы для определения неравномерности заделки семян по глубине;
- результаты теоретических и экспериментальных исследований сошника.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Агротехнические требования

1. Почва, подготовленная к посеву, должна соответствовать требованиям: поверхностный слой почвы выровнен и разрыхлен. Почва в слое глубины заделки мелкокомковатая: весовое содержание комков почвы размером от 1 до 10 мм не менее 50 %. Крупные камни и комья размером 30 мм и более не допускаются. Поверхностный слой почвы не должен иметь скопления сорняков, пожнивных и солоmistых остатков, превышающих по размерам установочную глубину заделки семян. Для нормальной работы сеялки необходимо, чтобы влажность почвы не превышала: 15–25 % для глубины 0–5 см; 18–30 % для глубины 5–10 см, твердость должна составлять 0,5...1,5 МПа.

2. Сеялка должна создавать уплотненное дно борозды, глубина борозд должна быть одинаковой. Семена укладываются на уплотненное дно и засыпаются влажным слоем почвы, отклонение от заданной глубины заделки семян допускается при глубине посева 3...4, 4..5 и 6...8 см соответственно $\pm 0,5$; $\pm 0,7$ и $\pm 1,0$ см.

3. Распределение семян по засеваемой площади должно быть равномерным: относительное допустимое отклонение высева семян каждым высевающим аппаратом от среднего высева не должно превышать для зерновых культур 12 % при средней неравномерности высева 4 %;

допустимое отклонение действительной глубины от средней не более ± 1 см для 80 % семян;

средняя неравномерность высева между отдельными высевающими аппаратами не должна превышать 3 % для зерновых культур и 4 % для бобовых.

4. Рабочая скорость посевного агрегата в зависимости от состояния поверхности не должна превышать 12 км/ч.

5. Посевной материал должен быть очищен от сора, примесей и отсортирован по объему и весу. Высеваемые удобрения должны соответствовать следующим требованиям: содержание влаги не более 4 %, размер гранул от 4 до 10 мм, не более 5 %; размер гранул от 2 до 4 мм, не менее 74 %, размер гранул от 1 до 2 мм, не более 20 %; размер гранул менее 1 мм, не более 1 %. Семена при высеве не должны повреждаться в высевающих аппаратах, сошниках и других механизмах сеялок [37, 134].

1.2 Способы посева сельскохозяйственных культур

Посев – это оптимальное размещение семян сельскохозяйственных культур в почве с соблюдением агротехнических требований и созданием условий для их прорастания. От своевременного качественного посева зависит дальнейшее развитие растений, которое в конечном итоге влияет на урожай.

Каждая сельскохозяйственная культура требует необходимых и своеобразных условий прорастания и развития, поэтому в растениеводстве наиболее распространены два способа посева [16, 62, 67]: рядовой (рисунок 1.1, *а*) и разбросной (рисунок 1.1, *б, в*).

Рядовой способ – наиболее распространённый способ посева. При нём семена заделываются в ровные параллельные ряды с расстоянием между ними – междурядьем – 12,5...15; 18; 21 см. В зависимости от ширины междурядья этот способ посева подразделяют на следующие виды: узкорядный; обычный рядовой; перекрёстный; широкорядный; пунктирный; ленточный; полосной; гнездовой; квадратно-гнездовой; гребневый; грядовой.

Разбросной способ применяют для посева семян трав на лугах и культурных пастбищах. Семена при этом равномерно распределяются по всей площади поля либо на поверхности, либо подпочвенно. Поверхностно-разбросной способ в настоящее время применяется редко. Подпочвенно-разбросной посев осуществляется чаще всего на засорённых сорняками или подверженных ветровой эрозии почвах комбинированными сеялками с одновременным культивированием почвы. Семена разбрасывают по поверхности поля, а затем бороной заделывают в почву.

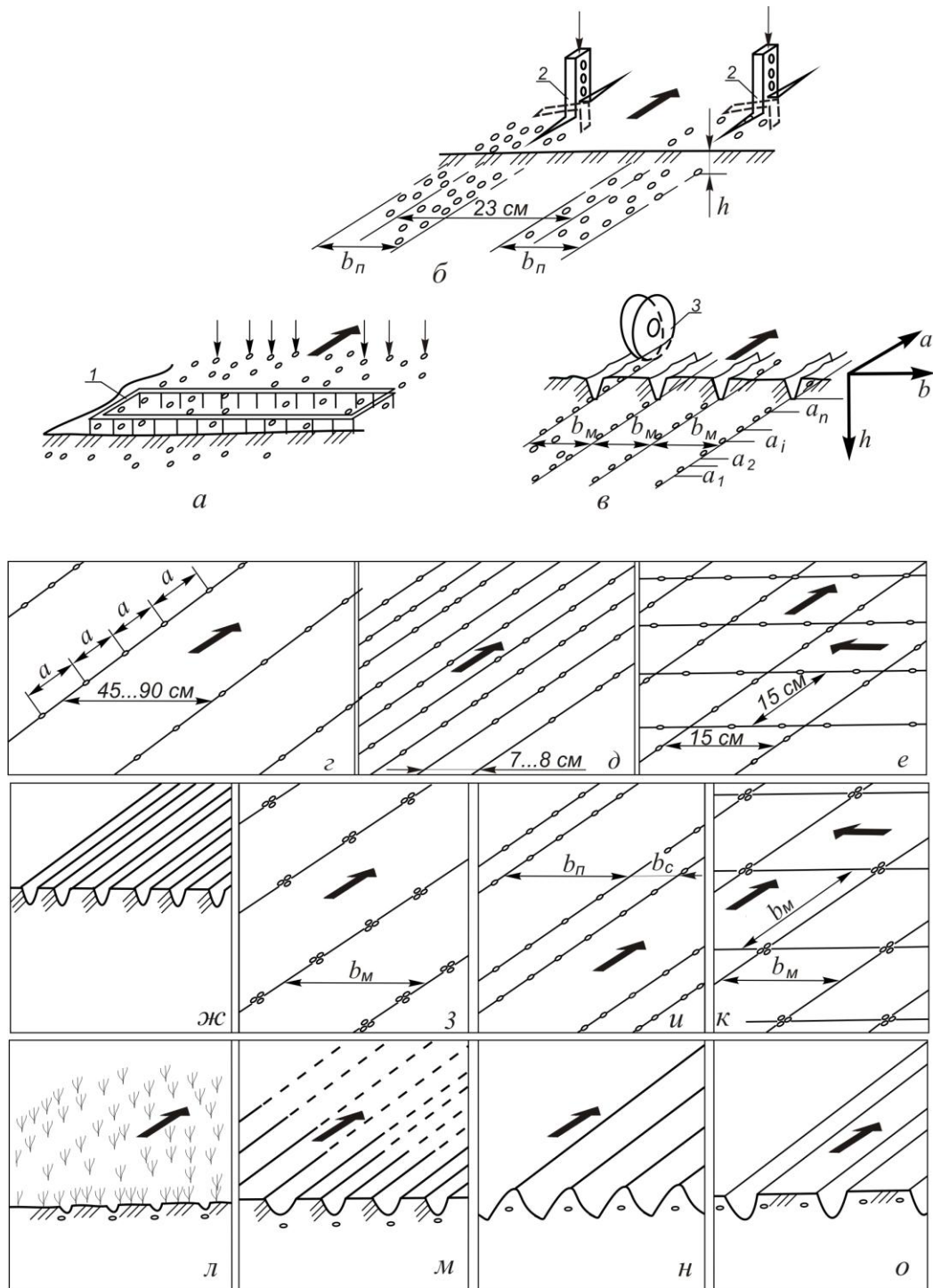


Рисунок 1.1 – Способы посева и посадки: а – разбросной; б – полосовой; в – рядовой обычный; г – широкорядный и пунктирный; д – узкорядный; е – перекрестный; ж – комбинированный; з – гнездовой; и – ленточный; к – квадратно-гнездовой; л – посев в стерне; м – посев в борозды; н – посев в гребень; о – посев в рядку; 1 – борона зубовая; 2 – лаповый сошник; 3 – дисковый сошник

При посеве семена размещают в продольном a (см. рисунок 1.1, в), поперечном b и вертикальном h направлениях. При этом стремятся создать необходимые и достаточные условия для формирования оптимальной площади питания, густоты стояния растений и получения запланированного урожая [62, 67].

Обычный вид рядового посева используют для посева зерновых культур. Семена высевают (см. рисунок 1.1, в) с расстоянием между рядами 10...25 см, преимущественно 15 см, заделывая их на глубину 2...10 см. В районах, подверженных ветровой эрозии, семена высевают с междурядьями 22,8 см. В рядках семена располагаются хаотично, расстояние a_i между ними непостоянно, а среднее значение $a_{\text{ср}}$ не превышает установленных пределов. Каждое растение получает питание с площади, представляющей собой узкую полосу, так как расстояние между семенами в рядке не более 1,5 см.

При узкорядном рядовом посеве междурядья зерновых культур уменьшаются до 7...10 см (см. рисунок 1.1, д), а расстояние между семенами в рядке 2,5...3 см, что часто обеспечивает повышение урожайности. При одинаковой норме посева расстояния между семенами в рядках получаются в 2 раза больше по сравнению с обычным рядовым посевом. Площадь питания для каждого растения по форме вместо вытянутого прямоугольника приближается к квадрату, что способствует лучшему развитию растений. При рядовом узкорядном посеве семена распределяются так же равномерно, как и при перекрестном, но их высевают за один проход сеялки.

Перекрестный вид рядового посева (см. рисунок 1.1, е) предполагает высев половины предназначенных семян при движении сеялки в одном направлении, остальных – поперёк засеянных рядков. Расстояние между зёрнами в рядках увеличивается, семена размещаются более равномерно, однако растения, оказавшиеся в местах пересечения рядков, располагаются очень близко друг к другу. Затраты на добавочную работу в итоге перекрываются повышением урожайности. Основным недостатком этого способа посева является двукратное прохождение сеялки по одному и тому же участку.

Широкорядный вид рядового посева используют для пропашных культур: картофеля, свеклы, кукурузы, подсолнечника и др. (см. рисунок 1.1, *г*), нуждающихся в большой площади питания. Их высевают с междурядьями 45...90 см, что обеспечивает периодическую механизированную обработку междурядий, внесение удобрений. В рядах семена располагаются хаотично.

Пунктирный вид посева – однозерновой (см. рисунок 1.1, *и*) характеризуется тем, что ряды располагают один от другого на расстоянии 15...90 см, а семена в ряду размещают на одинаковом расстоянии друг от друга. Однозерновой посев технических культур обеспечивает повышение урожайности, значительную экономию семян и снижение трудовых затрат на уход за растениями.

Полосовой вид посева применяют для посева семян зерновых культур по стерне. Семена заделывают в почву стрелчатой лапой-сошником 2 (см. рисунок 1.1, *б*), которая распределяет их полосами шириной b_p . Расстояние между центрами полос 23 см. Семена в полосе размещаются хаотично. Этот способ также применяют при возделывании столовых корнеплодов, лука и других овощных культур.

Для посева риса в заполненные водой чеки применяют самолёты, оборудованные разбрасывателями.

Гнездовой вид посева (см. рисунок 1.1, *з*) используют для растений, которые могут расти вместе – в гнезде. Гнёзда семян размещают на одинаковом расстоянии друг от друга в параллельных рядках с шириной междурядий b_m , зависящей от особенностей культуры и механизации последующей обработки междурядий. В соседних рядках гнёзда смещены друг относительно друга. Расстояние между гнёздами выбирают в зависимости от особенностей культуры. Количество высеваемых семян уменьшают в 2...3 раза по сравнению с широкорядным посевом.

Квадратно-гнездовой посев предусматривает расположение гнёзд семян в прямолинейных рядах (см. рисунок 1.1, *к*) как вдоль, так и поперёк поля – в углах квадратов или прямоугольников. Междурядья и междугнёздья составляют 60...90 см, для бахчевых культур – 180 см. При этом способе облегчается обработ-

ка всходов: можно обрабатывать в двух направлениях – продольном и поперечном. Этот способ посева лишён недостатка предыдущего способа.

Совмещённый вид посева предусматривает одновременный высев семян двух культур в разные ряды, заделку их на разную глубину (посев семян зерновых и трав, кукурузы и бобовых). Совмещённый посев увеличивает продуктивность поля, устраняет дополнительный проход сеялки по полю, сокращает сроки посева.

Комбинированный вид посева (см. рисунок 1.1, *ж*) включает в себя одновременный высев семян и гранулированных удобрений.

В зависимости от климатических условий посев выполняют:

- на ровную поверхность поля (см. рисунок 1.1, *в*), применяется в районах нормального увлажнения;

- на гребнях (см. рисунок 1.1, *н*), применяется в районах повышенной влажности для улучшения дренажа;

- в борозды (см. рисунок 1.1, *м*), применяется в засушливых районах для улучшения водного режима. На участке, предназначенном для полива, семена высевают на ровной поверхности с одновременной нарезкой поливных борозд (см. рисунок 1.1, *о*).

- по стерне (см. рисунок 1.1, *л*), применяется в районах, подверженных дефляции.

Из приведённых способов посева зерновых культур повсеместное распространение получил рядовой способ.

1.3 Посевные машины. Технологический процесс посева

Посев сельскохозяйственных культур осуществляется специальными машинами – сеялками. Они классифицируются по следующим признакам [16, 74]:

По назначению: специальные, универсальные.

По способу посева: разбросные, рядовые, узкорядные, гнездовые и пунктирные.

По способу агрегатирования: навесные, полунавесные; прицепные.

По виду высеваемой культуры: зерновые; травяные; пропашные.

По типу высевающего аппарата: механические, пневматические, пневмомеханические, электростатические.

Для осуществления посева сеялки имеют набор сходных рабочих органов, предназначенных для выполнения определённых функций, основными из которых являются: зернотуковый ящик, высевающий аппарат, семяпроводы, заделывающие рабочие органы – сошники, загортаци.

В отдельных случаях устанавливают рабочие органы для подрезания сорняков и уплотнения почвы.

Зернотуковый ящик состоит из двух отсеков: для семян и удобрений, вносимых в почву при посеве.

Высевающий аппарат предназначен для отбора и дозирования семян и удобрений из зернотукового ящика согласно установленной норме посева.

Семяпроводы подают семена и удобрения от зернотукового ящика к заделывающим рабочим органам – сошникам, которые укладывают их в почву.

Для закрытия семян сверху рыхлой почвой предназначены загортаци.

Рабочие органы для подрезания сорняков и уплотнения почвы применяют на засорённых полях и с целью минимизации предпосевной обработки почвы. Обычно на сеялки устанавливают рабочие органы в виде культиваторных лап. Уплотнение почвы проводится для создания необходимого контакта семян с твёрдой фазой почвы, обеспечивающего необходимую энергию прорастания.

Технологический процесс посева – это совокупность подготовительных и заключительных операций, осуществляемых сеялками при посеве.

Различают два основных вида технологических процессов посева [14, 16, 114], состоящих из операций:

для зерновых сеялок:

- отбор семян из зернотукового ящика через специальное отверстие;
- дозирование семян высевающим аппаратом;
- распределение полученной дозы по рядкам;

- транспортирование отобранных семян от высевающего аппарата до сошника;
- образование бороздки сошником и заделка семян в почву на установленную глубину, а также закрытие семян рыхлой почвой; для пропашных сеялок:
 - движение семян по рабочим поверхностям семявысевающих устройств;
 - поштучный отбор семян из общей массы элементами высевающих рабочих органов;
 - счищение семян от отбираемой массы поштучно;
 - выталкивание семян из выносящих элементов;
 - разделение поштучного потока семян на потоки с групповым сосредоточением по заданному их числу в группе (для гнездового посева);
 - гнездообразование или бороздообразование;
 - раскладка семян на дне бороздки и закрытие их рыхлой почвой;
 - уплотнение семенного ложа.

В обоих случаях заключительной операцией посева является образование бороздки, укладка в бороздку семян, закрытие их сверху рыхлой почвой.

Именно заключительная операция считается наиболее важной для семян, так как она создаёт благоприятные условия для их прорастания, дальнейшего развития растений и получение высокого урожая, а предыдущие подготовительные операции предназначены только для подготовки и направления семян к заделывающим рабочим органам.

1.4 Факторы, влияющие на урожайность зерновых культур

На прорастание семян, дальнейшее развитие растений и урожай влияют различные факторы, основными из которых являются [14, 16, 114]: площадь питания, приходящаяся на одно растение; равномерность распределения семян по площади питания; глубина заделки и равномерность размещения семян по глу-

бине; время посева (оптимальная температура и влажность почвы); качество заделки семян в почву.

Качество заделки семян – это совокупность факторов, влияющих на прорастание семян и развитие растений, создаваемых в процессе заделки семян в почву с помощью заделывающих рабочих органов.

К этим факторам относятся глубина заделки семян; состояние дна бороздки; состояние верхнего слоя почвы в бороздке после заделки семян; равномерность заделки семян по глубине; плотный контакт семян с твёрдой фазой почвы – дном бороздки.

Важным фактором прорастания семян является глубина заделки и плотный контакт семян с дном бороздки. Различные культуры требуют разной глубины заделки семян, а допустимая глубина заделки определяется силой роста семян.

С. А. Баранов и С. А. Ма приводят следующие зависимости урожая яровой пшеницы и ячменя от глубины заделки семян для зоны Среднего Поволжья (рисунок 1.2) U , г/м² [14, 78].

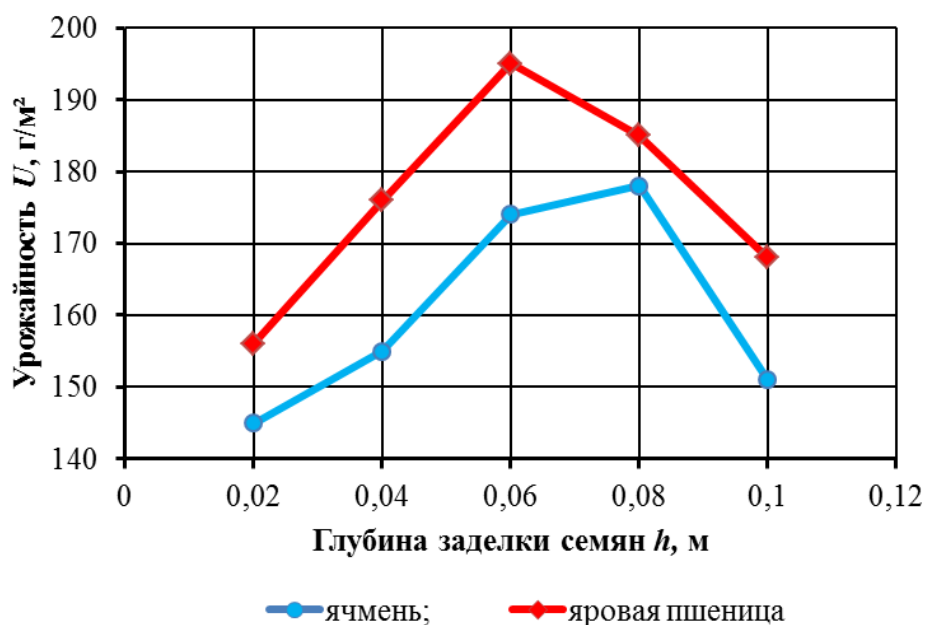


Рисунок 1.2 – Зависимости урожайности яровой пшеницы и ячменя от глубины заделки семян

Как видно из рисунка 1.2, максимум урожая приходится на глубину заделки семян, равную 5...7 см. Отклонение от оптимальной глубины в ту или иную сторону вызывает снижение урожая.

По данным С. А. Волкова и Ю. И. Верещагина [14], для северо-западных районов Тамбовской области (таблица 1.1) максимум урожая яровой пшеницы и ячменя приходится на 4...6 см глубины заделки семян. Это объясняется тем, что с увеличением глубины заделки семян до этих значений повышается влажность почвы и полевая всхожесть растёт, а дальнейшее увеличение глубины приводит к снижению всхожести из-за увеличения времени выхода проростка на поверхность. При слишком глубокой заделке (свыше 10 см) у семян не хватает силы роста.

Таблица 1.1 – Влияние глубины заделки семян на урожай яровой пшеницы и ячменя для северо-западных районов Тамбовской области

Глубина заделки семян, см	Урожай, г/м ²							
	яровая пшеница				ячмень			
	годы				годы			
	1996	1997	1998	среднее	1996	1997	1998	среднее
2	167	199	198	188	227	213	211	217
4	252	253	245	250	250	245	232	242
6	258	259	269	262	270	240	235	248
8	215	220	210	215	225	202	202	209
10	186	179	169	178	210	180	177	189

Для зоны Северного Казахстана М. К. Сулейменов [136] также приводит как оптимальную глубину заделки семян на 4...6 см.

В зонах избыточного увлажнения не требуется глубокой заделки семян, т. к. влажность верхних слоёв почвы оказывается достаточной для прорастания. По данным К. А. Касаевой, для зоны избыточного увлажнения Западной и Средней Европы оптимальная глубина заделки семян составляет 2...3 см (таблица 1.2) [14].

Таблица 1.2 – Влияние глубины посева на полевую всхожесть озимой пшеницы в зоне избыточного увлажнения Западной и Средней Европы

Глубина заделки, см	Полевая всхожесть, %
2,5	95,5
5,0	91,4
7,5	84,1
10,0	50,8
12,5	33,0

В этом случае влажность верхних слоёв почвы достаточна для всхода 95,5 % семян. Увеличение глубины заделки приводит к снижению всхожести.

Из приведённых данных видно, что для разных климатических зон оптимальная глубина заделки семян будет разной. Отклонение от оптимальной глубины заделки приводит к снижению полевой всхожести и урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому важно, чтобы все семена заделывались на оптимальную глубину равномерно, без отклонений.

К. А. Касаева приводит зависимости урожайности от равномерности заделки семян по глубине для зоны Западной и Средней Европы (таблицы 1.3, 1.4) [14].

Таблица 1.3 – Урожай овса при неравномерной заделке для зоны Западной и Средней Европы

Неравномерность глубины заделки, %		Общий урожай, ц/га	Урожай при 100 % заделке на данной глубине, ц/га
заделано семян, %			
на поверхности	18	68,7	30
на глубине 2 см	58		95
на глубине 5 см	16		40
на глубине 8 см	8		16

Если бы все семена были заделаны на оптимальную глубину 2 см, то урожайность составила бы 95 ц/га, а фактически – 68,7 ц/га.

Таблица 1.4 – Урожай пшеницы при неравномерной заделке для зоны Западной и Средней Европы

Неравномерность глубины заделки, %		Общий урожай, ц/га	Урожай при 100 % заделке на данной глубине, ц/га
заделано семян, %			
на поверхности	14	70,0	58,2
на глубине 2 см	69		80,7
на глубине 5 см	14		70,0
на глубине 8 см	3		57,0

Если бы все семена были заделаны на оптимальную глубину 2 см, то урожайность составила бы 80,7 ц/га, тогда как фактическая – 70,0 ц/га.

Вышеприведённые данные свидетельствуют, что неравномерность заделки семян по глубине приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому заделывающие рабочие органы должны обеспечивать равномерность глубины заделки семян в почву.

Для прорастания семян необходима влага. Почва должна содержать достаточное количество воды, чтобы обеспечить процесс прорастания семян. В засушливой зоне Юго-Востока России и Западного Казахстана почва обычно недостаточно увлажнена в период посева, поэтому для сохранения содержания влаги в почве применяется такой агротехнический приём как прикатывание посевов. Вопросы прикатывания в разные годы занимались Г. Б. Ермилов [14], А. Канареке [14], Н. И. Крашенинников [14], М. А. Скользаева [130], В. Т. Фогель [144] и др.

В результате прикатывания рыхлая почва уплотняется, восстанавливается её капиллярность, влага из нижних слоёв поднимается вверх и повышается влажность в зоне укладки семян. Как отмечает Г. Б. Ермилов [14], чем теснее лежат комочки почвы друг к другу, тем быстрее передвигается влага. Плотное прилегание комочков наиболее просто достигается прикатыванием поля катком. Этот приём создает условия для быстрого передвижения воды к семенам и тем самым обеспечивается для них более благоприятный водный режим.

Из исследований Г. Н. Синеокова [129] можно отметить, что при уплотнении почвы под воздействием внешних сил происходит сближение структурных агрегатов почвы и уменьшение общей скважности почвы, поэтому уплотнение сопровождается увеличением относительной влажности почвы без добавления воды извне. Это происходит в результате того, что увеличивается капиллярность почвы, и вода по капиллярам подтягивается из более влажных нижних слоёв к верхним, менее влажным.

Однако при прикатывании нужно учитывать важное условие – поверхность почвы должна оставаться рыхлой, иначе, как указывает Г. Б. Ермилов, вода из нижних горизонтов будет быстро подниматься по капиллярам вверх и испаряться. На вредность поверхностного прикатывания указывают также И. Б. Ревут [146], А. С. Рохлин [14], Н. Н. Третьяков [138], В. Т. Фогель [144].

По данным В. Т. Фогеля, урожай яровой пшеницы по мере увеличения плотности почвы над семенами до $0,95...1,00 \text{ г/см}^3$ повышается, а увеличение плотности более 1 г/см^3 ведёт к снижению урожайности (рисунок 1.3).

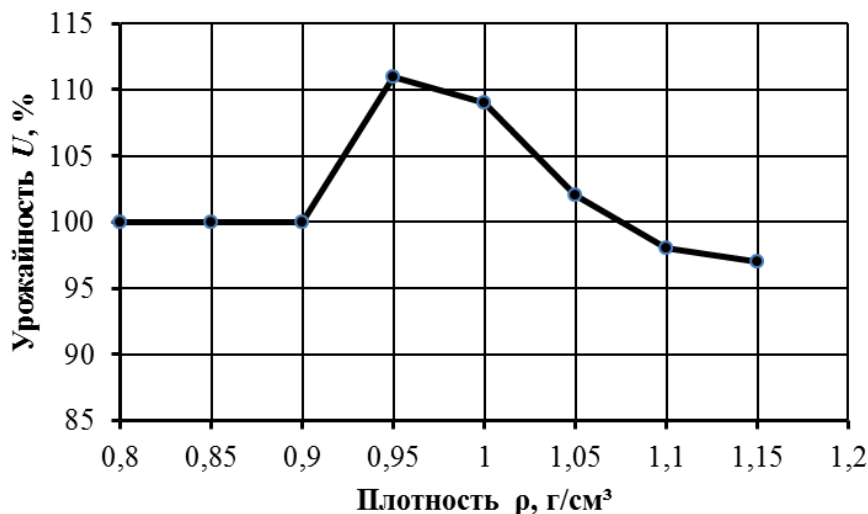


Рисунок 1.3 – Влияние плотности почвы над семенами в бороздке на урожай яровой пшеницы

Ряд авторов [14, 25, 26, 68, 158] и др. пришли к выводу, что при обработке почвы основным условием для обеспечения хорошей всхожести и дальнейшего развития растений является рыхление верхнего слоя почвы на глубину заделки семян и формирование более плотного семенного ложа, т. е. слоя, в котором находятся семена.

Уплотнение дна бороздки вызывает подток влаги и питательных веществ к семенам и, следовательно, увеличивает их всхожесть. Рыхлый верхний слой над семенами в бороздке не позволяет влаге испаряться, и, вместе с тем, обеспечивает приток воздуха к семенам, что благоприятно сказывается на их прорастании.

Уплотнение семенного ложа особенно необходимо для засушливых районов Поволжья и Западного-Казахстана. Почвы Поволжья в основном составляют обыкновенные и южные чернозёмы, а Западно-Казахстанской области – суглинистые супесчаные. По исследованиям П. У. Бахтина [14], плотность скелета почвы этих почв составляет в естественном сложении $0,98...1,26 \text{ г/см}^3$. При этом плотность скелета почвы, подготовленной к посеву, $0,98...1,00 \text{ г/см}^3$. При такой плотности содержание влаги в почве недостаточно для прорастания семян.

Оптимальная плотность почвы, необходимая для прорастания семян, определялась рядом исследователей. Так, А. И. Шевлягин приводит зависимости урожайности пшеницы и ячменя от плотности почвы (рисунок 1.4) [14]. Здесь же приведены зависимости урожайности яровой пшеницы от плотности почв разных механических составов (рисунок 1.5). Таким образом, оптимальная для семян плотность почвы составляет около $1,3 \text{ г/см}^3$.

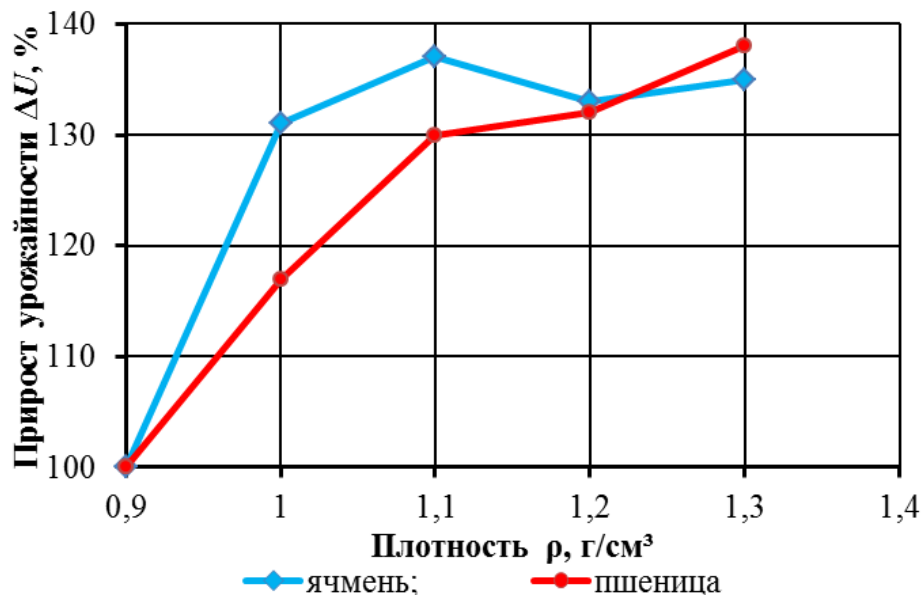


Рисунок 1.4 – Зависимость урожайности пшеницы и ячменя от плотности почвы

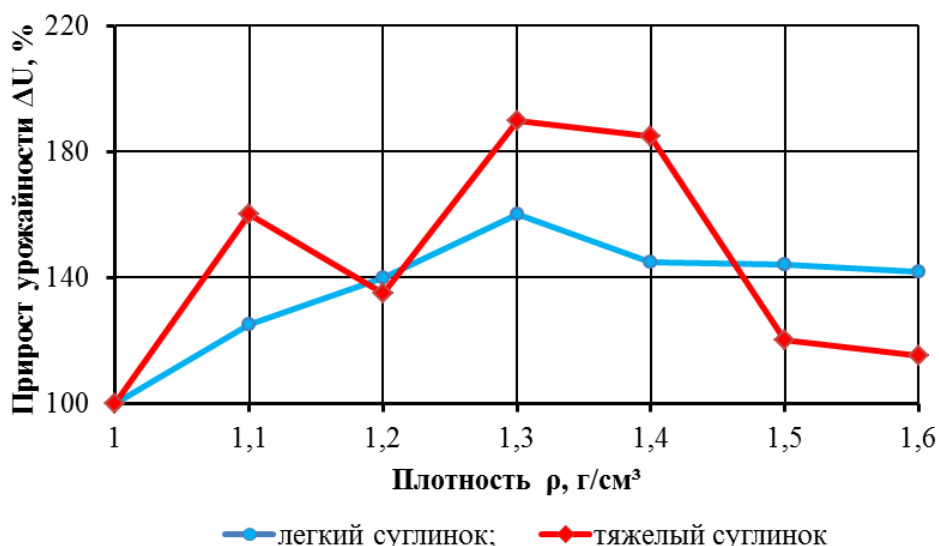


Рисунок 1.5 – Зависимость урожайности яровой

пшеницы от плотности и типа почвы

По исследованиям П. К. Иванова [52], урожайность яровой пшеницы также максимальна при плотности почвы 1,3 г/см³ (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Влияние плотности почвы на урожай яровой пшеницы

Плотность, г/см ³	Высота растений, см	Вес растений, г
0,9	58,4	143,2
1,1	61,8	179,0
1,3	64,4	217,0
1,5	54,7	168,5

К такому же выводу приходят А. К. Атаманюк [14], Н. А. Ламан [68], Б. И. Мичурин [14], А. В. Дружченко [45], И. Б. Ревут [14].

Таким образом, ряд исследователей [14, 52, 68, 85] определяют в качестве оптимальной плотность посевного слоя почвы 1,3 г/см³.

Вместе с тем над семенами слой почвы должен быть рыхлым. Как указывают В. Т. Фогель [144] и Н. А. Ламан [14], плотность почвы над семенами должна составлять 0,95...1,00 г/см³, т. е. такую, какую почва имеет без уплотнения.

Приведённый анализ влияния качества заделки семян на урожайность сельскохозяйственных культур позволяет сформулировать основные требования,

предъявляемые к заделывающим рабочим органам сеялок. Они должны обеспечить: уплотнённое семенное ложе оптимальной плотности; закрытие семян сверху рыхлой почвой; равномерность глубины заделки семян.

1.5 Заделывающие рабочие органы посевных машин

Посевные машины осуществляют посев заделывающими рабочими органами – сошниками различных конструкций. Сошники предназначены для образования дна бороздки, укладывания в бороздку семян высеваемой культуры и заделки их сверху рыхлой почвой.

Многообразие заделывающих рабочих органов – сошников – можно разделить на группы по признакам. По принципу взаимодействия с почвой сошники делятся на *активные* и *пассивные*. К первой группе относятся сошники вращения – *одно-* и *двухдисковые*, ко второй – *наральниковые* сошники. Дисковые сошники при работе совершают вращательное движение, а наральниковые движутся поступательно.

Однодисковые сошники имеют различное исполнение: *сферическое*, *плоское*. Для посева культур на малой глубине некоторые сошники снабжаются ограничительными ребордами.

Плоские диски двухдисковых сошников устанавливаются под углом друг к другу, равным 12° и 23° .

Дисковые сошники получили наиболее распространение в сельскохозяйственной практике, однако им присущи существенные недостатки. Основными являются неравномерность заделки семян в почву по глубине и необеспеченность уплотнения дна бороздки.

Наральниковые сошники подразделяются на три основные группы по углу вхождения в почву: с *острым* (анкерные, лаповые), *прямым* (трубчатые, клиновидные, катковые) и *тупым* (полозовидные, килевидные).

Для повышения эффективности дисковых сошников разработаны различные приспособления, направленные на повышение равномерности заделки семян и

уплотнение дна бороздки: *ограничительные реборды, рыхлители* или *уплотнители* почвы. Однодисковые сошники оснащаются *цилиндрическими* или *коническими* дисками, уплотняющими поверхность дна бороздки или формирующими уплотненное дно, куда помещаются семена. Предложены конструкции уплотняющих устройств, выполненных в виде опорных пластин-лыж, придавливающих узкий слой почвы над заделанными в почву семенами и др.

Из всего многообразия сошников, используемых в конструкциях зерновых сеялок [12, 14, 17, 67, 74, 114], наиболее распространены дисковые. Однако их конструктивные особенности не позволяют получить оптимальной плотности семенного ложа, в связи с чем для повышения эффективности требуется их модернизация. Один из путей – оснащение дисковых сошников техническими средствами, обеспечивающими плотный контакт высеваемых семян с дном образованной дисками бороздки.

На схеме (рисунок 1.6) представлена разработанная классификационная схема сошников зерновых сеялок.

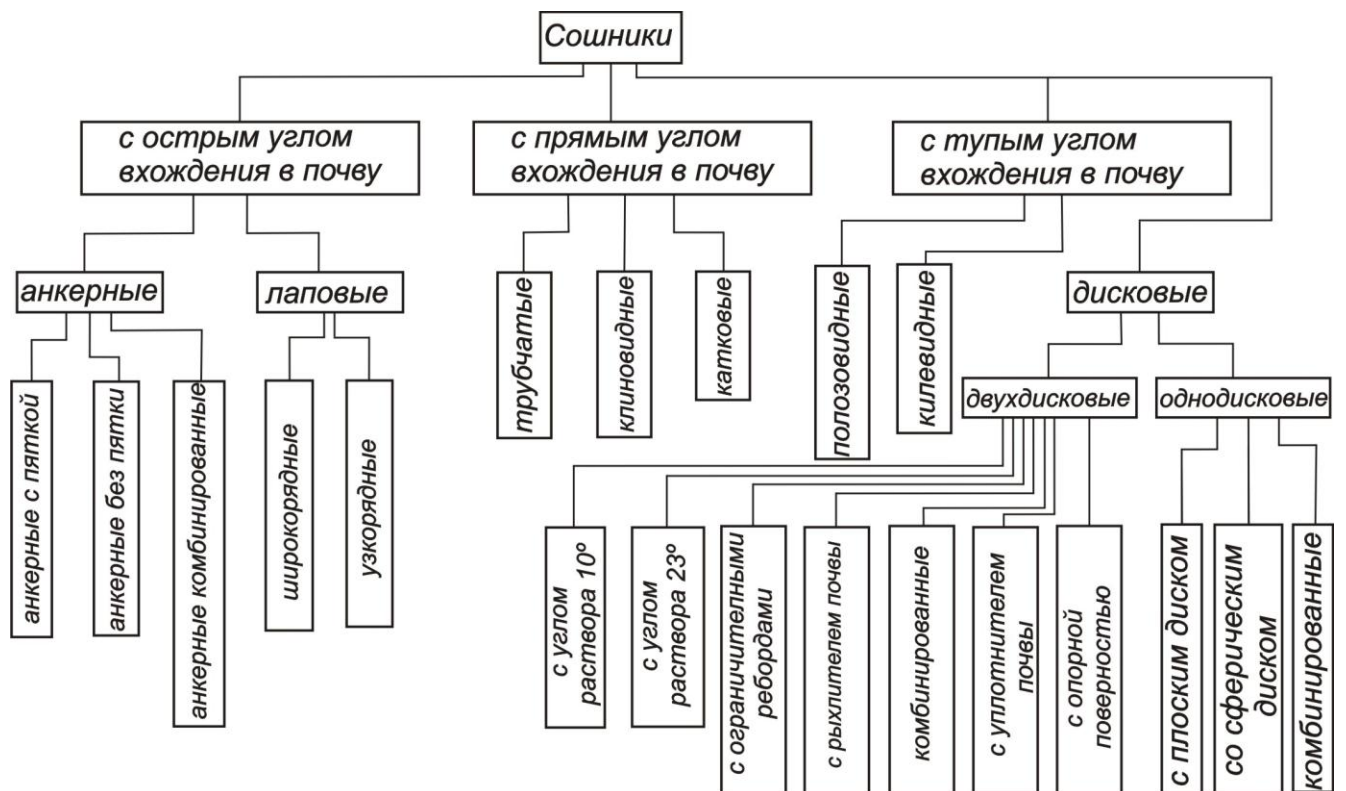


Рисунок 1.6 – Классификация сошников

1.6 Технологии и технические средства заделки семян в почву

Вопросами разработки посевных машин и заделывающих рабочих органов сеялок в разные годы занимались А. С. Абашкин [3], М. К. Амирханов [6], А. И. Беднов [14], В. М. Бойков, Г. М. Бузенков [16], В. К. Бурлаков [17], С. П. Горбачев [30], А. П. Глотов [27], В. Г. Гниломёдов [29], Г. К. Демидов [42], М. Б. Ероков [47], С. А. Ивженко [55], А. Н. Карпенко, Н. П. Крючин [67], В. И. Курдюмов [106], В. В. Ли [71], С. Г. Ломакин [72], А. Б. Лурье [74], Н. И. Любушко [76], С. А. Ма [77, 78], Н. Г. Мальмин [81], А. В. Мачнев, И. В. Морозов [85], Г. Р. Муртазин [86], К. А. Мустапха [87], Г. М. Рекубрацкий, Н. Е. Руденко, И. И. Сахацкий [124], А. Н. Семенов, Ю. Я. Сидоренко [127], М. А. Скользаева [130], Ю. И. Трофимченко [139], Э. В. Филиппов, В. Т. Фогель [144], В. Е. Хорунженко, В. П. Чичкин, В. В. Юдкин [147], и др.

На основе имеющихся типов конструкций сошников разработано и исследовано множество различных заделывающих рабочих органов и технологий заделки семян.

Наиболее распространённым типом сошников применяемых посевных машин, как в Российской Федерации, так и в странах зарубежья является двухдисковый сошник. Он применяется в отечественных сеялках СЗ-5,4, СЗ-3,6 и их модификациях, а также в иностранных, таких как: 5100 («Case International», США); 8000 («John Deere», США); End Wheel («Great Plains», США); TC-4 («Hestair», Великобритания); 40 Sex DJ 150 («Ross», Чехия) и других [76].

Двухдисковый сошник состоит из двух плоских дисков 1 установленных в вертикальной плоскости под углом 10° друг к другу (рисунок 1.7).

Корпус сошника соединен с поводком 2 и прижимается к почве нажимной штангой с пружиной 3. При работе диски сошника вращаются и образуют бороздку, раздвигая почву в стороны. В образовавшуюся бороздку из семяпровода 5 через направитель 4, установленный между дисками, поступают семена.

Преимуществом двухдискового сошника является его способность работать на засорённых растительными остатками почвах.

Основным недостатком двухдискового сошника, на которые указывают исследователи, является неравномерность заделки семян по глубине [14, 17, 139] и др. и то, что данный сошник не обеспечивает уплотнения дна бороздки [14, 77, 86, 147].

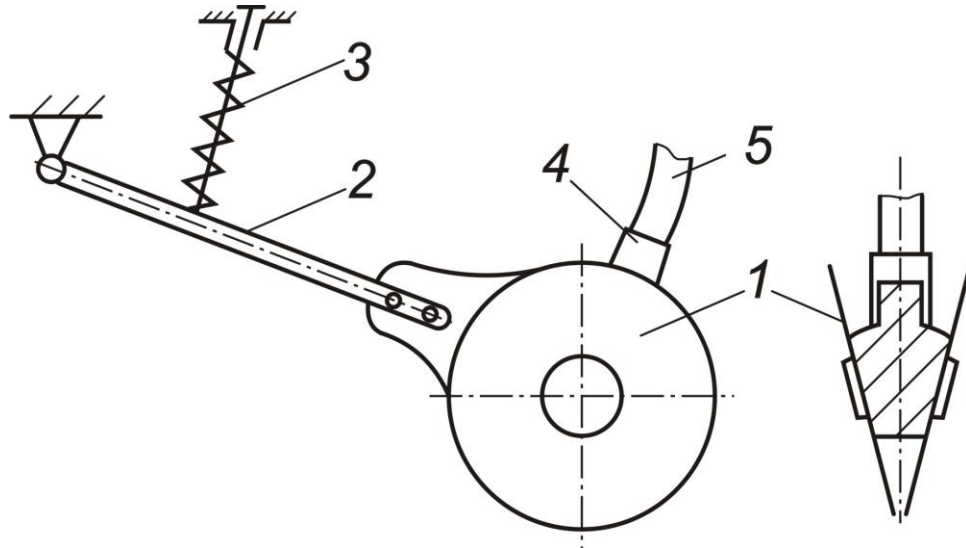


Рисунок 1.7. Двухдисковый сошник: 1 – плоские диски; 2 – поводок; 3 – нажимная штанга с пружиной; 4 – направитель семян; 5 – семяпровод

В. К. Бурлаков [17] называет следующие причины неравномерности заделки семян в почву двухдисковым сошником: захват семян вращающимися дисками с выбросом их за пределы сошника в верхние слои почвы; захват семян почвой, отбрасываемой сошниками; осыпание бороздки, в результате чего семена, отражённые от дна бороздки, попадают в верхние слои почвы.

Малая опорная поверхность двухдискового сошника не обеспечивает достаточного уплотнения дна бороздки.

Однодисковые сошники менее распространены по сравнению с двухдисковыми, однако используются в конструкциях отечественных сеялок СЗО-3,6; ЛДС-6; а также в иностранных: 424 («Massey-Ferguson», США), ТС-3, СД-4 («Hestair», «Vamlett», Великобритания) и др.

Однодисковые сошники разделяют на сферические и плоские. Они работают подобно дискам луцильников, образуя бороздку, вращаясь и отбрасывая почву в сторону. Преимуществом данных сошников, как и двухдисковых, является

возможность работы на засорённых и плохо обработанных почвах. Недостатками являются неравномерность заделки семян по глубине и укладка семян на рыхлый слой почвы. Как указывают В. Е. Хорунженко и Э. В. Филиппов [14], однодисковые сошники укладывают семена на 2 см мельче, чем глубина их хода, а также выворачивают нижние влажные слои почвы на поверхность.

Одно- и двухдисковые сошники, т. е сошники качения, совершают вращательное движение, а наральниковые сошники движутся в почве поступательно. К наральниковым сошникам относятся анкерные, килевидные, полозовидные, ножевидные и сошники, выполненные в виде стрелчатых лап (рисунок 1.8).

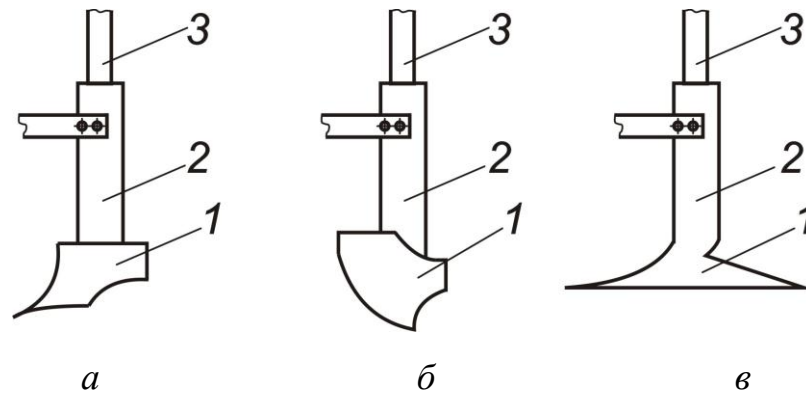


Рисунок 1.8 – Наральниковые сошники: *а* – анкерный; *б* – килевидный; *в* – в виде стрелчатой лапы; 1 – наральник; 2 – раструб; 3 – семяпровод

Наральниковые сошники используются в отечественных сеялках: СЗА-3,6; СЗЛ-3,6; СТС-2,1; СЗС-2,1; СЗС-9; СЗС-12; СК-3,6; КФС-3,6; СЗТ-3,6; а также в иностранных: CLF-600 («Nordsten», Дания); EV-1000 («Amazonе», Германия); 32-row («Hogwood Bagshaw», Австралия) и др.

Все наральниковые сошники отличаются друг от друга формой рабочей поверхности наральника и состоят в основном из наральника 1 (см. рисунок 1.8), прикреплённого к раструбу для подачи семян 2, в который входит семяпровод 3.

Анкерный сошник имеет наральник с вогнутой рабочей поверхностью, из-за чего суммарная составляющая реакций почвы, действующих на него, стремится заглубить сошник. Наральник килевидного сошника выполнен с выпуклой рабочей поверхностью, поэтому при работе реакция почвы стремится выглубить сош-

ник. Сошник в виде стрелчатой лапы снабжен наральником, аналогичным стрелчатой лапе культиватора. Он осуществляет подпочвенно-разбросной посев семян и одновременно подрезает сорняки. Исследованию наральниковых сошников посвящены работы [3, 29, 113, 127] и др.

Исследованиями установлено, что наральниковые сошники отличаются неравномерностью заделки семян в почву, высокими требованиями к качеству предпосевной обработки почвы и состоянию полей.

Как указывает В. Г. Гниломёдов [29], анкерные сошники сильно перемешивают почву с пожнивными остатками, выносят влажные слои почвы на поверхность и значительно перемешивают почву по горизонтам, что приводит к их залипанию и забиванию. Это приводит к большой неравномерности глубины заделки семян. Кроме того, анкерные сошники требовательны к качеству подготовки поля и не обеспечивают уплотнение дна бороздки [14].

Килевидные сошники уплотняют дно борозды, но не могут работать на засорённых и плохо обработанных полях, т. к. не обеспечивают необходимой глубины заделки и забиваются растительными остатками [14, 114].

Стрелчатые лапы более равномерно заделывают семена [113, 114], однако не обеспечивают уплотнения дна борозды.

На многих сеялках для обеспечения уплотнения почвы в борозде применяются прикатывающие катки, которые устанавливаются за сошниками.

Технологический процесс заделки семян такими сеялками состоит из заделки семян сошниками 1 и загортачами 2, прикатывания бороздок идущими следом катками 3 (рисунок 1.9).

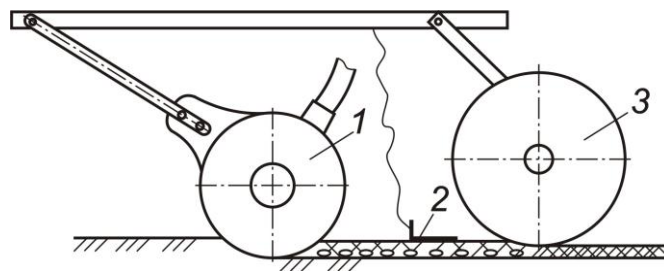


Рисунок 1.9 – Схема технологического процесса сеялок с прикатывающими катками: 1 – сошник, 2 – загортач, 3 – каток

Прикатывающие катки применяются на сеялках СЗП-3,6; СЗП-16; СТС-2,1; СЗС-2,1; СК-3,6; КФС-3,6; а также в иностранных: 2S-2600 («Great Plains», США) (рисунок 1.10, *а*); модели 455, 1590 и BD 11 («John Deere», США) (рисунок 1.10, *б*); Solitair 12/1200 KD-S («Lemken», Германия) (рисунок 1.10, *в*); D9 6000-ТС («Amazone», Германия); DH-750 («Versatile», Канада), и др.

*а**б**в*

Рисунок 1.10 –Дисковые сошники: *а* –2S-2600 («Great Plains», США); *б* – модели 455, 1590 и BD 11 («John Deere», США); *в* – Solitair 12/1200 KD-S («Lemken», Германия)

В результате этого почва над семенами в борозде оказывается сильно уплотнённой. Влага из такой почвы испаряется быстрее, а семена не получают достаточного количества кислорода. На данные обстоятельства указывают многие исследователи [14, 68, 138, 146].

Наиболее целесообразно уплотнять дно борозды и заделывать семена сверху рыхлой почвой. Некоторые исследователи, которыми были предложены различные конструкции комбинированных сошников, обеспечивающих уплотнение дна бороздки, пошли по этому пути.

К одной из наиболее ранних можно отнести конструкцию комбинированного сошника, предложенную в 1954 г. А. И. Бедновым (рисунок 1.11) [14]. Он включает в себя килевидный сошник 1 и семявдавливательный каток 2. Семена, уложенные в бороздку килевидным сошником, дополнительно вдавливаются в дно бороздки катком 2 и заделываются рыхлой почвой.

Совершенствование и модернизация заделывающих органов сеялок продолжается и в настоящее время. Сконструированы и предложены различные технические решения заделывающих органов.

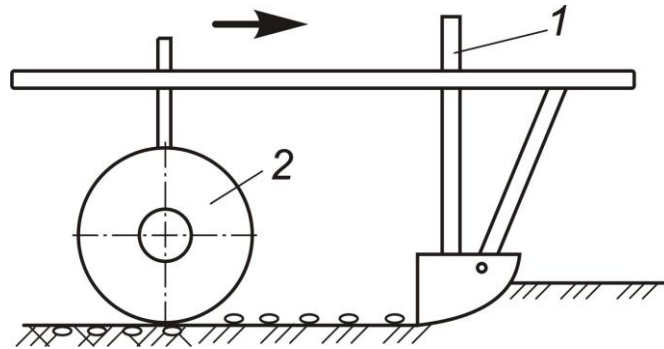


Рисунок 1.11 – Комбинированный сошник конструкции А. И. Беднова: 1 – килевидный сошник, 2 – семядавливающий каток

В конструкции нарального сошника 1 (рисунок 1.12) по а. с. № 1168127 СССР, А 01 С 7/20, 1985 г. [1] для повышения качества заделки семян предусмотрен уплотнитель-сепаратор почвы 2. Он выполнен в виде криволинейной пластины с гребенкой 3 на конце и установлен шарнирно сзади на боковых щеках сошника 1. Уплотнитель-сепаратор 2 содержит подпружиненную штангу 4 с регулировочными отверстиями 5.

Сошник работает следующим образом. Наральник образует бороздку, на дно которой поступают высеваемые семена. На слой почвы, закрывающий семена после прохода наральника, напозает шарнирно установленный подпружиненный

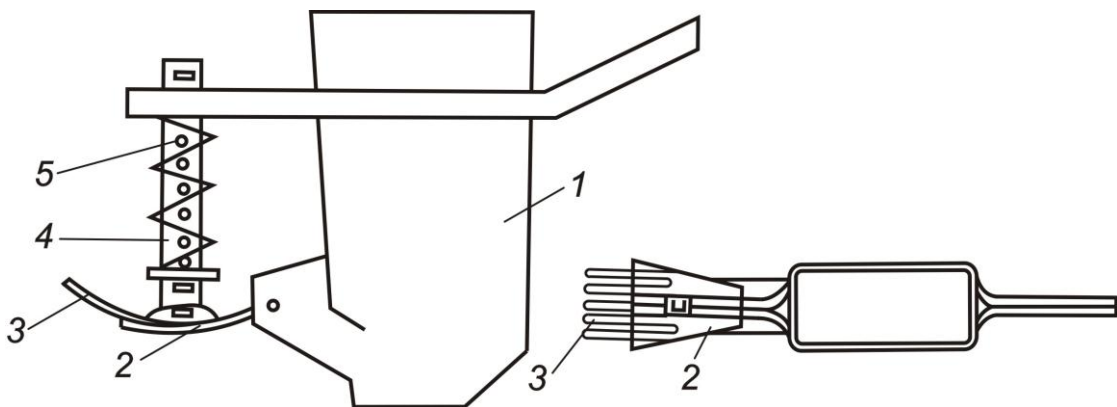


Рисунок 1.12 – Сошник с уплотнителем-сепаратором почвы

уплотнитель-сепаратор 2 и придавливает слой почвы над семенами вместе с последними к дну бороздки. Уплотнение слоя почвы происходит на всю его высоту. На это необходимо значительное усилие со стороны уплотнителя 2. Кроме того, уплотнение почвы над семенами влечёт за собой интенсивное испарение почвенной влаги, что ухудшает условия прорастания семян.

С целью повышения равномерности заделки семян по глубине в конструкцию двухдискового сошника по а. с. № 1688796 А1 СССР, А 01 С 7/20, 1991 г. [2] установлен рыхлитель. Двухдисковый сошник состоит из корпуса 1 (рисунок 1.13), двух плоских дисков 3, установленных под углом друг к другу. Между дисками 3 установлены направитель семян 4 и рыхлитель 2 с острым углом вхождения в почву. Ребро 5 рыхлителя 2 выполнено криволинейно. В нижней части рыхлителя 2 закреплен стабилизатор с крыльями. В работе рыхлитель 2 со стабилизатором образуют в почве бороздку V-образной формы, а диски 3 раздвигают почву в стороны. Семена по направителю 4 попадают в бороздку и засыпаются почвой после прохода дисков 3. Вертикальная составляющая силы реакции почвы, действующая на стабилизатор, способствует заглублению сошника и снижает колебательные движения сошника в вертикальной плоскости.

Установленный впереди дисков рыхлитель прорезает слой почвы на глубину посева, совмещая эту функцию дисков, но без вращательного движения. Это ведёт к увеличению тягового сопротивления сошника. Кроме того, стабилизатор,

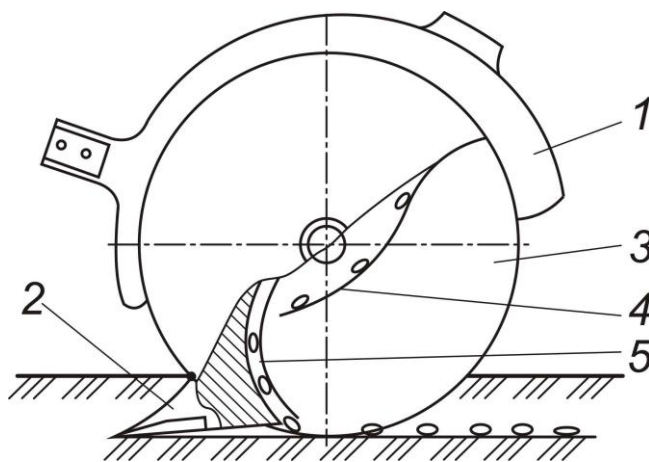


Рисунок 1.13 – Дисковый сошник со стабилизатором

находясь в слое почвы на глубине посева, испытывает сопротивление резанию и трение с почвенной массой при движении, что также приводит к росту тягового сопротивления.

Повышению эффективности посева призван сошник по патенту № 2125784 РФ, МПК А 01 С 7/20 1999 г. [100] для разбросного посева. Он состоит из корпуса жёсткой конструкции, включающего боковые стенки 1 и 2 (рисунок 1.14), соединённые между собой планками 3 и 4. К нижней части боковых стенок 1 и 2 жестко закреплена односторонняя, правая или левая, лапа 5, а по краям стенок в подшипниках закреплены плоские диски 6 и 7.

В передней боковой стенке 1 корпуса имеется патрубок 8 семяпровода для подачи семян в подлаповое пространство, где расположен рассеиватель-распределитель семян. Односторонние лапы 5 выполнены праворежущими и леворежущими для первого и второго ряда сошников. Лезвие лапы 5 сошника и рабочие – режущие – кромки дисков 6 и 7 расположены на одной линии. Боковые торцы лапы 5 являются и чистиками дисков. Диски 6 и 7 могут быть установлены под небольшим углом 3...7° к направлению движения.

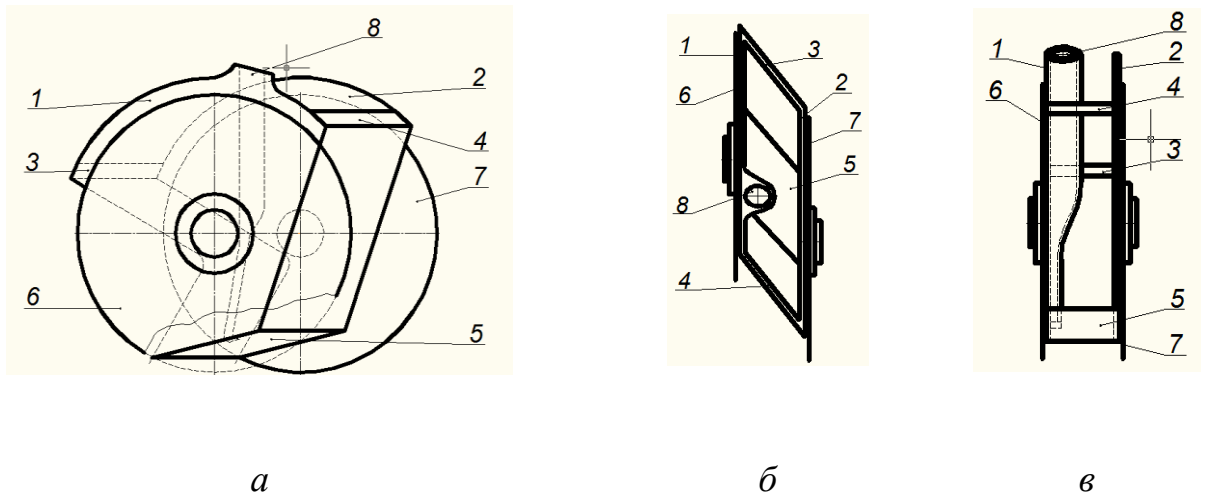


Рисунок 1.14 – Сошник для разбросного посева: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху; *в* – вид сзади; 1, 2 – боковые стенки; 3, 4 – планки; 5 – лапа; 6, 7 – плоские диски; 8 – патрубок

При движении сошника в почве лапа 5 образует бороздку с уплотнённым дном. Семена, проходя через патрубок 8, семяпровод сошника и отражаясь рассеивателем, распределяются по ширине борозды. Слой почвы, поднятый лапой 5, благодаря вращающимся дискам 6 и 7 без существенного смещения и перемешивания с верхними слоями закрывает борозду, заделывая семена нижней, более влажной почвой равномерной толщины.

Конструкция данного сошника позволяет образовать более уплотнённое ложе для семян и заделывать их нижней, более влажной почвой с минимальным перемешиванием с верхними слоями.

Однако предложенная конструкция имеет и недостатки, присущие анкерным сошникам, и сложность конструкции.

Конструкция сошника по патенту № 2219697, РФ, МПК А 01 С 7/20 2003 г. [101] для посева мелкосеменных культур включает диски 1 и 2 (рисунок 1.15) с закрепленными на них ребордами 3 и 4, загортачи 5, поводок 6 с пружиной 7 и чистики 8. Реборды 3 и 4 выполнены в форме шарового слоя. Каждая реборда 3(4) сопряжена с диском 1(2) посредством равноудаленных штифтов 9. Каждый штифт 9 реборды 3(4) размещен в пазу 10 диска 1(2).

Для демонтажа реборд 3, 4 с дисков 1, 2 в диаметральной плоскости на поверхности шарового слоя реборды выполнены сквозные отверстия 11 и 12. Поверхности дисков 1 и 2 снабжены односторонними лезвиями 13 с кольцевой режущей кромкой 14.

При установившемся движении сеялки сошник через поводок 6 перемещается в направлении движения агрегата. Реборды 3 и 4 воспринимают вес сошника и усилие сжатых витков пружины 7. От силы тяжести сошника режущими кромками 14 верхний слой почвы разрезается в продольно-вертикальной плоскости. За счёт развала смежных дисков 1 и 2 открываются и формируются наклонные стенки бороздки 15. Семена подаются от высевающего аппарата посредством семяпровода и укладываются на семенное ложе донной части канавки 15 с чистыми боковыми стенками и засыпаются слоем почвы загортачами 5. При переходе к

высеву культуры с иной глубиной заделки семян на диск устанавливается реборда 3 с другим – меньшим или большим – диаметром.

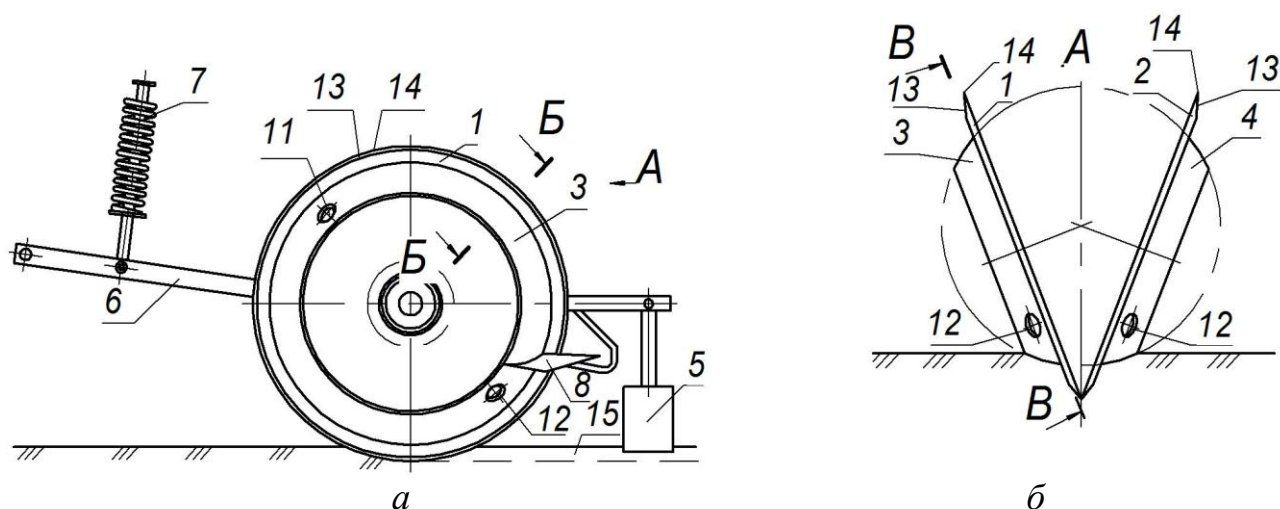


Рисунок 1.15 – Сошник для посева мелкосеменных культур: *а* – вид слева, *б* – вид сзади

За счёт того, что ребордам придана поверхность сферы, достигается заделка семян на заданную глубину, равномерное уплотнение верхнего слоя параллельно бровкам открытой канавки для семенного ложа.

Сошник, выполненный по патенту № 2224401, РФ, МПК А 01 С 7/20 2004 г. [102] формирует бороздку с уплотнённым дном, на которое укладываются семена с последующим закрытием их рыхлой почвой. Он состоит из бороздообразующего диска 1 клинообразной формы (рисунок 1.16), шарнирно установленного на оси 2 рамы 3, прижимной штанги 4, нажимной пружины 5. Штанга 4 установлена на поводке 6. Сзади бороздообразующего диска 1 на раме 3 смонтирован направлятель семян 7 с эллипсовидной формой поперечного сечения с большой осью, параллельной направлению движения сошника. Направитель семян 7 соединён с семяпроводом 8. Направитель семян 7 в нижней передней части переходит в двусторонний чистик 9. Внутри направителя 7 смонтирован запорный клапан 10, установленный шарнирно на оси кронштейна 11 и имеющий смещённый центр тяжести относительно этой оси. За направителем 7 на раме 3 установлен загортач-ограничитель 12 глубины хода сошника.

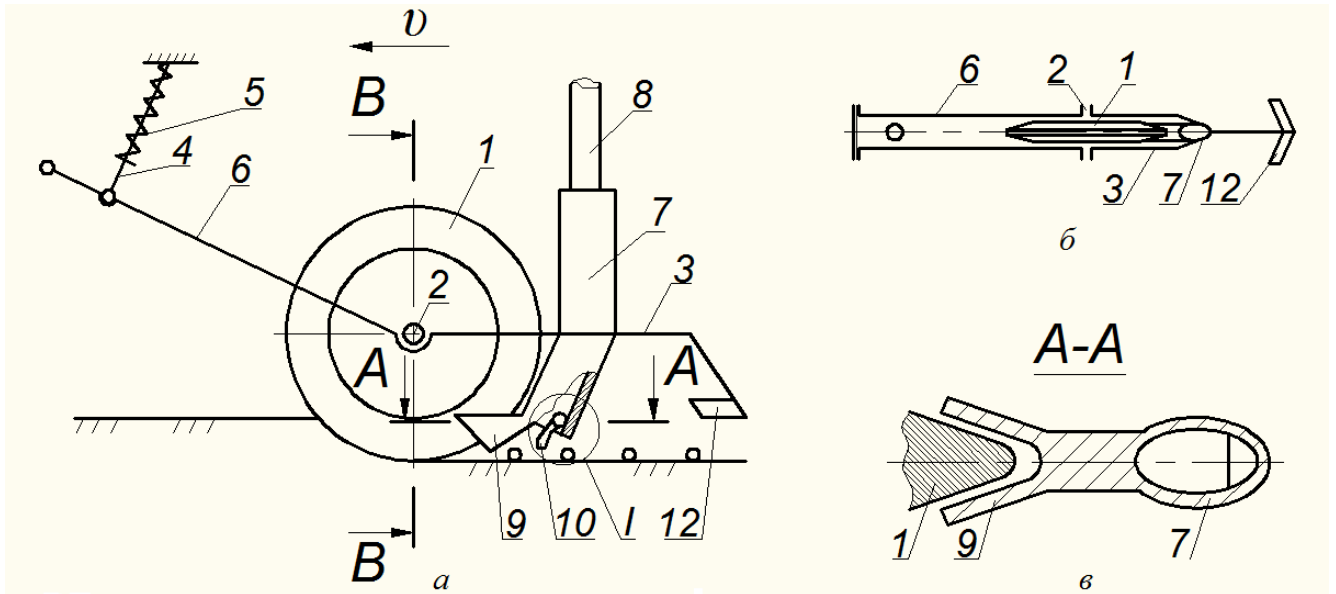


Рисунок 1.16 – Сошник: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху; *в* – сечение *A-A*; 1 – бороздообразующий диск; 2 – ось, 3 – рама; 4 – штанга; 5 – нажимная пружина, 6 – поводок; 7 – направитель семян; 8 – семяпровод; 9 – чистик; 10 – запорный клапан; 11 – кронштейн; 12 – загортач

Сошник работает следующим образом. При движении сеялки давление почвы на клапан 10 прекращается, т. к. нижний конец направителя семян 7, располагаясь за бороздообразующим диском 1, идёт по борозде. Диск 1, имеющий по периферии клинообразную форму, перекатываясь, вдавливаются в почву под действием нажимной пружины 5 и штанги 4, образуя борозду с уплотнённым закруглённой частью клина дном. На уплотнённое дно борозды из направителя семян 7 поступают семена, которые закрываются рыхлой почвой с помощью загортача-ограничителя 12 глубины хода сошника, установленного за направителем семян 7.

Такая конструкция сошника создаёт благоприятные условия для более быстрых всходов и дальнейшего развития растений, что обеспечивает увеличение урожайности сельскохозяйственных культур. Сложность изготовления элементов сошника является её недостатком.

Для получения устойчивых выровненных всходов, обеспечения оптимальных условий питания корневой системы растений предложен комбинированный однодисковый сошник по патенту № 2256316, РФ, МПК А 01 С 7/20 2006 г. [105] (рисунок 1.17) совмещающий процессы высева семян и внесения

удобрений, укрывающий удобрения и семена уплотнёнными влажными слоями почвы с почвенной прослойкой между семенами и удобрениями.

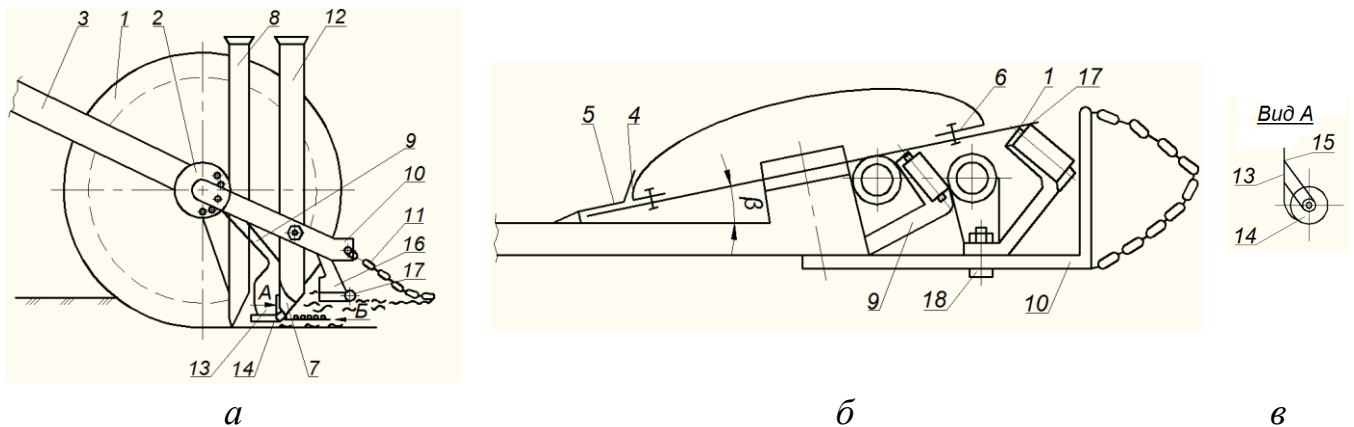


Рисунок 1.17 – Комбинированный однодисковый сошник: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху; *в* – опорно-уплотняющее устройство

В комбинированном однодисковом сошнике вертикально ориентированный плоский диск 1 расположен на кронштейне 2. Диск 1 установлен под углом β к направлению движения. Ось диска 1 отклонена на угол $(90^\circ - \beta)$ к направлению движения. Поводок 3 соединён с рамой посевной секции, где также закреплён чистик 5. С наружной стороны диска 1 закреплена реборда 4, выполненная в виде половины эллипсоиды вращения, и установленная к диску 1 с помощью быстро-съемных элементов 6. С внутренней стороны диска к нижней части кронштейна 2 прикреплен формирователь 7 бороздки для укладки семян. Формирователь 7 представляет собой клинообразный выступ в виде кия с заданными углами γ . Перед формирователем 7 бороздки установлен тукопровод 8. Нижняя часть тукопровода 8 расположена на уровне дна бороздки, образуемой диском 1. За тукопроводом 8 на кронштейне 2 установлен загорточ 9, регулируемый поводок 10, к которому крепится шлейф 11 и семяпровод 18. Нижняя часть загорточа 9 имеет расширение 13, выполненное в виде лопаточки, и опорно-уплотняющий ролик 14, который закреплён на лопаточке 13 с помощью кронштейна 15. За семяпроводом 12 установлен загорточ 16 с опорно-уплотняющим роликом 17.

Сошник работает следующим образом. При движении сеялки диск 1 разрезает почву и растительные остатки на глубину заделки удобрений. Этому способствует ограничительная реборда 4, копирующая рельеф поверхности поля без

нарушения её структуры благодаря эллипсоидной форме. Диаметр реборды 4 может изменяться в зависимости от необходимой глубины заделки удобрений с помощью сменных элементов различного диаметра, которые фиксируют быстро-съемными элементами 6. Кронштейн 2 обеспечивает совпадение направления движения и силы тяги, что сохраняет устойчивость движения сошника вдоль ряда. Удобрения, поступающие от туковысевающего аппарата, подаются по тукопроводу 8 и укладываются на дно бороздки, образованной диском 1. Загортач 9 захватывает лопаточкой 13 влажный слой почвы, укрывает им удобрения, а опорно-уплотняющий ролик 14 производит уплотнение почвы над удобрениями. Формирователь 7 образует бороздку для укладки семян с углами наклона γ стенок к горизонту. Поступающие по семяпроводу 12 семена укладываются на уплотнённое дно бороздки. Это позволяет обеспечивать минимальную величину защитной зоны при междурядной обработке. Лопаточка 13 захватывает влажный слой почвы и укрывает им семена. Опорно-уплотняющий ролик 17 уплотняет слой почвы над семенами, обеспечивая этим оптимальные условия для их произрастания, роста и развития. Шлейф 11 захватывает верхний разрыхлённый слой почвы и укрывает им высеянный рядок семян.

В конструкции двухдискового сошника по патенту № 2399188, РФ, МПК А 01 С 7/20 2010 г. [107] (рисунок 1.18) диски расположены один за другим, причём задний со смещением в поперечной плоскости. Конструкция, по замыслу авторов, позволяет производить посев по нулевой технологии, непосредственно по стерне;

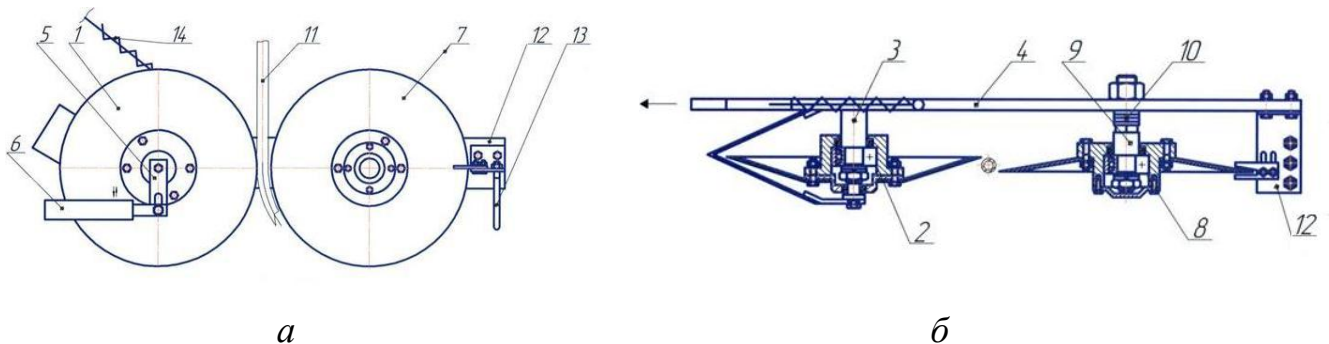


Рисунок 1.18 – Двухдисковый сошник сеялки: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху

обеспечивает равномерность распределения семян в рядке со стабильным шагом посева, т. к. семена при попадании в клиновидную бороздку «не скачут»; задний

диск, уплотняя почву в зоне семян, улучшает контакт их с почвой, удаляет растительные остатки с зоны расположения семян; подсеменная щель обеспечивает благоприятные условия для прорастания зародышевого корешка.

Двухдисковый сошник сеялки включает передний диск 1, закреплённый с помощью подшипникового узла 2 с осью 3 к грядилю 4 секции сеялки. К оси 3 закреплены стойки 5 комкоудалителя 6 с возможностью перемещения по стойкам 5 вверх-вниз. За передним диском 1 по направлению движения размещён задний диск 7, закреплённый через подшипниковый узел 8 на оси 9, которая крепится к грядилю 4 секции сеялки. На оси 9 установлены регулировочные шайбы 10, набором которых можно перемещать задний диск 7 в поперечной плоскости. Задний диск 7 развернут на 180° относительно переднего диска 1. Диски имеют заострения. Впереди у конусной части заднего диска 7 расположен трубчатый раструб семяпровода 11, концевая часть которого срезана под углом, соответствующим углу наклона стенки посевной бороздки. Трубчатый раструб семяпровода 11 выполнен с возможностью перемещения вверх-вниз. К оси 9 заднего диска 7 закреплён заравниватель 12. На пластине заравнивателя 12 закреплён чистик 13 для заднего диска 7. Передний 1 и задний 7 диски имеют форму усечённых конусов, при этом угол наклона образующей у переднего диска 1 больше, чем у заднего 7. Грядиль секции сеялки 4 с дисками 1 и 7 подпружинен пружиной 14. Глубина хода дисков 1 и 7 регулируется опорно-приводными колёсами сеялки и стабилизируется пружинами 14.

В движении комкоудалитель 6 удаляет комки почвы с зоны рядка. Предварительно настроенный на заданную глубину заделки семян передний диск 1 нарезает семенную бороздку клиновидного поперечного сечения. Расположенный за ним трубчатый раструб семяпровода 11 концевой частью очищает верхнюю часть бороздки и сбрасывает в неё семена. Задний диск 7, размещённый со смещением в поперечной плоскости к переднему диску 1, отрезает и смещает влажную почву в зону семян, создавая уплотнённый слой, по которому поднимается почвенная влага. Под семенами остаётся щель для прохождения зародышевого корешка. Задний диск 7 удаляет также растительные остатки с зоны расположения семян. Заравни-

ватель 12 выравнивает поверхность почвы после прохождения сошниковой группы, рыхлит верхний мульчирующий слой.

С целью повышения урожайности зерновых культур за счёт равномерной глубины заделки семян, упрощения конструкции и настройки предложен двухдисковый сошник по патенту № 2442307, РФ, МПК А 01 С 7/20, А 01 В 63/00, 2010 г. [110].

Двухдисковый сошник содержит корпус 8 (рисунок 1.19) с дисками 11, на котором установлен механизм регулирования, состоящий из втулки 1 с расположенным внутри неё регулировочным пальцем 2, вертикальное перемещение которого осуществляют с помощью ограничительного болта 3, располагая его в одном из сквозных резьбовых отверстий, выполненных во втулке 1. Изогнутый нижний конец регулировочного пальца 2 жёстко соединен посредством бруса 4 с опорной лыжей 5, к которой жёстко прикреплен загорточ 6 в виде загнутой пластины. Втулка 1 прикреплена к пластине 7, которая установлена на корпусе 8 сошника в месте соединения поводка 9 с корпусом 8. В корпусе 8 сошника установлена приёмная воронка 10, из которой семена поступают к дискам 11.

Двухдисковый сошник работает следующим образом. Перед началом работы механизм регулирования устанавливают на заданную глубину заделки семян путём установки регулировочного пальца 2 относительно втулки 1. Для этого с помощью ограничительного болта 3 палец 2 фиксируют в одном из семи сквозных резьбовых отверстий втулки 1, тем самым устанавливая необходимую глубину заделки семян. При посеве диски 11, опираясь на опорную лыжу 5, образуют бороздку для семян на установленную глубину, от одного до восьми сантиметров.

При проходе сошника дисками 11 образуется бороздка, в которую из приёмной воронки 10 поступают семена. Закрытие их почвой осуществляется с помощью загортача 6.

Предлагаемое устройство для установки глубины заделки семян позволяет стабилизировать глубину заделки семян, равномерно закрывать семена почвой, упростить конструкцию и настройку устройства.

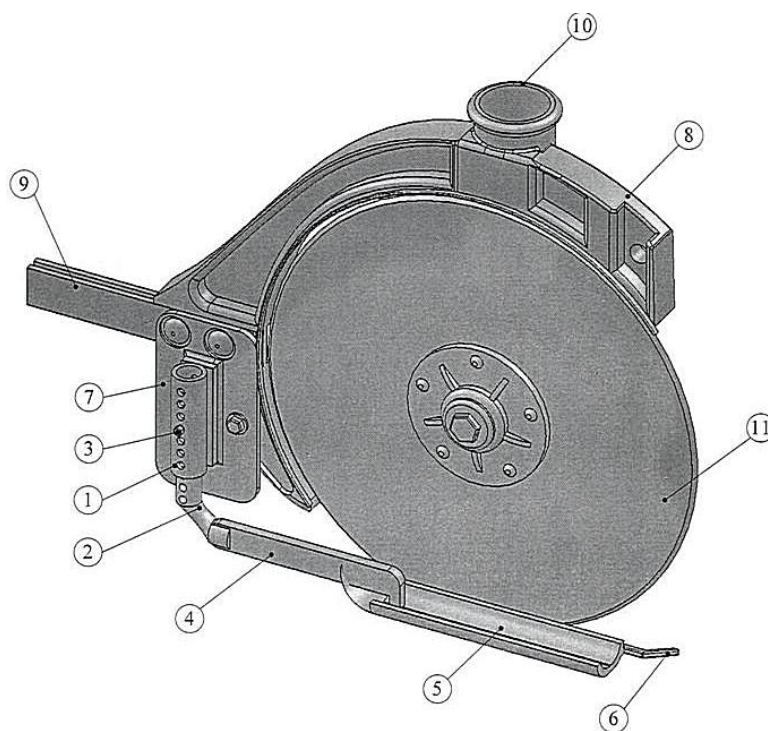


Рисунок 1.19 – Двухдисковый сошник: 1 – втулка; 2 – регулировочный палец; 3 – ограничительный болт; 4 – брус; 5 – опорная лыжа; 6 – загортач; 7 – пластина; 8 – корпус, 9 – поводок, 10 – приёмная воронка; 11 – диски

Для создания плотного контакта высеваемых семян с почвой разработан комбинированный дисковый сошник зерновой сеялки по патенту № 2483517 (Российская Федерация), МПК А 01 С 7/20 , 2013 г. [112].

Комбинированный дисковый сошник зерновой сеялки включает расположенные на оси 1 (рисунок 1.20) с подшипниковым узлом 2 нож в виде гладкого диска 3 с заточкой по окружности и семядавливающий элемент в виде цилиндрического диска 4 меньшего диаметра, изготовленный из фторопласта. Ширина цилиндрического диска 4 соизмерима с размерами семян и составляет 12...15 мм. Диски соединены между собой винтами 5. В передней части к дискам примыкает семятокопровод 6 и бороздообразующий рабочий орган в виде стойки 7 с наральником 8. Тяга связывает сошник с поводком 9 сеялки. На тяге за гладким диском 3 размещён чистик 10. К задней части тяги закреплен на гибкой подвеске загортач 11. С противоположной от гладкого диска 3 стороны установлен щиток.

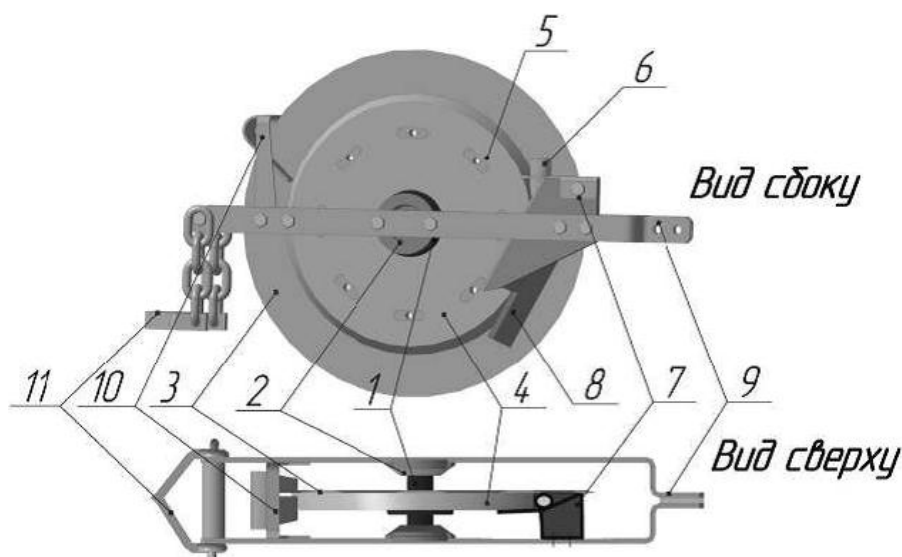


Рисунок 1.20 – Комбинированный дисковый сошник

Заглубление дискового комбинированного дискового сошника регулируют величиной сжатия пружины, действующей на поводок 9 сеялки, и изменением угла вхождения наральника 8 в почву.

Сошник работает следующим образом. Гладкий диск 4, свободно вращаясь на оси 1, разрезает поверхность почвы на глубину 80...100 мм. Наральник 8 перемещается на глубине заделки семян, отводит в сторону отрезанную почву, образуя бороздку. Семена из семятокопровода 6 попадают под цилиндрический диск 4 и вдавливаются им в дно бороздки. Бороздка засыпается загортачом. Гибкое соединение загортача с поводком 9 обеспечивает стабильность заделки семян. Прилипающая к гладкому диску 4 почва удаляется чистиком 10. Чтобы не происходило налипания почвы, цилиндрический диск выполнен из фторопласта.

К достоинствам этого сошника можно отнести то, что он образует рыхлый надсеменной слой почвы, обеспечивающий хорошую аэрацию, не препятствующий выходу проростков на дневную поверхность, как это происходит при поверхностном прикатывании почвы; за счёт сбрасывания семян непосредственно под семявдавливающий диск осуществляется более равномерное распределение их в рядке; за счёт рыхлой почвы и пониженной влажности верхнего слоя создаёт неблагоприятные условия для семян сорняков в зоне рядка.

В предложенной конструкции комбинированного сошника бороздка

формируется наклонно установленным наральником, что, в отличие от дискового сошника, требует повышенного тягового усилия.

Вышеперечисленные комбинированные заделывающие рабочие органы имеют прикатывающие катки, которые вдавливают семена в дно бороздки, образованной каким-либо типом сошника. В результате семена укладываются на плотное ложе и заделываются сверху рыхлой почвой. Однако такие сошники отличаются сложностью конструкции и большой материалоемкостью. Используемые в них бороздообразующие органы килевидного, анкерного, дискового типа обладают теми же недостатками, что и простые сошники, а семявдавливающие катки, когда работают во влажной почве, залипаются ей и выносят семена на поверхность. Чтобы этого не происходило необходимо устранить контакт рабочих частей сошника с семенами и вместе с тем обеспечить уплотнение дна бороздки.

1.7 Анализ влияния сошников на физико-механические свойства почвы при посеве

По выражению Б. Н. Мичурина плотность почвы является той первоосновой, которая вызывает последующие изменения в температурном, водном и воздушном режимах, в мобилизации и содержании подвижных питательных веществ [85].

Сама почва состоит из твёрдой фазы, влаги и воздуха. Твёрдая фаза состоит из микро- и макроагрегатных частиц, которые расположены друг относительно друга так, что между ними образуются пустоты, заполненные водой и воздухом, размер которых характеризуется пористостью почвы. Твёрдая фаза почвы характеризуется удельным весом, кг/м^3 , определяемым по формуле [146]:

$$\gamma = \frac{m_{\text{T}}}{V_{\text{T}}}, \quad (1.1)$$

где m_{T} – масса твёрдых частиц почвы, кг; V_{T} – объём твёрдых частиц почвы, м^3 .

Почва также характеризуется плотностью скелета, кг/м^3 , определяемой по формуле:

$$\rho = \frac{m_r}{V}, \quad (1.2)$$

где V – общий объём почвы в ненарушенном сложении, м³.

Общая пористость почвы Π :

$$\Pi = \frac{V - V_r}{V} \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

Удельный вес твёрдой фазы почвы является характеристикой вещества почвы, как и всякого другого тела, и поэтому он остаётся неизменным при любых воздействиях на почву. Плотность скелета почвы характеризует почву как комплексную структуру, состоящую из твёрдых частиц и пустот, находящихся между ними. Твёрдые частицы могут располагаться более или менее близко друг к другу, образуя почвенный скелет, при этом изменяется общая пористость почвы Π и общий объём V . В результате изменяется плотность скелета почвы ρ , которая и определяет необходимые условия для прорастания семян.

Сжатием почвы можно сблизить твердые частицы и увеличить плотность скелета почвы. При этом чем большую нагрузку приложить, тем больше увеличивается плотность. Зависимость сопротивления почвы от глубины смятия в общем виде определяется по формуле [14]:

$$\sigma = qh^k, \quad (1.4)$$

где σ – сопротивление почвы, Па; h – глубина смятия, м; q – коэффициент объёмного смятия почвы, Н/м³; k – коэффициент, характеризующий степень возрастания нагрузки при смятии.

Коэффициент k принимает значения от 0 до 1. Неопределённость коэффициентов q и k данной зависимости затрудняет её использование.

В. В. Кацыгин предложил следующую зависимость для определения сопротивления почвы [14]:

$$\sigma = pt \left(\frac{qh}{p_0} \right), \quad (1.5)$$

где p_0 – предел несущей способности почвы, Па.

Такая зависимость представляет собой гиперболу 1 (рисунок 1.21). При небольших глубинах, соответствующих глубине заделки семян, можно принять пропорциональную зависимость 2 сопротивления σ от глубины h с коэффициентом q [14]:

$$\sigma = qh, \quad (1.6)$$

Значение коэффициента q составляет для стерни $(10...20) \cdot 10^6 \text{ Н/м}^3$, для занятого пара – $(5...7) \cdot 10^6 \text{ Н/м}^3$, для свежевспаханной почвы – $(2...4) \cdot 10^6 \text{ Н/м}^3$ [53].

Зависимость (1.7) соответствует зависимости (1.5) при коэффициенте $k = 1$. Из этой зависимости можно определить реакции почвы, действующие на семядавливающую фигурную пластину при работе.

Плотность почвы на дне борозды можно определить по коэффициенту пористости, который определяется по формуле [53, 146]:

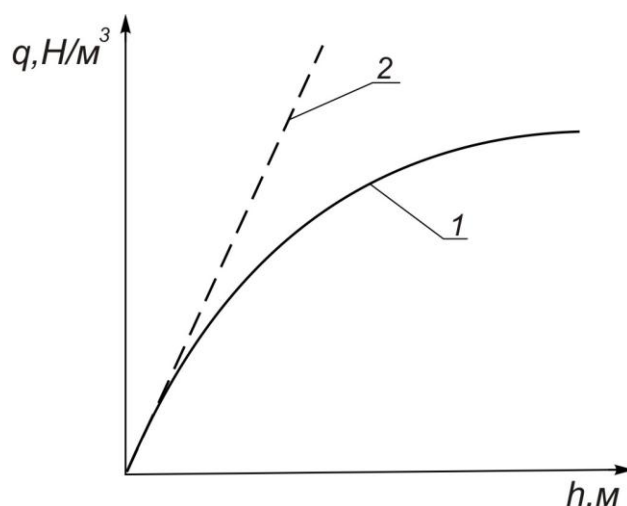


Рисунок 1.21 – Зависимость сопротивления почвы от глубины смятия

$$\varepsilon = \frac{\gamma}{\rho} - 1, \quad (1.7)$$

где γ – плотность твёрдой фазы почвы, г/см^3 ; ρ – плотность дна борозды, г/см^3 .

Отсюда плотность дна борозды будет равна:

$$\rho = \frac{\gamma}{\varepsilon + 1}, \quad (1.8)$$

Для определения коэффициента пористости при давлении p В. Ф. Бабковым предложена следующая зависимость [14]:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - \frac{1}{B_1} \ln \frac{p}{9,8 \cdot 10^4}, \quad (1.9)$$

где p – давление, Па; ε_0 – коэффициент пористости при нагрузке $9,8 \cdot 10^4$ Па; B_1 – степень изменения коэффициента пористости при действующей нагрузке.

Отсюда плотность дна борозды определяется по формуле, предложенной С. А. Ивженко [53, 54, 55]:

$$\rho = \frac{\gamma B_1}{B_1(1 + \varepsilon_0) - \ln \left[\frac{qh}{1,1 \cdot 10^5} \right]}, \quad (1.10)$$

где ρ – плотность скелета почвы дна бороздки, кг/м^3 , h – глубина хода сошника, м; γ – угол между дисками, град.

Анализируя выражение (1.11), можно сказать, что плотность почвы на дне борозды зависит от глубины хода сошника и физико-механических свойств почвы.

Для преобладающей части почв сельскохозяйственного назначения при значениях $\gamma = (2,4 \dots 2,6) \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $B = 7$, $\varepsilon_0 = 0,5 \dots 1,0$, $q = (1 \dots 2) \cdot 10^6 \text{ Н/м}^3$ и глубине заделки семян от 3 до 8 см, плотность скелета почвы дна бороздки составит $(1,27 \dots 1,38) \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

1.8 Анализ исследований комбинированных сошников для уплотнения почвы

Исследования, направленные на повышение эффективности посевных машин, в основном направлены на совершенствование заделывающих рабочих органов – сошников и высевающих аппаратов. Некоторые из них нацелены именно на улучшение условий прорастания семян при посеве.

Вопросами совершенствования двухдискового сошника занимались многие учёные: В. Г. Абезин [105], В. А. Бахмутов [99], В.М. Бойков, Г. М. Бузенков [16],

Н. У. Вахитов [100], А. Г. Габдуллин [111], С. П. Горбачёв [112], М. М. Давлетшин [41], М. Б. Ерокова [47], С. А. Ивженко [109], Н. В. Калашникова [110], М. Х. Каскулов [113], В. Ф. Клюстер [103], В. И. Курдюмов [106], В. В. Ли [71], С. А. Ма [78], Н. Г. Мальмин [81], И. В. Морозов [85], К. А. Мустапха [87], С. Н. Прокопьев [118], О. В. Пущинская [119], А. Ф. Рогачев [101], Н. Е. Руденко [107], А. Н. Семёнов, Ю. И. Трофимченко [139], Г. А. Хайлис, М. К. Шайхов [108], В. В. Юдкин [147] и др., а вопросами уплотнения почвы на дне борозды занимались А. К. Атаманюк, В. Ф. Бабков, П. У. Бахтин, Д. В. Боков [14], С. П. Горбачев [30], А. В. Дружченко [45], П. К. Иванова [52], С. А. Ивженко [53, 54, 55], А. Канарке, Н. А. Ламан, Б. Н. Мичурин, И. В. Морозов [85], К. А. Мустапха [87], И. Б. Ревут, М. А. Скользяева [130], Н. Н. Третьяков [138], В. Т. Фогель [144] и др.

В своем исследовании [118] С. Н. Прокопьев отмечает, что равномерность глубины заделки семян зависит не только от конструкции сошника, но и от параметров его подвески.

Одним из факторов, существенно влияющих на неравномерность хода сошников по глубине, являются колебания рамы сеялки, которые вызывают изменение расположения точки подвеса сошника к раме сеялки относительно поверхности поля. В связи с этим происходит перераспределение действующих на сошник сил, что приводит к нарушению его равновесия и, в конечном итоге, отражается на равномерности укладки семян в почву по глубине.

Сошники серийных сеялок не всегда копируют профиль поля. На гребнях часть сошников заглубляется в почву, а во впадинах – выглубляется, или может зависать на штангах. Для более равномерной глубины заделки семян и лучшего копирования сошниками профиля поля механизмы подвески должны обеспечивать неизменное заглубляющее усилие при колебаниях рамы сеялки.

В процессе посева сеялка под действием равнодействующей всех сил сопротивления стремится занять новое положение как в продольно-вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. При изменении рельефа поля и свойств почвы центр сопротивления сеялки перемещается неравномерно, что

ведёт к колебаниям сеялки и сошников.

Он также отмечает, что работы по улучшению дискового сошника сеялки с серийной подвеской за счёт изменения конструкции самого сошника или модернизацией механизма подвески не приводят к ощутимым результатам.

Угловые колебания рамы сеялки в продольно-вертикальной и горизонтальной плоскостях вызывают изменения реактивных сил штанговых пружин и почвы, которые приводят к нарушению условий равновесия сошников.

Сошники зернотуковой сеялки представляют собой колебательное звено. С повышением скорости движения колебательные свойства подвески сошника увеличиваются, амплитуда колебаний сошника в продольно-вертикальной и горизонтальной плоскостях усиливается и устойчивость его хода снижается.

Для уменьшения величины деформации штанговых пружин при колебании рамы сеялки и для снижения колебательных свойств сошника, автором разработано шарнирное соединение сошникового бруса с общей рамой сеялки. В предложенной подвеске, значительно снизившей колебательные свойства сошников, коэффициент демпфирования увеличился в 2,4...4,5 раза по сравнению со стандартной сеялкой. С увеличением скорости движения несколько увеличиваются инерционные свойства, а демпфирующие свойства сошников практически не изменяются. Вместе с тем уменьшается среднеквадратичное отклонение глубины заделки семян на 35...45 % и снижается тяговое сопротивление на 5...10 %.

В диссертационной работе О. В. Пушинской [119] сделана попытка оптимизировать параметры технологического процесса посева с геометрическими параметрами элементов сошников, которая свидетельствует об отсутствии единых рекомендаций по выбору, размещению и конструктивному исполнению основных элементов в сошнике.

В результате проведённых исследований схем и конструкций двухдисковых сошников выделены наиболее существенные факторы, влияющие на равномерность заделки семян по глубине: расположение направлятеля относительно оси дисков; наличие отражателя; направление подачи семян.

Методом дисперсионного анализа выявлено влияние основных элементов сошника на качество распределения семян по глубине и выполнен расчёт удельного веса влияния факторов на расположение семян в борозде.

Автором установлено, что основным конструктивным элементом, способствующим повышению качества заделки семян по глубине, является отражатель, а лучшее качество заделки обеспечивается при расположении направителя перед осью дисков, направлении подачи семян против движения сеялки и наличием отражателя. При этом основное влияние на качество заделки семян по глубине оказывает отражатель. Установлено, что с увеличением скорости сошника это влияние возрастает: при $v = 2,2$ м/с составляет 47,3 %, при $v = 3,3$ м/с – 69,8 %.

На основании проведённых исследований разработан сошник для равномерной заделки семян по глубине, который включает направитель, расположенный перед осью дисков, и отражатель. Подачу семян автор рекомендует осуществлять против движения сеялки. Сравнительные испытания сошников в полевых условиях показали, что сошники с подачей семян перед осью дисков и отражателем позволили уменьшить разброс семян по глубине на 20 мм, увеличить количество семян в слое средней глубины на 10...17 %, увеличить всхожесть семян на 4...8 % .

В диссертационной работе К. А. Мустапха [87] сделана попытка снижения неравномерности заделки семян уплотнением почвы над семенами одновременно при посеве. Лучшие результаты получены не при сплошном прикатывании, а при уплотнении почвы только в рядках растений.

Автором отмечено, что во время работы сошника на диски воздействует активное и пассивное давление почвы, а также воздействие сил трения и сцепления с почвенной массой. Активное давление является результатом реактивного сопротивления почвы, развивающегося при внедрении сошника внутрь почвенной среды и направленного в противоположенную сторону его движения. Пассивное давление почвы на диск возникает в результате сползания по диску почвенной массы.

В предложенном автором сошнике установлен подпружиненный уплотнитель скользящего типа,двигающийся за сошником и уплотняющий поверхностный слой почвы до необходимых значений. Таким образом улучшаются условия для прорастания семян и в достаточной степени для сопротивления дефляции почвы. Предложена криволинейная форма направителя, который лучше направляет семена к внутренней поверхности дисков, улучшает равномерность распределения, т. к. большая их часть контактирует впереди вертикального их диаметра. Определены параметры направителя семян и уплотнителя поверхностного слоя почвы.

В работе С. П. Горбачева [30] по улучшению качественных показателей заделки семян при посеве зерновых культур совершенствованием дискового сошника отмечено, что технология заделки семян при посеве определяет энергию прорастания, всхожесть и в конечном итоге – урожайность.

На основе проведённого анализа и поисковых опытов предложена новая технологическая схема заделки семян зерновых культур: разрезание верхнего слоя почвы → образование посевной бороздки → сбрасывание семян в бороздку → вдавливание семян в почву дна бороздки → заделка рыхлой почвой посевной бороздки. Представлено аналитическое исследование процесса заделки семян зерновых культур при посеве путём вдавливания их в почву дна посевной бороздки.

Для реализации предложенной технологической схемы автором разработана конструктивная схема комбинированного дискового сошника зерновой сеялки. Выделено три фактора, существенно влияющих на процесс заделки семян комбинированным дисковым сошником: скорость движения посевного агрегата; ширина семявдавливающего диска; глубина вдавливания семян в почву дна посевной бороздки. Определено тяговое сопротивление, которое зависит от конструктивных параметров сошника, технологических свойств почвы и в значительной степени от скорости рабочего движения.

1.9 Перспективы развития заделывающих рабочих органов

В отечественной практике темпы развития заделывающих рабочих органов для зерновых сеялок несколько ниже, чем в других странах. Предпочтение отдаётся в основном двухдисковым сошникам и сошникам для подпочвенно-разбросного посева семян. В США применяются двухдисковые, анкерные с острым углом вхождения в почву и однодисковые сошники. В Европе, благодаря высокой культуре земледелия, получили распространение наральниковые сошники с тупым углом вхождения в почву [72, 76].

В настоящее время основным направлением развития заделывающих рабочих органов в нашей стране является создание комбинированных рабочих органов для совмещения операций обработки почвы и посева [77], создание заделывающих рабочих органов для прямого посева, т. е. посева по предварительно необработанной почве [76, 143], применение катковых органов с клиновидной рабочей поверхностью [76]. Также совершенствуются уже существующие рабочие органы, предлагаются новые материалы для их изготовления [47], изменяется конструктивное исполнение в целях повышения надёжности и долговечности.

В этой связи актуальна задача повышения эффективности сохранившихся и применяемых сеялок типа СЗ-3,6 модернизацией их узлов и элементов, в частности, сошника, обеспечивающей повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Наиболее простым и эффективным можно отнести оснащение сошников прижимными упругими элементами, обеспечивающими контакт высеваемых семян с почвой и равномерность их расположения в бороздке по глубине.

1.10 Выводы по разделу. Цель и задачи исследований

1. Анализ литературных источников и патентных фондов показал, что в отечественной и зарубежной практике предпочтение отдаётся рядовому посеву зерновых культур дисковыми сошниками и сошниками для подпочвенно-разбросного посева семян.

2. Широко распространённые серийно выпускаемые зерновые сеялки с дисковыми сошниками не в полной мере отвечают агротехническим требованиям по равномерности высева семян по глубине.

3. Одним из наиболее перспективных путей повышения эффективности дисковых сеялок типа СЗ-3,6 является совершенствование рабочего органа – сошника, обеспечивающего уплотнение дна бороздки и контакт семян с дном бороздки и равномерную укладку по глубине залегания.

В связи с этим целью настоящего исследования является повышение эффективности посева зерновых культур путём совершенствования технологического процесса распределения семян по глубине и обоснования параметров двухдискового сошника.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- на основе анализа литературных источников и патентных фондов определить перспективное направление совершенствования дисковых сошников зерновых сеялок и обосновать конструктивно-технологическую схему заделывающего рабочего органа;
- провести теоретические исследования технологического процесса заделки семян с равномерным распределением их по глубине и обосновать параметры прижимной пластины;
- экспериментально исследовать в лабораторных и полевых условиях влияние конструктивных параметров прижимной пластины на равномерность укладки семян по глубине заделки;
- провести полевые испытания сеялки с усовершенствованными дисковыми сошниками и определить экономическую эффективность предлагаемой технологического процесса посева.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗАДЕЛКИ СЕМЯН В ПОЧВУ С УПЛОТНЕНИЕМ ДНА БОРОЗДКИ

2.1 Предлагаемая технология заделки семян в почву, устройство и работа усовершенствованного заделывающего рабочего органа

На основе проведённого анализа существующих технологий заделки семян в почву, средств механизации посева, патентных фондов предложен технологический процесс посева, включающий в себя образование в почве бороздки с уплотнённым дном содновременной укладкой и вдавливанием семян в дно бороздки, а также закрытие семян сверху рыхлой почвой. Для осуществления предложенной технологии разработаны заделывающие рабочие органы – сошники (патенты РК № 30296, № 30401 и РФ № 2435356 [56, 57, 109]). Детали сошников максимально унифицированы с сошниками зерновых сеялок типа СЗ-3,6, выпускаемых серийно отечественными производителями [61, 125].

2.2 Технологический процесс рядового посева

Существующий технологический процесс посева выполняется по следующей схеме (рисунок 2.1).

В подготовленную под посев поверхность поля (см. рисунок 2.1, *а*) внедряются рабочие органы на определенную глубину h . В результате врезания происходит раздвигание почвы в стороны, образуются гребни шириной b_2 и высотой h_1 и формируются стенки бороздки трапециевидного поперечного сечения с размерами: ширина b и b_1 , высота h_1 (см. рисунок 2.1, *б*). В образованную бороздку высеваются семена (см. рисунок 2.1, *в*) и закрываются сверху слоем рыхлой почвы (см. рисунок 2.1, *г*).

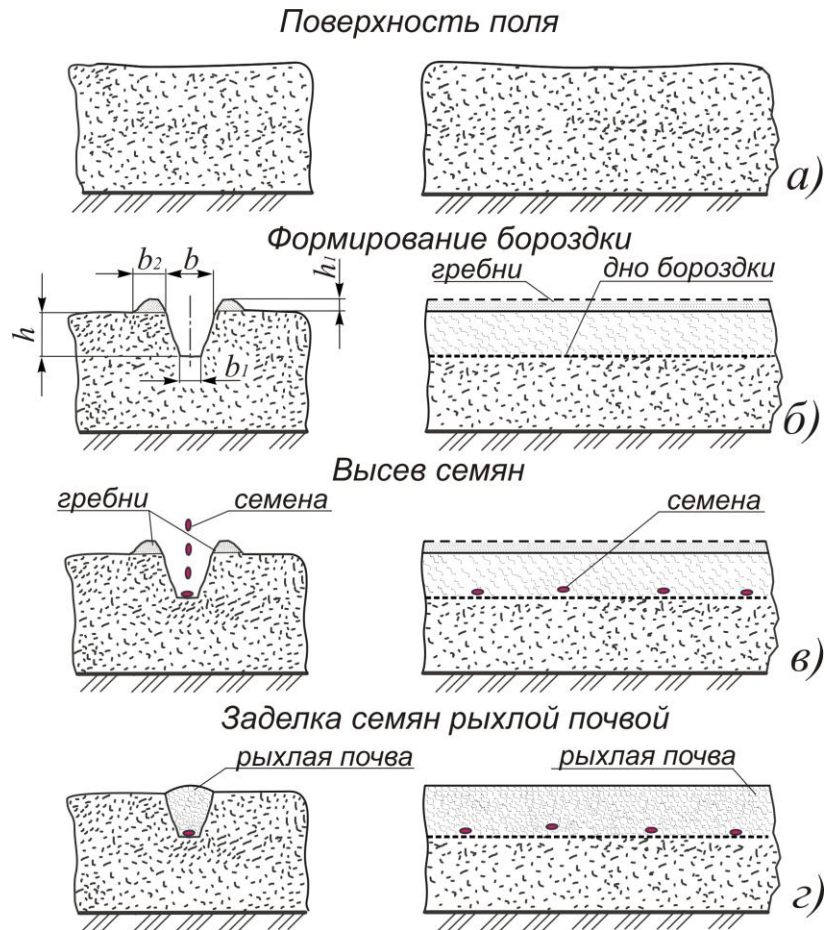


Рисунок 2.1 – Схема существующего технологического процесса посева: а – поверхность поля; б – формирование бороздки; в – высев семян; г – заделка семян рыхлой почвой

Выполнение предлагаемого технологического процесса посева происходит следующим образом (рисунок 2.2).

В предлагаемом технологическом процессе образование гребней, формирование бороздки трапециевидного поперечного сечения и высев семян происходит аналогично существующей технологии посева (см. рисунок 2.2, а, б, в). Основное отличие предлагаемого технологического процесса посева заключается в следующем: после высева семена вдавливаются в дно бороздки (см. рисунок 2.2, г) и одновременно происходит уплотнение почвы дна бороздки (см. рисунок 2.2, д). Следующая операция – семена заделываются сверху слоем рыхлой почвы (см. рисунок 2.2, е). В результате вдавливания семян в дно бороздки с одновременным уплотнением почвы дна бороздки обеспечивается

повышенный контакт семян с дном бороздки, равномерность размещения их по глубине и необходимый приток влаги к семенам из нижних слоев почвы, который способствует их быстрому прорастанию и появлению всходов, улучшению условий развития культурных растений.

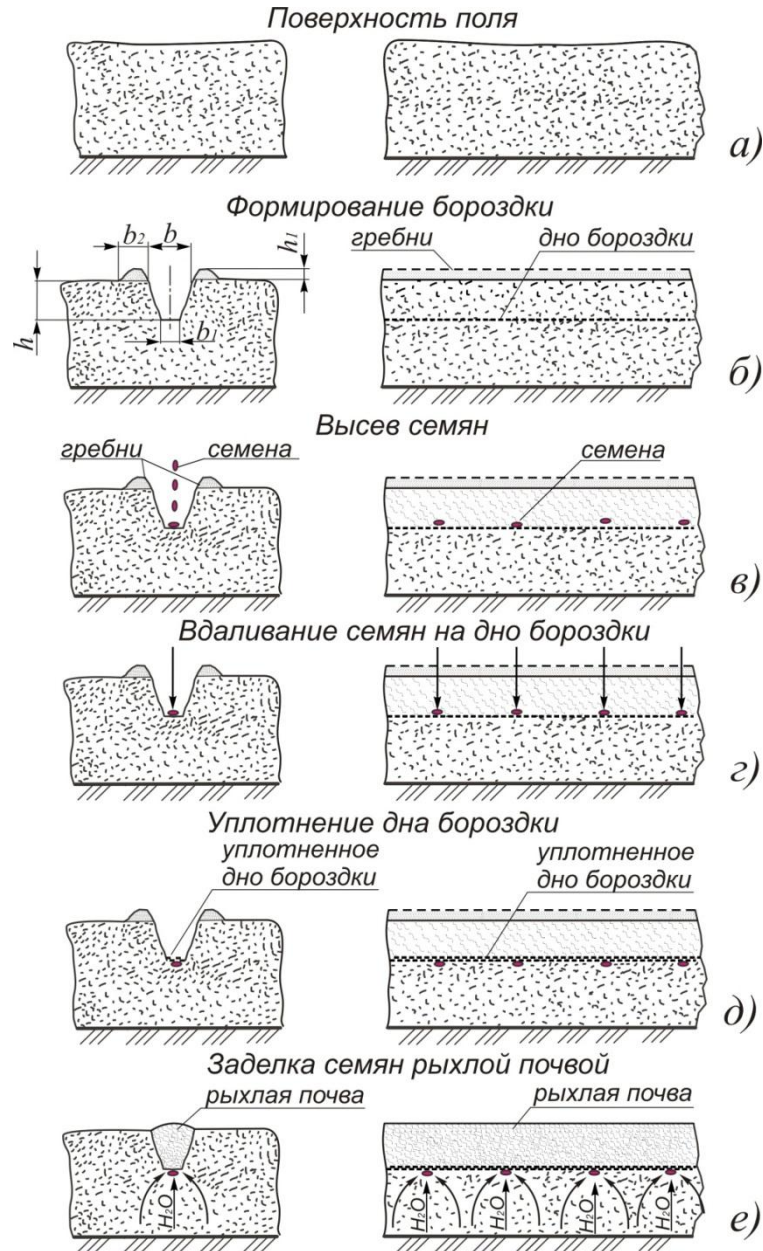


Рисунок 2.2 – Схема предлагаемого технологического процесса рядового посева: а –поверхность поля подготовленная под посев; б –формирование бороздки; в –высев семян; г – вдавливание семян на дно бороздки; д – уплотнение дна бороздки; е – заделка семян рыхлой почвой

Размеры гребней и бороздок зависят от типа и конструктивных параметров рабочих органов и их глубины хода.

Технологическая схема зерновой сеялки СЗ-3,6 с серийными и усовершенствованными двухдисковыми сошниками представлена на рисунках 2,3 и 2,4. Основой сеялки является рама 5 сварной замкнутой конструкции. Рама снабжена прицепным устройством 11 и опирается на два опорно-приводных колеса 4. Сверху рамы укреплены два зернотуковых ящика 1. Каждый ящик состоит из двух отделений: переднего – для семян зерновых культур и заднего – для удобрений. Ко дну переднего отделения прикреплены 24 высевачных аппарата катушечного типа для семян, на задней стенке ящика закреплено 24 высевачных аппарата штифтово-катушечного типа для удобрений. Семяпроводы 9 соединяют высевачные аппараты с двухдисковыми серийными и усовершенствованными сошниками 10 [61, 125].

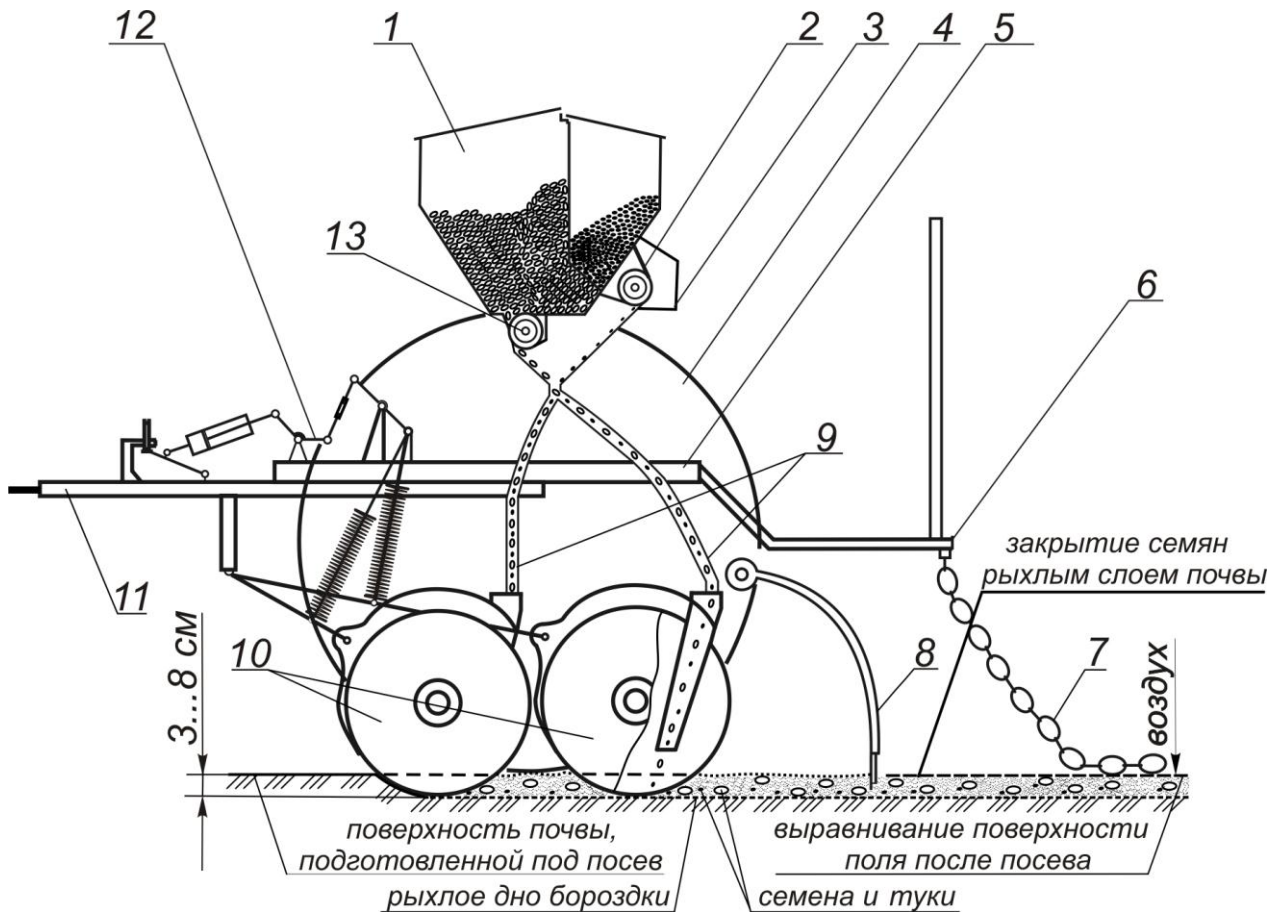


Рисунок 2.3 – Технологическая схема зерновой сеялки СЗ-3,6 с серийными сошниками: 1 – зернотуковый ящик; 2 – туковысевающий аппарат; 3 – механизм передачи; 4 – опорно-приводные колеса; 5 – рама; 6 – подножная доска; 7 – цепной шлейф; 8 – загортачи; 9 – семяпроводы; 10 – двухдисковые сошники; 11 – прицепное устройство; 12 – механизм подъема и опускания сошников; 13 – семявысевающий аппарат; 14 – прижимная пластина

Принцип работы сеялки. С установленными на заданную норму высева высевающими аппаратами и глубину заделки семян с опущенными в рабочее положение сошниками сеялка приводится в движение агрегируемым трактором.

Высевающие аппараты, приводимые от опорных колес 4, производят отбор семян и туков, поступающих к ним из зернотукового ящика 1 и направляют их в семяпроводы 9. Семена под действием силы тяжести поступают по семяпроводам в направи́тели семян сошников и укладываются на дно бороздок, образованных двухдисковыми серийными (см. рисунок 2.3) и усовершенствованными (см. рисунок 2.4) сошниками 10. Установленные за сошниками загортачи 8 закрывают семена сверху рыхлой почвой, цепной шлейф 7 выравнивает поверхность поля.

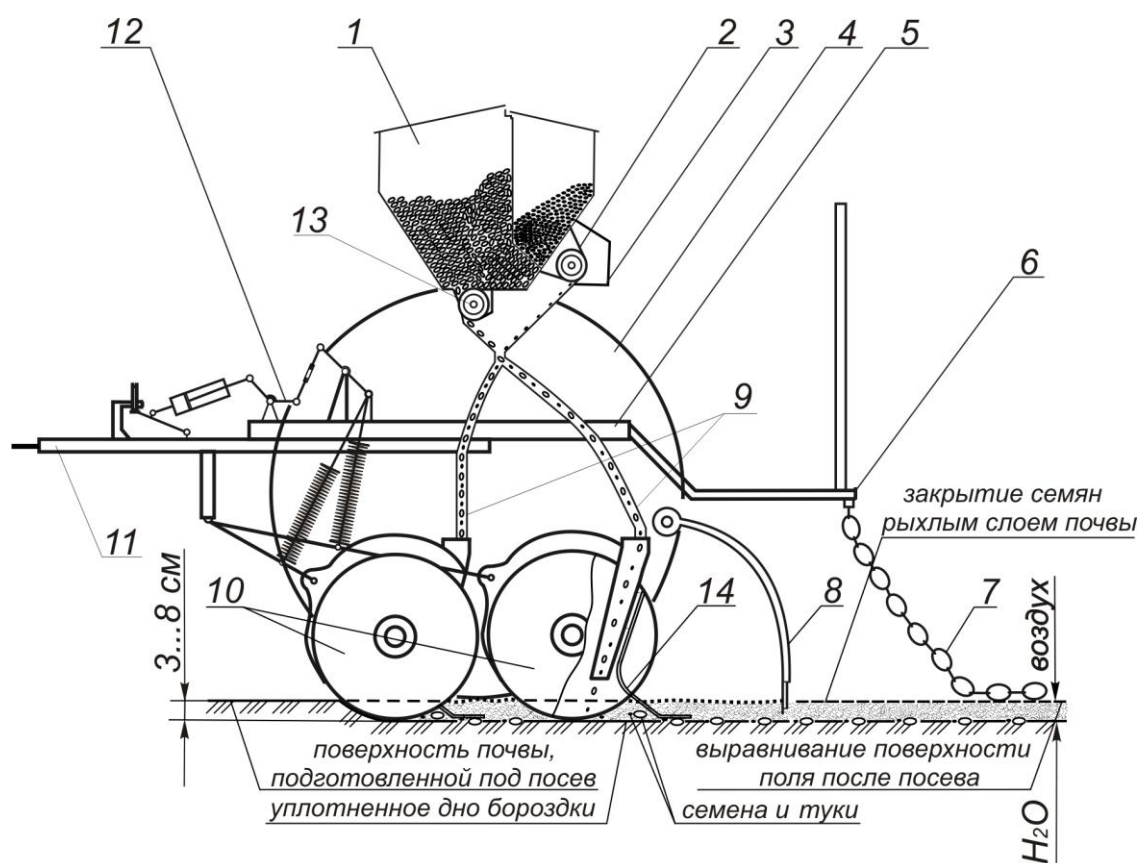


Рисунок 2.4 – Технологическая схема зерновой сеялки СЗ-3,6 с усовершенствованными двухдисковым сошниками: 1 – зернотуковый ящик; 2 – туковысевающий аппарат; 3 – механизм передачи; 4 – опорно-приводные колеса; 5 – рама; 6 – подножная доска; 7 – цепной шлейф; 8 – загортачи; 9 – семяпроводы; 10 – усовершенствованные сошники, 11 – прицепное устройство; 12 – механизм подъема и опускания сошников; 13 – семявысевающий аппарат; 14 – прижимная пластина

Усовершенствованный сошник состоит из корпуса 1 (рисунок 2.5) [56, 57, 109], двух плоских дисков 2, установленных на помещённых в корпусах 3 шарикоподшипниках (на рисунке не показаны), кронштейна поводка 4, направителя семян 5, прижимной пластины 6. Последняя выполнена вогнутой в виде балки равного сопротивления и верхней частью 7 установлена параллельно направителю семян 5 с наклоном вперед. Вогнутость постепенно переходит в криволинейный участок (радиус) 8 прижимной пластины 6.

Прямой наклонный участок – деформатор 9 прижимной пластины 6 выполнен с углом наклона к горизонтальной поверхности дна борозды, меньшим, чем угол трения почвы о материал наклонного участка 9 и далее переходит в горизонтальный хвостовик 10. Прижимная пластина 6 установлена между дисками с зазором и возможностью упругого деформирования под действием силы сопротивления почвенных комков разрушению. Выступающая за пределы междискового пространства часть 11 прижимной пластины 6 расположена не выше уровня поверхности почвы и образует с дисками 2 максимально закрытое с трех сторон пространство. Для крепления сошника к раме сеялки предусмотрен кронштейн поводка 4.

В верхней части 7 прижимной пластины 6 выполнены продольные отверстия 12 под болты крепления 13, позволяющие регулировать высоту расположения прижимной пластины 6 и величину усилия, действующего на семена и почвенную массу вокруг семян на дне бороздки. Верхняя часть 7 пластины 6 снабжена плоской площадкой 14.

Между прижимной пластиной 6 и корпусом 1 расположен чистик 15, прижатый к корпусу с помощью болтов 13 [94, 95, 96].

Сошник работает следующим образом. Диски 2, вращаясь в подшипниках, врезаются в почву и входят в неё. При движении сошника внутри образуемой дисками 2 бороздки перемещается и прижимная пластина 6. Семена, падающие на дно бороздки, попадают под прижимную пластину 6, которая деформатором 9 прижимает их ко дну и хвостовиком 10 вдавливают в семенное ложе.

Прижимная пластина 6 скользит по дну бороздки, придавливая семена ко дну и исключая сгуживание почвы перед собой, так как имеет наклон относительно дна бороздки $\psi \leq \varphi$ и выполнен без ступенчатых соединений и стыков. Загортачи, следующие за сошником, засыпают семена рыхлой почвой сверху.

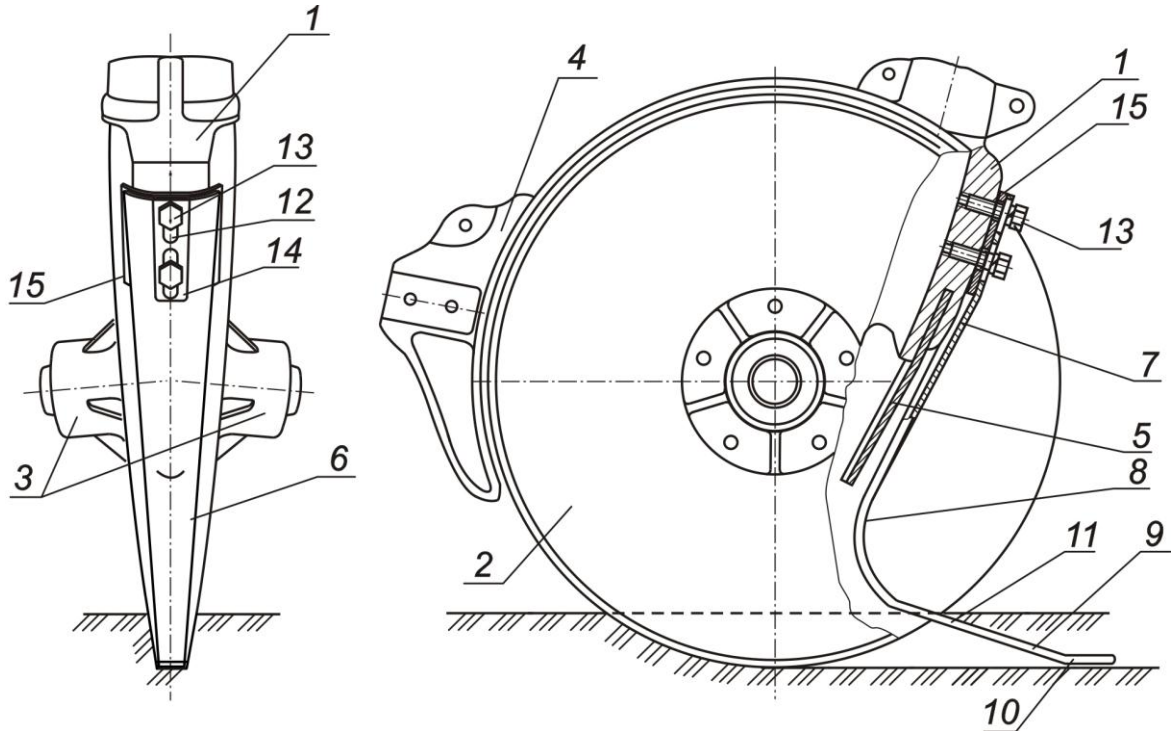


Рисунок 2.5 – Усовершенствованный сошник

Установленная с наклоном вперед прижимная пластина 6 с вогнутой верхней частью 7 имеет большую жёсткость и создает большее усилие прижатия семян ко дну бороздки, так как верхняя часть выполнена с коробчатым поперечным сечением и имеет больший момент сопротивления изгибу.

Чистик 15 предназначен для удаления прилипшей на диски 2 почвы.

Усилие прижатия семян к семенному ложу регулируется перемещением пластины 6 относительно болтов крепления 13 вдоль продольных отверстий 12.

Таким образом, прижимная пластина 6 выравнивает расположение семян по глубине заделки и уплотняет почвенную среду вокруг семян, создавая хороший контакт семян с почвой, обладающей высокой капиллярностью. Это способствует снабжению семян необходимой почвенной влагой, и, как следствие, обеспечивает условия для интенсивного их прорастания, продуктивного развития растений и повышения урожайности культурных растений.

2.2 Определение геометрических параметров прижимной пластины

Прижимную пластину можно представить как деформатор, взаимодействующий с почвой. Как уплотнитель скользящего типа, перемещающийся вместе с сошником, он должен иметь в вертикальной плоскости клинообразную, а в продольно-вертикальной плоскости – криволинейную форму с параметрами, исключающими сгруживание почвы впереди себя, т. е. угол между касательной к уплотнителю и горизонталью ψ должен удовлетворять условию:

$$\psi < \frac{\pi}{2} - \varphi_0, \quad (2.1)$$

где φ_0 – угол трения почвы о поверхность уплотнителя, град.

В результате взаимодействия частиц почвы и дна бороздки с хвостовиком прижимной пластины происходит одновременное уплотнение этих частиц и сглаживание поверхностных её слоёв.

Прижимная пластина установлена в междисковом пространстве с возможностью упругого деформирования под действием силы сопротивления почвенных комочков и способствует их разрушению, а также не препятствует вращению дисков. Ширина b_n рабочей части пластины, контактирующей с почвой и деформирующей её, определяется в соответствии с конструктивными параметрами сошника (см. рисунок 2.6): радиусом R (или диаметром D) диска, углом между дисками γ и углом α , определяющим расположение точки B схода дисков [122].

Прижимная пластина изготавливается из рессорно-пружинной стали 65Г по ГОСТ 14959-79, характеризуемой повышенной износостойкостью и относительно невысокой стоимостью. Она, согласно патенту, выполнена вогнутой в виде балки равного сопротивления, верхней частью прикреплена к корпусу параллельно направителю семян с наклоном вперёд. Наклонный участок – деформатор 3 (см. рисунок 2.6) – прижимной пластины 2 снабжён горизонтальным хвостовиком 4 [15, 16, 38].

Чтобы прижимная пластина скользила по дну бороздки, исключая сгущение почвы перед собой, а горизонтальным хвостовиком вдавливала семена в почву, обеспечивая равномерность распределения семян по глубине и уплотнённую среду вокруг них, угол наклона деформатора ψ относительно дна бороздки должен быть меньше угла трения φ почвы о материал прижимной пластины, т. е. $\psi < \varphi$ [121].

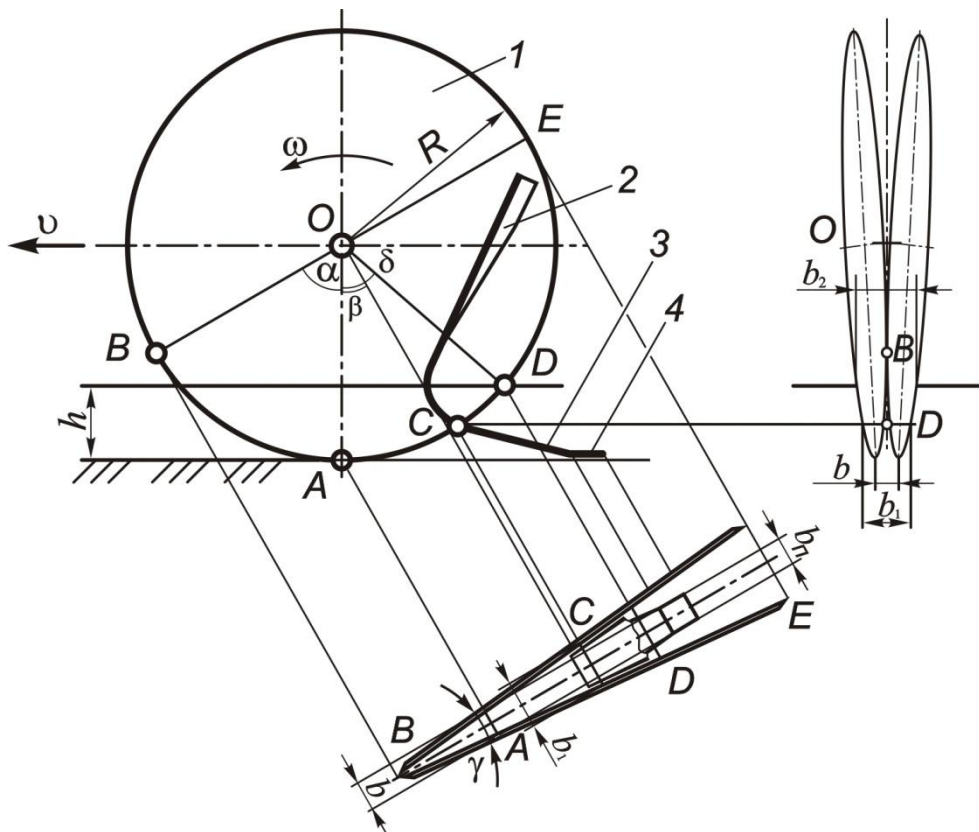


Рисунок 2.6 – Схема дискового сошника с прижимной пластиной:

1 – диски 2 – прижимная пластина 3 – деформатор 4 – хвостовик

Геометрическую форму прижимной пластины предопределяет её месторасположение на сошнике. Ширина элементов прижимной пластины зависит от места её крепления и ширины бороздки, образуемой сошником в процессе работы. В серийном сошнике в месте крепления прижимной пластины устанавливаются счищальки для предотвращения налипания почвы. Ширина верхней части прижимной пластины – рукояти – b_p .

Ширина бороздки b , м, образуемой двухдисковым сошником с углом расположения дисков γ , в нижней его части – точке A (см. рисунок 2.6) равна [15]:

$$b = 2R(1 - \cos \alpha) \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (2.2)$$

где R – радиус диска сошника, м; согласно данным завода-изготовителя $R = 175 \text{ мм} = 0,175 \text{ м}$; α – угол, определяющий расположение точки B схода дисков, град.; для сошников сеялки СЗ-3,6, предназначенных для рядового посева $\alpha = 50^\circ$ [74].

С учётом суммарных зазоров Δb между корпусом и дисками [15, 62]:

$$b_{\text{п}} = 2R(1 - \cos \alpha) \sin \frac{\gamma}{2} + \Delta b, \quad (2.3)$$

где Δb – зазор между внутренней стороной плоских дисков и прижимной пластиной, на рисунке 2.6 не показано.

Размер $b_{\text{п}}$ определяет ширину хвостовика 4 прижимной пластины (см. рисунок 2.6).

Расстояние между дисками b_1 на уровне выхода прижимной пластины за габариты дисков – в точке C [15, 62]:

$$b_1 = 2R[1 - \cos(\alpha + \beta_{\text{нд}})] \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (2.4)$$

где $\beta_{\text{нд}}$ – угол, определяющий расположение начальной точки наклонной части пластины – деформатора, град.

Наибольшее расстояние между дисками b_2 на уровне поверхности поля при глубине хода a равно [15, 62]:

$$b_2 = 2R[1 - \cos(\alpha + \delta)] \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (2.5)$$

где

$$\delta = \arccos \frac{R - h}{R}, \quad (2.6)$$

Для создания на глубине высева h уплотнённого ложа для семян с плотностью скелета почвы dna борозды ρ необходимо давление p и угол внешнего трения стали и почвы $\varphi \geq \psi$. Длина l прямого наклонного участка прижимной пластины – деформатора – зависит от значений углов β и ψ и толщины слоя почвы h' , м, сминаемого наклонной частью пластины [93]:

$$l = \frac{h'}{\sin \psi}, \quad (2.7)$$

Для определения геометрических параметров пластины из условий прочности необходимо провести силовой анализ. Прижимная пластина представляет собой консольно закреплённую изогнутую балку, нагруженную силами: F_H – сопротивления слоя разрыхлённой почвы деформации наклонным элементом прижимной пластины (рисунок 2.7, *a*), F_{TH} – трения наклонной части о деформируемый слой, F_x – сопротивления вдавливанию семян и почвенной массы вокруг семян на дне борозды горизонтальным хвостовиком, F_{TX} – трения хвостовика о почву. В точке *A* крепления прижимной пластины приложены реакция R_A и реактивный момент m_A . Силы, действующие на пластину, в опасном сечении балки вызывают напряжения сжатия σ_c и изгиба $\sigma_{и}$. Напряжение сжатия в опасном сечении пластины относительно мало в сравнении с напряжением изгиба. В этой связи выберем определяющим напряжением изгиба от действия суммарного изгибающего момента внешних сил, действующих на элементы пластины.

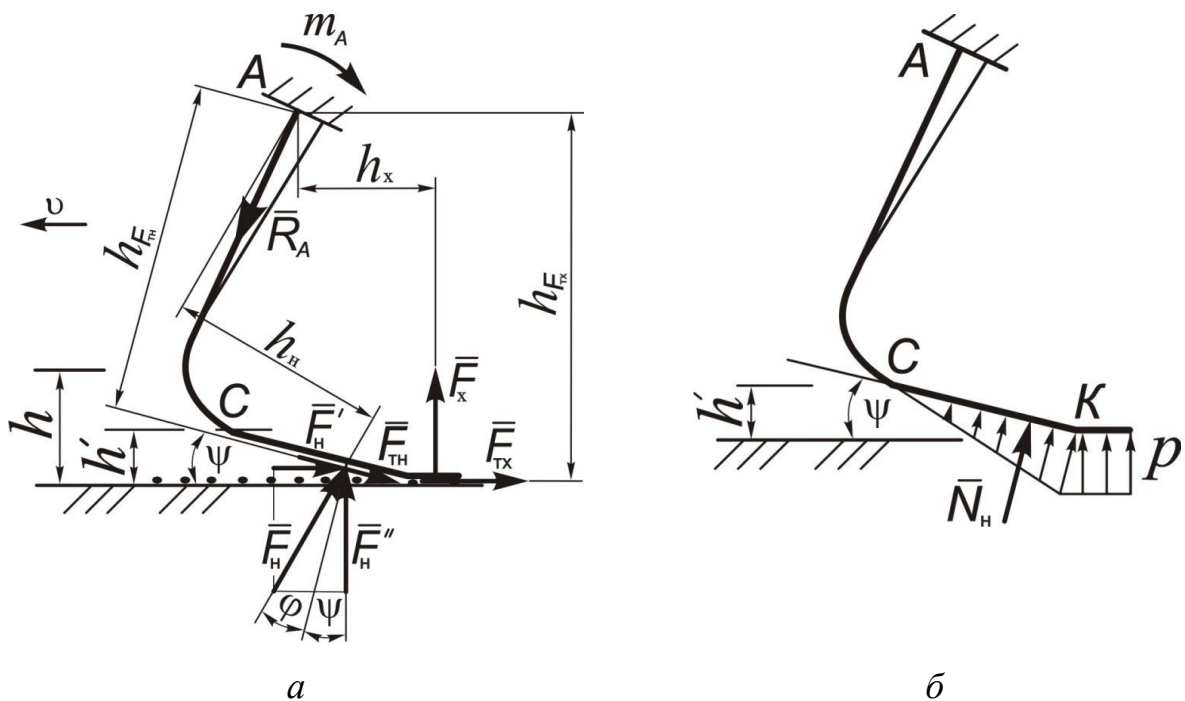


Рисунок 2.7 – Силы, действующие на прижимную пластину: *a* – общая схема сил; *б* – давление почвы на пластину

Если принять, что сопротивление смятию почвенных комочков наклонной частью пластины пропорционально величине деформации, то эпюра нормальных давлений почвы на деформатор пластины будет иметь форму треугольника (рисунок 2.7, б). Максимальное значение давления почвы p в точке K перехода наклонной части к хвостовику [129, 137]:

$$p = qa' , \quad (2.8)$$

Поперечное сечение прижимной пластины в верхней вогнутой части – месте крепления – имеет вид кругового сектора кольца с радиусами: r – описанной окружности (рисунок 2.8), r_1 – вписанной окружности, центральным углом $\alpha_{\text{ц}}$ и координатами x и y центра тяжести O .

Расстояние v_0 от центра описанной и вписанной окружностей до центра тяжести [142], мм:

$$v_0 = \frac{4r^3 - r_1^3 180^\circ}{3r^2 - r_1^2 \pi \alpha^\circ} \sin \frac{\alpha_{\text{ц}}}{2} . \quad (2.9)$$

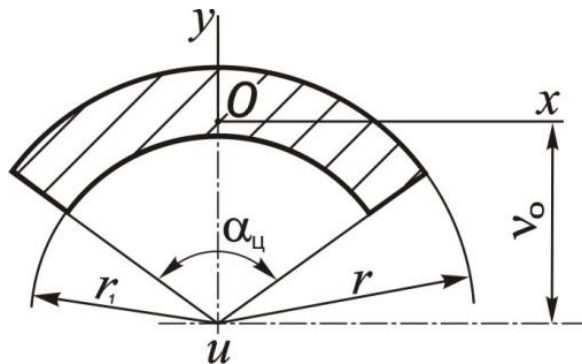


Рисунок 2.8 – Расчётная схема к определению момента инерции сечения прижимной пластины: v_0 – расстояние от центра описанной и вписанной окружностей до центра тяжести; u – центр описанной и вписанной окружностей

Момент инерции относительно центра окружностей, мм^4 [142]:

$$J_{\text{и}} = \frac{r^4 - r_1^4}{8} \left(\pi \frac{\alpha^\circ}{180^\circ} + \sin \alpha_{\text{ц}} \right) . \quad (2.10)$$

Момент инерции относительно оси x , мм^4 [142]:

$$J_x = J_{\text{и}} - Av_0^2, \quad (2.11)$$

где A – площадь поперечного сечения, мм^2 .

Момент сопротивления относительно оси x , мм^3 [142]:

$$W_x = \sqrt{\frac{J_x}{r - v_0}}, \quad (2.12)$$

Потребный момент сопротивления W_x определяется по значениям изгибающего момента $M_{\text{и}}$ и допускаемого напряжения изгиба $[\sigma_{\text{и}}]$ [142]:

$$W_x = \frac{M_{\text{и}}}{[\sigma_{\text{и}}]}, \quad (2.13)$$

Для прижимной пластины, имеющей одинаковую толщину по всей длине, определены зависимости момента сопротивления опасного сечения изгибу от радиуса кривизны r сечения (рисунок 2.9, *а*) и толщины $\delta_{\text{п}}$ (рисунок 2.9, *б*).

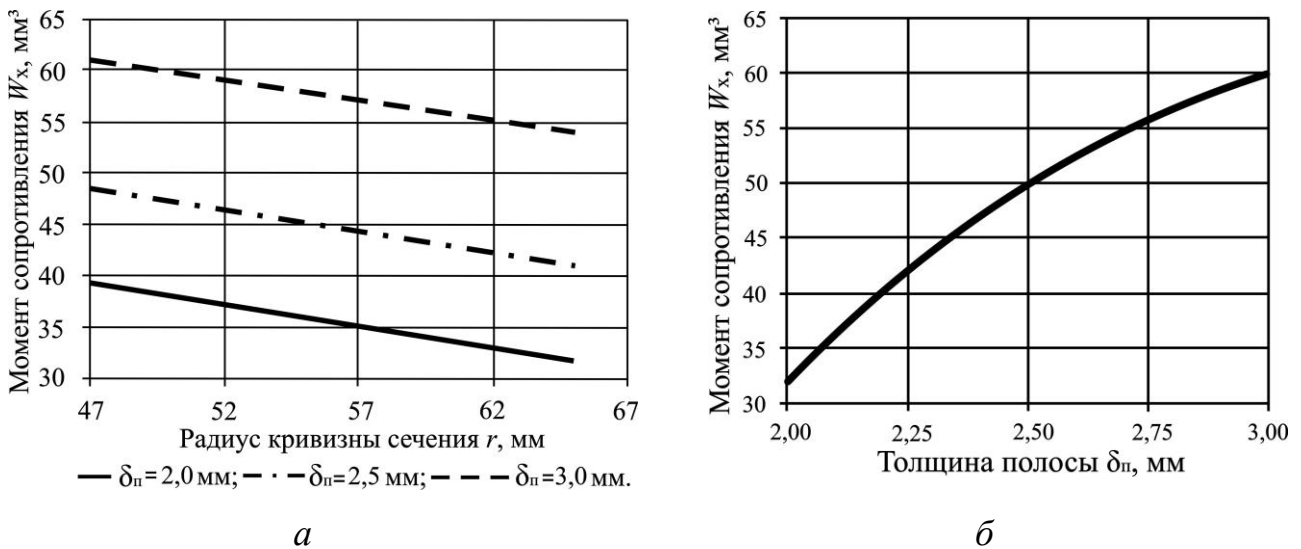


Рисунок 2.9 – Зависимость момента сопротивления сечения пластины от геометрических параметров: *а* – радиуса кривизны r ; *б* – толщины $\delta_{\text{п}}$

Представленные выражения и зависимости позволяют определить геометрические параметры прижимной пластины, устанавливаемой в междисковом пространстве наиболее распространённых сошников зерновых сеялок.

2.3 Определение тягового сопротивления усовершенствованного сошника

Во время работы сеялки тяговое усилие затрачивается на преодоление следующих сопротивлений: сопротивление перекачиванию $R_{кат}$ колес, нагруженных весом сеялки, по рыхлой неупругой поверхности подготовленной к посеву пашни; сопротивление $R_{сош}$ загруженных в почву сошников; сопротивление $R_{тр}$ трения во втулках колес и в механизмах, передающих движение валуку привода высевающих аппаратов; сопротивление $R_{уд}$ от случайных толчков и ударов, испытываемых сеялкой во время работы; рабочее сопротивление $R_{ва}$ катушек или других устройств высевающего аппарата.

Из указанных категорий сопротивлений наиболее существенными являются первые два и, по данным испытаний сеялок, достигают от 92 до 98 % всего тягового усилия. Последние две категории имеют наименьшее значение, выражающееся в долях одного процента от общего тягового сопротивления.

Сопротивление трения R_T во втулках колёс и передаточных механизмах зависит от конструкции системы смазки, однако в среднем составляет не более двух-трёх процентов всего тягового сопротивления сеялки.

На основании вышеизложенного остановимся на главных сопротивлениях: перекачиванию колёс и движения сошников.

Сопротивление перекачиванию колеса по неупругому пути обусловлено главным образом работой, затрачиваемой на деформацию почвы под колесом, т.е. работой смятия почвы. Определение работы смятия почвы под колесом зависит от размеров колеса – диаметра D и ширины b_0 обода и от способности почвы сопротивляться смятию.

Для раскрытия функциональной зависимости тягового сопротивления сеялки аналитическим методом необходимо смоделировать процесс взаимодействия сошников с почвой с учётом динамических параметров. Для этого воспользуемся формулой акад. Горячкина В. П. [15, 32]:

$$P = f_c G_c + k_n h b n + \epsilon h b n v^2, \quad (2.14)$$

где f_c – суммарный коэффициент трения и перекатывания; G_c – сила тяжести сеялки, Н; k_n – удельное сопротивление почвы, Н/м²; h – глубина хода сошника, равна глубине заделки семян, м; b – максимальное расстояние между дисками сошника на уровне поверхности поля, м; n – количество сошников на сеялке, шт; ε – скоростной коэффициент.

$$\varepsilon = \frac{\gamma v'}{g v}, \quad (2.15)$$

где γ – объёмная масса почвы, кг/м³; v' – скорость отбрасывания почвы дисками сошника, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с²; v – скорость перемещения посевного агрегата, м/с.

Сила тяжести сеялки:

$$G_c = m_c g, \quad (2.16)$$

где m_c – масса сеялки в сборе, кг.

Усовершенствованный двухдисковый сошник, оснащённый прижимной пластиной 2, состоит из двух плоских дисков 1, заточенных по окружности и крепящихся к корпусу под углом 10° друг к другу. Они, смыкаясь в передней части между собой, образуют острый угол. В процессе работы диски врезаются в почву, каждый диск прорезает слой почвы на определённую глубину и раздвигает его в поперечном направлении, формируя бороздку. Установленная сзади дисков пластина, перемещаясь вместе с сошником, прижимает семена ко дну и выравнивает их по глубине заделки, раздавливая при этом и попавшие на дно комочки почвы (рисунок 2.10).

Произведём расчет тягового сопротивления серийного и усовершенствованного сошников R_c . Оно складывается из следующих сил сопротивления: резанию диска R_p , смятию фаской R_f , почвы деформации боковой поверхностью диска $F_{дб}$, трения фаски о почву $F_{тф}$, трения боковой поверхности диска о почву $F_{тб}$; нормальной реакции почвы на деформатор прижимной пластины F_{Nd} , трения деформатора прижимной пластины о почву $F_{тд}$, нормальной реакции почвы на хвостовик (сила сопротивления вдавливанию семян и

почвенной массы хвостовиком прижимной пластины) F_{Nx} и силы трения хвостовика прижимной пластины о почву F_{Tx} .

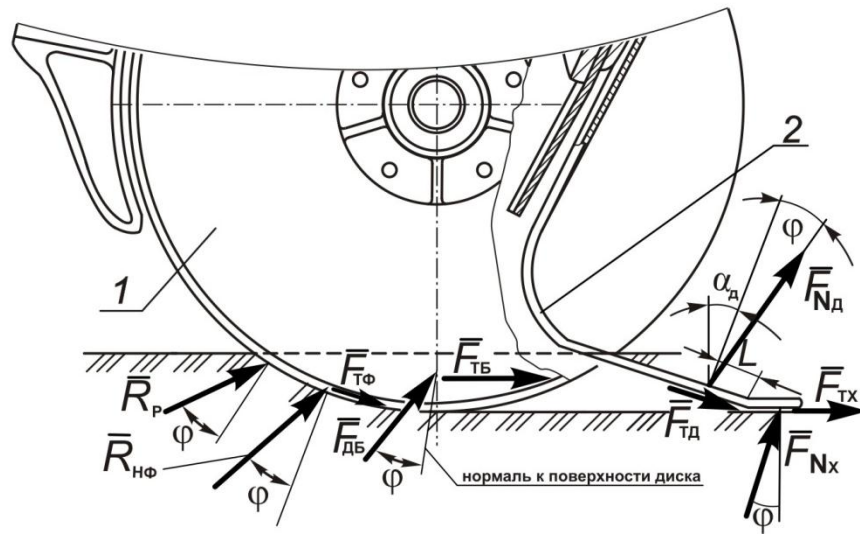


Рисунок 2.10 – Расчётная схема к определению тягового усилия серийного и усовершенствованного сошника: 1 – плоские диски; 2 – прижимная пластина; L – расстояние до точки приложения силы $F_{тр.д}$

Тяговое сопротивление усовершенствованного сошника определяется по зависимости:

$$\bar{R}_c = 2(\bar{R}_p + \bar{R}_\phi + \bar{F}_{тф} + \bar{F}_{дб} + \bar{F}_{тдб}) + \bar{F}_{Nd} + \bar{F}_{тд} + \bar{F}_{Nx} + \bar{F}_{Tx}. \quad (2.17)$$

Рассмотрим составляющие зависимости (2.17).

Сила сопротивления резанию режущей кромкой диска R_p , Н [30, 87, 129]:

$$R_p = K_p \delta' h, \quad (2.18)$$

где K_p – удельное сопротивление резанию, Н/м^2 , для преобладающей площади земель $K_p = 60\text{--}80 \text{ кН/м}^2$; δ' – толщина диска сошника, м. $\delta' = 0,0025$ м.

Сила сопротивления смятию фаской заточенной части диска R_ϕ , Н [30, 87, 129]:

$$R_\phi = F_{тф} \cos \theta f, \quad (2.19)$$

где $F_{тф}$ – сила трения заточенной части фаски, Н; θ – угол заточки лезвия диска, град; $\theta = 18^\circ$; f – коэффициент трения почвы о сталь $f = 0,35\text{--}0,70$ [121].

Сила трения фаски о почву $F_{тф}$, Н [30, 80, 87, 129, 140]:

$$F_{тф} = K_p \delta' h f . \quad (2.20)$$

Сила сопротивления почвы деформации боковой поверхностью диска $F_{дб}$, Н:

$$F_{дб} = S_{сег} k_{п} , \quad (2.21)$$

где $S_{сег}$ – площадь сегмента диска на уровне поверхности поля при глубине хода h (рисунок 2.11), m^2 ; $k_{п}$ – коэффициент удельного сопротивления почвы, H/m^2 ; $k_{п} = 2 \cdot 10^4 \text{ Н}/m^2$.

Площадь сегмента диска, m^2 :

$$S_{сег} = \frac{1}{2} (\mu - \sin \mu) R^2 , \quad (2.22)$$

где μ – центральный угол сектора, образованный диском на уровне поверхности поля при глубине хода h , град.; R – радиус угла сегмента, равный радиусу диска сошника, м.

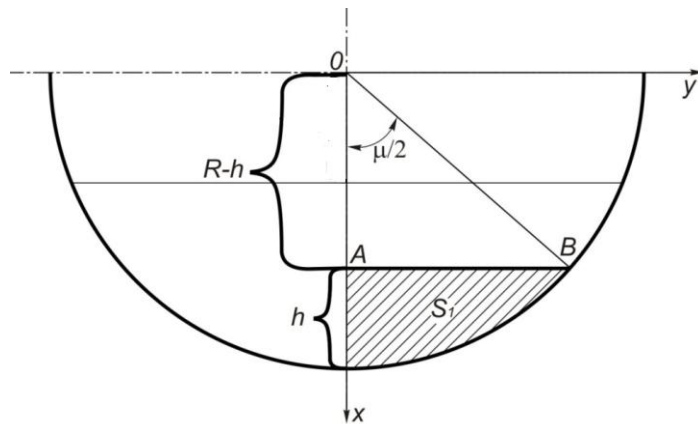


Рисунок 2.11 – Расчётная схема к определению площади сегмента плоского диска сошника

$$S_{сег} = 2S_1 = 2 \int_D dx dy = 2 \int_{R-h}^R dx \int_0^{\sqrt{R^2-x^2}} dy = 2 \int_{R-h}^R \sqrt{R^2-x^2} dx . \quad (2.23)$$

Сделаем замену переменной. Из прямоугольного треугольника OAB:

$$x = OA = OB \cos \frac{\mu}{2} = R \cos \frac{\mu}{2} ,$$

где μ – центральный угол сегмента, град.

$$\cos \frac{\mu}{2} = \frac{x}{R}.$$

Тогда $dx = -\frac{R}{2} \sin \frac{\mu}{2} d\mu$.

Если $x = R$, то $\frac{\mu}{2} = 0 \Rightarrow \mu = 0$.

Если $x = R - h$, то $\cos \frac{\mu}{2} = \frac{R-h}{R} \Rightarrow \frac{\mu}{2} = \arccos \frac{R-h}{R}$.

$$\mu = 2 \arccos \frac{R-h}{R}. \quad (2.24)$$

Полученные значения подставим в уравнение (2.23) и после проведения математических преобразований получим:

$$S_{\text{сер}} = R^2 \arccos \frac{R-h}{R} - (R-h) \sqrt{2Rh - h^2}. \quad (2.25)$$

Сила трения боковой поверхности диска о почву $F_{\text{тдб}}$, Н [30, 87, 129]:

$$F_{\text{тдб}} = F_{\text{дб}} f. \quad (2.26)$$

Сила сопротивления деформатора прижимной пластины $F_{\text{д}}$, Н [129]:

$$F_{\text{Нд}} = S_{\text{д}} p, \quad (2.27)$$

где $S_{\text{д}}$ – площадь деформатора прижимной пластины, м^2 (рисунок 2.12, а); p – давление, создающее необходимую плотность почвы и действующее на деформатор прижимной пластины, $\text{Н}/\text{м}^2$.

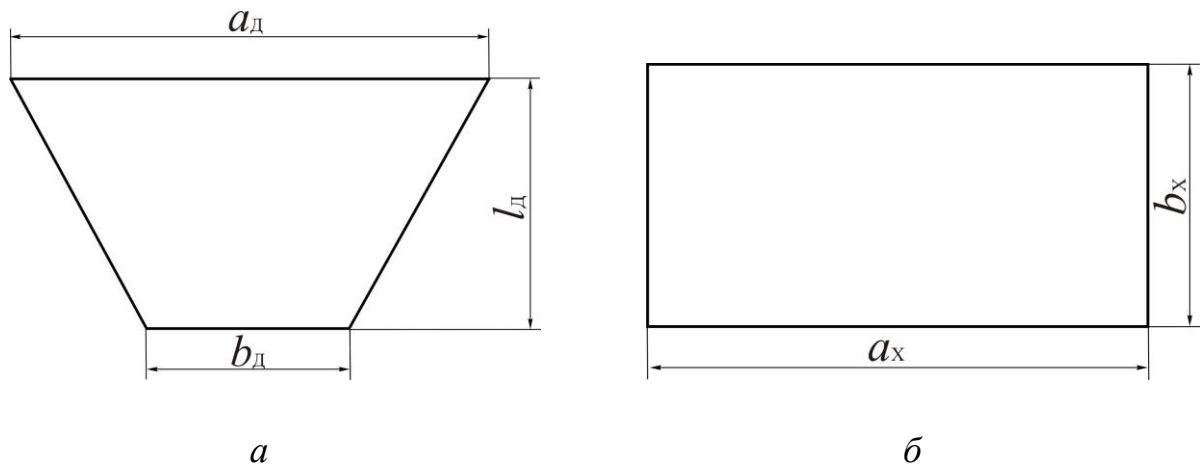


Рисунок 2.12 – Расчётная схема к определению площади: а–деформатора;

б – хвостовика

Площадь деформатора S_d , м²:

$$S_d = \frac{1}{2}(a_d + b_d)l_d, \quad (2.28)$$

где a_d – ширина верхнего основания деформатора прижимной пластины, сминающего почвенной массу, м; b_d – ширина нижнего основания деформатора прижимной пластины, м; l_d – длина деформатора, м.

Сила трения деформатора прижимной пластины о почву $F_{тд}$, Н [129]:

$$F_{тд} = F_{Nd}f. \quad (2.29)$$

Сила сопротивления вдавливанию семян и почвенной массы хвостовиком прижимной пластины F_{Nx} , Н [129]:

$$F_{Nx} = S_x p, \quad (2.30)$$

где S_x – площадь хвостовика прижимной пластины, м² (рисунок 2.12, б); p – давление, создающее необходимую плотность почвы и действующее на хвостовик прижимной пластины, Н/м²; согласно проведённым лабораторным исследованиям $p = 34600$ Н/м².

Площадь хвостовика S_x , м²:

$$S_x = a_x b_x, \quad (2.31)$$

где a_x – длина хвостовика прижимной пластины, м; b_x – ширина хвостовика прижимной пластины, м.

Сила трения хвостовика прижимной пластины о почву $F_{тх}$, Н [129]:

$$F_{тх} = F_{Nx}f. \quad (2.32)$$

В соответствии с агротехническими требованиями, предъявляемыми к посеву, скорость посевного агрегата при посеве должна быть в пределах от 1,94 до 2,50 м/с, а при посеве на повышенных скоростях достигает 4,00 м/с, глубина посева составляет 0,03...0,08 м.

По результатам расчетов построены трехмерные графические зависимости тягового сопротивления серийного и усовершенствованного сошников в указанном выше диапазоне скоростей движения и глубины хода сошников (рисунки 2.13, 2.14).

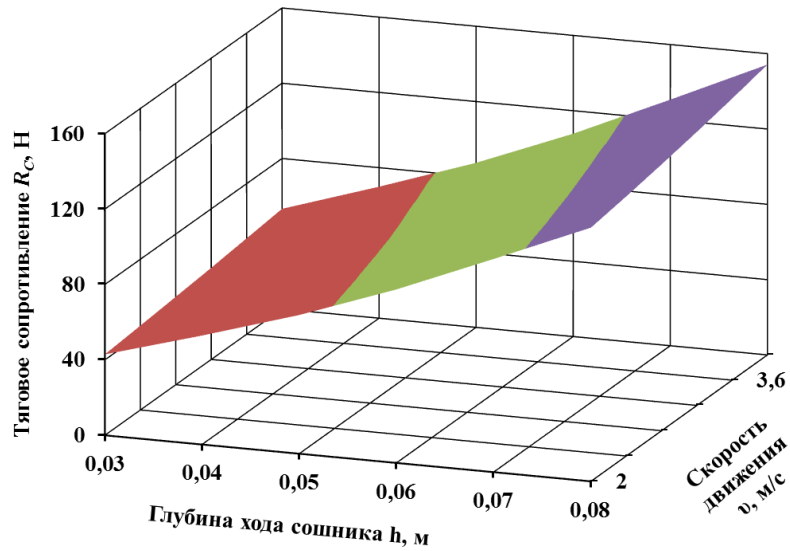


Рисунок 2.13 – Теоретическая зависимость тягового сопротивления серийного сошника

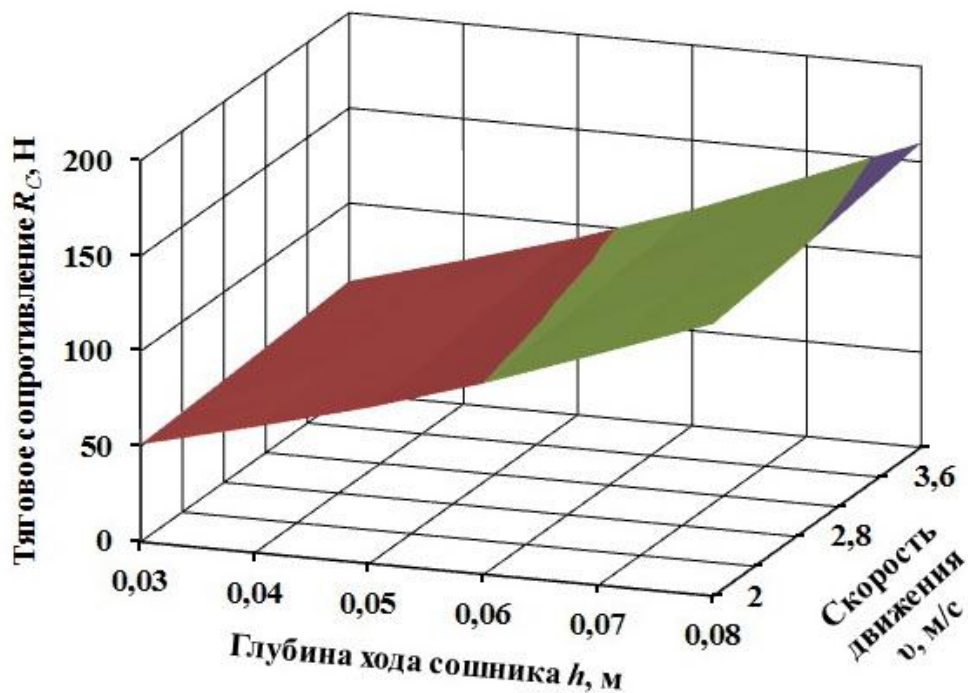


Рисунок 2.14 – Теоретическая зависимость тягового сопротивления усовершенствованного сошника

Из произведённых расчётов можно сделать вывод, что тяговое сопротивление сеялки в основном зависит от технологических свойств почвы, ширины захвата и глубины посева. Скорость движения сеялки не оказывает существенного влияния.

яния на тяговое сопротивление, так как глубина посева изменяется в очень узких пределах и её влияние остаётся практически постоянным [49]. Изменение скорости при ориентировочных расчётах не учитывают, считая, что тяговое сопротивление пропорционально ширине захвата и его можно определить по формуле, предложенной [140]:

$$R_x = KB, \quad (2.33)$$

где K – удельное сопротивление машины, кН/м, для прицепной зерновой сеялки $K = 1,0 \dots 1,5$ кН/м [140]; B – рабочая ширина захвата машины, м.

Удельное сопротивление K зависит не только от сопротивления сошников, но и от сопротивления колёс сеялки перекачиванию, которое, в свою очередь, зависит от типа и параметров колёс, нагрузки на них, сопротивления вращению высевающих аппаратов и т. п.

2.4 Определение зависимости деформации пружины

В процессе работы сеялки величина глубины хода сошника зависит от усилия, создаваемого пружиной, установленной на штанге. При этом сошник находится в равновесии под действием внешних сил.

На сошник в процессе работы действуют следующие силы (рисунок 2.15): сила тяжести сошника в сборе с поводком $\bar{G}_{\text{сош}}$; сила сопротивления перемещению диска $\bar{F}_{\text{сд}}$; нормальная реакция дна борозды $\bar{R}_{\text{д}}$; сила трения почвы о поверхность деформатора $\bar{F}_{\text{тд}}$; нормальная реакция почвы на деформатор $\bar{F}_{\text{нд}}$; сила трения почвы о поверхность хвостовика $\bar{F}_{\text{тх}}$; нормальная реакция почвы на хвостовик $\bar{F}_{\text{нх}}$; усилие пружины поводка $\bar{F}_{\text{пр}}$.

Сила тяжести сошника $\bar{G}_{\text{сош}}$ может быть определена из выражения:

$$G_{\text{сош}} = m_{\text{сош}} g, \quad (2.34)$$

где $m_{\text{сош}}$ – масса сошника в сборе, кг: сошника с длинным поводком $m_{\text{сош}} = 13,3$ кг, сошника с коротким поводком $m_{\text{сош}} = 12,2$ кг.

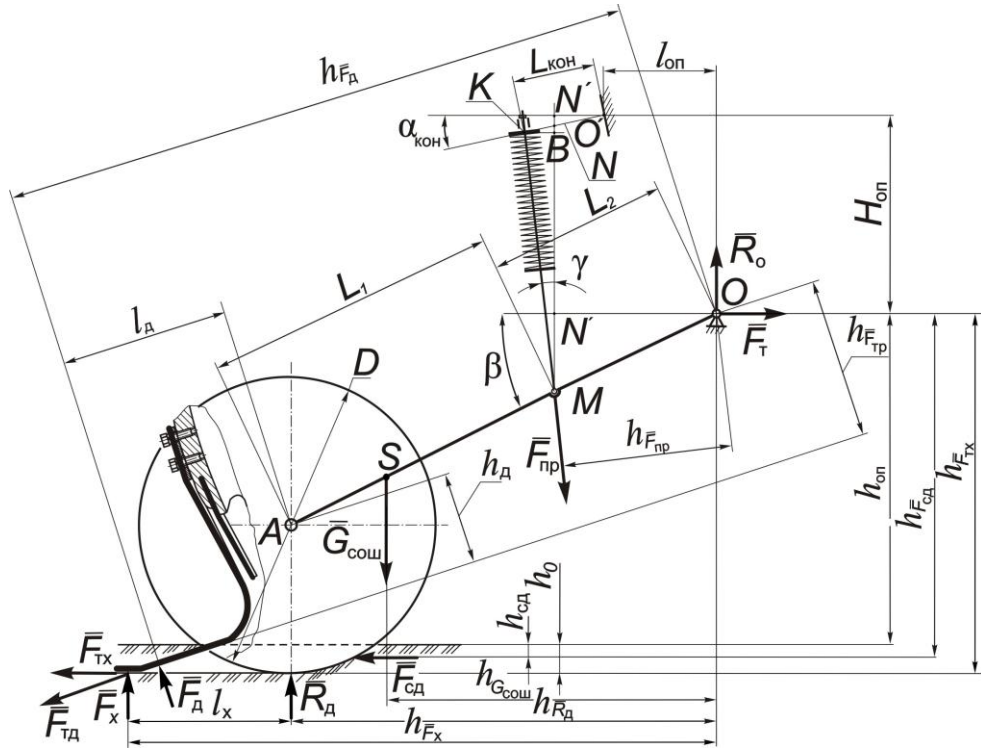


Рисунок 2.15 – Схема сил, действующих на сошник в процессе работы

Сила сопротивления перемещению диска $\bar{F}_{сд}$ может быть определена из формулы академика Горячкина В. П. [15]:

$$F_{сд} = hb_{п}(k_{п} + \varepsilon v^2), \quad (2.35)$$

где $b_{п}$ – максимальное расстояние между дисками сошника на уровне поверхности поля, м; ε – скоростной коэффициент, $\text{кПа} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$; $\varepsilon = 1,5 \dots 2,0 \text{ кПа} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$ [74].

Максимальное расстояние между дисками сошника на уровне поверхности поля $b_{п}$ (рисунок 2.16) определяется по формуле:

$$b_{п} = \frac{2 \left[R \sin \alpha + \sqrt{R^2 - (R-h)(90 - \alpha + \gamma)} \right] \operatorname{tg} \frac{\psi_{д}}{2}}{\cos \gamma_{п}}, \quad (2.36)$$

где $\psi_{д}$ – угол между плоскостями дисков, град; для сеялки СЗ-3,6 $\psi_{д} = 10^\circ$ [74]; $\gamma_{п}$ – угол, град, определяемый из выражения:

$$\gamma_{п} = \operatorname{arctg} \frac{R(1 - \cos \alpha) - h}{R \sin \alpha + \sqrt{R^2 - (R-h)^2}}, \quad (2.37)$$

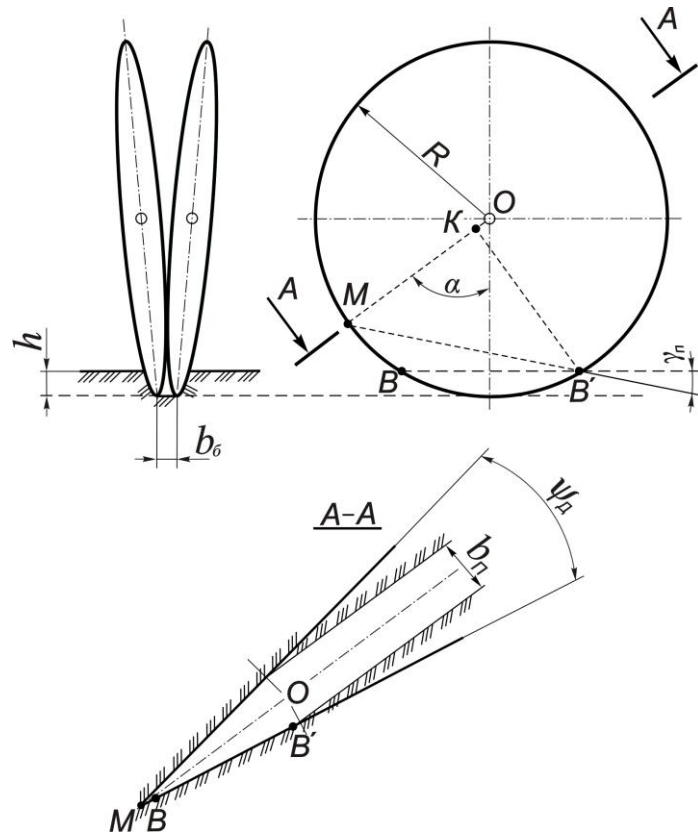


Рисунок 2.16 – Схема к определению максимального расстояния между дисками сошника на уровне поверхности поля

Нормальная реакция со стороны дна борозды \bar{R}_d на сошник, по данным Летошнева М. Н. [70], определяется как сумма двух составляющих:

$$R_d = R_{ц} + 2R_k, \quad (2.38)$$

где $R_{ц}$ – составляющая нормальной реакции на цилиндрической части дисков, Н;
 R_k – составляющая нормальной реакции на конической части дисков, Н;

$$R_{ц} = \frac{2}{3} q b_{п} \sqrt{2Rh}^{1,5}. \quad (2.39)$$

$$R_k = \frac{\sqrt{2}}{72} q \sin \theta (\operatorname{tg} \alpha + f) \left[\begin{array}{l} 2\sqrt{Rh}(8Rh + 3h^2 + 3R) - \\ - 3(R-h)^3 \ln \left| \frac{\sqrt{\frac{R}{h}} - 1}{\sqrt{\frac{R}{h}} + 1} \right| \end{array} \right]. \quad (2.40)$$

Силы трения почвы о деформатор $\bar{F}_{\text{тд}}$, трения почвы о хвостовик $\bar{F}_{\text{тх}}$, нормальные реакции почвы на деформатор $\bar{F}_{\text{нд}}$ и на хвостовик $\bar{F}_{\text{нх}}$ являются постоянными, не зависящими от глубины высева и скорости перемещения посевного агрегата, и определяются в пп. 2.4 (формулы (2.26), (2.29), (2.24), (2.27) соответственно).

Сила, создаваемая пружиной $\bar{F}_{\text{пр}}$, в данном случае является уравновешивающей силой, обеспечивающей равномерность хода сошника в почве. Для её определения составим уравнение равновесия данной системы относительно шарнирного крепления – точки O :

$$\sum m_o(F_i) = 0; \quad F_{\text{пр}} h_{F_{\text{пр}}} + G_{\text{сош}} h_{G_{\text{сош}}} - R_{\text{д}} h_{R_{\text{д}}} - \\ - F_{\text{нх}} h_{F_{\text{нх}}} - F_{\text{нд}} h_{F_{\text{нд}}} - F_{\text{сд}} h_{F_{\text{сд}}} - F_{\text{тд}} h_{F_{\text{тд}}} - F_{\text{тх}} h_{F_{\text{тх}}} = 0' \quad (2.41)$$

где $h_{G_{\text{пр}}}$ – плечо силы сжатия пружины, м; $h_{G_{\text{сош}}}$ – плечо силы тяжести сошника, м; $h_{R_{\text{д}}}$ – плечо нормальной реакции дна бороздки, м; $h_{F_{\text{нх}}}$ – плечо нормальной реакции почвы на хвостовик, м; $h_{F_{\text{нд}}}$ – плечо нормальной реакции почвы на деформатор, м; $h_{F_{\text{сд}}}$ – плечо силы сопротивления перемещению диска, м; $h_{F_{\text{тд}}}$ – плечо силы трения почвы о поверхность деформатора, м; $h_{F_{\text{тх}}}$ – плечо силы трения почвы о поверхность хвостовика, м.

Плечо силы сжатия пружины:

$$h_{F_{\text{пр}}} = L_2 \cos(\beta - \gamma_{\text{ш}}), \quad (2.42)$$

где L_2 – размер (см. рисунок 2.15), определяемый конструктивно, м; для длинного поводка $L_2 = 0,33$ м; для короткого поводка $L_2 = 0,20$ м; β – угол наклона поводка в работе, град; $\gamma_{\text{ш}}$ – угол наклона штанги пружины в работе, град;

$$\beta = \arcsin \frac{h_{\text{оп}} + h - \frac{D}{2}}{L_1 + L_2}, \quad (2.43)$$

где $h_{\text{оп}}$ – расстояние от оси крепления поводка сошника до опорной поверхности, по которой перемещается сеялка в процессе работы, м; данный размер является постоянной величиной, для сеялки СЗ-3,6 $h_{\text{оп}} = 0,48$ м; D – диаметр диска сошни-

ка, м; для сеялки СЗ-3,6 $D = 0,35$ м; L_1 – размер (см. рисунок 2.15), определяемый конструктивно, м; для длинного поводка $L_1 = 0,520$ м; для короткого поводка $L_1 = 0,325$ м;

$$\gamma_{ш} = \arctg \frac{L_{кон} \cos \alpha_{кон} - L_2 \cos \beta + L_{оп}}{L_2 \sin \beta + H_{оп} - L_{кон} \sin \alpha_{кон}}, \quad (2.44)$$

где $L_{кон}$ – длина консоли механизма подъёма сошников, м; для сеялки СЗ-3,6 $L_{кон} = 0,165$ м; $\alpha_{кон}$ – угол наклона консоли в положении, когда лезвия дисков сошников расположены на поверхности перемещения опорных колёс сеялки ($h = 0$), град; для сеялки СЗ-3,6 $\alpha_{кон} = 27^\circ$; $L_{оп}$, $H_{оп}$ – соответственно горизонтальная и вертикальная координаты расположения оси поворота консоли (см. рисунок 2.15), определяемый конструктивно, м; $L_{оп} = 0,210$ м; $H_{оп} = 0,400$ м.

Плечо силы тяжести сошника:

$$h_{G_{сош}} = (L_1 + L_2 - l_{шт}) \cos \beta, \quad (2.45)$$

где $l_{шт}$ – координата центра тяжести сошника, м.

Плечо нормальной реакции дна борозды

$$h_{R_d} = (L_1 + L_2) \cos \beta. \quad (2.46)$$

Плечо нормальной реакции почвы на хвостовик:

$$h_{F_{Nx}} = (L_1 + L_2) \cos \beta + l_x, \quad (2.47)$$

где l_x – координата точки приложения реакции почвы на хвостовик, м.

Плечо нормальной реакции почвы на деформатор определяется по формуле:

$$h_{F_{Nd}} = (L_1 + L_2) \cos \alpha_d + l_d, \quad (2.48)$$

где l_d – координата точки приложения нормальной реакции почвы на деформатор, м; ψ – угол наклона поверхности деформатора, град; согласно условию [121], $\psi = 22^\circ$.

Плечо силы сопротивления перемещению диска:

$$h_{F_{сд}} = h_{оп} + h_{сд}, \quad (2.49)$$

где $h_{сд}$ – расстояние от поверхности поля до силы сопротивления перемещению дисков, м; равно половине глубины посева:

$$h_{\text{сд}} = \frac{h}{2}. \quad (2.50)$$

Плечо силы трения почвы о поверхность деформатора:

$$h_{F_{\text{Тд}}} = h_{\text{д}} + (L_1 + L_2) \sin \alpha_{\text{д}}, \quad (2.51)$$

где $h_{\text{д}}$ – расстояние от оси вращения дисков сошников до плоскости поверхности деформатора пластины, м.

Плечо приложения силы трения почвы о поверхность хвостовика:

$$h_{F_{\text{Тх}}} = h_{\text{оп}} + h, \quad (2.52)$$

Подставив в уравнение равновесия (2.41) выражения (2.42), (2.45)–(2.49), (2.51), (2.52) с учётом (2.43), (2.44), (2.50) получим:

$$F_{\text{пр}} L_2 \cdot \cos(\beta - \gamma_{\text{ш}}) + (L_1 + L_2) [(G_{\text{сош}} - R_{\text{д}} - F_{\text{Nx}}) \cos \beta - F_{\text{д}} \cos \alpha_{\text{д}} - F_{\text{Тд}} \sin \alpha_{\text{д}}] - \\ - F_{\text{д}} l_{\text{д}} - h_{\text{оп}} (F_{\text{сд}} + F_{\text{Тх}}) - G_{\text{сош}} l_{\text{цтс}} \cos \beta - F_{\text{х}} l_{\text{х}} - F_{\text{Тд}} h_{\text{д}} - h \left(F_{\text{Тх}} + \frac{F_{\text{сд}}}{2} \right) = 0. \quad (2.53)$$

При этом сила сжатия пружины определится как:

$$F_{\text{пр}} = \frac{\left[\begin{array}{l} F_{\text{д}} l_{\text{д}} + h_{\text{оп}} (F_{\text{сд}} + F_{\text{Тх}}) + G_{\text{сош}} l_{\text{цтс}} \cos \beta + F_{\text{х}} l_{\text{х}} + F_{\text{Тд}} h_{\text{д}} + \\ + h \left(F_{\text{Тх}} + \frac{F_{\text{сд}}}{2} \right) - (L_1 + L_2) [(G_{\text{сош}} - R_{\text{д}} - F_{\text{Nx}}) \cdot \cos \beta - F_{\text{д}} \cos \alpha_{\text{д}} - F_{\text{Тд}} \sin \alpha_{\text{д}}] \end{array} \right]}{L_2 \cos(\beta - \gamma_{\text{ш}})}. \quad (2.54)$$

Деформация пружины λ , м, может быть определена по формуле:

$$\lambda = \frac{F_{\text{пр}}}{C}, \quad (2.55)$$

где C – жёсткость пружины поводка сошника, Н/м.

С учётом (2.54) получим выражение для определения деформации пружины в зависимости от условий работы посевного агрегата:

$$\lambda = \frac{\left[\begin{array}{l} F_{\text{д}} l_{\text{д}} + h_{\text{оп}} (F_{\text{сд}} + F_{\text{Тх}}) + G_{\text{сош}} l_{\text{цтс}} \cos \beta + F_{\text{х}} l_{\text{х}} + F_{\text{Тд}} h_{\text{д}} + \\ + h \left(F_{\text{Тх}} + \frac{F_{\text{сд}}}{2} \right) - (L_1 + L_2) [(G_{\text{сош}} - R_{\text{д}} - F_{\text{Nx}}) \cos \beta - F_{\text{д}} \cos \alpha_{\text{д}} - F_{\text{Тд}} \sin \alpha_{\text{д}}] \end{array} \right]}{CL_2 \cos(\beta - \gamma_{\text{ш}})}. \quad (2.56)$$

На рисунках 2.17 и 2.18 представлена графическая интерпретация деформации пружины в зависимости от условий работы посевного агрегата.

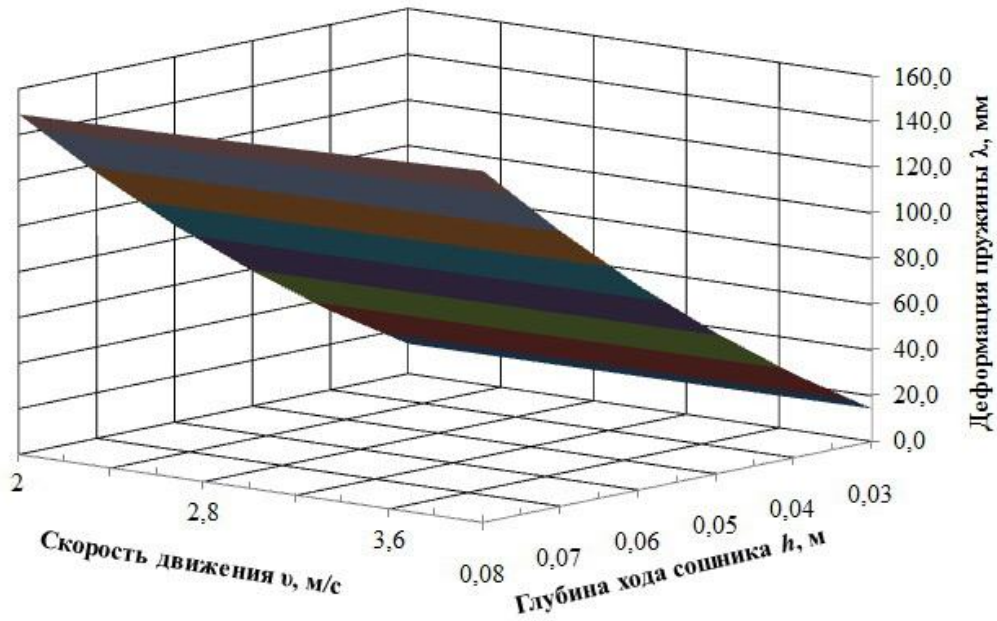


Рисунок 2.17 – Деформация пружины сошника с коротким поводком в процессе работы посевного агрегата

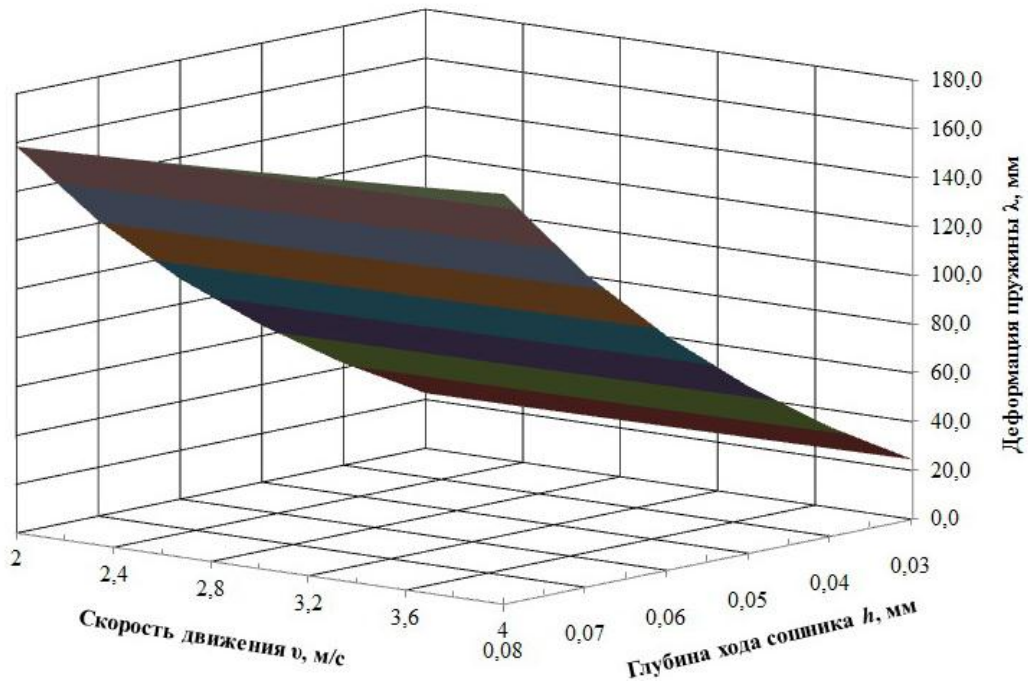


Рисунок 2.18 – Деформация пружины сошника с длинным поводком в процессе работы посевного агрегата

Таким образом, проведённые расчёты показали, что на деформацию пружины наибольшее влияние оказывает глубина хода сошника. Скорость же движения посевного агрегата на деформацию пружины оказывает незначительное влияние.

2.5 Определение устойчивости хода сошника

К сошнику зерновой сеялки предъявляются два основных требования: он должен заделывать семена на заданную глубину; при этом колебания сошника на заданной глубине должны быть минимальными и находиться в пределах агротехнического допуска. Вследствие того, что на сошник действуют различные факторы, влияющие на равномерность его хода и, как следствие, равномерность высева семян, необходимо оценить степень влияния этих факторов на качество высева.

В процессе работы на сошник действуют постоянно меняющиеся внешние воздействия, которые вызваны неравномерностью физико-механических свойств почвы и неровностями профиля поверхности почвы.

Неравномерность технологических свойств почвы приводит к изменению силы сопротивления перемещению диска $\overline{F_{сд}}$ и нормальной реакции дна борозды $\overline{R_{сд}}$.

Неровности профиля поверхности почвы приводят к изменению высоты подвеса сошника $h_{оп}$.

По данным В. В. Юдкина [147], в условиях степной зоны Поволжья на колебание глубины хода сошников наибольшее влияние оказывает сопротивление почвы, чем профиль поверхности, по которой перемещается посевной агрегат.

В связи с этим высоту подвеса сошников можно принять за неизменную величину ($h_{оп} = \text{const}$).

Схема для расчёта устойчивости хода сошника в процессе работы представлена на рисунке 2.19.

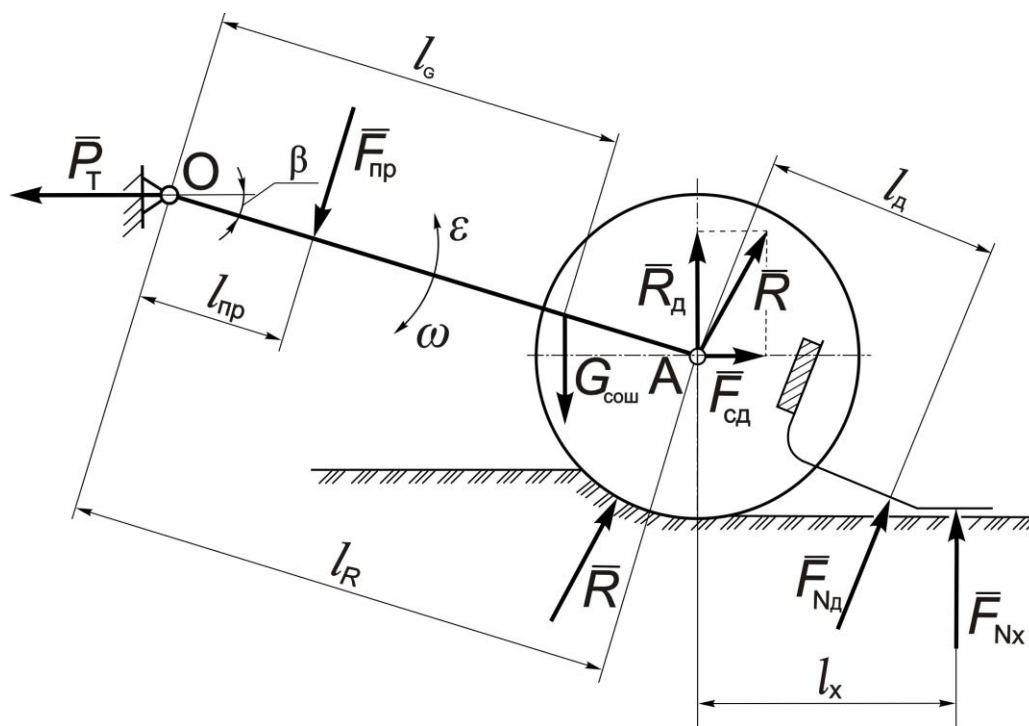


Рисунок 2.19 – Схема к определению устойчивости хода сошника

Для упрощения расчёта примем, что сила сжатия пружины приложена перпендикулярно к оси симметрии поводка.

Условия устойчивости сошника в статике имеют вид:

$$\begin{aligned} \sum (\overline{F_{\text{пр}}}, \overline{G_{\text{сош}}}, \overline{R_{\text{д}}}, \overline{F_{\text{сд}}}, \overline{F_{\text{Nd}}}, \overline{F_{\text{Nx}}}) &= 0; \\ \sum M_O (\overline{F_{\text{пр}}}, \overline{G_{\text{сош}}}, \overline{R_{\text{д}}}, \overline{F_{\text{сд}}}, \overline{F_{\text{Nd}}}, \overline{F_{\text{Nx}}}) &= 0 \end{aligned} \quad (2.57)$$

В качестве критерия устойчивости движения сошника может быть принято постоянство угла наклона поводка β , которое будет обеспечено при отсутствии колебаний сошника. При этом статическое равновесие сошника описывается только уравнением моментов сил относительно оси подвеса поводка – точки O . Уравнение равновесия при этом имеет вид:

$$\begin{aligned} F_{\text{пр}} l_{\text{пр}} + G_{\text{сош}} l_G \cos \beta_0 - R_{\text{д}} l_R \cos \beta_0 - F_{\text{сд}} l_R \sin \beta_0 - \\ - F_{\text{Nd}} (l_R \cos(\beta_0 - \alpha_{\text{д}}) + l_{\text{д}}) - F_{\text{Nx}} (l_R \cos \beta_0 + l_x) = 0; \end{aligned} \quad (2.58)$$

где $l_{\text{пр}}$, l_G , l_R – расстояние от оси подвеса сошника до точек приложения силы сжатия пружины, силы тяжести сошника и нормальной реакции дна борозды на диск соответственно, м; β_0 – угол наклона сошника при статическом равновесии, град.

Статическое равновесие сошника имеет место при наличии однородной почвы, имеющей ровный микрорельеф. Посевной агрегат должен при этом перемещаться с постоянной скоростью. В реальных условиях эксплуатации соблюдение всех этих условий не представляется возможным. Поэтому вследствие изменения сил, действующих на сошник, его равновесие постоянно нарушается, и он совершает возвратно-вращательные движения вокруг оси подвеса. В этом случае условие равновесия (2.56) обеспечивает глубину высева семян, которая колеблется около некоторого среднего значения.

Характер движения сошника в процессе работы в соответствии с принципом Даламбера [9] может быть описан дифференциальным уравнением:

$$\begin{aligned} I\ddot{\beta} = & F_{\text{пр}} l_{\text{пр}} + G_{\text{сош}} l_G \cos\beta_0 - R_{\text{д}} l_R \cos\beta_0 - F_{\text{сд}} l_R \sin\beta_0 - \\ & - F_{\text{Nd}} (l_R \cos(\beta_0 - \alpha_{\text{д}}) + l_{\text{д}}) - F_{\text{Nx}} (l_R \cos\beta_0 + l_{\text{x}}), \end{aligned} \quad (2.59)$$

где I – момент инерции сошника относительно оси подвеса, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$.

Для того чтобы заданная глубина высева семян находилась в пределах, заданных агротехническими требованиями, отклонения сошника от установившегося среднего положения можно считать достаточно малыми. При этом мгновенный угол β , определяющий положение сошника, запишется в виде:

$$\beta = \beta_0 + \Delta\beta, \quad (2.60)$$

где $\Delta\beta$ – мгновенное приращение угла поворота сошника, град.

Для малых углов характерны следующие зависимости:

$$\sin \Delta\beta \approx \Delta\beta; \quad \cos \Delta\beta \approx 1. \quad (2.61)$$

Силы, действующие на сошник, можно также представить в виде суммы некоторого среднего значения и переменного мгновенного приращения:

$$F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}0} + \Delta F_{\text{пр}}, \quad (2.62)$$

$$R_{\text{д}} = R_{\text{д}0} + \Delta R_{\text{д}}, \quad (2.63)$$

$$F_{\text{сд}} = F_{\text{сд}0} + \Delta F_{\text{сд}}, \quad (2.64)$$

$$F_{Nд} = F_{Nд0} + \Delta F_{Nд}, \quad (2.65)$$

$$F_{Nх} = F_{Nх0} + \Delta F_{Nх}. \quad (2.66)$$

Подставив (2.60), (2.62)–(2.66) в исходное дифференциальное уравнение (2.59), получим:

$$\begin{aligned} I(\beta_0 + \Delta\beta)'' = & (F_{\text{про}} + \Delta F_{\text{про}})l_{\text{пр}} + G_{\text{сош}}l_G \cos(\beta_0 + \Delta\beta) - \\ & - (R_{\text{до}} + \Delta R_{\text{д}})l_R \cos(\beta_0 + \Delta\beta) - (F_{\text{сдо}} + \Delta F_{\text{сд}})l_R \sin(\beta_0 + \Delta\beta) - \\ & - (F_{Nдд} + \Delta F_{Nдд})(l_R \cos(\beta_0 + \Delta\beta - \alpha_{\text{д}}) + l_{\text{д}}) - \\ & - (F_{Nхх} + \Delta F_{Nхх}) \cdot (l_R \cos(\beta_0 + \Delta\beta) + l_{\text{х}}) \end{aligned} \quad (2.67)$$

Используя известные формулы для функций синус и косинус суммы или разности двух углов, получим:

$$\begin{aligned} I\Delta\ddot{\beta} = & (F_{\text{про}0} + \Delta F_{\text{про}})l_{\text{пр}} + G_{\text{сош}}l_G (\cos\beta_0 \cos\Delta\beta - \sin\beta_0 \sin\Delta\beta) - \\ & - (R_{\text{до}0} + \Delta R_{\text{д}})l_R (\cos\beta_0 \cos\Delta\beta - \sin\beta_0 \sin\Delta\beta) - \\ & - (F_{\text{сдо}0} + \Delta F_{\text{сд}})l_R (\sin\beta_0 \cos\Delta\beta + \cos\beta_0 \sin\Delta\beta) - \\ & - (F_{Nдд} + \Delta F_{Nдд}) \left[l_R \left((\cos\beta_0 \cos\Delta\beta - \sin\beta_0 \sin\Delta\beta) \cos\alpha_{\text{д}} + \right. \right. \\ & \left. \left. + (\sin\beta_0 \cos\Delta\beta + \cos\beta_0 \sin\Delta\beta) \sin\alpha_{\text{д}} \right) + l_{\text{д}} \right] - \\ & - (F_{Nхх} + \Delta F_{Nхх}) (l_R (\cos\beta_0 \cos\Delta\beta - \sin\beta_0 \sin\Delta\beta) + l_{\text{х}}), \end{aligned} \quad (2.68)$$

С учётом (2.61) выражение (2.68) примет вид:

$$\begin{aligned} I\Delta\ddot{\beta} = & F_{\text{про}0}l_{\text{пр}} + \Delta F_{\text{про}}l_{\text{пр}} + G_{\text{сош}}l_G \cos\beta_0 - G_{\text{сош}}l_G \sin\beta_0\Delta\beta - \\ & - R_{\text{до}0}l_R \cos\beta_0 + R_{\text{до}0}l_R \sin\beta_0\Delta\beta - \Delta R_{\text{д}}l_R \cos\beta_0 + \Delta R_{\text{д}}l_R \sin\beta_0\Delta\beta - \\ & - F_{\text{сдо}0}l_R \sin\beta_0 - F_{\text{сдо}0}l_R \cos\beta_0\Delta\beta - \Delta F_{\text{сд}}l_R \sin\beta_0 - \Delta F_{\text{сд}}l_R \cos\beta_0\Delta\beta - \\ & - F_{Nдд}l_R \cos\beta_0 \cos\alpha_{\text{д}} + F_{Nдд}l_R \sin\beta_0\Delta\beta \cos\alpha_{\text{д}} - F_{Nдд}l_R \sin\beta_0 \sin\alpha_{\text{д}} - \\ & - F_{Nдд}l_R \cos\beta_0\Delta\beta \sin\alpha_{\text{д}} - F_{Nдд}l_{\text{д}} - \Delta F_{Nд}l_R \cos\beta_0 \cos\alpha_{\text{д}} + \\ & + \Delta F_{Nд}l_R \sin\beta_0\Delta\beta \cos\alpha_{\text{д}} - \Delta F_{Nд}l_R \sin\beta_0 \sin\alpha_{\text{д}} - \\ & - \Delta F_{Nд}l_R \cos\beta_0\Delta\beta \sin\alpha_{\text{д}} - \Delta F_{Nд}l_{\text{д}} - F_{Nхх}l_R \cos\beta_0 + \\ & + F_{Nхх}l_R \sin\beta_0\Delta\beta - F_{Nхх}l_{\text{х}} - \Delta F_{Nх}l_R \cos\beta_0 + \\ & + \Delta F_{Nх}l_R \cdot \sin\beta_0\Delta\beta - \Delta F_{Nх}l_{\text{х}} \end{aligned} \quad (2.69)$$

Слагаемые уравнения (2.69), включающие в себя произведение двух малых величин $\Delta R_{\text{д}}$, $\Delta F_{\text{сд}}$, $\Delta F_{\text{нд}}$, $\Delta F_{\text{нх}}$, $\Delta\beta$, являются малыми второго порядка и ими можно пренебречь. Вследствие этого, с учётом (2.58) уравнение (2.69) запишется в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 I\Delta\ddot{\beta} = & \Delta F_{\text{пр}} l_{\text{пр}} - G_{\text{сош}} l_G \sin \beta_0 \Delta\beta + R_{\text{д0}} l_R \sin \beta_0 \Delta\beta - \\
 & - \Delta R_{\text{д}} l_R \cos \beta_0 - F_{\text{сд0}} l_R \cos \beta_0 \Delta\beta - \Delta F_{\text{сд}} l_R \sin \beta_0 + \\
 & + F_{\text{ндд}} l_R \sin \beta_0 \Delta\beta \cos \alpha_{\text{д}} - F_{\text{ндд}} l_R \cos \beta_0 \Delta\beta \sin \alpha_{\text{д}} - \\
 & - \Delta F_{\text{нд}} l_R \cos \beta_0 \cos \alpha_{\text{д}} - \Delta F_{\text{нд}} l_R \sin \beta_0 \sin \alpha_{\text{д}} - \Delta F_{\text{нд}} l_{\text{д}} + \\
 & + F_{\text{нхх}} l_R \sin \beta_0 \Delta\beta - \Delta F_{\text{нх}} l_R \cos \beta_0 - \Delta F_{\text{нх}} l_{\text{х}}
 \end{aligned} \quad (2.70)$$

После преобразования получим:

$$\begin{aligned}
 I\Delta\ddot{\beta} = & \Delta\beta \left(\begin{array}{l} R_{\text{д0}} l_R \sin \beta_0 - G_{\text{сош}} l_G \sin \beta_0 \Delta\beta - \\ - F_{\text{сд0}} l_R \cos \beta_0 + \\ + F_{\text{ндд}} l_R (\sin \beta_0 \cos \alpha_{\text{д}} - \cos \beta_0 \sin \alpha_{\text{д}}) + \\ + F_{\text{нхх}} l_R \sin \beta_0 \end{array} \right) + \\
 & + \Delta F_{\text{пр}} l_{\text{пр}} - \Delta R_{\text{д}} l_R \cos \beta_0 - \Delta F_{\text{сд}} l_R \sin \beta_0 - \\
 & - \Delta F_{\text{нд}} l_R (\cos \beta_0 \cos \alpha_{\text{д}} + \sin \beta_0 \sin \alpha_{\text{д}}) - \\
 & - \Delta F_{\text{нд}} l_{\text{д}} - \Delta F_{\text{нх}} (l_R \cos \beta_0 + l_{\text{х}})
 \end{aligned} \quad (2.71)$$

Для упрощения записи выражения (2.71) введём обозначение:

$$\begin{aligned}
 A = & R_{\text{д0}} l_R \sin \beta_0 - G_{\text{сош}} l_G \sin \beta_0 \Delta\beta - F_{\text{сд0}} l_R \cos \beta_0 + \\
 & + F_{\text{ндд}} l_R (\sin \beta_0 \cos \alpha_{\text{д}} - \cos \beta_0 \sin \alpha_{\text{д}}) + F_{\text{нхх}} l_R \sin \beta_0,
 \end{aligned} \quad (2.72)$$

С учётом (2.72) выражение (2.71) запишется как:

$$\begin{aligned}
 I\Delta\ddot{\beta} = & A\Delta\beta + \Delta F_{\text{пр}} l_{\text{пр}} - \Delta R_{\text{д}} l_R \cos \beta_0 - \Delta F_{\text{сд}} l_R \sin \beta_0 - \\
 & - \Delta F_{\text{нд}} l_R (\cos \beta_0 \cos \alpha_{\text{д}} + \sin \beta_0 \sin \alpha_{\text{д}}) - \Delta F_{\text{нд}} l_{\text{д}} - \\
 & - \Delta F_{\text{нх}} (l_R \cos \beta_0 + l_{\text{х}})
 \end{aligned} \quad (2.73)$$

Поскольку в процессе работы сеялка перемещается по поверхности поля, микрорельеф которого представляет собой случайную функцию, а физические свойства почвы, воздействующей на сошник, постоянно изменяются в определенных пределах, то можно считать, что устойчивость сошника зависит от совокупности реакций почвы, действующих на сошник, которые, в свою очередь, приво-

дят к изменению нормальных реакций, действующих на деформатор и хвостовик пластины, т. е.:

$$\begin{cases} R_d = f_1(\dot{\beta}, \beta, t), \\ F_{cd} = f_2(\dot{\beta}, \beta, t), \\ F_{Nd} = f_3(\dot{\beta}, \beta, t), \\ F_{Nx} = f_4(\dot{\beta}, \beta, t), \end{cases} \quad (2.74)$$

Ввиду сложности описания подобных зависимостей проведём их линеаризацию с помощью разложения их по формуле Тейлора [116]:

$$\begin{aligned} R_d &\approx f_1(\dot{\beta}_0, \beta_0, t_0) + \left. \frac{\partial f_1}{\partial \dot{\beta}} \right|_0 \Delta \dot{\beta} + \left. \frac{\partial f_1}{\partial \beta} \right|_0 \Delta \beta + f_1(t), \\ F_{cd} &\approx f_2(\dot{\beta}_0, \beta_0, t_0) + \left. \frac{\partial f_2}{\partial \dot{\beta}} \right|_0 \Delta \dot{\beta} + \left. \frac{\partial f_2}{\partial \beta} \right|_0 \Delta \beta + f_2(t), \\ F_{Nd} &\approx f_3(\dot{\beta}_0, \beta_0, t_0) + \left. \frac{\partial f_3}{\partial \dot{\beta}} \right|_0 \Delta \dot{\beta} + \left. \frac{\partial f_3}{\partial \beta} \right|_0 \Delta \beta + f_3(t), \\ F_{Nx} &\approx f_4(\dot{\beta}_0, \beta_0, t_0) + \left. \frac{\partial f_4}{\partial \dot{\beta}} \right|_0 \Delta \dot{\beta} + \left. \frac{\partial f_4}{\partial \beta} \right|_0 \Delta \beta + f_4(t). \end{aligned} \quad (2.75)$$

В выражениях (2.75) $f_1(\dot{\beta}_0, \beta_0, t_0)$, $f_2(\dot{\beta}_0, \beta_0, t_0)$, $f_3(\dot{\beta}_0, \beta_0, t_0)$ и $f_4(\dot{\beta}_0, \beta_0, t_0)$ представляют собой значения соответствующих функций при начальных условиях,

т. е. в положении начального статического равновесия. Коэффициенты $\left. \frac{\partial f_1}{\partial \dot{\beta}} \right|_0$,

$\left. \frac{\partial f_1}{\partial \beta} \right|_0$, $\left. \frac{\partial f_2}{\partial \dot{\beta}} \right|_0$, $\left. \frac{\partial f_2}{\partial \beta} \right|_0$, $\left. \frac{\partial f_3}{\partial \dot{\beta}} \right|_0$, $\left. \frac{\partial f_3}{\partial \beta} \right|_0$, $\left. \frac{\partial f_4}{\partial \dot{\beta}} \right|_0$, $\left. \frac{\partial f_4}{\partial \beta} \right|_0$ являются постоянными величина-

ми, поскольку частные производные определены около конкретного нулевого значения функции. В этом случае отклонения значений функций запишутся как:

$$\begin{aligned}
\Delta R_d &= \left| \frac{\partial f_1}{\partial \dot{\beta}} \right|_0 \Delta \dot{\beta} + \left| \frac{\partial f_1}{\partial \beta} \right|_0 \Delta \beta + f_1(t), \\
\Delta F_{cd} &= \left| \frac{\partial f_2}{\partial \dot{\beta}} \right|_0 \Delta \dot{\beta} + \left| \frac{\partial f_2}{\partial \beta} \right|_0 \Delta \beta + f_2(t), \\
\Delta F_{Nd} &= \left| \frac{\partial f_3}{\partial \dot{\beta}} \right|_0 \Delta \dot{\beta} + \left| \frac{\partial f_3}{\partial \beta} \right|_0 \Delta \beta + f_3(t), \\
\Delta F_{Nx} &= \left| \frac{\partial f_4}{\partial \dot{\beta}} \right|_0 \Delta \dot{\beta} + \left| \frac{\partial f_4}{\partial \beta} \right|_0 \Delta \beta + f_4(t).
\end{aligned} \tag{2.76}$$

Приращение силы сжатия пружины $\Delta F_{\text{пр}}$ определится как:

$$\Delta F_{\text{пр}} = C \Delta \lambda, \tag{2.77}$$

где $\Delta \lambda$ – величина деформации пружины, м;

$$\Delta \lambda = l_{\text{пр}} \Delta \beta. \tag{2.78}$$

Тогда:

$$\Delta F_{\text{пр}} = C l_{\text{пр}} \Delta \beta. \tag{2.79}$$

Подставим выражения (2.76), (2.79) в уравнение (2.73), получим:

$$\begin{aligned}
I \Delta \ddot{\beta} &= A \Delta \beta + C l_{\text{пр}}^2 \Delta \beta - \left| \frac{\partial f_1}{\partial \dot{\beta}} \right| \Delta \dot{\beta} l_R \cos \beta_0 - \left| \frac{\partial f_1}{\partial \beta} \right| \Delta \beta l_R \cos \beta_0 - \\
&- f_1(t) l_R \cos \beta_0 - \left| \frac{\partial f_2}{\partial \dot{\beta}} \right| \Delta \dot{\beta} l_R \sin \beta_0 - \left| \frac{\partial f_2}{\partial \beta} \right| \Delta \beta l_R \sin \beta_0 - f_2(t) l_R \times \\
&\times \sin \beta_0 - \left| \frac{\partial f_3}{\partial \dot{\beta}} \right| \Delta \dot{\beta} l_R \cos(\beta_0 - \alpha_d) - \left| \frac{\partial f_3}{\partial \beta} \right| \Delta \beta \cdot l_R \cos(\beta_0 - \alpha_d) - \\
&f_3(t) l_R \cos(\beta_0 - \alpha_d) - \left| \frac{\partial f_3}{\partial \dot{\beta}} \right| \Delta \dot{\beta} l_d - \left| \frac{\partial f_3}{\partial \beta} \right| \Delta \beta l_d - f_3(t) l_d - \\
&- \left| \frac{\partial f_4}{\partial \dot{\beta}} \right| \Delta \dot{\beta} (l_R \cos \beta_0 + l_x) - \left| \frac{\partial f_4}{\partial \beta} \right| \Delta \beta (l_R \cos \beta_0 + l_x) - f_4(t) (l_R \cos \beta_0 + l_x)
\end{aligned} \tag{2.80}$$

Приведем подобные члены и введём обозначения в выражении (2.80):

$$B = - \left(\begin{array}{c} \left| \frac{\partial f_1}{\partial \dot{\beta}} \right| l_R \cos \beta_0 - \left| \frac{\partial f_2}{\partial \dot{\beta}} \right| l_R \sin \beta_0 - \left| \frac{\partial f_3}{\partial \dot{\beta}} \right| l_R \cos(\beta_0 - \alpha_d) - \\ - \left| \frac{\partial f_3}{\partial \dot{\beta}} \right| l_d - \left| \frac{\partial f_4}{\partial \dot{\beta}} \right| (l_R \cos \beta_0 + l_x) \end{array} \right), \tag{2.81}$$

$$J = A + Cl_{\text{пп}}^2 - \left(\begin{array}{l} \left| \frac{\partial f_1}{\partial \beta} \right| l_R \cos \beta_0 + \left| \frac{\partial f_2}{\partial \beta} \right| l_R \sin \beta_0 + \\ + \left| \frac{\partial f_3}{\partial \beta} \right| l_R \cos(\beta_0 - \alpha_d) + \left| \frac{\partial f_3}{\partial \beta} \right| l_d + \\ + \left| \frac{\partial f_4}{\partial \beta} \right| \Delta \beta (l_R \cos \beta_0 + l_x) \end{array} \right), \quad (2.82)$$

$$Hf(t) = - \left(\begin{array}{l} f_1(t) l_R \cos \beta_0 + f_2(t) l_R \sin \beta_0 + f_3(t) l_R \times \\ \times \cos(\beta_0 - \alpha_d) + f_3(t) l_d + f_4(t) (l_R \cos \beta_0 + l_x) \end{array} \right), \quad (2.83)$$

где $Hf(t)$ – обобщенная функция внешних возмущений.

С учетом (2.81) – (2.83) уравнение (2.80) примет вид:

$$Hf(t) = I \Delta \ddot{\beta} - B \dot{\beta} - J \Delta \beta. \quad (2.84)$$

Для уравнения (2.84) введём следующие обозначения:

$$T_1^2 = -\frac{I}{J}; \quad T_2 = -\frac{B}{J}; \quad k = \frac{H}{J}. \quad (2.85)$$

Тогда с учетом (2.85) уравнение (2.84) окончательно примет вид:

$$kf(t) = T_1^2 \Delta \ddot{\beta} + T_2 \dot{\beta} + \Delta \beta. \quad (2.86)$$

Коэффициенты T_1 и T_2 характеризуют соответственно инерционные и демпфирующие свойства сошника при его перемещении в почве и зависят от конструкции и параметров сошника. Коэффициент же k является коэффициентом усиления системы.

Таким образом, полученные зависимости позволяют судить о величине колебаний сошника, обусловленных неравномерностью физических свойств и микрорельефа почвы, возникающих в процессе осуществления технологического процесса посева. Причём, если в выражении (2.73) с учётом (2.72) принять величину реакций, действующих на пластину, равными нулю, то данное уравнение будет описывать характер движения серийного сошника. Так, анализируя соответствующие выражения для серийного и усовершенствованного сошников, можно заключить, что при наличии на сошнике прижимной пластины колебания сош-

ника уменьшаются. Это обеспечивает более равномерную глубину высева семян, повышение их всхожести и увеличение урожайности в целом.

Сделаем предположение, что силы, действующие на сошник в процессе посева, могут быть приведены к трем силам: силе тяжести сошника с поводками G , тяговому усилию P и силе сопротивления почвы R . В случае использования усовершенствованного сошника влияние будет оказывать также сила $R_{\text{п}}$, действующая со стороны почвы на прижимную пластину. С учётом этого условие равновесия выглядит следующим образом:

$$\bar{G} + \bar{P} + \bar{R} + \bar{R}_{\text{п}} = 0. \quad (2.87)$$

В силу изменчивости тягового усилия P и силы сопротивления почвы R равновесие сошника непрерывно нарушается, и это условие следует рассматривать как мгновенное. Вследствие этого оценку устойчивости хода сошника и влияния на неё параметров сошника и скорости движения посевного агрегата можно дать лишь на основе анализа динамики сошника в почве.

При моделировании воздействия почвы на сошник примем в качестве обобщённых параметров эквивалентной (идеализированной) механической системы «почва-сошник-механизм заглубления сошника» (П-С-МЗС) следующие коэффициенты реологической модели почвы:

- коэффициент k_1 пропорциональности изменения позиционной силы R , обусловленный действием почвы на сошник;
- коэффициент k_2 пропорциональности изменения позиционной силы $R_{\text{д}}$, обусловленный действием почвы на прижимную пластину;
- коэффициент демпфирования c_1 .

Кроме этого, следует учесть конструктивные особенности механизма заглубления сошника: обобщённую массу системы $m_{\text{с}}$, коэффициент жёсткости эквивалентного упругого элемента k_4 , приведённый к центру инерции – центру масс сошника, а также коэффициент жёсткости прижимной пластины k_2 .

В то же время изменение вертикальной составляющей реакции почвы при перемещении сошника по неровностям поверхности поля зависит не только от глубины хода сошника, но и от скорости его перемещения. Вследствие этого дей-

ствии почвы на сошник в идеализированной системе дополняется идеализированной демпфирующей силой, характеризующейся коэффициентом демпфирования c_1 . Схема механизма заглубления сошника представлена на рисунке 2.20.

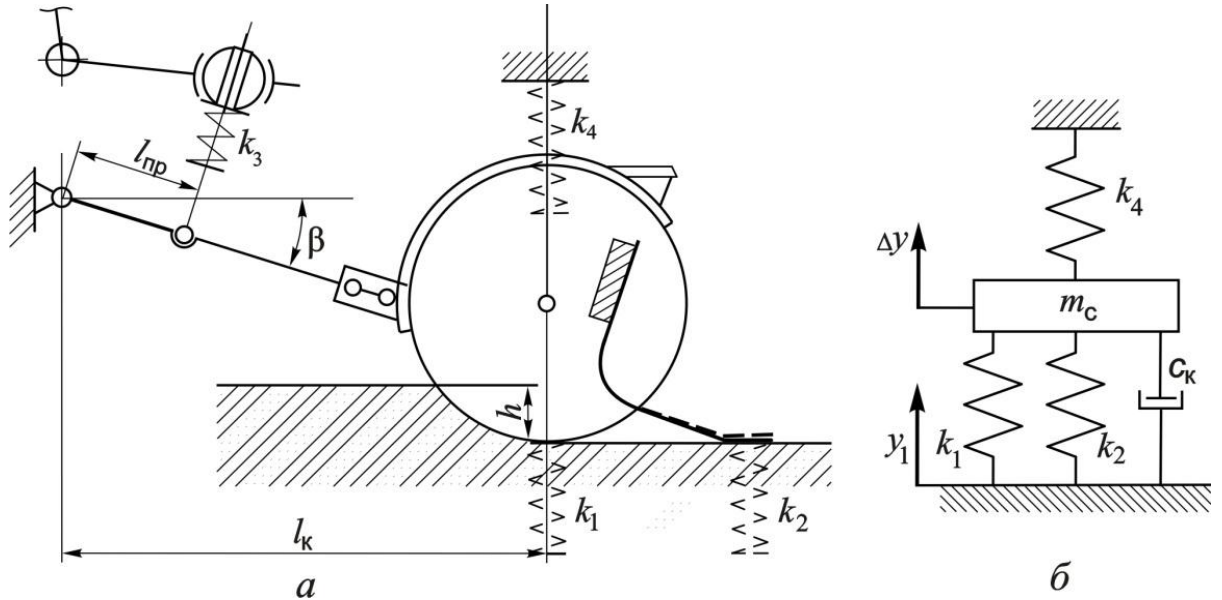


Рисунок 2.20 – Схема замены параметров МЗС и возмущений со стороны почвы обобщёнными параметрами системы П-С-МЗС: *а* – схема МЗС; *б* – эквивалентная идеализированная механическая система с обобщёнными параметрами

Коэффициент k_1 пропорциональности изменения позиционной силы может быть определён из выражения:

$$k_1 = \frac{R_d}{h}. \quad (2.88)$$

Реакция R_d в формуле (2.88) может быть определена из выражения (2.37).

Коэффициент k_2 жёсткости прижимной пластины, согласно исследованиям, проведённым в разделе 4.3, составляет 7500...7600 Н/м; коэффициент же k_3 жёсткости цилиндрической пружины составляет 4500...4600 Н/м.

Коэффициент k_4 жёсткости МЗС определяется через коэффициент k_3 жёсткости упругого элемента подвески (пружины) согласно выражению:

$$k_4 = k_3 \cdot \frac{l_{\text{пп}}}{l_{\text{к}}}, \quad (2.89)$$

где $l_{\text{к}}$ – горизонтальная координата точки приложения эквивалентного упругого элемента, м, которая определяется из выражения:

$$l_{\text{к}} = (L_1 + L_2) \cdot \cos \beta. \quad (2.90)$$

Для получения равномерности глубины заделки семян сошники зерновых сеялок должны копировать неровности с амплитудой 20–50 мм и шагом 1,4–3,0 м, поскольку неровности с шагом менее 20 мм снимаются сошником, а неровности с шагом более 3 м копируются сеялкой, а не отдельными сошниками [38]. Приняв, что возмущения от неровностей поверхности почвы являются периодическими, аналитическое выражение для определения относительного перемещения серийного сошника представим в виде [38,74,75]:

$$\Delta y = \frac{(m_0 - k_4)y_1 \sin(\omega t - \psi)}{m_0 \sqrt{(k_1 + k_4 - m_0 \omega^2)^2 + (c_1 \omega)^2}}, \quad (2.91)$$

где y_1 – амплитуда неровностей поверхности почвы, м; $y_1 = 20 \dots 50$ мм; ω – угловая частота, с^{-1} , возмущающих воздействий неровностей почвы, которая равна угловой скорости вращения вектора, изображающего гармонические колебания системы; t – момент времени с, для которого определяется отклонение; c_1 – коэффициент демпфирования, Н/м; согласно [38] $c_1 = 0,26 \dots 0,32$ Н/м.

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot v}{l}, \quad (2.92)$$

где l – шаг неровностей почвы, м; $l = 1,4 \dots 3,0$ м.

$$\psi = \arctg \frac{c_1 \cdot \omega}{k_1 + k_2 + k_4 - m_0 \cdot \omega^2}, \quad (2.93)$$

Так как на усовершенствованном сошнике устанавливается прижимная пластина, способствующая демпфированию колебаний сошника, выражение (2.91) принимает вид:

$$\Delta y = \frac{(m_0 \omega - k_4)y_1 \sin(\omega t - \psi)}{m_0 \sqrt{(k_1 + k_2 + k_4 - m_0 \omega^2)^2 + (c_1 \omega)^2}}. \quad (2.92)$$

В процессе перемещения по полю сошник за время t пройдет расстояние L , м, определяемое по формуле:

$$L = tv. \quad (2.93)$$

На рисунке 2.21 представлена динамика колебаний сошника в процессе посева.

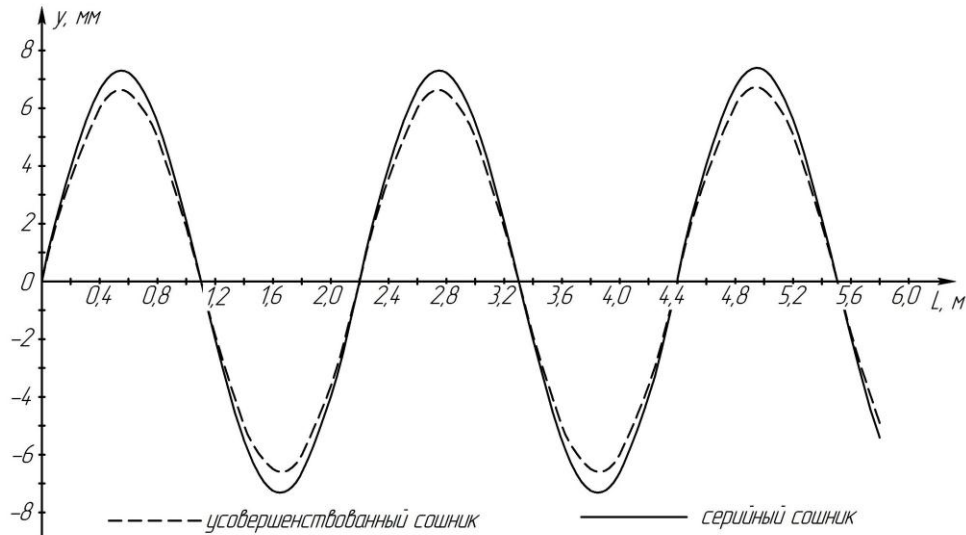


Рисунок 2.21 – Динамика колебаний сошника в процессе посева

С учётом того, что в процессе посева регламентируется максимальное значение отклонения от глубины посева семян, а максимальное значение функции $f(t) = \sin(\omega t - \psi)$ равно единице, выражение для определения максимальной величины отклонения глубины посева семян можно записать в виде:

$$\Delta y_{\max} = \frac{(m_0 \omega - k_4) y_1}{m_0 \sqrt{(k_1 + k_2 + k_4 - m_0 \omega^2)^2 + (c_1 \omega)^2}}. \quad (2.94)$$

По полученным аналитическим зависимостям построены номограммы для определения амплитуды колебаний сошника y , представленные на рисунках 2.22-2.25.

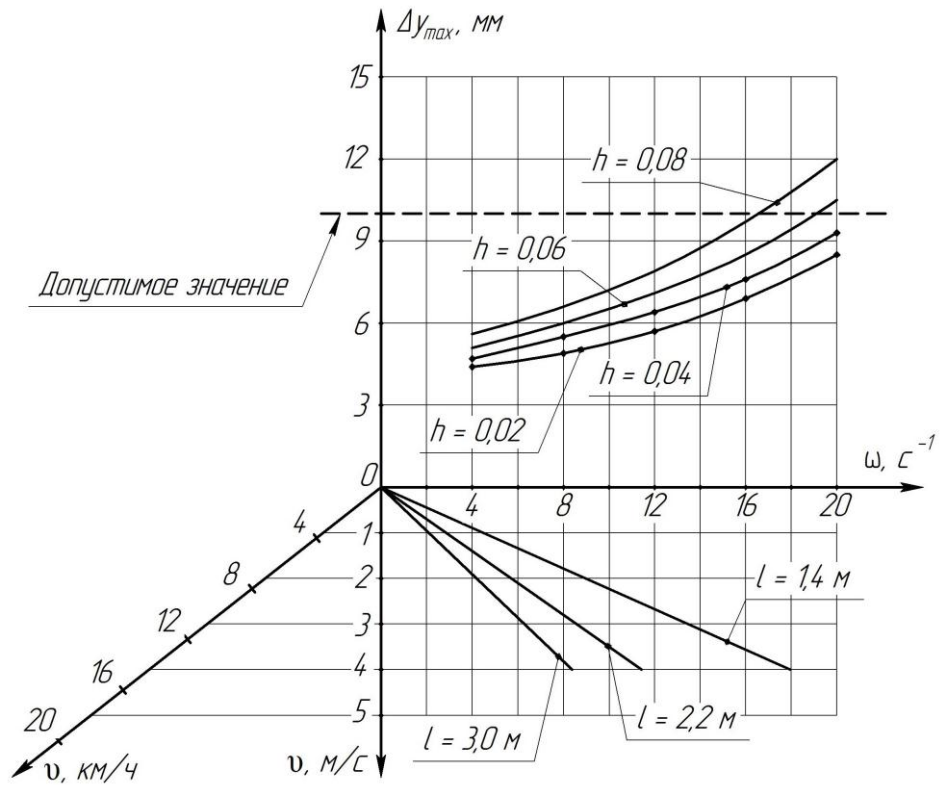


Рисунок 2.22 – Номограмма для определения неравномерности заделки семян при посеве усовершенствованным сошником с коротким поводком

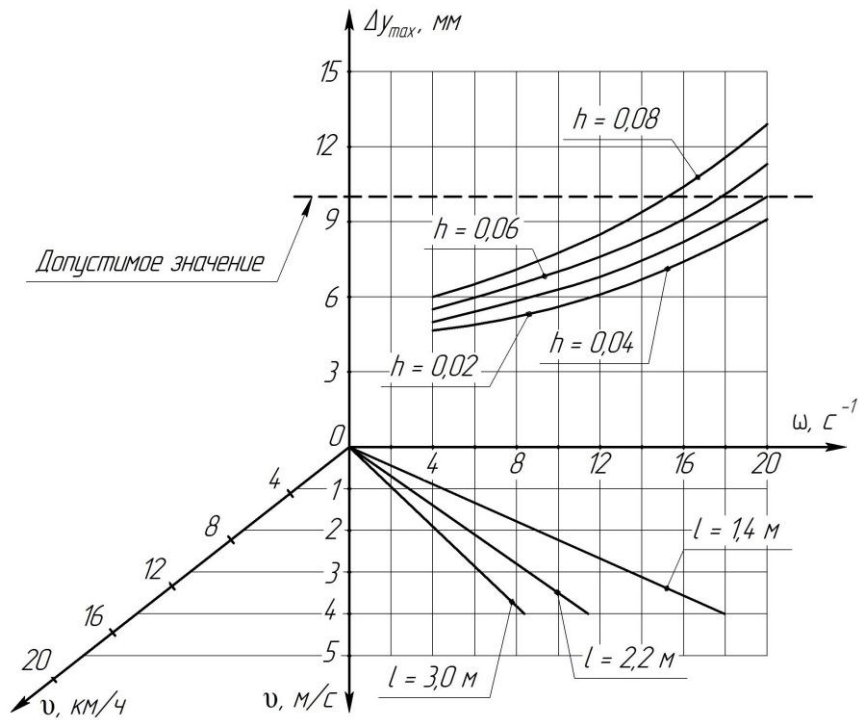


Рисунок 2.23 – Номограмма для определения неравномерности заделки семян при посеве усовершенствованным сошником с длинным поводком

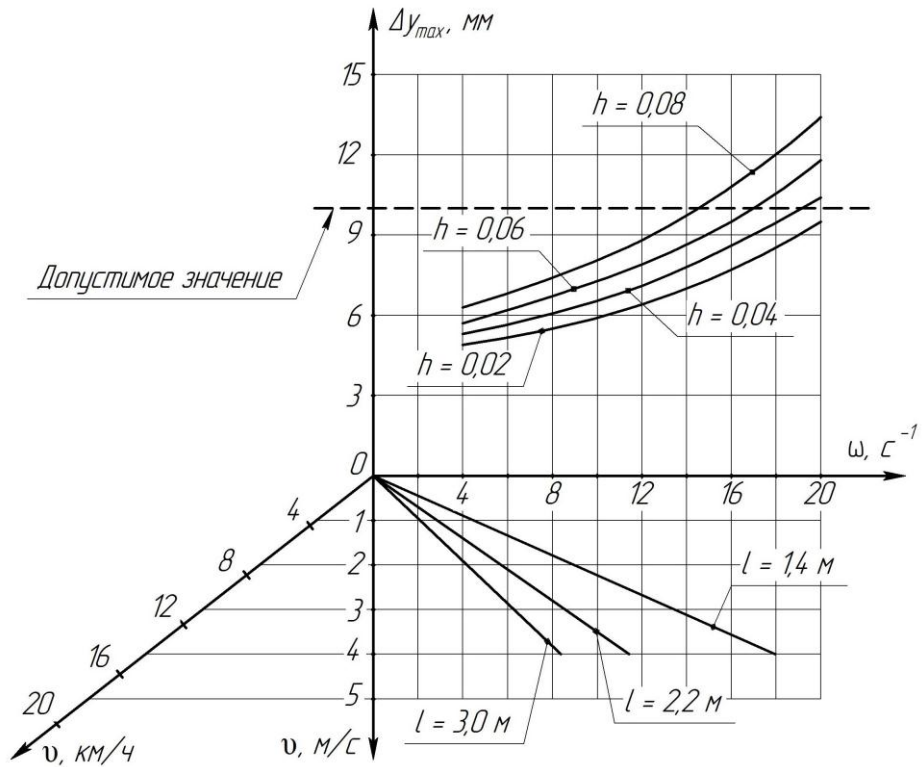


Рисунок 2.24 – Номограмма для определения неравномерности заделки семян при посеве серийным сошником с коротким поводком

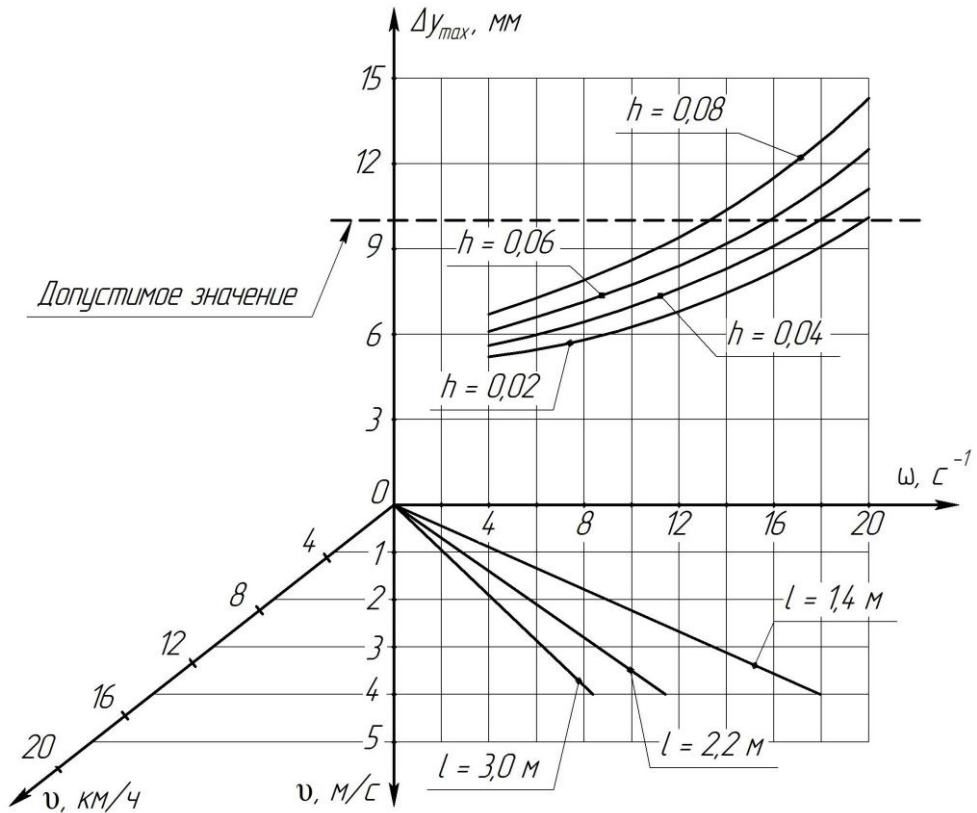


Рисунок 2.25 – Номограмма для определения неравномерности заделки семян при посеве серийным сошником с длинным поводком

Согласно номограммам, при посеве сеялкой, оснащённой серийными сошниками, требуемое значение неравномерности обеспечивается при скорости движения до 2,96 м/с (10,7 км/ч); а при посеве сеялкой с усовершенствованными сошниками максимальная скорость, при которой обеспечивается требуемое значение неравномерности, составляет 3,4 м/с (12,2 км/ч).

2.6 Выводы по разделу

1. Предложен технологический процесс посева зерновых культур и конструктивно-технологическая схема двухдискового сошника зерновой сеялки, заключающаяся в установке в междисковом пространстве прижимной пластины, уплотняющей и придавливающей семена ко дну бороздки, чем обеспечивается равномерность укладки их по глубине.

2. Теоретически обоснованы геометрические параметры предлагаемой прижимной пластины: радиус кривизны сечения r , толщина пластины δ_p . При этом для сошника оптимальная толщина пластины составляет 2,5 мм при радиусе кривизны сечения $r = 52...57$ мм.

3. Проведён анализ изменения тягового сопротивления усовершенствованного сошника в сравнении с серийным. Установка прижимной пластины увеличивает тяговое сопротивление сошника на 8,0 Н. Определены усилия, действующие на прижимную пластину в процессе работы.

4. Проведённые исследования показали, что на деформацию пружины наибольшее влияние оказывает глубина хода сошника, а скорость движения посевного агрегата на величину деформации влияет незначительно. Пружины, установленные на сошниках с длинным поводком, подвержены большей деформации по сравнению с пружинами сошников с короткими поводками.

5. Проведённый анализ устойчивости хода сошника в процессе работы позволил определить, что установка прижимной пластины приводит к уменьшению амплитуды колебаний сошника в вертикальной плоскости и, как следствие, к снижению неравномерности заделки семян по глубине на 5,7...16,5 %.

3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Общая программа экспериментальных исследований

Для проверки и подтверждения полученных теоретических результатов технологического процесса посева зерновых культур была разработана следующая программа экспериментальных исследований:

– лабораторные исследования с целью проверки теоретических предпосылок и обоснования основных конструктивных параметров усовершенствованного сошника с прижимной пластиной;

– полевые испытания сеялки, оборудованной усовершенствованными сошниками, при посеве зерновых культур, и сравнение агротехнических показателей с серийными выпускаемыми зерновыми сеялками СЗ-3,6.

3.2 Программа лабораторных исследований

Лабораторные исследования проводились:

– для выявления основных физико-механических свойств почвы, используемой при исследованиях;

– для определения взаимосвязи статического давления прижимной пластины сошника на дно бороздки с сопротивлением перемещению рабочего органа;

– для определения рациональных конструктивных и геометрических параметров прижимной пластины.

3.3 Лабораторная установка

Для определения сопротивления перемещению серийного и усовершенствованного сошника с прижимной пластиной в лабораторных условиях использовали почвенный канал лаборатории СГАУ им. Н. И. Вавилова.

Почвенный канал включает в себя тележку 1 (рисунок 3.1), установленную с возможностью перемещения на катках по рельсам 2 основания неподвижной стойки 3, кронштейн 4, установленный на портале 5 с возможностью перемещения вдоль него и в вертикальном с порталом 5 – посредством винтовых пар 6 и 7.

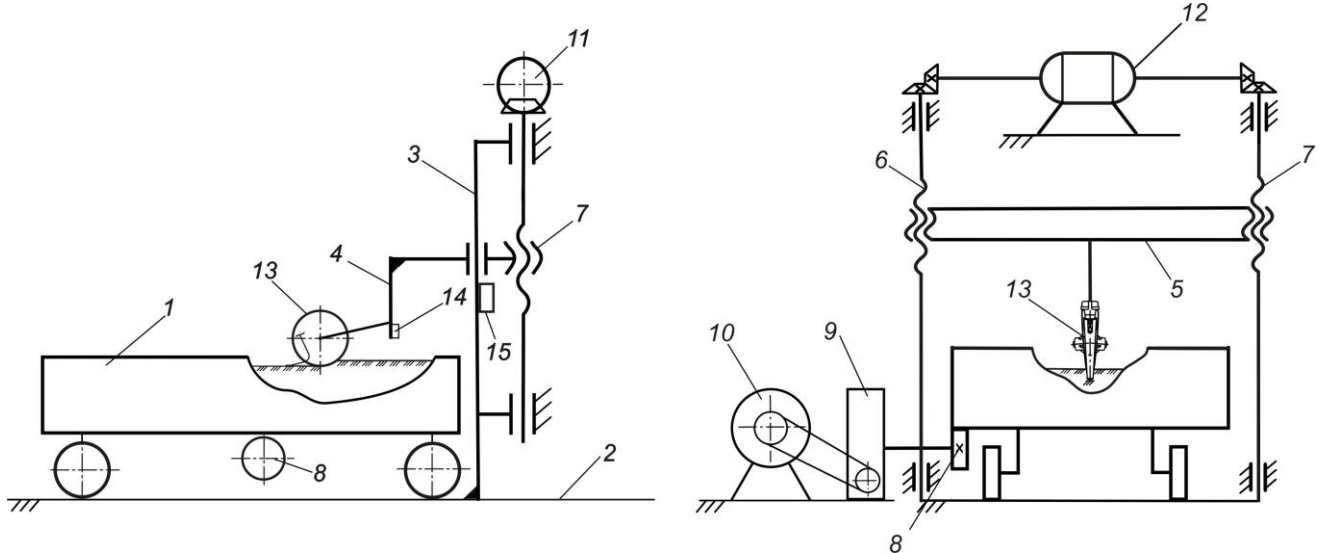


Рисунок 3.1 – Схема экспериментальной установки: 1 – тележка; 2 – рельсы; 3 – неподвижная стойка; 4 – кронштейн; 5 – портал; 6, 7 – винтовые пары; 8 – зубчато-реечная передача; 9 – редуктор; 10 – электродвигатель привода тележки; 11 – коническая передача; 12 – электродвигатель привода портала; 13 – рабочий орган; 14 – тензометрический мост; 15 – пульт управления

Привод тележки осуществляется зубчато-реечной передачей 8 от редуктора 9 и электродвигателя привода тележки 10. Привод портала состоит из конической передачи 11 от электродвигателя 12. Рабочий орган 13 прикрепляется к кронштейну 4. На рисунке 3.2 представлены экспериментальные рабочие органы зерновой сеялки.



а

б

в

Рисунок 3.2 – Экспериментальные рабочие органы: а – серийный сошник; б – усовершенствованный сошник, в – кассета прижимных пластин

На противоположной от рабочего органа стороне кронштейна 4 установлен регистрационный датчик с рабочими элементами, позволяющими производить регистрацию действующих горизонтальных и вертикальных усилий (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Регистрационный датчик

Управление почвенным каналом производили посредством расположенного на портале 5 пульта управления 15 (см. рисунок 3.1). Тележку 1 наполняли суглинистой почвой.

Изменение высоты подвеса – глубины хода – рабочего органа осуществляли перемещением портала в вертикальном направлении. Для образования последующей борозды рабочий орган перемещали в поперечном направлении относительно тележки.

Движение тележки в обоих направлениях, с возможностью ступенчатого изменения скорости, обеспечивалось с помощью гидропривода, включающего регулируемый гидродвигатель вращательного действия.

Регистрационный датчик представляет собой потенциометрический тензорезистор с высоким коэффициентом тензочувствительности, наклеенный на упругий элемент – тензометрическое кольцо. Упругие деформации, возникающие при взаимодействии рабочего органа с почвой, приводят к пропорциональному изменению электросопротивления тензодатчика. В ходе проведения лабораторных исследований определяли влияние геометрических параметров серийного, усовершенствованного сошников и прижимных пластин на сопротивление

перемещению. Для этого были изготовлены опытные образцы прижимных пластин различных форм и геометрических размеров (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Образцы прижимных пластин

Величину сопротивления перемещению рабочих органов, действующие усилия фиксировали с помощью следующих приборов и оборудования: штангенциркуль, измерительная линейка, рулетка для измерения длины перемещения рабочих органов и глубины бороздообразования, прибор МПС-018 для снятия и регистрации показаний действующих усилий.

Для регистрации и обработки полученных данных использовали измерительный комплекс МПС-018 с программным обеспечением, подключаемый к регистрационному датчику (рисунок 3.5).

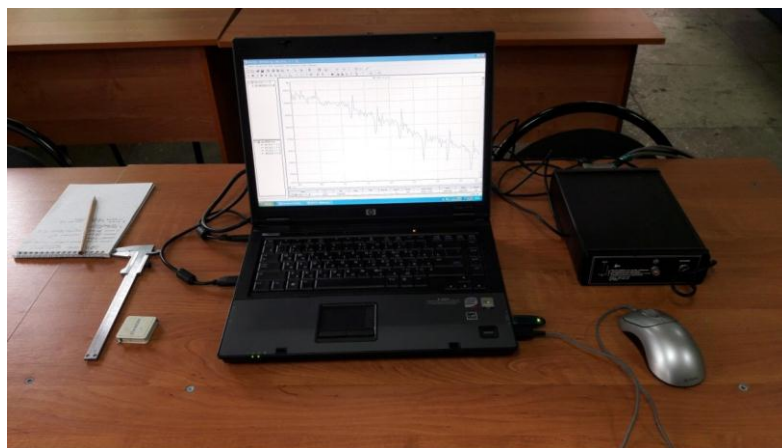
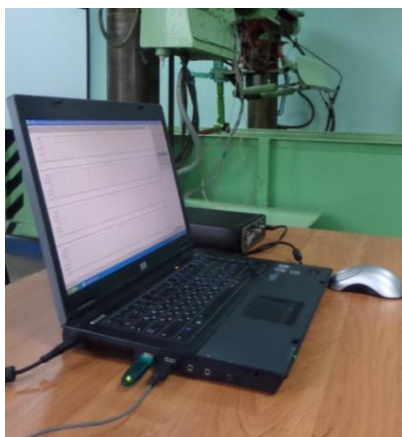


Рисунок 3.5 – Измерительный комплекс МПС-018

При исследовании вышеупомянутых рабочих органов определяли взаимосвязь статического давления с сопротивлением перемещению.

Для достижения цели экспериментальных исследований были поставлены следующие задачи по определению:

- взаимосвязи статического давления прижимной пластины сошника на дно бороздки с сопротивлением перемещению рабочего органа;
- параметров упругих элементов усовершенствованного сошника;
- углов и коэффициентов трения различных типов трущихся поверхностей;
- необходимого давления, создающего оптимальную плотность скелета дна бороздки.

Опыты проводили на супесчанной и суглинистой почве. Методикой экспериментальных исследований [69] предусмотрено использование не менее 5 точек для описания графической зависимости с трёхкратной повторностью проведения опытов в каждой точке.

Сущность опыта заключается в осуществлении взаимодействия серийного и усовершенствованного сошника, а также прижимных пластин с почвой при глубине хода дискового сошника, равной глубине посева с обращённым движением и образованием борозд клиновидной формы с плоским уплотнённым дном и замер с фиксацией сопротивления перемещению.

Для обеспечения реальных условий, максимально приближенных к реальным, рабочие органы – сошники и пластины – прикрепляются к кронштейну почвенного канала через серийный подпружиненный поводок зерновой сеялки СЗ-3,6 (см. рисунок 3.2 *а*, *б* и *в*).

3.4 Методика определения углов и коэффициентов трения

Для реализации поставленной задачи по определению углов и коэффициентов трения по трущимся поверхностям «почва–сталь», «почва–семенной материал» использовали наклонную плоскость (рисунок 3.6).

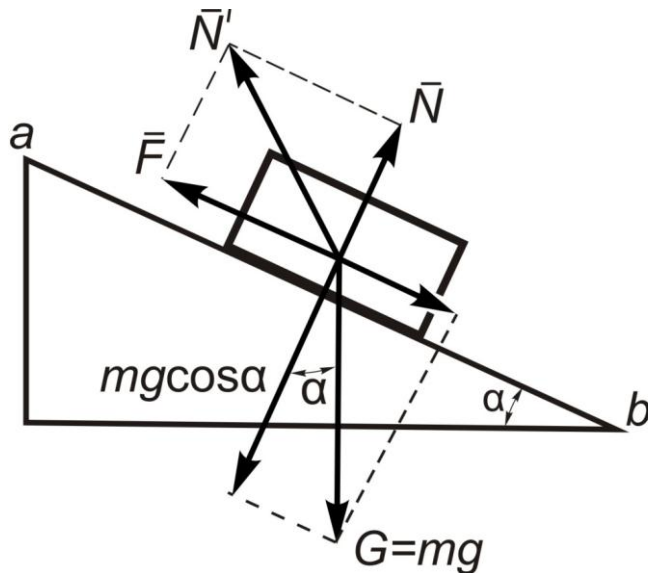


Рисунок 3.6 – Схема для определения угла трения

На наклонной плоскости располагали навеску почвы или семенного материала с силой тяжести G . Разложим эту силу на составляющие: нормальную к плоскости – $\bar{G} \cos \alpha$ и параллельную плоскости – $\bar{G} \sin \alpha$, которая является движущей силой. Нормальная реакция \bar{N} , действующая со стороны наклонной плоскости, равна:

$$\bar{N} = \bar{G} \cos \alpha .$$

При равномерном перемещении вниз движущая сила $G \sin \alpha$ будет равна по модулю силе трения $F_{\text{тр}}$.

Если движущая сила $G \sin \alpha > F_{\text{тр}}$, то тело будет двигаться ускоренно [44]:

$$G \sin \alpha - F_{\text{тр}} = am = a \frac{G}{g}, \quad (3.1)$$

где a – ускорение, с которым тело скользит по наклонной плоскости, м/с^2 .

Принимая движение равноускоренным:

$$S = \frac{a \cdot t^2}{2}, \quad a = \frac{2S}{t^2}.$$

где S – перемещение тела, м ; t – время перемещения, с .

Подставляем a в уравнение (3.1) и решаем его:

$$G \sin \alpha - F_{\text{тр}} = am = \frac{2SG}{t^2 g},$$

$$G \sin \alpha - fG \cos \alpha = G \frac{2S}{gt^2}, \quad (3.2)$$

$$f = \operatorname{tg} \alpha - \frac{2S}{gt^2}.$$

Наклонная плоскость представляет собой стол, рама которого сварена из уголков с габаритными размерами 1000×500×800 мм (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 – Общий вид лабораторной установки «Наклонная плоскость»

На левом верхнем уголке рамы с помощью болтов установлен червячный редуктор. Червяк редуктора приводится во вращение с помощью рукоятки, насаженной на вал червяка. Также к раме болтами закреплены две опоры П-образной скобы, соединённой с валом червячного колеса редуктора. Посредством скобы подъём платформы может быть осуществлён на угол от 0 до 50°. Габаритные размеры платформы – 1000×360 мм. Для отсчёта угла наклона платформы установлен транспортир. Платформа снабжена уголком, который служит упором для плоских поверхностей.

Установкой на платформу стальной пластины и слоя почвы получается соответствующая поверхность для определения коэффициентов трения.

Опыт проводится в следующей последовательности. Определение угла трения покоя f_0 «почва – сталь» и «почва – семенной материал»:

а) на горизонтальной платформе закрепляется стальной лист с установленными образцами различных типов почв, семенного материала (рисунок 3.8).

*a**б*

Рисунок 3.8 – Наклонная плоскость: *a* – стальная поверхность; *б* – поверхность почвы

б) с помощью червячного редуктора медленно наклоняется платформа до момента начала движения образца;

в) угол наклона платформы в момент начала движения образца определяется по шкале транспортира α_0 . Этот угол и является углом трения покоя $\alpha_0 = \varphi_0$. Коэффициент трения покоя f_0 определяется по формуле:

$$f_0 = \operatorname{tg} \varphi_0. \quad (3.3)$$

г) опыт повторяется с трёхкратной повторностью. Из полученных данных определяется среднеарифметическая величина коэффициента трения покоя для данного образца (почвы, семян) по стальному листу и по поверхности почвы.

3.5 Методика обработки экспериментальных данных

Для оценки проведённых замеров математически обрабатываем полученные данные в следующей последовательности:

– определяем среднее арифметическое значение:

$$\bar{\varphi} = \sum_{i=1}^n \frac{\varphi_i}{n_{\text{ст}}}, \quad (3.4)$$

где $n_{\text{ст}}$ – количество замеров.

– определяем отклонение отдельного замера – погрешность каждого опыта:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\delta_i)^2}{(n-1)}}. \quad (3.5)$$

– определяем, в каких пределах колеблется среднее арифметическое – погрешность всех замеров:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3.6)$$

– находим истинное значение исследуемого параметра:

$$\varphi_{\text{ист}} = \bar{\varphi} \pm m. \quad (3.7)$$

– коэффициент вариации:

$$v = 100 \frac{\sigma}{\bar{\varphi}}. \quad (3.8)$$

– ошибка проведенного опыта:

$$\rho_o = 100 \frac{m}{\bar{\varphi}}. \quad (3.9)$$

– значение исследуемого параметра:

$$f = \text{tg } \bar{\varphi}. \quad (3.10)$$

Результаты математической обработки опытных данных по определению углов трения представлены в таблице 4.1. В таблице 4.5 представлены результаты по определению прироста плотности дна бороздки.

3.6 Определение параметров упругих элементов усовершенствованного сошника

Сошники дисковых сеялок регулируют посредством единого регулятора заглубления и изменением величины сжатия пружин на нажимных штангах. Прижимная пластина обеспечивает плотность контакта семян с дном бороздки и смятие почвенных комочков.

Для определения упругих свойств прижимной пластины использовали следующее оборудование:

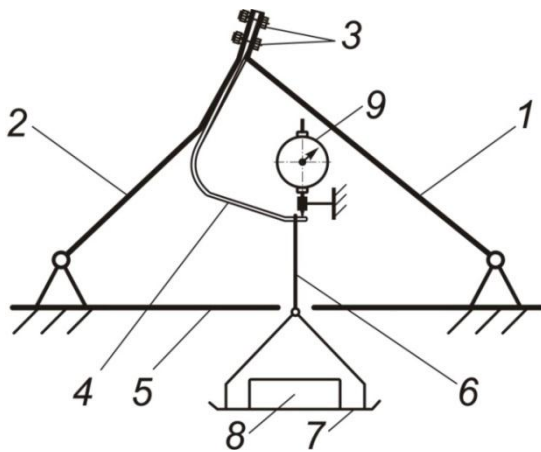
– установку для определения деформаций консольной балки при плоском изгибе СМ-76;

– индикатор часового типа ИЧ10Р кл. 1 ГОСТ 577-68;

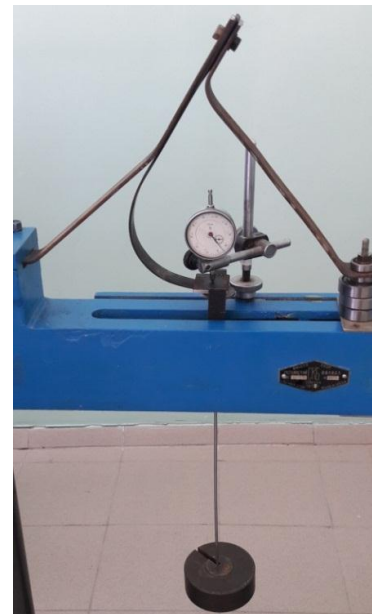
– набор грузов массой 1, 2 и 5 кг.

Прижимная пластина выполнена по определённым ранее геометрическим размерам из углеродистой рессорно-пружинной стали 65Г с термообработкой до 43...46 HRC.

Прижимную пластину 4 закрепляли к жёстким штангам 1, 2 при помощи болтов 3 (рисунок 3.9, а). Штанги устанавливали неподвижно на горизонтальном бруске 5 лабораторного стенда. В прорезь бруска пропускали нить 6, прикреплённую к середине прижимного элемента пластины 4. К нити 6 привязывали чашу 7 с набором грузов 8. Изменения прогиба прижимной пластины регистрировали индикатором часового типа 9, закреплённым на кронштейне. Замеры прогиба пластины производили с помощью гирь массой 1, 2 и 5 кг, помещаемых на чашу (рисунок 3.9, б) [89].



а



б

Рисунок 3.9 – К определению жёсткости прижимной пластины:
а – схема экспериментальной установки; *б* – проведение замера прогиба

Для определения жёсткости цилиндрической пружины, устанавливаемой на поводок серийной сеялки СЗ-3,6, использовали машину для статического испытания винтовых цилиндрических пружин на растяжение, сжатие и плоских пружин на двухопорный и консольный изгиб МИП-100-2 с наибольшей создаваемой нагрузкой 1000 Н (рисунок 3.10).



а

б

Рисунок 3.10 – Определение деформации пружины:

а – без нагрузки, б – под нагрузкой

Пружина с наружным диаметром D_n , внутренним диаметром $D_{вн}$, диаметром проволоки d , количеством витков n_v и длиной l_0 устанавливалась между опорами установки. На концы пружины предварительно устанавливали вставки диаметром, несколько большим диаметра пружины D_n , а внутрь пружины – трубку длиной $0,7l_0$ для фиксации и удобства выполнения замеров. С помощью рукоятки ручного нагружения установки прикладывали осевую нагрузку и снимали показания с её шкалы.

Теоретическую осадку пружины λ_t , мм, вызванную силой сжатия, создаваемой рукояткой машины, определяли по выражению:

$$\lambda_t = \frac{8FD_c^3 n_v}{G_{сд} d^4}, \quad (3.11)$$

где F – сила, Н; D_c – средний диаметр пружины, м; n_v – число витков пружины;

$G_{\text{сд}}$ – модуль упругости материала пружины при сдвиге, МПа.

Теоретическая жёсткость C_T пружины, Н/м:

$$C_T = \frac{G_{\text{сд}} d^4}{8D_C^3 n_B}. \quad (3.12)$$

Экспериментальную осадку пружины определяли как разность её длины l_0 до приложения осевой нагрузки, и после l_1 на трёх уровнях силы по выражению:

$$\lambda_3 = l_0 - l_1. \quad (3.13)$$

Экспериментальная жёсткость пружины C_3 , Н/м:

$$C_3 = \frac{F}{\lambda}. \quad (3.14)$$

Результаты расчёта представлены в таблице 4.2 и в [122].

3.7 Лабораторная установка для определения физических свойств почвы

Определение давления, необходимого для обеспечения плотности скелета дна бороздки, производилось на почвенном канале 1 (рисунок 3.11) с помощью металлического штампа 2, образца почвы 3, индикатора 4, корпуса 5, упора 6, динамометрического упругого элемента 7, шарика 8, накладки 9, штанги 10, перекладки 11, винтовой пары 12, упора 13, конических пар 14 и 15, электродвигателя 16, пульта управления 17.

На экспериментальной установке исследовали процесс деформации образца почвы при одноосном сжатии от приложенной вертикальной нагрузки (рисунок 3.12). На участке определённого размера, заполненного грунтом почвенного канала 1, после предварительной очистки и подготовки укладывали соответствующий полевой слой образца суглинистой почвы (рисунок 3.13).

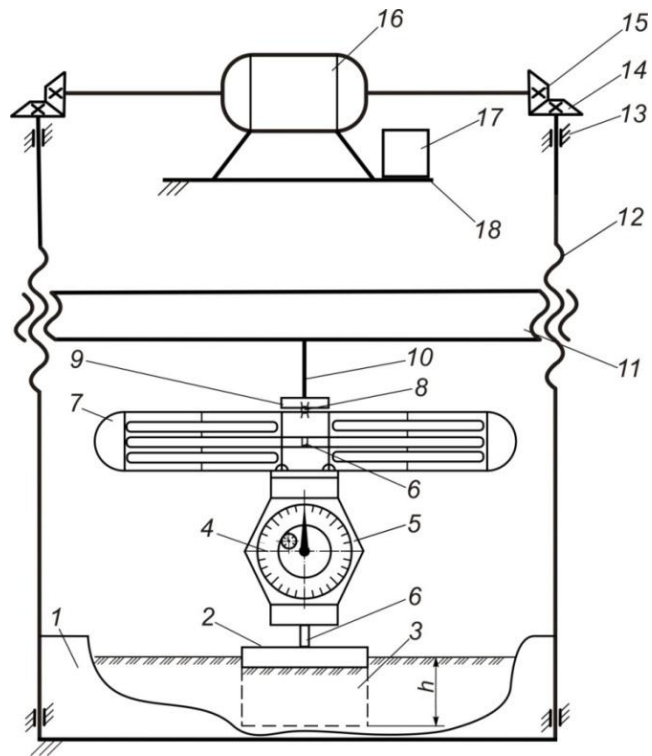


Рисунок 3.11 – Схема экспериментальной установки для определения физических свойств почвы



Рисунок 3.12 – Экспериментальная установка для определения физических свойств почвы



Рисунок 3.13 – Образец почвы, уложенный
в почвенном канале

Затем на выровненную поверхность укладывали металлический штамп 2 (см. рисунок 3.11). На штамп устанавливали образцовый динамометр ДОСМ-3-0,05 для определения силы по величине деформации силового упругого элемента специальной формы (рисунок 3.14) и производили надавливание.



Рисунок 3.14 – Образцовый динамометр,
установленный на металлический штамп

Для исследования физических свойств почвы использовали следующие измерительные инструменты, оборудование и приборы:

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89 и металлическая линейка по ГОСТ 427-75 для измерения размеров пластины и глубины деформации образца почвы (рисунок 3.15, *a*);

- специально приспособленные одинакового объёма и массы режущие цилиндры с заточенной нижней кромкой для отбора одинаковых объёмов образцов рыхлой и уплотнённой почвы (рисунок 3.15, *a*);

– электронные весы высокого класса точности ВК-1500 для взвешивания отобранных одинаковых образцов объёмов рыхлой и уплотнённой почвы (рисунок 3.15, б);

– бюксы для укладки отобранных одинаковых образцов объёмов рыхлой и уплотнённой почвы (рисунок 3.15, а);

– сушильный шкаф «СУ-2М» (рисунок 3.16) для определения влажности и плотности отобранного образца почвы.



а



б

Рисунок 3.15 – Измерительные инструменты, специальные приспособления и оборудование: а – штангенциркуль, металлическая линейка, режущие цилиндры, бюксы; б – электронные весы ВК-1500



Рисунок 3.16 – Сушильный шкаф СУ-2М с электронными весами

Управление экспериментальной установкой осуществляли пультом 17 (см. рисунок 3.11) с кнопками подъёма и отпускания электродвигателя 16, привода

конических пар 14 и 15, передающих вращение винтовым парам 12, установленным на упорах 13. Перемещение переключателя 11 осуществляется вращением винтовых пар 12.

Истинные значения действующих усилий вычисляли с учётом масштаба, определяемого из тарировочного графика (рисунок 3.17).

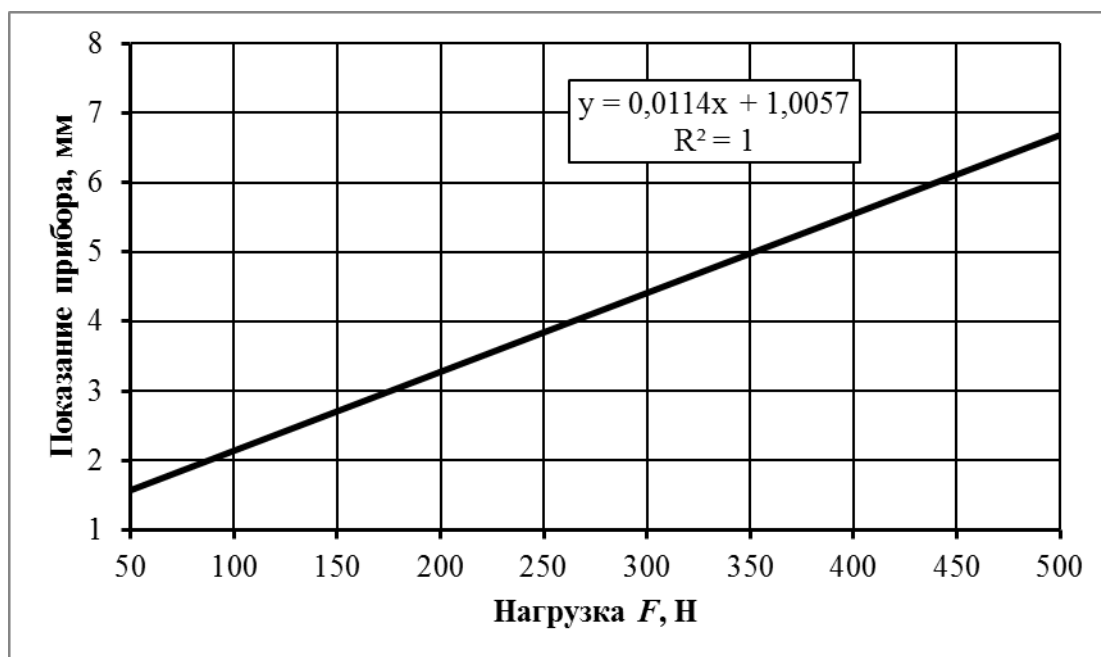


Рисунок 3.17 – Тарировочный график образцового динамометра ДОСМ-3-0,05

Деформация образца почвы приводит к его уплотнению, т. е. уменьшению в объёме за счёт уменьшения пористости. Для соответствующего образца почвы каждому усилию будет соответствовать определённая пористость.

Подъём переключателя 11 освобождает динамометр и металлический штамп от усилия, после чего проводится трёхкратный замер глубины погружения металлического штампа относительно горизонтальной плоскости поверхности почвы по её длине (рисунок 3.18).



Рисунок 3.18 – Замер глубины погружения
металлического штампа

Определение плотности скелета дна борозды проводилось методом режущих цилиндров. Сущность опыта заключалась в отборе проб образцов одинакового объёма рыхлой и уплотнённой почвы с помощью специально приспособленных одинакового объёма и массы режущих цилиндров с заточенной нижней кромкой. Отобранные пробы взвешивались на лабораторных весах ВК-1500.

Для отбора проб почвы режущие цилиндры погружались в слой почвы таким образом, чтобы почва выступала над верхней кромкой цилиндра. Затем с помощью специальной лопатки выкапывали цилиндры и извлекали из почвы, отсекали нижнюю кромку цилиндра от почвенной массы. Лишнюю почву с верхней и нижней кромок цилиндра счищали ножом (рисунок 3.19).

Опыты проводились при усилиях 10, 20, 30, 40 и 50 Н с трёхкратной повторностью каждый.

Для определения плотности почвы осуществляли сушку отобранных проб почвы в сушильном шкафу СУ-2М.

Высушивание производили при температуре 105 °С в течение 8 часов. После этого образцы взвешивали и подвергали контрольному высушиванию в течение двух часов с последующим взвешиванием до достижения разности в весе образцов между двумя просушками не более 0,05 г.

*a**б*

Рисунок 3.19 – Режущие цилиндры: *a* – до погружения; *б* – после погружения в почву

Плотность скелета дна борозды до и после деформации определяли по формуле, г/см³:

$$\rho_c = \frac{m_c}{V}, \quad (3.15)$$

где ρ_c – плотность скелета почвы, г/см³; m_c – масса высушенного образца почвы г; V – объём образца почвы, равный объёму цилиндра, см³.

Массу высушенного образца определяли по формуле:

$$m_c = \frac{m_{\text{вл}} 100}{100 + W}, \quad (3.16)$$

где $m_{\text{вл}}$ – масса влажного образца почвы до или после деформации, г; W – влажность почвы, %.

3.8 Программа полевых испытаний

В программу полевых испытаний входило:

- подготовка посевного агрегата МТЗ-1221+СЗ-3,6, оборудованного усовершенствованными сошниками, к работе, настройка его на заданную норму высева, установка заданной глубины заделки семян (рисунок 3.20);

- подготовка рабочего участка поля к проведению испытаний, определение полевой влажности почвы и продуктивной влаги в слоях: 0...10, 10...20, 20...30 см;

- определение твердости почвы в слоях: 0...5, 5...10, 10...15 см;
- определение агротехнических показателей работы посевного агрегата: равномерности глубины заделки семян и динамики появления всходов;
- определение урожайности зерна с опытных посевов и проведение структурного анализа.



Рисунок 3.20 – Посевной агрегат
МТЗ-1221+ СЗ-3,6

Была произведена оценка полевых испытаний усовершенствованных и серийных сошников зерновой сеялки СЗ-3,6 путём сравнения показателей их работы (рисунок 3.21).



Рисунок 3.21 – Усовершенствованные сошники зерновой сеялки СЗ-3,6

Исследования проводились в 2014...2016 годах на полях ТОО «Ізденіс», КХ «Сулейменов» и на опытном поле ЗКАТУ имени Жангир хана г. Уральска Западно-Казахстанской области Республики Казахстан.

3.9 Методика проведения полевых испытаний

С целью проверки результатов теоретических и лабораторных исследований по определению качественных показателей работы усовершенствованных сошников в сравнении с серийными, были проведены полевые испытания. Для проведения испытаний зерновую сеялку СЗ-3,6 поочередно оборудовали усовершенствованными и серийными сошниками.

Испытания проводились согласно отраслевым стандартам СТО АИСТ 5.6-2010 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные и посадочные. Показатели назначения. Общие требования» [134], ГОСТ 31345-2007 «Сеялки тракторные. Методы испытаний» [37], ОСТ-10.5.1-2000 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей» [91], ОСТ-70.5.1-82 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Программа и методы испытаний» [90], ГОСТ 12042-82 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян» [36], ГОСТ 24055...24059-88 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технической оценки» [33], ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб» [34], ГОСТ 28268-89 «Почвы. Метод определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений» [35] и «Методики полевого опыта» Б. А. Доспехова [10, 69, 70].

Подготовку почвы к посеву проводили в соответствии с агротехническими требованиями климатической зоны. На выбранный для испытаний участок опытного поля была составлена характеристика с указанием типа почвы, рельефа, микрорельефа, предшествующей обработки, полевой влажности, запаса продуктивной влаги и твердости почвы до и после посева.

Для определения полевой влажности, запаса продуктивной влаги использовали следующие приборы и оборудование:

- игольчатый бур для отбора почвенных проб из слоёв почвы;
- почвенный нож для извлечения пробы почвы из внутренней полости игольчатого бура;
- алюминиевые бюксы для переноса и укладки отобранных проб почвы;
- сушильный шкаф для высушивания проб;
- электронные весы для взвешивания проб до и после высушивания.

Отбор почвенных проб для определения полевой влажности и продуктивной влаги в слоях почвы 0...10, 10...20, 20...30 см производили с помощью специального приспособления – игольчатого бура (рисунок 3.22, *а*).

*а**б**в*

Рисунок 3.22 – Отбор почвенных проб: *а* – игольчатый бур; *б* – извлечение почвы из полости бура и переноска его в бюкс; *в* – бюксы

Для отбора пробы почвы игольчатый бур заглубляли на заданную глубину путём поворота его за ручку на один-два оборота по ходу часовой стрелки. Глубину погружения бура контролировали по рискам, нанесённым на внешней стороне обечайки бура. Извлечённую почву, находящуюся в полости бура, переносили в предварительно взвешенную бюксу и быстро закрывали крышкой (рисунок 3.22, *б*, *в*). После отбора необходимого количества проб бюксы с почвой доставляли в лабораторию, где проводили взвешивание с точностью 0,01 г. Затем

снимали крышки с бюкс и помещали в сушильный шкаф (рисунок 3.23 *а* и *б*). Высушиванием отобранных проб достигали постоянной массы при температуре 105 °С в течение 6 часов.

*а**б*

Рисунок 3.23 – Оборудование для определения влажности почвы:

а – сушильный шкаф ШС 80-01 СПУ; *б* – электронные весы «KERN»

Для экспериментального определения плотности почвы использовали твердомер А. Н. Ревякина и образцовый динамометр 7, предназначенный для установки масштаба пружины твердомера (рисунок 3.24).

При использовании статического твердомера в почву вдавливается стержень, цилиндрический наконечник 8 с определенной площадью штампа под действием статической нагрузки. Твердомер А. Н. Ревякина состоит из корпуса 1, по полозьям которого совершают возвратно-поступательное движение шток 2 с пружиной 3. С помощью системы рычагов 4, закреплённых на корпусе твердомера и связанных с пружиной, сопротивление внедрению штока в грунт передается через самописец 5 на диаграмму 6.

На диаграмме твердомера отражается изменение сопротивления вдавливанию штока в функции его перемещения в грунте. Твердость HR почвы определяется по формуле:

$$HR = h_{cp} \frac{\mu_{п}}{S_{н}}, \quad (3.2)$$

где $h_{\text{ср}}$ – средняя ордината диаграммы при данном замере, см; $\mu_{\text{п}}$ – масштаб пружины твердомера, $\mu_{\text{п}}$, Н/см; $S_{\text{н}}$ – площадь поперечного сечения наконечника штока твердомера, $S_{\text{н}} = 1 \text{ см}^2$.

На рисунке 3.25 представлен процесс замера твёрдости почвы при помощи твердомера А. Н. Ревякина. Сразу после того, как был произведён замер твёрдости почвы, на различной глубине залегания отбирались пробы для определения плотности почвы по методике, представленной в разделе 3.7.

Настройку сеялки на заданную норму высева и глубину заделки семян проводили по общеизвестным методикам [90, 91, 125].

Для расчёта нормы высева использовали данные: массу 1000 семян в граммах, количественную норму высева в миллионах штук всхожих семян на гектар и посевную годность семян.

По результатам замеров твёрдости в различных слоях почвенного горизонта и соответствующей им плотности была получена зависимость, представленная на рисунке 3.26.

Для определения плотности дна бороздки в день посева отмечали рядки на заданной глубине, находящиеся вне следа колес агрегата, используя метод случайного выбора. В отмеченных рядках измеряли твёрдость почвы на дне бороздки при соответствующей глубине посева с трёхкратной повторностью.

Плотность дна бороздки определялась исходя из полученных значений твёрдости согласно графику, представленному на рисунке 3.26.

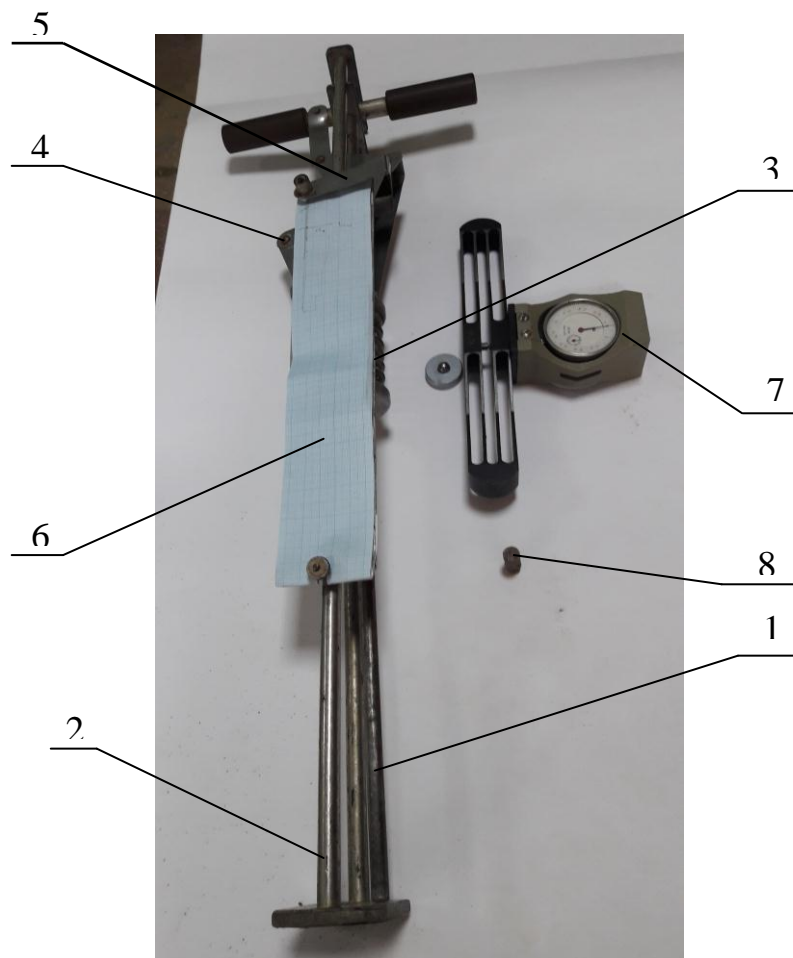


Рисунок. 3.24 – Статический твердомер А.Н.Ревякина



Рисунок 3.25 – Определение твердости
твердомером Ревякина

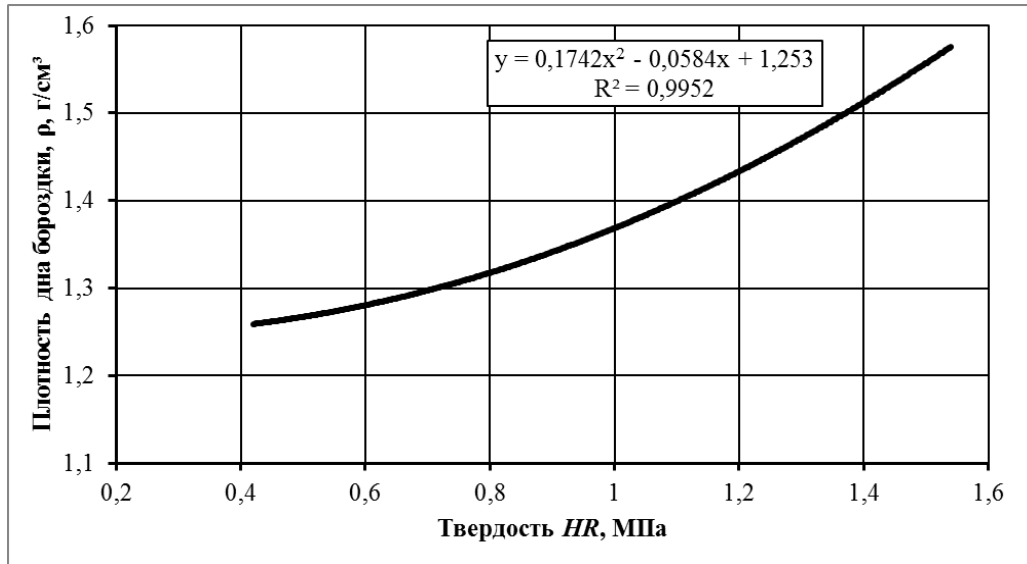


Рисунок 3.26 – Зависимость плотности почвы от её твердости

Для определения массы 1000 семян использовали следующее оборудование:

- электронно-счётную машинку для подсчёта 1000 семян «DATA COUNT JR»;
- электронные весы «ADVETURER» для взвешивания и определения массы 1000 семян.

Для определения массы 1000 семян отбирались две навески по 500 штук каждая, подсчитанные на электронно-счётной машинке (рисунок 3.27, а) с последующим взвешиванием на электронных весах (рисунок 3.27, б).

Для ведения и наблюдения динамики появления всходов и равномерности посева семян по глубине использовали вспомогательное оборудование и измерительные инструменты (рисунок 3.28):

- рамка размером $0,25 \text{ м}^2$ ($0,600 \times 0,416 \text{ м}$) для обозначения учётной площадки подсчёта всходов;
- колышки для обозначения учётных площадок;
- линейка ГОСТ 427-75, рулетка ГОСТ 7502-98 и штангенциркуль ШЦ-0-125-0,05 ГОСТ 166-89 для измерения размеров делянок и глубины заделки семян.

*a**б*

Рисунок 3.27 – Оборудование для определения массы 1000 семян: *a* – электронно-счётная машинка «DATA COUNT JR» для подсчёта 1000 семян; *б* – электронные весы «ADVETURER» для взвешивания и определения массы 1000 семян

Динамику появления всходов определяли с момента их появления на четырёх учётных площадках, расположенных по диагонали опытной делянки и обозначенных колышками (рисунок 3.29, *a* и *б*). С момента появления всходов ежедневно в одни и те же часы подсчитывали количество растений на каждой учётной площадке с нарастающим итогом до полного их появления. Наблюдения прекращали после того, как в течение двух-трёх дней количество всходов на учётных площадках оставалось неизменным.

Данные наблюдений использовали для определения относительной динамики появления всходов (выраженной в процентах), которую получали путём деления количества всходов (в день учёта) к общему количеству растений на учётной площадке. По полученным данным строили графические зависимости.



Рисунок 3.28 – Оборудование и инструменты для наблюдения динамики появления всходов



а

б

Рисунок 3.29 – Наблюдение динамики появления всходов: *а* – наложение рамки на учётную площадку для подсчёта всходов; *б* – обозначение учётной площадки колышками до подсчёта всходов

Фактическую глубину заделки семян определяли по этиолированной части растений после появления 2...3 листьев в двух смежных проходах сеялки на предварительно намеченных рядках с расчётом исключения попадания в след трактора по методу рендомизации (рисунок 3.30) [43].

На участке с количеством растений не менее 100 штук срезали наземную часть, а оставшуюся часть выкапывали. После чего выполняли замеры расстояния от точки произрастания семени до места среза растения. Замеры производили с трёхкратной повторностью.

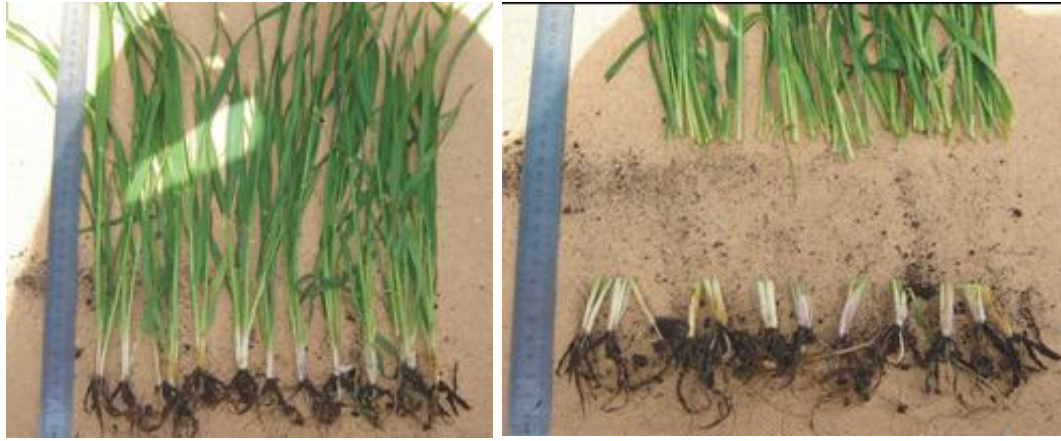


Рисунок 3.30 – Замер этиолированной части растений

Равномерность распределения растений по площади определяли по всходам после полного их появления и оценивали накладыванием прямоугольной рамки на четыре рядка (см. рисунок 3.29, *а* и *б*). На опытном участке производилось не менее четырёх учётных замеров с трёхкратной повторностью.

Полученные данные по распределению растений по глубине и площади поля обрабатывали методами математической статистики, на основании которых были построены графические зависимости.

После прекращения появления всходов было определено, что полевая всхожесть семян на учётной площадке в 1 м^2 , засеянной усовершенствованными сошниками, составила 206–210 растений. Полевая всхожесть посевов, произведённых серийными сошниками, составила в среднем 195–199 растений.

Эффективность применения сеялки, оснащённой усовершенствованными сошниками, оценивалась урожайностью культуры с единицы площади.

Для повышения достоверности полученных результатов при учёте урожая с опытного участка использовали сплошной метод. Уборку осуществляли малогабаритным селекционным комбайном «WINTERSTEIGER» (рисунок 3.31). Бункерный урожай с опытного участка и контрольных посевов засыпался в мешки автоматически при уборке, после чего выполнялось контрольное взвешивание мешков.



Рисунок 3.31 – Малогабаритный селекционный комбайн «WINTERSTEIGER» на скашивании и обмолоте опытной делянки

Для определения влажности и засорённости зерна после взвешивания отбирали пробу зерна около 1 кг в полиэтиленовые мешочки. Влажность и засорённость определяли по общепринятым методикам и выражали в процентах к сырой навеске [69].

Дополнительную информацию проведения сравнительных посевов даёт биологическая урожайность. Для определения биологической урожайности перед уборкой урожая проводили структурный анализ. Для этого по диагонали опытного участка с учётных площадок, обозначенных при посеве рамкой площадью $0,25 \text{ м}^2$ ($0,600 \times 0,416 \text{ м}$), отбирали четыре снопа для определения общего количества растений, в том числе и продуктивных. Каждый опыт повторяли три раза. Общее количество растений распределяли на 1 м^2 . Из снопов для детального анализа отбирали по 25 типичных стеблей, по которым определяли значения кустистости, длины, массы стеблей соломы, длины колоса, количества зёрен в колосе, массы зерна в колосе и массы 1000 зёрен снопа. Затем снопы обмолачивали на молотильной установке «WINTERSTEIGER» (рисунок 3.32 а, б).

*a**б*

Рисунок 3.32 – Молотильная установка «WINTERSTEIGER» для обмолота снопов: *a* – общий вид; *б* – обмолоченное зерно

Обмолоченное зерно взвешивали на электронных весах «KERN» для определения массы снопа и массы 1000 зёрен с точностью до 0,01 г (см. рисунок 3.23, *б*). Полученные данные обрабатывали методами математической статистики. На делянках, засеянных сеялкой с усовершенствованными сошниками, за счёт более равномерного распределения растений по глубине биологическая урожайность яровой пшеницы составила в среднем 14,6 ц/га. На делянках же, засеянных сеялкой с серийными сошниками, биологическая урожайность составила в среднем 13,3 ц/га. Полученные результаты свидетельствуют о повышении полевой всхожести до 4 % и урожайности зерна до 10 % [25, 96].

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Результаты исследования по определению сопротивления перемещению сошника от глубины хода и скорости движения

Исследования проводились с целью определения зависимости сопротивления перемещению серийного и усовершенствованного сошников от изменения глубины хода h и скорости движения v .

Глубину хода сошников приравнивали к глубине заделки семян, находящейся в диапазоне $h = 0,03...0,08$ м и изменялась с интервалом 0,005 м, а скорости – в диапазоне $v = 2...4$ м/с с интервалом 0,4 м/с.

На каждой глубине при установленной скорости определялось сопротивление перемещению сошников. Поскольку максимальная скорость перемещения тележки почвенного канала не превышает 0,5 м/с, сопротивление перемещению сошников при скоростях выше указанной определяли методом экстраполяции с учётом того, что, согласно [49], приращение удельного сопротивления сеялок при увеличении скорости на 1 км/ч составляет 1,5...3 %. На основании проведённых исследований построены графические зависимости изменения тягового сопротивления, представленные на рисунках 4.1 и 4.2.

Следует отметить, что в соответствии с агротехническими требованиями в засушливых районах с недостатком в почве влаги рекомендуется производить посев на глубину 6–8 см. при этом хорошее качество бороздообразования происходит при скорости до 2,5 м/с, а с дальнейшим повышением скорости качество бороздообразования ухудшается.

Полевые испытания сошников проводились при значении глубины заделки семян 6 см и скорости движения до 2,5 м/с, для указанных диапазонов построены графические зависимости теоретических и экспериментальных значений тягового сопротивления серийного и усовершенствованного сошников (рисунки 4.3-4.6).

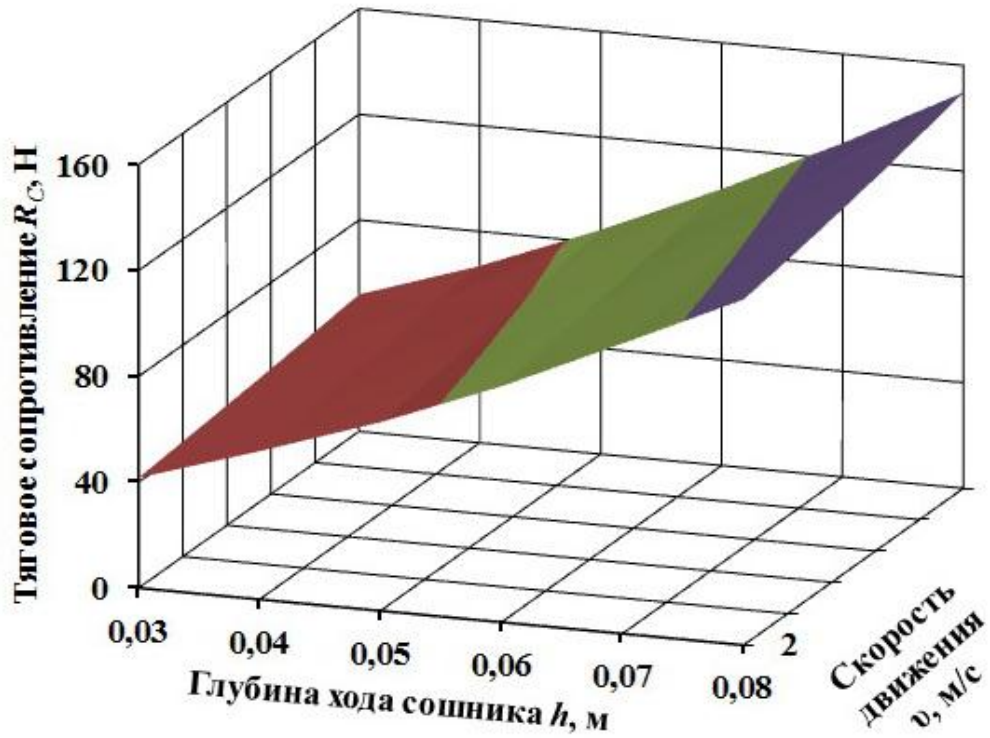


Рисунок 4.1 – Экспериментальная зависимость тягового сопротивления серийного сошника

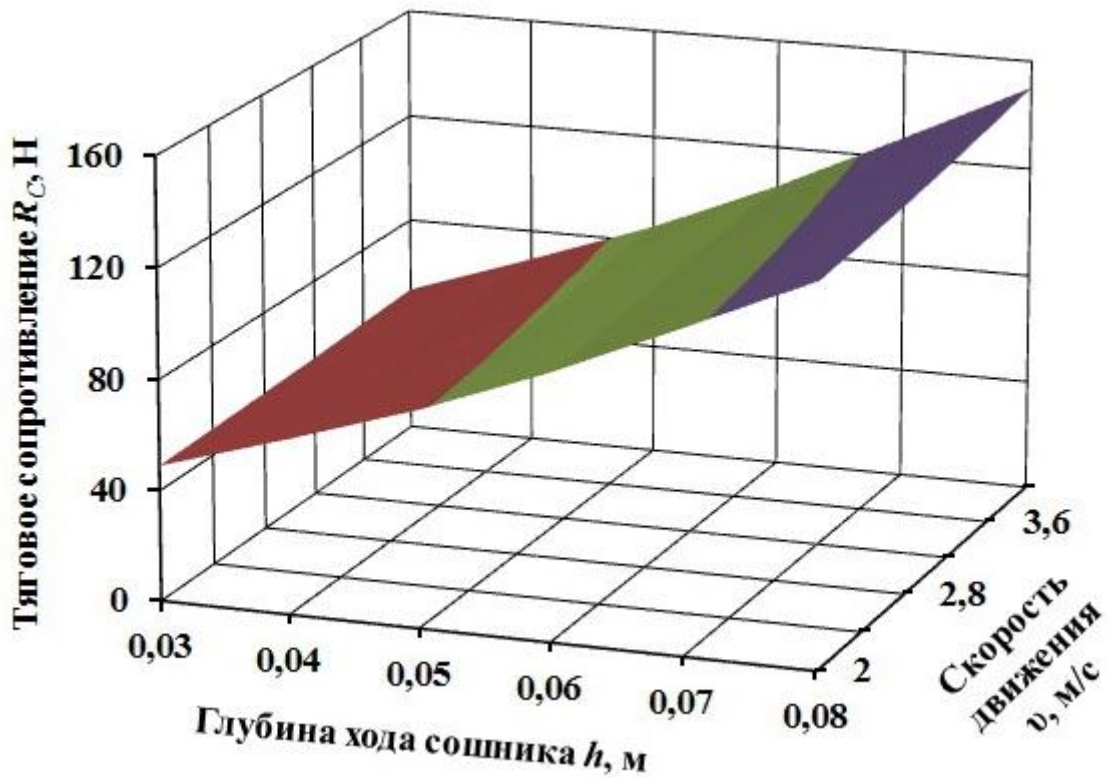


Рисунок 4.2 – Экспериментальная зависимость тягового сопротивления усовершенствованного сошника

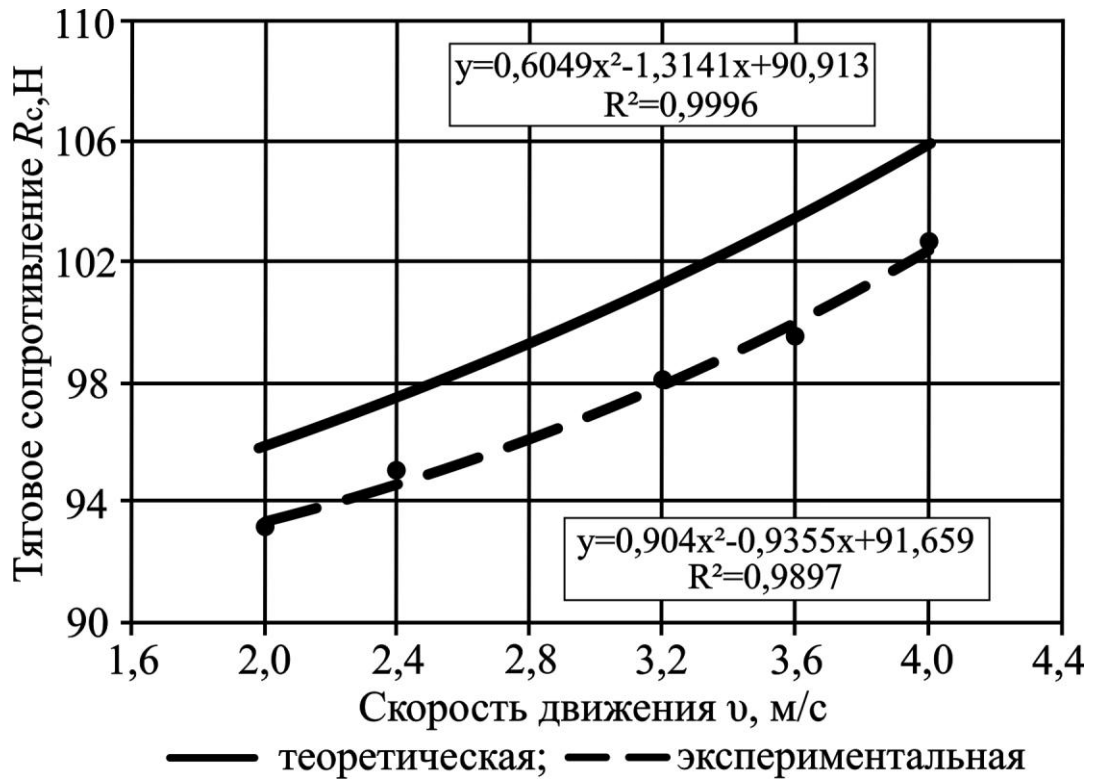


Рисунок 4.3 – Зависимость тягового сопротивления серийного сошника от скорости движения ($h = 0,06$ м)

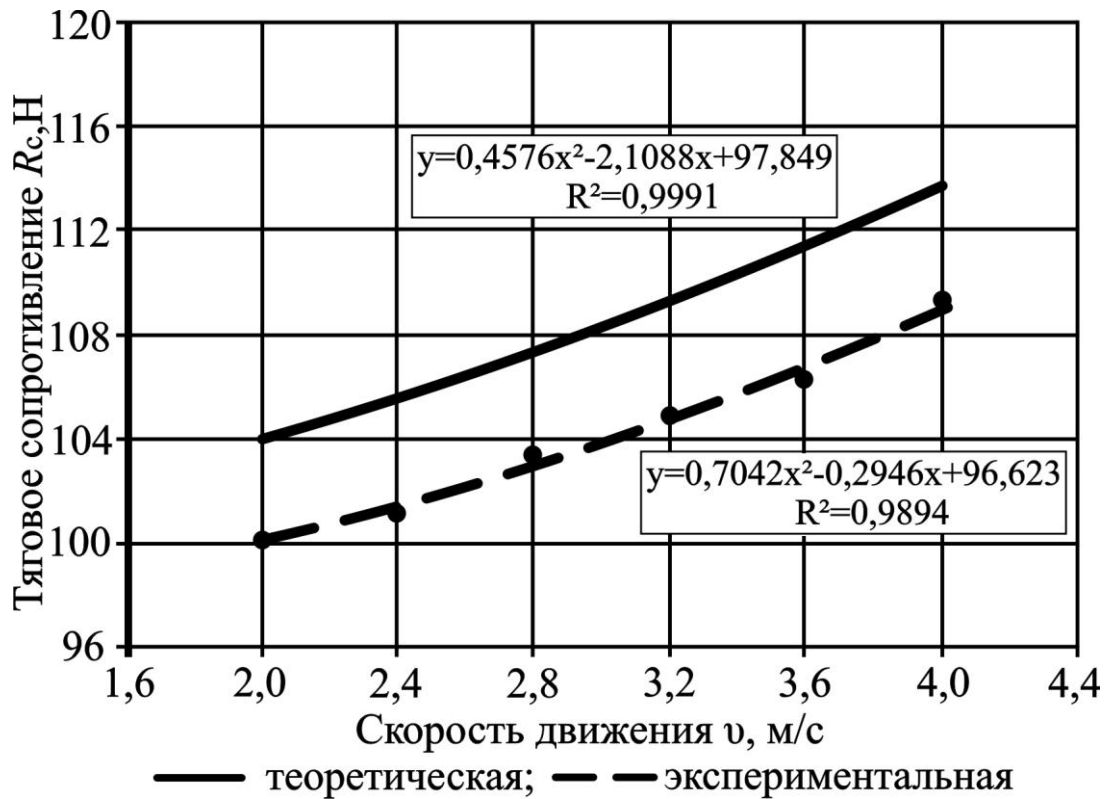


Рисунок 4.4 – Зависимость тягового сопротивления усовершенствованного сошника от скорости движения ($h = 0,06$ м)

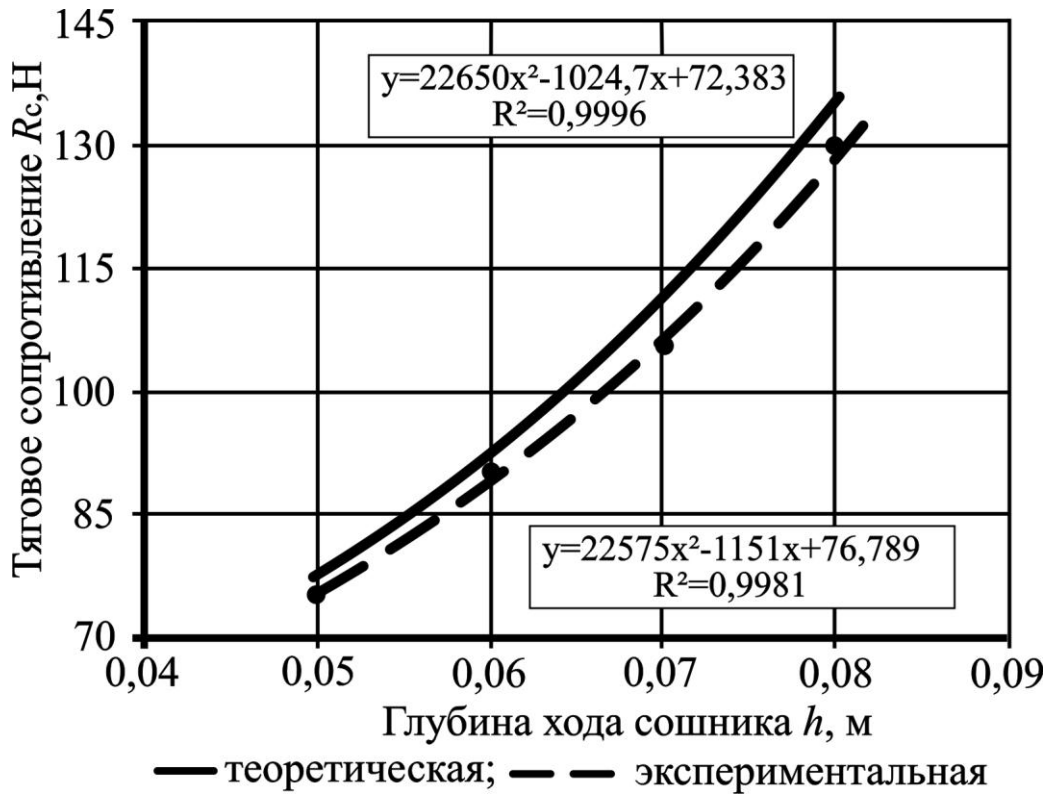


Рисунок 4.5 – Зависимость тягового сопротивления серийного сошника от глубины хода сошника ($v = 2,0 \text{ м/с}$)

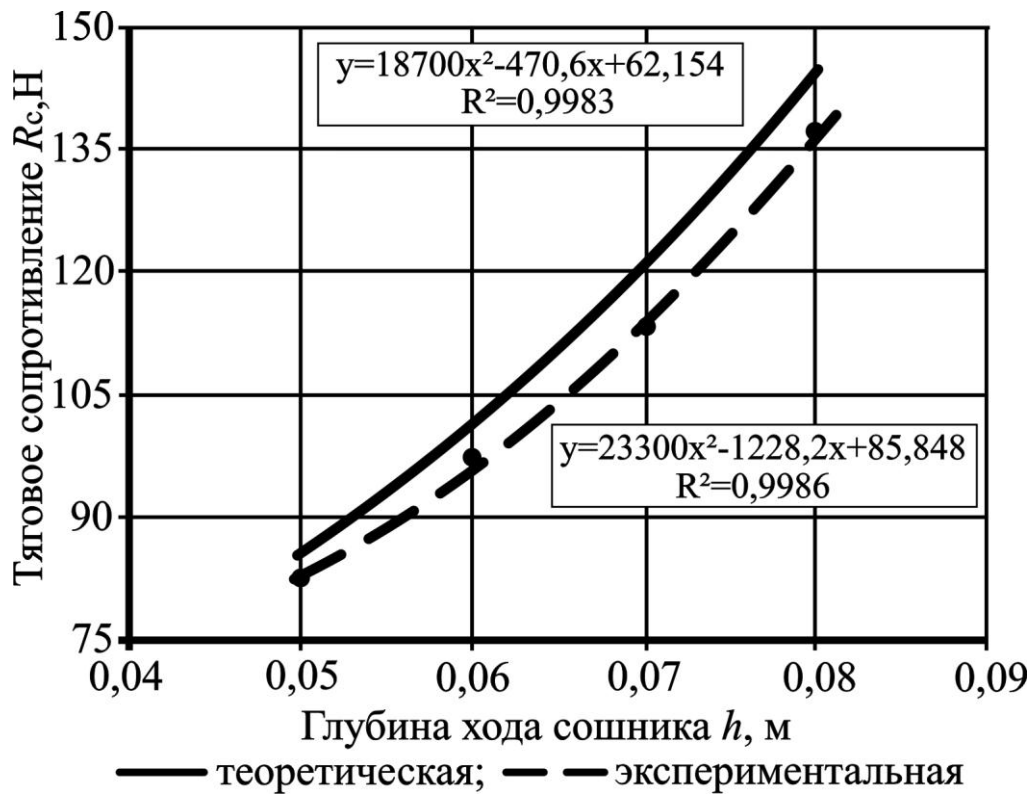


Рисунок 4.6 – Зависимость тягового сопротивления усовершенствованного сошника от глубины хода сошника ($v = 2,0 \text{ м/с}$)

Результаты данных лабораторных исследований и материал по их математической обработке выполнены применением программного продукта Microsoft Excel и представлены в приложении Б.

В результате обработки данных лабораторных исследований были получены математические выражения, отражающие влияние глубины хода и скорости движения сошников на сопротивление перемещению:

Серийный сошник: $R_{cc} = 2005,27h + 9,34v - 49,77$.

Усовершенствованный сошник: $R_{cy} = 1966,98h + 7,8v - 36,77$.

Установлено, что для серийного сошника с увеличением глубины хода серийного сошника в соответствии агротехническим требованиям, предъявляемыми к посеву, от 0,03 до 0,08 м происходит увеличение сопротивления перемещению на 31,9 %, тогда как увеличение скорости с 2 до 4 м/с приводит к повышению сопротивления перемещению сошника лишь на 5,2 %. Аналогичная ситуация прослеживается и для усовершенствованного сошника, что соответствует повышению сопротивления перемещению на 35,8 % и 5,5 % соответственно.

Сопротивление перемещению усовершенствованного сошника в среднем на 3,9 % больше по сравнению с серийным сошником и находится в пределах допустимой ошибки опыта. Данное обстоятельство можно объяснить тем, что наличие прижимной пластины на усовершенствованном сошнике создает дополнительное сопротивление перемещению, однако движущаяся вслед за сошником пластина перемещается по предварительно образованной плоскими дисками борозде и его значение остается неизменным при изменении глубины.

Аналогичная тенденция прослеживается и с изменением скорости движения сошника.

4.2 Исследование коэффициентов трения различных типов трущихся поверхностей

Современный механизированный процесс посева зерновых культур подразумевает взаимодействие рабочих органов с почвой. Поэтому при анализе работы

сошника, влияния его на качество посева необходимо изучение физико-механических свойств различных трущихся поверхностей, задействованных в процессе посева.

Таким образом, анализ физико-механических свойств трущихся поверхностей позволит обеспечить рациональную работу посевной машины и обосновать конструктивные параметры рабочих органов.

Исследования проводились в лаборатории сельскохозяйственных машин Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана на кафедре «Механизированные технологии и землеустройство».

Для определения и обоснования основных конструктивных параметров сошника были исследованы углы и коэффициенты трения следующих трущихся поверхностей: «сталь – суглинистая почва», «сталь – супесчанная почва», «семенной материал – сталь», «семенной материал – поверхность почвы».

Результаты замеров величин, выполненных при определении физико-механических свойств трущихся поверхностей, представляют собой, как правило, ряды цифр, имеющих определенное отклонение относительно средней величины.

Все экспериментальные данные, полученные при проведении опытов, обрабатывали методами математической статистики по известным формулам. В каждом последующем разделе работы излагаются только повторности опытов.

Результаты математической обработки опытных данных сводим в таблицу 4.1.

Значения углов трения для различных пар трения представлены в таблице Ж.1 (приложение Ж).

По результатам математической обработки опытных данных коэффициент вариации составил менее 10 %. Это показывает на незначительную степень рассеивания данных, а совокупность данных является однородной. Ошибка проведенных опытов составила менее 5 %.

4.3 Результаты исследований упругих свойств элементов усовершенствованного сошника

Одним из основных агротехнических требований к технологической операции посева является обеспечение заданной глубины заделки семян, определяемой глубиной хода сошников. Сошники дисковых сеялок регулируются с помощью единого регулятора заглубления и изменением величины сжатия пружин на нажимных штангах. С целью повышения эффективности сеялки за счёт равномерности распределения и заделки семян по глубине в конструкцию двухдискового сошника внесена прижимная пластина [56, 57, 122]. Она обеспечивает придавливание семян ко дну бороздки и сминает почвенные комочки.

Усилие определяется жёсткостью прижимной пластины, выполненной в виде кривой консольно закреплённой к корпусу сошника балки.

Лабораторными опытами определялась жёсткость упругих элементов усовершенствованного сошника.

Результаты расчёта деформации цилиндрической пружины представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты исследований упругих свойств цилиндрической пружины поводка сошника

Параметры пружины						Осадка пружины				
D_n , мм	$D_{вн}$, мм	D_c , мм	d , мм	l_0 , мм	n	F , Н	0	100	200	300
36,5	26,5	31,5	5,0	420	42	$\lambda_э$, мм	0	22	44	66
						λ_T , мм	0	21	42	63
						l , мм	0	398	375	356

В результате проведённых испытаний прогиб прижимной пластины составил 1,2 мм при помещении на чашу гири весом 1 кг, 2,4 мм при 2 кг и 6,0 мм при 5 кг соответственно.

Таблица 4.1 – Результаты математической обработки опытных данных по определению углов трения

Трущиеся поверхности	Среднее арифметическое значение угла трения $\bar{\Phi}$	Ошибка опыта δ_i	$(\delta_i)^2$	Среднее арифметическое (погрешность всех замеров) m	Погрешность каждого опыта σ	Истинное значение угла трения* $\Phi_{ист}$	Коэффициент вариации v , %	Ошибка проведенного опыта Δ , %	Коэффициент трения f
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Сталь – суглинистая почва	25,16	0,66 0,04 0,64	0,4356 0,0016 0,4096	0,376	0,651	$\frac{25,536}{24,784}$	2,59	1,49	0,470
2. Сталь– супесчанная почва	23,40	0,80 0,00 0,80	0,6400 0,0000 0,6400	0,462	0,800	$\frac{23,862}{22,938}$	3,41	1,97	0,433
3. Озимая пшеница – сталь	20,25	1,39 1,09 0,29	1,9321 1,1881 0,0841	0,926	1,605	$\frac{21,176}{19,324}$	7,93	4,57	0,369
4. Яровая пшеница– сталь	22,66	0,60 0,44 1,06	0,3600 0,1936 1,1236	0,529	0,915	$\frac{23,189}{22,131}$	4,04	2,33	0,417
5. Ячмень–сталь	22,38	0,52 0,54 0,00	0,2704 0,2916 0,0000	0,306	0,530	$\frac{22,686}{22,074}$	2,37	1,37	0,412
6. Яровая пшеница – почва	31,97	0,73 0,41 0,31	0,5329 0,1681 0,0961	0,364	0,631	$\frac{32,334}{31,606}$	1,97	1,14	0,624
7. Озимая пшеница – почва	32,56	0,10 0,02 0,12	0,0100 0,0004 0,0144	0,045	0,079	$\frac{32,605}{32,515}$	0,24	0,14	0,638
8. Ячмень– почва	31,42	0,10 0,02 0,14	0,0100 0,0004 0,0196	0,071	0,122	$\frac{31,491}{31,349}$	0,39	0,23	0,611

*Примечание: в графе 7 в числителе и знаменателе представлены максимальное и минимальное значения соответственно

По полученным экспериментальным данным построены зависимости усилия сжатия F цилиндрической пружины от величины деформации (рисунок 4.7) и величины деформации $\delta_{\text{п}}$ прижимной пластины от приложенной нагрузки F (рисунок 4.8).

Проведённые исследования позволили установить жёсткость упругих элементов усовершенствованного сошника: цилиндрической пружины $C = 4500 \dots 4600$ Н/м и прижимной пластины $C = 7500 \dots 7600$ Н/м. Эти звенья оказывают значительное влияние на динамику сошника.

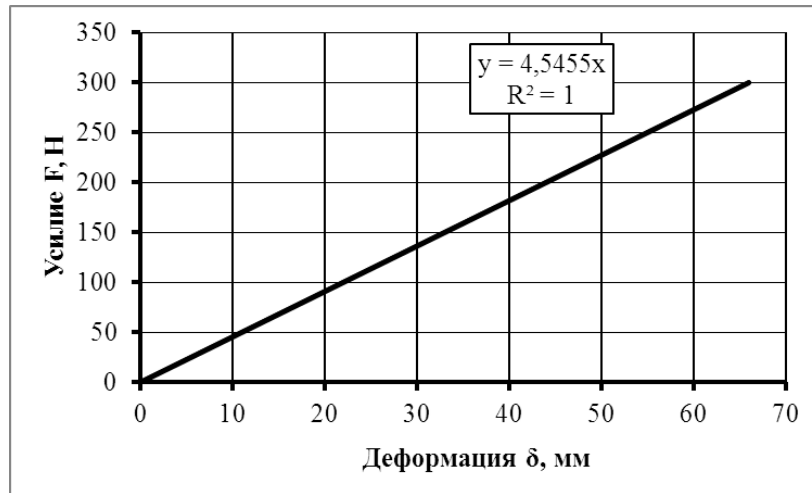


Рисунок 4.7 – Зависимость усилия сжатия цилиндрической пружины от деформации

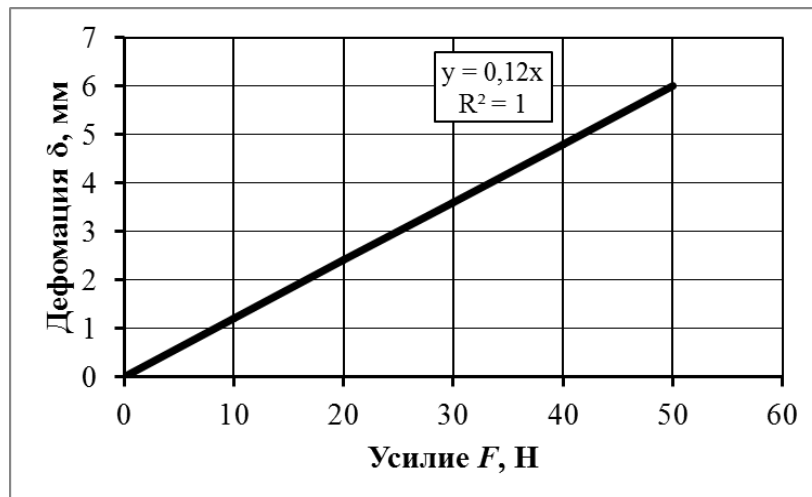


Рисунок 4.8 – Зависимость величины деформации прижимной пластины от приложенной нагрузки

4.4 Результаты исследования давления на дно бороздки

Лабораторными опытами определялся прирост плотности дна бороздки, создаваемый прижимной пластиной усовершенствованного сошника в зависимости от приложенного давления. Исследования производили при влажности почвы 18 %. Экспериментальные данные, полученные при проведении опытов, обрабатывали методами математической статистики по известным формулам. Результаты расчётов представлены в таблицах 4.3, 4.4 и 4.5.

Таблица 4.3 – Масса скелета образца

Давление p , МПа	Масса скелета образца уплотненной m_y и рыхлой m_p почвы (вчислите m_y , в знаменателе m_p)			Объём V , см ³
	номер опыта			
	1	2	3	
0,0115	127,35/116,60	128,80/116,40	130,70/117,05	100
0,0230	136,40/117,20	135,90/116,50	137,90/117,95	100
0,0346	143,60/116,65	145,50/117,50	142,40/117,60	100
0,0461	148,05/116,75	148,20/117,45	147,90/117,65	100
0,0576	150,10/116,70	153,50/117,85	149,65/117,20	100

Таблица 4.4 – Прирост плотности от воздействия хвостовика прижимной пластины

Номер опыта	Давление p , МПа	Деформация дна бороздки Δh , мм	Прирост плотности $\Delta \rho$, г/см ³
1	2	3	4
1	0,0115	3,00	0,098
2		3,30	0,113
3		3,50	0,118
среднее	0,0115	3,27	0,109
4	0,0230	4,80	0,178
5		4,80	0,179
6		5,20	0,186
среднее	0,0230	4,93	0,181

1	2	3	4
7		6,70	0,256
8	0,0346	6,80	0,260
9		6,50	0,240
среднее	0,0346	6,67	0,252
10		7,90	0,285
11	0,0461	7,80	0,279
12		7,70	0,276
среднее	0,0461	7,80	0,280
13		8,40	0,304
14	0,0576	8,00	0,325
15		8,20	0,296
среднее	0,0576	8,20	0,308

По результатам математической обработки опытных данных коэффициент вариации составил менее 10 %. Это указывает на незначительную степень рассеивания данных, а совокупность данных является однородной. Ошибка проведённых опытов составила менее 5 %.

По результатам лабораторных исследований была построена графическая зависимость деформации дна бороздки от действующего давления (рисунок 4.9).

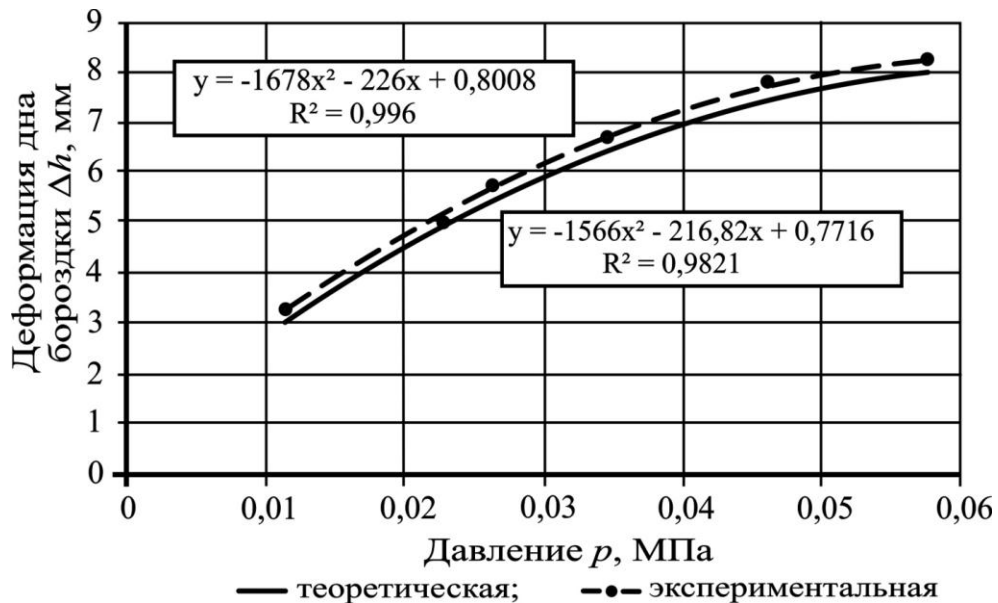


Рисунок 4.9 – Зависимость деформации дна бороздки от приложенного давления

В соответствии с агротехническими требованиями посева зерновых культур, плотность дна бороздки должна составлять не менее $1,300 \text{ г/см}^3$, при этом семена должны закрываться сверху рыхлой почвой с плотностью до $1,100 \text{ г/см}^3$. При приросте плотности до $0,252 \text{ г/см}^3$, соответственно плотность дна бороздки составит $1,352 \text{ г/см}^3$. Из графической зависимости, представленной на рисунке 4.9 и 4.10 следует, что оптимальной величиной деформации дна бороздки, соответствующей агротехническим требованиям, предъявляемыми к посеву, при глубине заделки семян 6–8 см, является величина давления, равная $0,0346 \text{ МПа}$.

На основании исследований по определению деформации дна бороздки были построены теоретическая и экспериментальная зависимости прироста плотности дна бороздки (рисунок 4.10). При этом теоретическое значение прироста плотности дна бороздки определялось из формулы (1.6).

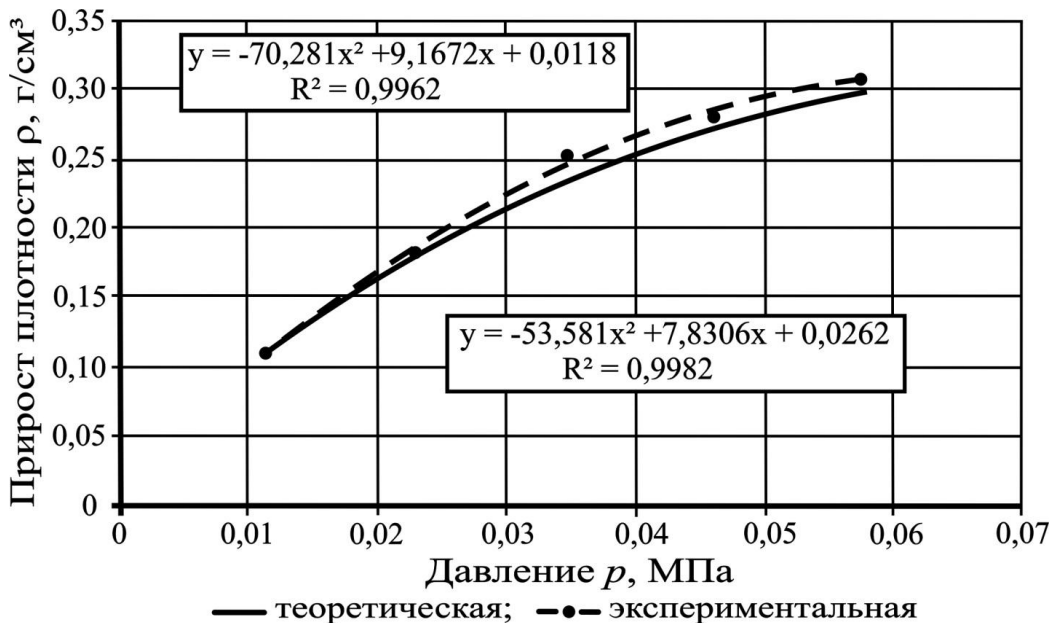


Рисунок 4.10 – Зависимость прироста плотности дна бороздки от приложенного давления

По результатам определения плотности почвы на дне бороздки согласно методике, изложенной в разделе 3, построена графическая зависимость плотности дна бороздки от глубины хода сошника. На рисунке 4.11 представлены теоретическая и экспериментальная зависимости плотности дна бороздки от глубины хода сошника.



Рисунок 4.11 – Зависимость плотности дна бороздки от глубины хода сошника

Характеристика условий проведения эксперимента по определению твёрдости и плотности почвы представлена в таблице И.1 (приложение И).

Таблица 4.5 – Результаты математической обработки опытных данных

Давление p , МПа	Средне арифметическое значение прироста плотности $\Delta\rho$, г/см ³	Ошибка опыта δ_i	$(\delta_i)^2$	Среднее арифметическое (погрешность всех замеров) m	Погрешность каждого опыта σ	Истинное значение прироста плотности* $\Delta\rho_{ист.}$, г/см ³	Коэффициент вариации v , %	Ошибка проведённого опыта Δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0115	0,109	0,01167 0,00333 0,00833	0,000140 0,000010 0,000070	0,0061	0,0105	0,1151 0,1029	9,63	4,89
0,0230	0,181	0,00300 0,00100 0,00400	0,000009 0,000001 0,000016	0,0021	0,0036	0,1801 0,1759	2,02	1,18
0,0346	0,252	0,00200 0,01300 0,01600	0,000004 0,000169 0,000256	0,0081	0,014	0,2501 0,2339	5,78	3,35
0,0461	0,280	0,00500 0,00100 0,00400	0,000025 0,000001 0,000016	0,0027	0,0046	0,2827 0,2773	1,64	0,96
0,0576	0,308	0,00400 0,01700 0,01200	0,000016 0,000289 0,000144	0,0087	0,0150	0,3167 0,2993	4,87	2,82

*Примечание: в графе 7 в числителе и знаменателе представлены максимальное и минимальное значения соответственно

4.5 Результаты полевых испытаний зерновой сеялки СЗ-3,6 с усовершенствованным сошником

Полевые исследования зерновой сеялки СЗ-3,6, оборудованной усовершенствованными сошниками, проводились на опытном поле ЗКАТУ имени Жангир хана г. Уральска Западно-Казахстанской области Республики Казахстан весной 2014, 2015 и 2016 гг. (рисунок 4.12 и 4.13).

Норму высева семян определяли по массе двух навесок по 500 семян каждая. Затем путём сложения этих двух навесок получали массу 1000 семян, которая в среднем составила 43,57 г. Для определения весовой нормы высева массу 1000 семян умножали на рекомендованную количественную норму высева – 2,8 млн. всхожих семян на гектар, а полученное произведение делили на посевную годность. Таким образом была определена весовая норма – 130 кг/га.



Рисунок 4.12 – Посевной агрегат МТЗ-1221+ СЗ-3,6

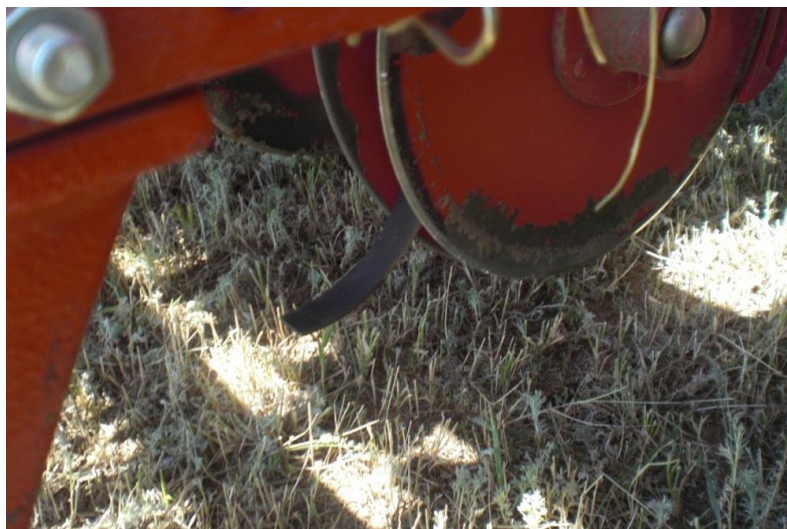


Рисунок 4.13 – Сошник для рядового посева

При проведении исследования динамики всходов и полевой всхожести семян яровой пшеницы выявлено, что семена заделанные усовершенствованным сошником, при одинаковых климатических, полевых условиях дают появление всходов на два дня раньше, чем у семян, заделанных серийным сошником. При этом полевая всхожесть семян, заделанных в почву усовершенствованным сошником, достигает своего максимального значения через 6 дней и составляет в среднем 74,38 %, полевая всхожесть семян, заделанных серийным сошником составляет в среднем 70,35 % и достигается за 9 дней при норме высева 130 кг/га или 2,8 млн. шт. семян на гектар.

Исследования глубины заделки семян заделанных усовершенствованными сошниками составила 4,5...7,5 см, в то время, как семена, заделанные серийными сошниками располагались на глубине 3,3...7,9 см. При этом частота распределения семян в интервале агротехнического допуска 6 ± 1 см составила для 89 % для усовершенствованного сошника и 76 % для серийного сошника (таблицы Л.1 и Л.2, приложение Л, рисунок 4.14).

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод о более равномерной заделке семян по глубине усовершенствованными сошниками. Повышение равномерности глубины заделки достигается за счёт придавливания семян к дну бороздки хвостовиком прижимной пластины. За счёт повышения плотности дна бороздки обеспечивается приток влаги из нижних слоев почвы к семенам, что

улучшает условия прорастания семян, повышается дружность появления всходов благоприятно сказывающая на дальнейшем развитии растений (рисунок 4.14).

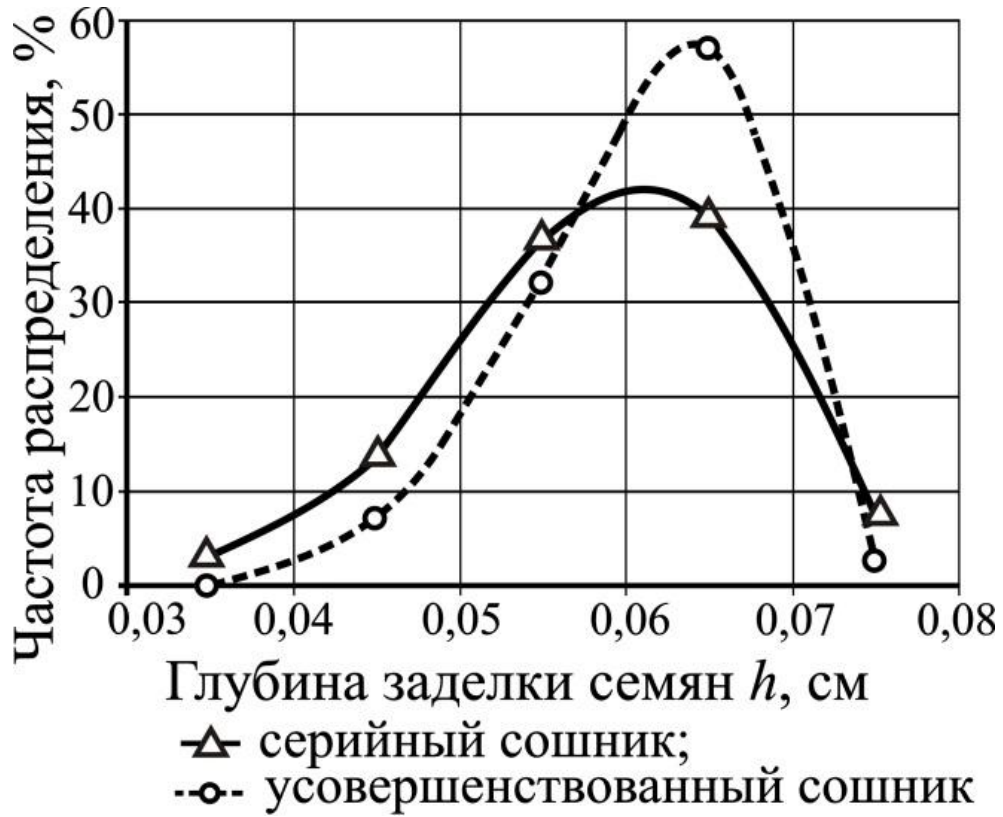


Рисунок 4.14 – Равномерность заделки семян по глубине

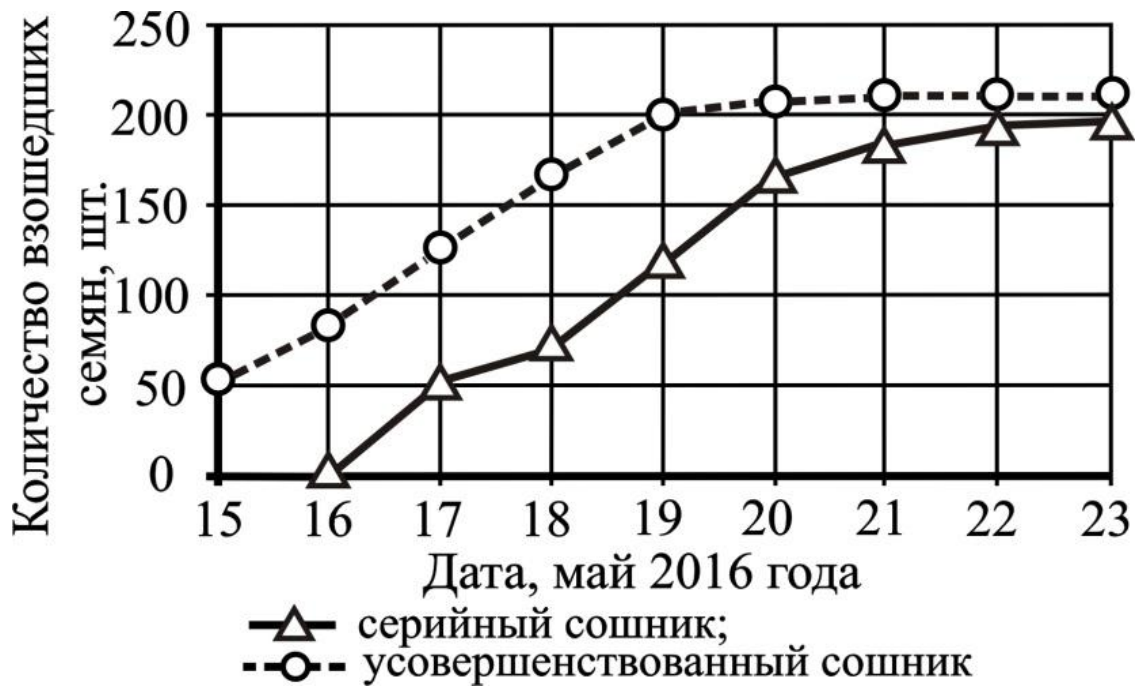


Рисунок 4.15 – Динамика всходов семян яровой пшеницы

Эффективность применения зерновой сеялки с усовершенствованными сошниками оценивали по результатам структуры урожая и биометрических параметров яровой пшеницы в сравнении с серийной сеялкой (таблицы 4.6 и 4.7).

4.6 Выводы по разделу

На основе проведённых экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Лабораторными исследованиями трущихся поверхностей, задействованных в процессе посева, определены углы и коэффициенты трения: «сталь – почва» $\varphi = 25,16^\circ$, $f = 0,47$; «сталь – песок» $\varphi = 23,40^\circ$, $f = 0,43$; «озимая пшеница – сталь» $\varphi = 20,25^\circ$, $f = 0,37$; «яровая пшеница – сталь» $\varphi = 22,66^\circ$, $f = 0,42$; «ячмень – сталь» $\varphi = 22,38^\circ$, $f = 0,41$; «яровая пшеница – почва» $\varphi = 31,97^\circ$, $f = 0,62$; «озимая пшеница – почва» $\varphi = 32,56^\circ$, $f = 0,64$; «ячмень – почва» $\varphi = 31,42^\circ$, $f = 0,61$. Эти значения необходимы для обоснования геометрических размеров прижимной пластины и определения сопротивления перемещению сошника.

2. В результате проведённых испытаний прогиб прижимной пластины составил 1,2 мм при действующем усилии 9,8 Н. Жёсткость цилиндрической пружины и прижимной пластины усовершенствованного сошника составили 4500...4600 Н/м и 7500...7600 Н/м соответственно.

3. В соответствии с агротехническими требованиями предъявляемыми к посеву, оптимальная плотность почвы дна бороздки должна составлять 1,1...1,3 г/см³, а плотность почвы, подготовленной под посев – 0,9...1,1 г/см³. Необходимая плотность скелета почвы дна бороздки достигается при величине давления прижимной пластиной, равной 0,0346 МПа, при этом прирост плотности составляет 0,252 г/см³.

4. В ходе лабораторных исследований определено влияние глубины хода сошника и скорости его движения на сопротивление перемещению. Установка прижимной пластины приводит к увеличению сопротивления перемещению на 3,9 % в сравнении с серийным сошником и находится в пределах допустимой

Таблица 4.6 – Структура урожая и биометрические параметры яровой пшеницы, посеянной зерновой сеялкой СЗ-3,6 с усовершенствованными сошниками

Вариант	Масса снопа, г/м ²	Количество, шт./м ²			Кустистость		Масса 1000 зёрен, грамм	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Биологическая урожайность, г/м ²	Высота растений, см	Длина колоса, см
		растений	стеблей		общая	продуктивная					
			продуктивных, шт.	непродуктивных, шт.							
I	301	186	320	40	1,93	1,72	34,5	13,30	146,832	57,2	7,10
II	281	172	323	59	2,22	1,88	33,0	13,70	146,028	56,2	6,60
III	294	180	301	45	1,92	1,67	34,9	14,00	147,068	57,5	6,80
IV	305	190	310	52	1,91	1,63	35,3	13,50	147,730	58,6	7,30
Σ _{ср}	295	182	314	58	1,99	1,73	34,4	13,62	146,915	57,4	6,95

Таблица 4.7 – Структура урожая и биометрические параметры яровой пшеницы, посеянной серийной зерновой сеялкой СЗ-3,6

Вариант	Масса снопа, г/м ²	Количество, шт./м ²			Кустистость		Масса 1000 зёрен, грамм	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Биологическая урожайность, г/м ²	Высота растений, см	Длина колоса, см
		растений	стеблей		общая	продуктивная					
			продуктивных, шт.	непродуктивных, шт.							
I	255	169	310	43	2,09	1,83	32,5	13,2	132,990	56,0	6,3
II	261	179	318	63	2,13	1,77	33,8	12,4	133,280	56,7	6,2
III	243	165	307	48	2,15	1,86	33,1	13,1	133,118	56,5	6,0
IV	249	157	299	58	2,27	1,90	34,2	13,0	132,935	55,8	6,5
Σ _{ср}	258	143	238	53	2,16	1,84	33,4	12,93	133,080	56,3	6,25

ошибки опыта. Установлено, что с изменением глубины хода сошника в интервале от 0,03 до 0,08 м происходит увеличение сопротивления перемещению, как для серийного, так и для усовершенствованного сошника на 31,9 % и 35,8 % соответственно. Следует также отметить, что увеличение глубины не изменяет сопротивление перемещению прижимной пластины, т. к. перемещение прижимной пластины идет по предварительно образованной плоскими дисками борозде.

По результатам обработки опытных данных получены математические выражения, отражающие влияние двух факторов (глубина h , м; скорость v , м/с) на сопротивление перемещению сошников:

$$\text{серийного } R_{cc} = 2005,27h + 9,34v - 49,77;$$

$$\text{усовершенствованного } R_{cs} = 1966,98h + 7,8v - 36,77.$$

5. Сравнительные полевые исследования показали, что при посеве экспериментальной сеялкой, оснащённой усовершенствованными сошниками, всходы появляются на 2 дня раньше, чем на посевах, произведённых серийной сеялкой. Семена, заделанные усовершенствованным сошником, имеют полевую всхожесть 74,38 % против 70,35 % полевой всхожести семян, заделанных серийным сошником.

6. До 89 % заделанных усовершенствованным сошником семян размещаются в интервале глубины посева 0,05...0,07 м, против 76 % семян, заделанных серийным сошником, что указывает на повышение равномерности укладки семян по глубине заделки, что в итоге даёт прибавку урожая 1,3 ц/га.

5 ТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАДЕЛКИ СЕМЯН В ПОЧВУ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ СОШНИКОМ

5.1 Себестоимость конструкторской разработки

Для оценки эффективности и целесообразности использования предложений и разработок необходимо провести их техническую и экономическую оценку. При использовании конструкторской разработки необходимо знать себестоимость её изготовления.

Стоимость изготовления конструкторской разработки определяется из выражения, руб:

$$C_{кр} = C_{пр} + C_m + \frac{C_{пр} \cdot \%HP}{100}, \quad (5.1)$$

где $C_{пр}$ – основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с начислениями на социальное страхование, приходящаяся на изготовление рабочего органа, руб; C_m – стоимость материалов, израсходованных на изготовление усовершенствованного рабочего органа, руб; $\%HP$ – процент накладных расходов, %.

Для определения затрат по основной заработной плате производственных рабочих необходимо знать трудоёмкость выполняемых работ, разряд работ и соответствующие часовые тарифные ставки. Расчёты сводим в таблицу 5.1.

Трудоёмкости работ могут быть определены расчётным путём на основе типовых нормативов времени на слесарные, кузнечные, сварочные и станочные работы в сельском хозяйстве [82]. Затраты на дополнительную плату принимаются в размере 10...15 % от основной заработной платы (12 % = 8,80 руб). Начисления на социальные нужды принимаются в размере 35,6 % от суммы основной и дополнительной заработной платы (35,6 % = 26,10 руб.). Стоимость материалов для изготовления пластины представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.1 – Заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовлении и монтаже прижимной пластины

Виды работ	Трудоёмкость работ, ч	Разряд работ	Часовая тарифная ставка, руб.	Основная заработная плата, руб.
Слесарные	0,116	II	96,20	11,16
Кузнечные	0,203	III	103,30	20,97
Сверлильные	0,093	II	96,20	8,95
Термические	0,312	III	103,30	32,23
ИТОГО	0,724	–	–	73,31

Таблица 5.2 – Материалы, необходимые для изготовления прижимной пластины

Наименование материалов и покупных изделий	Единица измерения	Количество	Стоимость, руб.	
			единицы	всего
Лист 2,5 Ст65Г ГОСТ 14959-79	м ²	0,0225	756	17,01
ИТОГО	–	0,0225	756	17,01

Стоимость изготовления прижимной пластины составила 152,26 руб.

Поскольку сеялка оснащена 24 сошниками, то стоимость доработки сеялки определится из выражения:

$$C_d = C_{кр} \cdot n_c, \quad (5.2)$$

5.2 Определение технических и экономических показателей посевного агрегата

Повышение эффективности использования сельскохозяйственных машин путем совершенствования конструкции рабочих органов и разработки технологических процессов и является основной целью научных исследований. Сравнивая

основные технические и экономические показатели предлагаемой машины с существующими серийными образцами выявляется ее эффективность [23, 84].

При использовании сеялки СЗ-3,6, оборудованной усовершенствованными сошниками (далее экспериментальной), техническая и экономическая эффективность определялась в сравнении с серийной сеялкой СЗ-3,6, оснащённой двухдисковыми сошниками. Результаты полевых исследований и нормативно-справочные материалы являются исходными данными для определения экономической эффективности [84].

Показателями эффективности применения экспериментальной сеялки являются:

– экономический эффект в течение года ее эксплуатации, руб./год:

$$\mathcal{E}_Г = B_Г (П_Э - П_Б + \mathcal{E}_Д), \quad (5.3)$$

где $B_Г$ – наработка сеялки в течение года, га/год; $П_Э$ и $П_Б$ – приведённые затраты на 1 га посева зерновых культур экспериментальной и серийной сеялки СЗ-3,6, руб./га; $\mathcal{E}_Д$ – экономический эффект, получаемый за счёт повышения количества продукции от применения экспериментальной сеялки, руб./га.

– срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, год:

$$C_0 = \frac{B_Э - B_Б}{\mathcal{E}_Г}. \quad (5.4)$$

где $B_Э$ и $B_Б$ – балансовая стоимость экспериментальной и серийной сеялки СЗ-3,6 соответственно, руб.

Нарботка машины в течение года, га/год:

$$B_Г = W_ч T_Г, \quad (5.5)$$

где $W_ч$ – производительность сеялки, га/ч; $T_Г$ – годовая загрузка сеялки, ч.

Приведённые затраты на 1 га посева зерновых культур, руб./га:

$$П = T_з + E K_{уд}, \quad (5.6)$$

где $T_з$ – прямые эксплуатационные затраты на 1 га посева зерновых культур, руб./га; E – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений

($E = 0,15$); $\kappa_{уд}$ – удельные капитальные вложения на 1 га посева зерновых культур, руб./га.

Экономический эффект, руб./га:

$$\mathcal{E}_д = \Delta U \mathcal{C}_п, \quad (5.7)$$

где ΔU – прибавка урожая, т/га; $\mathcal{C}_п$ – цена тонны продукции, руб/т.

Балансовая стоимость серийной сеялки СЗ-3,6, руб.:

$$B_б = \mathcal{C} \left(1 + \frac{\text{НДС} + H_{\text{нац}}}{100\%} \right), \quad (5.8)$$

где \mathcal{C} – цена завода изготовителя, руб; НДС – налог на добавленную стоимость, %; $H_{\text{нац}}$ – снабженческо-сбытовая наценка, %.

Балансовая стоимость экспериментальной сеялки СЗ-3,6, руб:

$$B_э = B_б + C_{кр}, \quad (5.9)$$

где $C_{кр}$ – стоимость разработанной конструкции, руб.

Производительность сеялки, га/ч:

$$W_ч = 0,1 B_{\text{агр}} v_p \tau, \quad (5.10)$$

где $B_{\text{агр}}$ – ширина захвата сеялки, м; v_p – скорость рабочая, км/ч; τ – коэффициент использования рабочего времени смены.

Прямые эксплуатационные затраты на 1 га посева зерновых культур, руб/га:

$$T_з = Z_{\text{пп}} + Z_{\text{т}} + Z_{\text{а}} + Z_{\text{хр}} + Z_{\text{то}} + Z_{\text{стр}}, \quad (5.11)$$

где $Z_{\text{пп}}$ – затраты на оплату труда с учётом отчислений на социальные нужды, руб./га; $Z_{\text{т}}$ – затраты на ГСМ, руб./га; $Z_{\text{а}}$ – амортизационные отчисления, руб./га; $Z_{\text{хр}}$ – затраты на хранение техники, руб./га; $Z_{\text{то}}$ – затраты на техническое обслуживание и ремонт машин, руб./га; $Z_{\text{стр}}$ – затраты на страхование машин, руб./га.

Удельные капитальные вложения на 1 га посева зерновых культур:

$$\kappa_{уд} = \frac{B}{B_r}, \quad (5.12)$$

Затраты на оплату труда с учётом отчислений на социальные нужды, руб./га:

$$Z_{\text{пп}} = \left(\frac{k_{\text{отч}}}{100} + 1 \right) \frac{(C_{\text{тм}} + C_{\text{тв}}) k_{\text{сл}} (1 + k_{\text{доп}}) L}{W_{\text{ч}}}, \quad (5.13)$$

где $C_{\text{тм}}$ и $C_{\text{тв}}$ – часовая тарифная ставка механизаторов и вспомогательных рабочих соответственно за объем выполненных работ, руб./ч; $k_{\text{сл}}$ – коэффициент сложности работ; $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной оплаты; L – количество обслуживающего персонала, чел.; $k_{\text{отч}}$ – норматив отчислений на социальные нужды, %.

Затраты на ГСМ, руб./га:

$$Z_{\text{г}} = H_{\text{г}} C_{\text{г}}, \quad (5.14)$$

где $H_{\text{г}}$ – расход ГСМ по норме, кг/га; $C_{\text{г}}$ – цена 1 кг ГСМ, руб./кг;

Амортизационные отчисления, руб./га:

$$Z_{\text{а}} = \frac{BH_{\text{а}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{г}}}, \quad (5.15)$$

где $H_{\text{а}}$ – норматив амортизационных отчислений, %.

Затраты на хранение техники, руб./га:

$$Z_{\text{хр}} = \frac{BH_{\text{хр}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{г}}}, \quad (5.16)$$

где $H_{\text{хр}}$ – норматив затрат на хранение машин, %.

Затраты на техническое обслуживание и ремонт машин, руб./га:

$$Z_{\text{то}} = \frac{BH_{\text{то}}}{100 W_{\text{ч}} T_{\text{г}}}, \quad (5.17)$$

где $H_{\text{то}}$ – норматив затрат на техническое обслуживание и ремонт машин, %.

Затраты на страхование машин, руб./га:

$$Z_{\text{стр}} = \frac{BH_{\text{стр}}}{100 W_{\text{ч}} T_{\text{г}}}, \quad (5.18)$$

где $H_{\text{стр}}$ – норматив затрат на страхование машин, %.

Исходные данные для расчётов представлены в таблице 5.3.

Таким образом, экономический эффект от применения экспериментальной сеялки СЗ-3,6 на посевах зерновых культур в течение года составит 196973 руб.

Произведенной экспериментальной сеялкой СЗ-3,6 посев зерновых культур повышает ее качество, что дает в среднем прибавку урожая с одного гектара

0,13 т. Получаемая при этом дополнительная продукция приводит к годовой экономии прямых эксплуатационных затрат на одну сеялку в размере 910 руб/га (в ценах 2016 года).

Таблица 5.3 – Исходные данные для расчёта технических и экономических показателей сеялок

Показатели	Сеялка	
	серийная	экспериментальная
Цена завода-изготовителя C , руб	287000	
Рабочая скорость v_p , км/ч	8,9	
Ширина захвата сеялки B_{agr} , м	3,6	
Производительность $W_{ч}$, га/ч	2,72	
Загрузка сеялки в течении года T_r , ч	85	
Коэффициент использования рабочего времени смены τ	0,85	
Часовая тарифная ставка механизатора за выполнение работ C_{tm} , руб./ч	322	
Часовая тарифная ставка вспомогательных рабочих за выполнение работ C_{tw} , руб./ч	196	
Коэффициент сложности работ $k_{сл}$	1,2	
Коэффициент дополнительной оплаты $k_{доп}$	1	
Количество обслуживающего персонала L , чел.	2	
Норматив отчислений на социальные нужды $k_{отч}$, %	31	
Норма расхода ГСМ H_r , кг/га	3,6	
Цена 1 кг ГСМ C_r , руб./кг	36	
Норматив амортизационных отчислений H_a , %	11	
Норматив затрат на хранение машин $H_{хр}$, %	3	
Норматив затрат на техническое обслуживание и ремонт машин $H_{то}$, %	18	
Норматив затрат на страхование машин $H_{стр}$, %	0,45	

Результаты расчёта технических и экономических показателей сеялок приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Технические и экономические показатели сеялок

Показатели	Сеялка	
	серийная	экспериментальная
Балансовая стоимость B , руб.	353010,00	356664,20
Наработка сеялки в течение года B_r , га/год	231,2	231,2
Капитальные вложения на 1 га посева зерновых культур $K_{уд}$, руб./га	1526,9	1542,7
Приведённые затраты на 1 га посева зерновых культур серийной и экспериментальной сеялки $П$, руб./га	5988,6	6046,6
Экономический эффект от применения экспериментальной сеялки $Э_д$, руб./га	–	910,0
Экономический эффект в течение года $Э_r$, руб./год	–	196973,0

5.3 Выводы по разделу

Анализируя экономические расчёты экспериментальной и серийной зерновой сеялки СЗ-3,6, можно сделать следующие выводы:

- по производительности и по затратам труда они имеют одинаковые показатели;

- из-за дополнительных затрат на модернизацию сеялки прямые эксплуатационные затраты по экспериментальной сеялке выше, чем по серийно выпускаемой сеялке на 58 руб/га;

- использование экспериментальной сеялки улучшает равномерность размещения семян по глубине и повышает качество посева зерновых культур, приводящие в конечном счёте к прибавке урожая в среднем на 0,13 т/га;

- дополнительная продукция от применения одной экспериментальной сеялки создает годовую экономию прямых эксплуатационных затрат в размере 910 руб/га;

- при нормативной годовой загрузке экспериментальной сеялки СЗ-3,6, равной 85 часов, годовой экономический эффект составит 196973 руб (в ценах 2016 года).

6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ способов и средств посева зерновых культур, разработанная классификация рабочих органов сеялок позволили выявить перспективное направление совершенствования двухдисковых сошников, теоретически обосновать параметры опытного образца сошника, обеспечивающего равномерность укладки семян по глубине и уплотнение дна бороздки, которые подтверждены теоретическими и экспериментальными результатами и технико-экономической эффективностью.

2. На основе анализа литературных источников, связанных с вопросами технологического процесса посева и совершенствования заделывающих рабочих органов, установлено, что на повышение урожайности зерновых культур значительное влияние оказывает плотность дна бороздки, равномерность распределения семян по глубине и закрытие их сверху слоем неуплотнённой почвы. Из классификации заделывающих рабочих органов посевных машин предложена новая конструктивно-технологическая схема дискового сошника, подтвержденная патентами РФ № 2435356 и РК №№ 30296, 30401, обеспечивающая равномерность укладки семян по глубине и повышающая плотность дна бороздки.

3. Теоретическими исследованиями рабочего процесса посева получены аналитические зависимости плотности почвы, создаваемой прижимной пластиной, ее геометрических параметров, тягового сопротивления усовершенствованного сошника, деформации пружины поводка, устойчивости хода сошника и определения неравномерности заделки семян по глубине. Толщина пластины составляет 2,5 мм при радиусе кривизны сечения пластины $r = 52...57$ мм. Произведен расчет тягового сопротивления серийного и усовершенствованного сошников и сеялки в целом. Получено выражение деформации пружины поводка. Разработаны номограммы для определения неравномерности заделки семян по глубине.

4. По результатам определения физико-механических свойств почвы, семян и экспериментальных исследований установлено: угол наклона прижимной пластины относительно дна бороздки $\psi = 22^\circ$, жёсткость прижимной пластины 7500...7600 Н/м, обеспечивающей оптимальную плотность дна бороздки, равную 1,1–1,3 г/см³, тяговое сопротивление усовершенствованного сошника при глубине хода от 0,03 до 0,08 м составляет 49,08–137,05 Н, суммарное сопротивление прижимных пластин сошников сеялки составляет 190 Н. Оснащение двухдискового сошника прижимной пластиной уменьшает неравномерность заделки семян зерновых культур на 5,7...16,5 %.

5. Производственные испытания позволили установить эффективность зерновой сеялки с усовершенствованными сошниками при посеве зерновых культур: повышение полевой всхожести приводит к сокращению срока появления всходов на 2 дня, в интервале глубины заделки семян 0,05...0,07 м размещено 89 % общего количества семян против 76 % семян, заделанных серийным сошником, что даёт прибавку урожая на 8...10 %. Годовой экономический эффект от внедрения зерновой сеялки СЗ-3,6 с предлагаемыми сошниками при нормативной годовой загрузке составляет 196973 руб.

Рекомендации производству

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании сошников зерновых сеялок для посева в условиях пониженной влажности почвы, а также при оснащении прижимными пластинами сошников сеялок, находящихся в эксплуатации.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В дальнейшем целесообразно совершенствовать конструкцию предлагаемого технического средства – прижимной пластины – путём выполнения её в виде составного устройства, состоящего из несущей основы и сменных накладок с низким коэффициентом трения; также целесообразно оснастить пластину ограничителем поперечного смещения в междисковом пространстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 1168127 СССР, МПК⁴ А 01 С7/20. Сошник [Текст] / И. В. Морозов, Ю. И. Трофимченко, Н. Г. Доценко, В. А. Кириченко, И. И. Горбачев (СССР) – № 3701394/30–15; заявл. 15.02.1984; опубл. 23.07.1985, Бюл. № 27. – 2 с.: ил;
2. А. с. 1688796 СССР, МПК А 01 С7/20. Сошник [Текст] / А. П. Коломиец; – № 4724434/15; заявл. 27.07.1989; опубл. 07.11.1991, Бюл. № 41. – 4 с.: ил;
3. Абашкин, А. С. Исследование анкерных сошников на повышенных скоростях [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01/ Абашкин Алексей Сергеевич. – Кишинев, 1965. – 22 с.
4. Алесандров, А. В. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. для вузов / А. В. Алесандров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин; Под ред. А. В. Алесандрова. – М. : Высш. шк., 2003. – 560 с.
5. Альбом справочник по производственной эксплуатации машинно-тракторного парка [Текст] / Сост. С. В. Старцев, А. С. Старцев, Д. Г. Горбань ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – Саратов, 2011. – 322 с.
6. Амирханов, М. К. Разработка и исследование универсального анкерно-дискового сошника зернотуковых сеялок очного посева [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01/ Амирханов Мурад Казбекович – М., 1994. – 18 с.
7. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя [Текст]: В 3 т. Т.1. – 8-е изд. перераб. и доп. под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
8. Арсланов. Ф. Х. Математика [Текст]: учеб.-метод. пособ. / Ф. Х. Арсланов. – Казань: КГЭУ, 2009. – 148 с
9. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин [Текст] / И. И. Артоболевский. – М.: Наука, 1988. – 640 с.
10. Архипов, В. С. Испытания сельскохозяйственной техники [Текст] Ч. 3 Оценка надёжности / В. С. Архипов, А. Г. Левшин. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. – 216 с.

11. Атнагулов, Д. Т. Сошники сеялок для посева зерновых культур [Текст] / Д. Т. Атнагулов // Матер. XXVII междунар. науч.-практич. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». – Челябинск, 2008. – Ч. 3.– С. 39-41.
12. Беляев, Е. А. Посевные машины [Текст] / Е. А. Беляев. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 64 с.
13. Бердышев, В. Е. Сельскохозяйственные машины [Текст] : учеб. пособ. / В. Е. Бердышев, А. Н. Цепляев, М. Н. Шапоров [и др.]. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. – 220 с.
14. Боков, Д. В. Совершенствование технологии заделки семян в почву и обоснование конструкции заделывающего рабочего органа [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01/ Боков Дмитрий Владиславович. – Саратов, 2004. – 171 с.
15. Босой, Е. М. Теория, конструкция и расчёт сельскохозяйственных машин [Текст] / Е. М. Босой, О. В. Верняев, И. И. Смирнов; под ред. Д. В. Босого. – М.: Машиностроение, 1978. – 566 с.
16. Бузенков, Г. М. Машины для посева сельскохозяйственных культур [Текст] / Г. М. Бузенков, С. А. Ма. – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.
17. Бурлаков, В. К. К определению причин неравномерности заделки семян дисковыми сошниками при посеве зерновых на повышенных скоростях [Текст]: сб. науч. тр. / В. К. Бурлаков, М. Д. Путьтин // Горьковский СХИ. – Горький, 1980. – Т. 148. – С. 35-38;
18. Бутенин, Н. В., Курс теоретической механики [Текст]: учебник / Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – СПб. : Лань, 2009. – 736 с.
19. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв [Текст] / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
20. Валиев, А. Р. Машины для предпосевной подготовки почвы и посева сельскохозяйственных культур: регулировка, настройка и эксплуатация [Текст] / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Н. И. Семушкин, С. М. Яхин. – Казань : Изд-во Казанского ГАУ, 2013. – 156 с.
21. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и её инженерные приложения

[Текст]: учеб. пособ. для вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М.: Высшая школа, 2000. – 480 с.

22. Веретенников, В. Г. Теоретическая механика (дополнения к общим разделам) [Текст] / В. А. Синицын. – М.: Физматлит, 2006. – 416 с.

23. Власов, Н. С. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники [Текст] / Н. С. Власов [и др.]. – М.: АНО «ИПЭВ», 2006. – 399 с.

24. Водопьянов, В. И. Курс сопротивления материалов с примерами и задачами [Текст] : учеб. пособ. / В. И. Водопьянов, А. Н. Савкин, О. В. Кондратьев. – Волгоград : ВолгГТУ. – 2012. – 136 с.

25. Вьюрков, В. В. Яровые хлеба. Система ведения сельского хозяйства Западно-Казахстанской области [Текст] / В. В. Вьюрков, В. Г. Архипкин, В. С. Кучеров, Г. В. Гуз.– Уральск, 2004. – С. 82-89.

26. Вьюрков, В. В. Озимые хлеба. Система ведения сельского хозяйства Западно-Казахстанской области [Текст] / В. В. Вьюрков, В. Г. Архипкин. – Уральск, 2004. – С. 72-82.

27. Глотов, А. Л. Разработка и обоснование основных параметров сошниковой секции почвообрабатывающе-посевной машины [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Глотов Александр Львович. – Оренбург, 1998. – 18 с.

28. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] / В. Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1999. – 479 с.

29. Гниломёдов, В. Г. Исследование и совершенствование технологического процесса сеялок-культиваторов в условиях Среднего Поволжья [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Гниломёдов Владимир Григорьевич – Кинель, 1981. – 226 с.

30. Горбачёв, С. П. Улучшение качественных показателей заделки семян при посеве зерновых культур совершенствованием дискового сошника [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01/ Горбачёв Семён Павлович. – Волгоград, 2013. – 18 с.

31. Горшков, А. Г. Сопротивление материалов [Текст] / А. Г. Горшков [и др.]. – М.: Физматлит, 2005. – 386 с

32. Горячкин, В. П. Собрание сочинений [Текст]: в 3 т. Т. 1 / В. П. Горячкин. – М.: Колос, 1965. – 720 с.
33. ГОСТ 24055...24059-88. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки [Текст]. – Введ. 1989-01-01. – М.: Госуд. Комитет по стандартам, 1988. – 15 с.
34. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб [Текст]. – Введ. 1990-04-01. – М.: Стандартиформ, 2008. – 6 с.
35. ГОСТ 28268-89. Почвы. Метод определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений [Текст]. – Введ. 1990-06-01. – М.: Стандартиформ, 2006. – 7 с.
36. ГОСТ 12042-82. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян [Текст]. – Введ. 1981-07-01. – М.: Стандартиформ, 2011. – 4 с.
37. ГОСТ 31345-2007. Сеялки тракторные. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 2009-01-01. – М.: Стандартиформ, 2008. – 54 с. 72
38. Грибановский, А. П. Комплекс противоэрозионных машин (теория, проектирование) [Текст] / А. П. Грибановский, Р. В. Бидпингмайер. – Алма-Ата: Кайнар, 1990. – 256 с.
39. Григорьев, В. П. Элементы высшей математики [Текст] / В. П. Григорьев, Ю. А. Дубинский. – М.: Издательский центр «Академия» 2008. – 320 с.
40. Гусак, А. А. Высшая математика [Текст]. В 2-х т. Т. 2 / А. А. Гусак. – Минск: Тетрасистемс, 2001. – 448 с.
41. Давлетшин, М. М. Дисковый сошник для отечественных зернотуковых сеялок / М. М. Давлетшин, Д. Т. Атнагулов // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 9. – С. 135-136.
42. Демидов, Г. К. Сошники, вдавливающие семена в дно бороздки [Текст] / Г. К. Демидов / Сб. науч. тр. БСХА. – Горки: 1979. – С. 45-47.
43. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов. –

М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

44. Дронг, В. И. Курс теоретической механики [Текст]: учеб. для вузов / В. И. Дронг, В. В. Дубинин, М. М. Ильин [и др.]; Под ред. К. С. Колесникова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 758 с.

45. Дружченко, А. В. Влияние плотности посевного слоя почвы на её физические свойства, рост растений и урожай полевых культур на мощном тяжелосуглинистом чернозёме Харьковской области [Текст]: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйств. наук : 538 / Дружченко Андрей Владимирович. – Харьков, 1968. – 21 с.

46. Евтефеев, Ю. В., Основы агрономии [Текст] : учеб. пособ. / Ю. В. Евтефеев, Г. М. Казанцев. – М. : Форум, 2013. – 368 с.

47. Ероков, М. Б. Исследование и обоснование режимов работы сошника зерновой сеялки в условиях повышенной влажности почвы [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Ероков Мурат Борисович. – Нальчик., 2000. – 18 с

48. Заговора, В. А. Основы технологии и расчёта мобильных процессов растениеводства [Текст]: учеб. пособ. / В. А. Заговора, В. И. Голокольников, С. Н. Васильев. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2008. – 263 с.

49. Зангиев, А. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] / А. А. Зангиев, А. В. Шпилько, А. Г. Левшин. – М. : КолосС, 2013. – 320 с.

50. Заяц, Э. В. Сельскохозяйственные машины [Текст] / Э. В. Заяц. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 432 с.

51. Иванов, М. Н. Детали машин [Текст] : учеб. для машиностроит. специальн. вузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. – М. : Высшая школа, 2006. – 408 с.

52. Иванов, П. К. Плотность почвы и плодородие [Текст] / П. К. Иванов, Л. И. Коробова. // Теоретические вопросы обработки почв. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – С. 45-53.

53. Ивженко, С. А. Зависимость плотности почвы дна борозды от глубины хода сошника [Текст] / С. А. Ивженко, Д. В. Боков // Достижение науки и техники АПК. – 2004. – № 3– С. 36-37.

54. Ивженко, С. А. Совершенствование двухдискового сошника / С. А. Ивженко, А. Е. Сарсенов // Вестник Саратовского госагроуниверситета. – 2013. – № 6 – С. 60-62.
55. Ивженко, С. А. Совершенствование технологии посева [Текст] / С. А. Ивженко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 4– С. 7-8.
56. Инновационный пат. 30296 Республика Казахстан, МПК А 01 С7/20, Сошник [Текст] / А. Е. Сарсенов, И. М. Павлов, А. В. Перетяцько, В. Х. Мухамеджанов, М. К. Бралиев; заявитель и патентообладатель Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана» № 2014/1714.1; заявл. 18.11.2014; опубл. 15.09.2015, Бюл. № 9. – 5 с.
57. Инновационный пат. 30401 Республика Казахстан, МПК А 01 С7/20, Сошник [Текст] / А. Е. Сарсенов, И. М. Павлов, А. В. Перетяцько, В. Х. Мухамеджанов, М. К. Бралиев; заявитель и патентообладатель Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана» № 2014/1715.1; заявл. 18.11.2014; опубл. 15.10.2015. Бюл. № 10. – 5 с.
58. Ицкович, Г. М. Соппротивление материалов [Текст] / Г. М. Ицкович. – М.: Высшая школа, 2001. – 368 с.
59. Капустин, А. Н. Основы теории и расчёта машин для основной и поверхностной обработки почв, посевных машин и машин для внесения удобрений [Текст]: курс лекций / А. Н. Капустин // Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 134 с.
60. Капустин, В. П. Сельскохозяйственные машины. Настройка и регулировка [Текст] : учеб. пособ. / В. П. Капустин, Ю. Е. Глазков. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – 196 с.
61. Каталог сборочных единиц и деталей сеялки зернотуковой СЗ-3,6А [Текст] / ПАО «ЧЕРВОНА ЗИРКА». – Кировоград, 2012. – 45 с.
62. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины [Текст]: учеб. для ву-

зов / Н. И. Кленин, С. Н. Киселёв, А. Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008. – 816 с.

63. Колесников, К. С. Сборник задач по теоретической механике [Текст] : учеб. пособ. / К. С. Колесников, Г. Д. Блюмин, В. И. Дронг [и др.]. Под ред. К. С. Колесникова. – СПб. : Лань, 2008. – 448 с.

64. Кочетков, Е. С. Метод наименьших квадратов [Текст]: учеб. пособие / Е. С. Кочетков. – М.: Изд-во МАИ, 1993. – 86 с.

65. Кошурников, А. Ф. Испытания сельскохозяйственной техники [Текст] / А. Ф. Кошурников. – Пермь: Пермская ГСХА, 2011. – 282 с.

66. Крашенинников, Н. Н. Прикатывание почвы и урожай [Текст] / Н. Н. Крашенинников. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 119 с.

67. Крючин, Н. П. Посевные машины. Особенности конструкций и тенденции развития [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. П. Крючин. – Самара, 2003. – 116 с.

68. Ламан, Н. А. Потенциал продуктивности хлебных злаков: технологические аспекты реализации [Текст] / Н. А. Ламан, Б. И. Янушкевич, К. И. Хмурец. – Минск: 1987. – 224 с.

69. Левшин, А. Г., Организация и технология испытаний сельскохозяйственной техники [Текст]. Ч. 2 Оценка условий испытаний / В. В. Зубков, М. Н. Хлепитько. – М.: МГАУ, 2004. – 92 с.

70. Летошнев, М. Н. Сельскохозяйственные машины [Текст] / М. Н. Летошнев. – Л.: Госсельхозиздат, 1955. – 764 с.

71. Ли, В. В. Обоснование технологии и параметров рабочих органов сеялки для посева зерновых культур по почвенной корке [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Ли Василий Владимирович. – Новосибирск, 2000. – 20 с.

72. Ломакин, С. Г. Тенденции развития конструкций посевных машин в СССР и за рубежом [Текст] / С. Г. Ломакин, Е. Л. Ревякин // Обзорная информация / ЦНИИТЭИ В/О«Союзсельхозтехника». – М.: 1975. – 120 с.

73. Лукьянов, С. И. Основы инженерного эксперимента [Текст]: учеб. пособ. / С. И. Лукьянов, А. Н. Панов, А. Е. Васильев. – М.: РИОР:

ИНФРАМ, 2014. – 99 с.

74. Лурье, А. Б. Расчёт и конструирование сельскохозяйственных машин [Текст] / А. Б. Лурье, А. А. Громбачевский. – Л.: Машиностроение, 1977. – 528 с.

75. Любимов, А. И. Практикум по сельскохозяйственным машинам [Текст]: учеб. и учеб. пособ. для вузов / А. И. Любимов [и др.]; под ред. А. И. Любимова. – М.: Колос, 1999. – 190 с.

76. Любушко Н. И. Зерновые сеялки на рубеже XXI века [Текст] / Н. И. Любушко, В. К. Эволинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. – № 2. – С. 4-7.

77. Ма, С. А. Стратегия развития механизации посева в XXI веке / С. А. Ма // Научные труды ВИМ. – М.: 2000. – Т. 131. – Механизация обработки почвы, посева применения удобрений. – С. 6-8.

78. Ма, С. А. Технологические основы посева сельскохозяйственных культур и перспективы развития сеялок [Текст] / С. А. Ма // Сб. науч. тр. ВИМ. – М.: 1990. – Т. 124. – Технологические и теоретические основы посева сельскохозяйственных культур. – С. 6-16.

79. Макаренко, А. Н. Зарубежная сельскохозяйственная техника [Текст] / А. Н. Макаренко, К. В. Казаков, И. В. Мартынова, А. В. Мачкарин, К. Н. Путиенко, А. В. Рыжков, Ю. В. Саенко, О. А. Чехунов. – М.; Белгород : «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 201 с.

80. Максимов, И. И. Практикум по сельскохозяйственным машинам [Текст]: учеб. пособ. / И. И. Максимов. – СПб. : Изд-во «Лань», 2015. – 416 с.

81. Мальмин, Н. Г. Повышение эффективности использования зерновых сеялок [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Мальмин Николай Георгиевич. – Саратов, 1996. – 231 с.

82. Матвеев, В. А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве [Текст] / В. А. Матвеев, И. И. Пустовалов. – М.: «Колос», 1980. – 234 с.

83. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники [Текст]. – М.: Мин-во сел. хоз-ва и продовол.

Рос. Фед., 1998. Ч. I. – 470 с.

84. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Нормативно-справочный материал [Текст]. – М.: Мин-во сел. хоз-ва и продовол. Рос. Фед., 1998. Ч. II. – 251 с.

85. Морозов, И. В. Новые направления совершенствования процесса бороздообразования [Текст] / И. В. Морозов // Сб. научн. тр. ХГТУСХ. – Харьков, 1997. – С. 186-187.

86. Муртазин, Г. Р. Разработка и обоснование параметров комбинированного рабочего органа для совмещения операций обработки почвы и посева семян [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Муртазин Газимзан Рахимзанович. – Казань, 1983. – 216 с.

87. Мустапха, К. А. Совершенствование технологии высева семян зерновых культур и параметров дисковых сошников для заделки их в почву: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01/ Мустапха Кареем Амао. – Харьков., 1996. – 252 с.

88. Набатян, М. П. О показателях качества работы сеялок [Текст] / М. П. Набатян, Д. В. Пологих // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. – № 3. – С. 9-11.

89. Нуралин, Б. Н. Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу «Сопrotивление материалов» [Текст] / Б. Н. Нуралин, Е. М. Джаналиев, Н. И. Омарова. – Уральск: РИО ЗКАТУ им. Жангир хана, 2011. – 71 с.

90. ОСТ 70.5.1-82. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины посевные.

91. ОСТ 10.5.1-2000. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей.

92. Павлов, В. Е. Теоретическая механика [Текст]: учеб. пособ. для студ. высш. Учеб. заведений / В. Е. Павлов, Ф. А. Доронин. – М. : Издательский центр «Академия». – 2009. – 320 с.

93. Павлов, И. М. Обоснование параметров экспериментального сошника [Текст] / И. М. Павлов, В. Х. Мухамеджанов, А. Е. Сарсенов // В кн.: Наука и об-

разование XXI века: опыт и перспективы. – Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 20-летию Конституции Республики Казахстан и Ассамблеи народа Казахстана. Ч. II. – Уральск, 2015. – С. 335-339.

94. Павлов, И. М. Повышение эффективности дисковых сошников [Текст] / И. М. Павлов, А. В. Перетяtko, А. Е. Сарсенов // Аграрный научный журнал, 2016. – № 12. – С. 58-60.

95. Павлов, И. М. Совершенствование двухдискового сошника. [Текст] / И. М. Павлов, В. Х. Мухамеджанов, А. Е. Сарсенов // В кн.: Наука и образование XXI века: опыт и перспективы. – Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 20-летию Конституции Республики Казахстан и Ассамблеи народа Казахстана. Ч. II. – Уральск, 2015. – С. 331-334.

96. Павлов, И. М. Сошник. [Текст] / И. М. Павлов, А. В. Перетяtko, А. Е. Сарсенов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2016. – № 4. – С. 28-29.

97. Павлов, И. М. Тяговое сопротивление сошника [Текст] / И. М. Павлов, А. Е. Сарсенов // Аграрный научный журнал, 2017. – № 2. – С. 64-66.

98. Парфенов, О. М. Основы расчёта сельскохозяйственных машин [Текст]: методические указания для выполнения курсового проекта / С. А. Иванайский, С. А. Васильев, О. М. Парфенов. – Самара : РИЦ СГСХА, 2015. – 71 с.

99. Пат. 2021657 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Сошник [Текст] / Бахмутов В. А., Любчик В. А., Ковзалов В. И., Терехин В. А.; заявитель и патентообладатель Оренбургский сельскохозяйственный институт. – № 4821168/15; заявл. 02.04.90; опубл. 30.10.94. Бюл. № 30. – 6 с. : ил.

100. Пат. 2125784 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Сошник для разбросного посева [Текст] / Вахитов Н. У., Валимов В. Г., Авальбаев М. С.; заявитель и патентообладатель Научно-производное объединение «Башкирское». – № 95104416/13; заявл. 24.03.1995; опубл. 10.02.99. Бюл. № 3. – 5 с. : ил.

101. Пат. 2219697 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Сошник

[Текст] / Рогачев А. Ф., Салдаев А. М., Елисеев А. К.; заявитель и патентообладатель Волгогр. госуд. с.-х. акад. – № 2002123024/12; заявл. 27.08.02; опубл. 27.12.03. Бюл. № 36. – 6 с. : ил.

102. Пат. 2224401 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Сошник [Текст] / Ивженко С. А., Боков Д. В., Плешков Е. Н.; заявитель и патентообладатель Сарат. госуд. аграрн. ун-т им. Н. И. Вавилова. – № 2002115671/12; заявл. 11.06.02; опубл. 27.02.04. Бюл. № 6 – 7 с. : ил.

103. Пат. 2237396 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Дисковый сошник [Текст] / Клюстер В. Ф., Елагин Ю. В., Чекусов М. С.; заявитель и патентообладатель Организация научного обслуживания Опытно-конструкторское бюро Государственного научного учреждения Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства СО РАСХН. – № 2002109549/12; заявл. 12.04.02; опубл. 10.10.04. Бюл. № 28. – 6 с. : ил.

104. Пат. 2249936 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Комбинированный дисково-анкерный сошник [Текст] / Анискин В. И., Шайдуллин Х. Х., Ревякин Е. Л., Шайхов М. К., Бурченко П. Н., Шакиров Р. С., Габдуллин Г. Г., Шайдуллин Р. Х., Писарев О. С., Артамонов В. А.; заявители и патентообладатели Госуд. науч. учрежд. Всеросс. науч.-исследов. ин-т механ. с.-х., Общ. с огранич. ответств. «Технич. центр «Лаишево». – № 2003129873/12; заявл. 07.10.03; опубл. 20.04.05. Бюл. № 29. – 6 с. : ил.

105. Пат. 2256316 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Комбинированный однодисовый сошник [Текст] / Абезин В. Г., Сердюков Д. А., Цепляев А. Н., Шапров М. Н.; заявитель и патентообладатель Госуд. научн. учрежд. Поволж. науч.-исслед. ин-т эколого-мелиорат. технологий. – № 2004113800/12; заявл. 05.05.2004; опубл. 20.07.05. Бюл. № 20. – 6 с. : ил.

106. Пат. 2298907 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Высевающее устройство [Текст] / Курдюмов В. И., Артемьев В. Г., Алиякберов Р. С., Романов Д. Ю.; заявитель и патентообладатель Федер. госуд. образов. учрежд. высш. проф. образов. Ульяновская госуд. с.-х. акад. – № 2005125998/12; заявл. 15.08.05; опубл. 20.05.07. Бюл. № 14. – 6 с. : ил.

107. Пат. 2399188 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Двухдисковый сошник сеялки [Текст] / Руденко Н. Е., Потапов А. А., Руденко В. Н., Овсянников Д. С.; заявитель и патентообладатель Федер. госуд. образов. учрежд. высш. проф. образов. Ставроп. госуд. аграрн. ун-т. – № 2009122785/12; заявл. 15.06.09; опубл. 20.09.10. Бюл. № 26. – 7 с. : ил

108. Пат. 2435355 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Комбинированный дисково-анкерный сошник [Текст] / Шайхов М. К., Измайлов А. Ю., Габдуллин Г. Г., Шайдуллин Х. Х., Сапрыкин М. Т., Шайдуллин Р. Х., Шайхов М. М., Каримуллин Ф. С.; заявители и патентообладатели Госуд. научн. учрежд. Всеросс. науч.-исслед. ин-т механ. с.-х., Общ. с огранич. ответств. «Техн. центр «Лаишево». – № 2010124496/13; заявл.: 15.06.10; опубл. 10.12.11. Бюл. № 34. – 6 с.: ил.

109. Пат. 2435356 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Сошник [Текст] / Ивженко С. А., Перетяцько А. В., Сарсенов А. Е.; заявитель и патентообладатель Федер. госуд. образов. учрежд. высш. проф. образов. Саратов. госуд. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова. – № 2010125627/13; заявл. 22.06.10; опубл. 10.12.11. Бюл. № 34. – 7 с.: ил.

110. Пат. 2442307 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Двухдисковый сошник [Текст] / Калашникова Н. В., Булавинцев Р. А., Кашеварников В. Ю.; Федер. госуд. образов. учрежд. высш. проф. образов. Орлов. госуд. аграрн. ун-т. – № 2010122608/13; заявл. 02.06.10; опубл. 20.02.12. Бюл. № 5. – 6 с.: ил.

111. Пат. 2444173 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Сошник [Текст] / Габдуллин А. Г., Литвинов С. С., Гиззатова Д. С., Дятликович А. И., Вирченко И. И.; Госуд. науч. учрежд. Всеросс. науч.-исследов. ин-т овощеводства Росс. акад. с.-х. наук. – № 2010148317/13; заявл. 29.11.10; опубл. 10.03.12. Бюл. № 7. – 6 с.: ил.

112. Пат. 2483517 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Комбинированный дисковый сошник зерновой сеялки [Текст] / Горбачев С. П., Кулаев Е. В., Руденко Н. Е., Калугин Д. С.; Федер. госуд. бюдж. образов. учрежд. высш. проф. образ. Ставропольский госуд. аграрн. ун-т. – № 2011154780/13;

заявл. 11.09.11; опубл.10.06.13. Бюл. № 16. – 8 с.: ил.

113. Пат. 2511237 Российская Федерация, МПК А 01 С7/20. Устройство для посева семян зерновых культур [Текст] / Каскулов М. Х., Габаев А. Х., Апажев А. К., Атмурзаев И. А., Гаев Ш. М., Тешев А. Ш., Мишхожев В. Х.; Федер. госуд. бюдж. образ. учрежд. высш. проф. образ. Кабардино-Балкарская госуд. с.-х. акад. им. В. М. Кокова – № 2012153090/13; заявл. 07.12.12; опубл. 10.04.14. Бюл. № 10. – 6 с.: ил.

114. Перетятыко, А. В. Совершенствование технологии распределения семян при подпочвенно-разбросном способе посева и обоснование конструкции лапового сошника [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Перетятыко Андрей Владимирович. – Саратов, 2007. – 187 с.

115. Петровец, В. Р. Сельскохозяйственные машины [Текст] : практикум / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц. – Горки : БГСХА, 2012. – 160 с.

116. Пискунов, Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления [Текст]: в 2-х т. Т. 1 / Н. С. Пискунов. – СПб.: Мифрил. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1996. – 416 с.

117. Прокопенко, В. А. Эффективность отечественных и зарубежных технологий [Текст] / В. А. Прокопенко // Техника и оборудование для села. – 2001. №8. – С. 17...21.

118. Прокопьев, С. Н. Повышение эффективности посева зерновых совершенствованием сошниковой системы сеялки [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01/ Прокопьев Сергей Николаевич. – Улан-Удэ, 2004. – 18 с.

119. Пущинская, О. В. Обоснование параметров двухдискового сошника зерновой сеялки для равномерной заделки семян по глубине [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.06.01 / Пущинская Ольга Владимировна. – Москва., 1984. – 20 с.

120. Рыбалко, А. Г. Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета рабочих процессов. [Текст] : учеб.пособ. / А. Г. Рыбалко, Б. Н. Емелин, С. В. Давыдов [и др.]. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 116 с.

121. Рыбалко, А. Г. Основы теории и расчёта рабочих процессов сельскохозяйственных машин [Текст]: учеб. пособие / А. Г. Рыбалко [и др.] ; Саратовский СХИ им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 1987. – 104 с.

122. Сарсенов, А. Е. Определение параметров упругих элементов сошника [Текст] / А. Е. Сарсенов // В кн. Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2016. – С. 104-107.

123. Сарсенов, А. Е. Совершенствование двухдискового сошника [Текст] / А. Е. Сарсенов // Сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф. «Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и тенденции развития» посвящ. 70-и летию факультета механизации сельского хоз-ва. – Душанбе, 2017. – С. 450-455.

124. Сахацкий, И. И. Исследование подпочвенно-разбросного посева зерновых культур скоростными агрегатами [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Сахацкий Иван Иванович. – Челябинск., 1970. – 38 с.

125. Сеялка зернотуковая рядовая [Текст]: метод. указ. по выполн. лаборат. работы / Новосиб. госуд. аграрн. ун-т. Инженер. ин-т; сост. С. Г. Щукин, В. А. Головатюк, В. П. Демидов, В. Г. Луцки; – Новосибирск, 2010. – 52 с.

126. Сеялки для посева сельскохозяйственных культур [Текст] / Проспект фирмы AMAZONEN-Werke. – Германия. – 2002.

127. Сидоренко, Ю. Я. Какая сеялка лучше? [Текст] / Ю. Я. Сидоренко, А. Г. Мусатов // Земледелие. – 1997. – № 4. – С. 22-23.

128. Сизова, В. К. Новая посевная техника зарубежных фирм [Текст] / В. К. Сизова // Обзорная информация ЦНИИТЭМ. – М.: Сельхозтехника, 1991. – 9 с.

129. Синеоков, Г. Н. Теории и расчёт почвообрабатывающих машин [Текст] / Г. Н. Синеоков, И. М. Панов, – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.

130. Скользяева, М. А. Прикатывание как агротехнический приём повышения урожайности яровых культур в Ростовской области [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.20.01/ Скользяева Мария Алексеевна – Ростов-на-Дону,

1957. – 18 с.

131. Скурятин, Н. Ф. Ресурсосбережение при посеве зерновых культур [Текст]: монография / Н. Ф. Скурятин, А. П. Захаржевский, А. С. Новицкий, А. В. Бондарев, А. Л. Жилияков. – М.; Белгород : «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 334 с.

132. Спицын, И. А. Сельскохозяйственная техника и технологии [Текст] : учеб. пособ. для вузов / И. А. Спицын, А. Н. Орлов, В. В. Ляшенко; Под ред. И. А. Спицына. – М. : КолосС, 2006. – 646 с.

133. Старцев, А. С. Механизированная технология возделывания и уборки сельскохозяйственных культур [Текст]: метод. указ. к выполн. дипломн. проекта студентами очного и заочного обучен. специальн. 110301 – Механиз. сельск. хоз-ва / Сост. А. С. Старцев, Д. Г. Горбань, Н. А. Щербакова; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 56 с.

134. СТО АИСТ 5.6- 2010. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные и посадочные. Показатели назначения. Общие требования [Текст]. – Введ. 2011-04-15. – М.: Стандартиформ, 2011.

135. Сулейменов, М. К. Агротехника яровой пшеницы [Текст] / М. К. Сулейменов. – Алма-Ата.: Кайнар, 1981. – 85 с.

136. Сулейменов, М. К. Значение глубины заделки семян при посеве сеялкой-культиватором [Текст] / М. К. Сулейменов, К. А. Адилов, В. П. Белозеров // Труды ВИСХОМ. – М.: 1973. – В. 5. Исследование технологических процессов и рабочих органов посевных машин. – С. 48-52.

137. Тимофеев, Г. А. Теория механизмов и машин для студентов высших технических учебных заведений [Текст] / Г. А. Тимофеев. – М. : Высшее образование, 2009. – 352 с.

138. Третьяков, Н. Н. Плотность почвы и корневая система растений [Текст] / Н. Н. Третьяков, В. И. Галицкий // Земледелие. – 1963. – № 4. – С. 56-63.

139. Трофимченко, Ю. И. Равномерность заделки семян дисковыми сошниками [Текст] / Ю. И. Трофимченко, В. А. Кириченко // Сб. научн. тр. ВИСХОМ. Точный посев зерновых и пропашных культур. – М.: 1984. – С. 56-57.

140. Трубилин, Е. И. Сельскохозяйственные машины. (Конструкция, теория и расчёт) [Текст] : учеб. пособ. / Е. И. Трубилин, В. А. Абликов, Л. П. Соломатина, А. Н. Лютый. – Краснодар : КГАУ, 2008. – Ч. 1. – 200 с.
141. Тюняев, А. В. Детали машин [Текст] / А. В. Тюняев, В. П. Звездаков. – СПб. : Лань, 2013. – 736 с.
142. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. для студентов высш. техн. учеб. зав. / В. И. Феодосьев. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 588 с.
143. Фирсов, М. М. Основные тенденции и прогноз развития машин для растениеводства [Текст] / М. М. Фирсов, А. И. Черепахин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 3. – С. 36-39.
144. Фогель, В. Т. Теоретические основы припосевного прикатывания почвы [Текст] / В. Т. Фогель // Труды ВИСХОМ. – М.: 1973. – В. 75. Исследование технологических процессов и рабочих органов посевных машин. – С. 53-57.
145. Халанский, В. М., Сельскохозяйственные машины [Текст] / В. М. Халанский, И. В. Горбачёв. – М. : КолосС, 2004. – 624 с.
146. Шеин, Е. В. Курс физики почв / Е. В. Шеин. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
147. Юдкин, В. В. Исследование работы зернотуковых сеялок комбинированными сошниками в условиях степной зоны Поволжья [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Юдкин Владимир Васильевич. – Саратов, 1973. – 185 с.
148. Юнусов, Г. С. Сельскохозяйственные машины [Текст] : учеб. пособ. / И. И. Максимов, А. В. Михеев, Н. Н. Смирнов. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2009. – 152 с.
149. Agricultural machinery journal, 2013. – № 4.
150. Canadian Agricultural Engineering, 2001. – № 1.
151. Deutsche Patent № DE 3429817 A1. – A 01 C 7/06. – Maschinezum Ausbringen von Saatgut und Dungemitteln. – H. Dreyer. – 2006.
152. Dowell, F. E. No-till drill design for atrazine treated soils / F. E. Dowell,

J. B. Solie, T. F. Peeper // Trans. ASAE. St. Joseph, Mich. – 1996. Vol. 29, – № 6. P15541560. – Bibliogr.: P. 1560 (15 ref).

153. Grossflachendrillmaschinen mit Breitreifen. // Landmaschinen runaschau, 2007.–I/II, Bd 39, № 1. – S. 9.

154. Jedes Korn in die Erde // Agrarpraxis. – 1987. – № 7. – P. 32-34.

155. Kinze 3000 Series Planters, 2005. – P. 50.

156. Lucas Norman C. Direct–drillt in action. – «Power Farming», 2002, 49, № 3. – P. 24...25.

157. Pelletier, L. Semoirs pneumatiques in progression / L. Pelletier // France agricole, 1997. – № 4 – P. 55.

158. United States Patent № 4926767. – A 01 C 5/08. – No–till drill providing seed and fertilizer separation. – J. W. Thomas. – 1990.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А
(справочное)
Документы, подтверждающие право интеллектуальной
собственности (патенты)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 435 356** ⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
A01C 7/20 (2006.01)**(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2010125627/13, 22.06.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.06.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.06.2010

(45) Опубликовано: 10.12.2011 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2224401 C1, 27.02.2004. RU 2177215 C2,
27.12.2001. FR 2413864 A, 06.01.1978. RU
2077185 C1, 20.04.1997. SU 791290 A,
10.01.1981.

Адрес для переписки:

410012, г.Саратов, Театральная пл., 1, ФГОУ
ВПО "Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И.
Вавилова", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Ивженко Станислав Андреевич (RU),
Перетятко Андрей Владимирович (RU),
Сарсенов Амангельды Естаевич (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова" (RU)

RU 2 435 356 C1

(54) СОШНИК**(57) Формула изобретения**

Сошник, содержащий корпус, поводок для крепления к раме, два плоских заостренных диска, направитель семян, чистик, два шарикоподшипника, отличающийся тем, что сошник снабжен фигурной пластиной из высокоизносостойкой стали, которая жестко закреплена с помощью переходника к корпусу сошника, длиной $l = \frac{h}{\sin \alpha}$, где h - глубина хода сошника; α - угол наклона пластины к дну борозды $\alpha \geq \varphi$, где φ - угол трения стальной пластины о почву на дне борозды ($\varphi=26...30^\circ$), имеющей конусную форму, подобную форме вертикального сечения борозды, а именно: в передней (верхней) части на выходе из борозды ширина пластины $a=a'-\Delta a$, где a' - наибольшая ширина борозды в верхней части, $\Delta a=2...3$ мм - верхний зазор между пластиной и стенками борозды (по 1,0...1,5 мм на сторону); в задней (нижней) части ширина пластины $b=b'-\Delta b$, где b' - наименьшая ширина борозды в нижней части; $\Delta b=2...3$ мм - нижний зазор между пластиной и стенками борозды (по 1,0...1,5 мм на сторону), а переходник, выполненный из пружинной стали, в верхней части имеет продольные отверстия под крепежные болты, которые позволяют регулировать высоту переходника и фигурной пластины, изменяя величину плотности почвенной массы вокруг семян, расположенных на дне борозды.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 435 356** ⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
A01C 7/20 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2010125627/13, 22.06.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.06.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.06.2010

(45) Опубликовано: 10.12.2011 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2224401 C1, 27.02.2004. RU 2177215 C2,
27.12.2001. FR 2413864 A, 06.01.1978. RU
2077185 C1, 20.04.1997. SU 791290 A,
10.01.1981.

Адрес для переписки:

410012, г.Саратов, Театральная пл., 1, ФГОУ
ВПО "Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И.
Вавилова", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Ивженко Станислав Андреевич (RU),
Перегатько Андрей Владимирович (RU),
Сарсенов Амангельды Естаевич (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

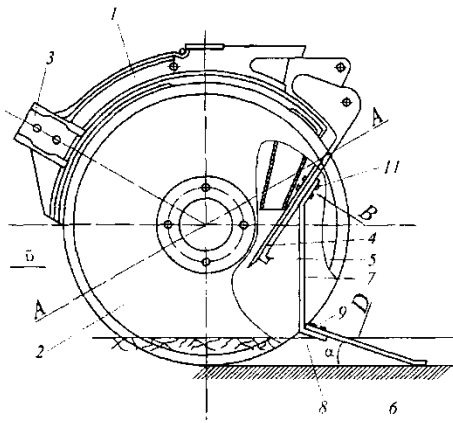
Федеральное государственное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова" (RU)

RU 2 4 3 5 3 5 6 C 1

(54) СОШНИК

(57) Формула изобретения

Сошник, содержащий корпус, поводок для крепления к раме, два плоских заостренных диска, направитель семян, чистик, два шарикоподшипника, отличающийся тем, что сошник снабжен фигурной пластиной из высокоизносостойкой стали, которая жестко закреплена с помощью переходника к корпусу сошника, длиной $l = \frac{h}{\sin \alpha}$, где h - глубина хода сошника; α - угол наклона пластины к дну борозды $\alpha \geq \varphi$, где φ - угол трения стальной пластины о почву на дне борозды ($\varphi = 26 \dots 30^\circ$), имеющей конусную форму, подобную форме вертикального сечения борозды, а именно: в передней (верхней) части на выходе из борозды ширина пластины $a = a' - \Delta a$, где a' - наибольшая ширина борозды в верхней части, $\Delta a = 2 \dots 3$ мм - верхний зазор между пластиной и стенками борозды (по 1,0...1,5 мм на сторону); в задней (нижней) части ширина пластины $b = b' - \Delta b$, где b' - наименьшая ширина борозды в нижней части; $\Delta b = 2 \dots 3$ мм - нижний зазор между пластиной и стенками борозды (по 1,0...1,5 мм на сторону), а переходник, выполненный из пружинной стали, в верхней части имеет продольные отверстия под крепежные болты, которые позволяют регулировать высоту переходника и фигурной пластины, изменяя величину плотности почвенной массы вокруг семян, расположенных на дне борозды.



Фиг. 1

RU 2435356 C1

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к сошникам сеялок для посева зерновых, зернобобовых и крупяных культур.

В соответствии с требованиями агротехники необходимо, чтобы семена укладывались на одинаковую глубину на уплотненное ложе и сверху закрывались рыхлой почвой.

Известна конструкция сошника (патент РФ №2177215, МПК А01С 7/20, опубл. 27.12. 2001), которая включает два бороздозакрывающих диска, каждый из которых собран из двух выпуклых дисков, жестко соединенных между собой выпуклостями наружу так, что между ними закреплен дисковый нож. Сзади дисков установлены направители семян с запорными клапанами в виде наружно расположенных пластин, которые предотвращают забивание направителей семян почвой и выполняют функции загортачей.

Недостатком данной конструкции является недостаточное уплотнение дна борозды за счет эффекта разрезания почвы. Уплотнению подвергаются только стенки борозды, а не ее дно, на которое укладываются семена, что не обеспечивает подведение влаги к зернам через разрушенные капилляры дна борозды, это препятствует дружному прорастанию семян и активному росту растений.

Известна конструкция однодискового сошника (патент РФ №2224401, МПК А01С 7/20, опубл. 27.02.2004). Сошник содержит диск, установленный на раме с поводком, на котором расположена нажимная штанга с пружиной, направитель семян, расположенный за бороздообразующим диском, запорный клапан, загортача-ограничитель глубины хода сошника, причем бороздообразующий диск имеет по периферии клинообразную закругленную форму. Данная конструкция бороздообразующего диска продавливая почву оставляет борозду с уплотненным дном, что положительно сказывается на создании семенам необходимых условий для их прорастания и дальнейшего развития растений.

Однако бороздообразующий диск только продавливает, а не прорезает почву, что ведет к частым забиваниям пожнивными остатками и к низкой эксплуатационной надежности. Для заглупления диска требуются значительные усилия, что ведет к неравномерности хода и значительным колебаниям заделки семян по глубине, что снижает эффективность работы данной конструкции.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому изобретению (прототипом) является двухдисковый сошник (Сельскохозяйственная техника и технологии. / И.А. Спицин, А.Н. Орлов, В.В. Ляптенко и др./Под редакцией И.А. Спицина. Колос, 2006. - 647 с с ил. - (учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений). USB №5-9532-0350-0). Двухдисковый сошник состоит из корпуса, двух плоских дисков, направителя семян, чистика, поводка для крепления к раме, ступицы, двух шарикоподшипников. Диски сошника изготовлены из марганцовистой стали, заточены по окружности и крепятся к корпусу под углом друг к другу внизу ($\Psi=10^\circ$), а в передней части смыкаясь между собой образуют общий острый угол. При работе сеялки диски врезаются в почву и входят в нее. Каждый из дисков образует в почве самостоятельную бороздку. При встрече с препятствиями (сорняками, пожнивными остатками, твердыми составляющими и т.д.) острые диски перерезают или обходят их не сгруживая их перед собой. Вращающиеся двухдисковые сошники легко очищаются чистиком от налипшей почвы. Все это обеспечивает им высокую проходимость, то есть высокую эксплуатационную надежность. Поэтому такие сошники получили широкое распространение при посеве зерновых, зернобобовых и других культур, особенно на засоренных почвах.

RU 2 435 356 C1

Однако двухдисковые сошники имеют существенные недостатки. Укладываемые с помощью таких сошников семена в почву не равномерно распределяются по глубине, так как большинство из них укладываются на дно борозды, а часть попадает на стенки борозды на различных расстояниях от дна. Кроме этого, дно борозды не

уплотняется, а разрыхляется острыми дисками и семена, улавливаемые на такое дно под собственным весом, не обеспечиваются необходимым количеством влаги, так как почва не имеет почвенных капилляров, что ведет к затягиванию сроков прорастания семян, ухудшению условий дальнейшего развития растений и снижению урожайности.

Технической задачей изобретения является повышение эксплуатационной надежности, удовлетворение требований агротехники, повышение урожайности растений. Техническая задача решается в предлагаемом сошнике, содержащем корпус, поводок для крепления к раме, два плоских заостренных диска, расположенных друг к другу внизу под углом ($\Psi=10^\circ$), а в передней части смыкаясь между собой, образующих общий острый угол; направляющий семян; чистик; два шарикоподшипника, в котором согласно изобретения сошник снабжен фигурной пластиной из высокоизносостойкой стали, которая закреплена с помощью переходника к корпусу сошника, длиной

$$l = \frac{h}{\sin \alpha},$$

где h - глубина хода сошника, с углом наклона к дну борозды $\alpha \geq \varphi$; φ - угол трения стальной пластины о почву на дне борозды, имеющий конусную форму, подобную вертикального сечения борозды, а именно: в передней (верхней) части, на выходе из борозды ширина пластины

$$a = a' - \Delta a,$$

где a' - наибольшая ширина борозды в верхней части, $\Delta a = (2 \dots 3)$ мм - верхний зазор между пластиной и стенками борозды; в задней (нижней) части ширина пластины

$$b = b' - \Delta b,$$

где b' - наименьшая ширина борозды в нижней части; $\Delta b = (2 \dots 3)$ мм - нижний зазор между пластиной и стенками борозды, а переходник, выполненный из пружинной стали, в верхней части имеет продольные отверстия, под крепежные болты, которые позволяют регулировать его высоту, а следовательно, и фигурной пластины, изменяя величину плотности почвенной массы вокруг семян.

В отличие от прототипа представленная конструкция сошника содержит фигурную пластину, закрепленную с помощью переходника к корпусу сошника, длиной

$$l = \frac{h}{\sin \alpha},$$

наклоненную к дну борозды под углом

$$\alpha \geq \varphi,$$

где φ - угол трения стальной пластины о почву на дне борозды; h - глубина хода сошника и имеющая конусную форму, подобную форме вертикального сечения борозды, а именно: в верхней части, на выходе из борозды ширина пластины

$$a = a' - \Delta a,$$

где a' - наибольшая ширина борозды в верхней части, $\Delta a = (2 \dots 3)$ мм - верхний зазор между пластиной и стенками борозды; в задней (нижней) части ширина пластины

$$b = b' - \Delta b,$$

где b' - наименьшая ширина борозды в нижней части, $\Delta b = (2 \dots 3)$ мм - нижний зазор между пластиной и стенками борозды. Имея такую форму пластина при движении

внутри борозды снимает своими боковинами семена, попавшие на стенки борозды и направляет их на дно, выравнивая распределение семян по глубине.

5 Семена, попавшие непосредственно на дно борозды и семена вместе с незначительной частью осыпавшейся почвы, снятые с боковых поверхностей борозды, попадают под движущуюся фигурную пластину, наклоненную к дну борозды под
 10 углом $\alpha \geq \varphi$, где φ - угол трения стальной пластины о почву на дне борозды, вдавливаются в дно борозды, обеспечивая вокруг семян необходимую уплотненную почвенную среду, а сверху прикрываются рыхлой почвой. Величина плотности почвенной среды регулируется путем подбора жесткости пружинного переходника и его перемещения вдоль продольных отверстий под крепежные болты, выполненных в переходнике.

Такая конструкция обеспечивает высокую проходимость сошника и в полной мере удовлетворяет требования агротехники посева, так как семена укладываются в плотно
 15 прижатую к ним почвенную среду, на сравнительно одинаковой глубине заделки, обеспечивая наиболее благоприятные условия для интенсивного прорастания семян и дальнейшего развития растений, что ведет к повышению урожайности.

Новизна и оригинальность предлагаемой конструкции сошника заключается в том,
 20 что фигурная пластинка, выполненная из высоко износостойкой стали, закреплена к корпусу сошника с помощью посредника из пружинной стали имеет конусную форму, подобную вертикальному сечению дна борозды. Перемещаясь внутри борозды пластинка снимает с боковых сторон борозды семена и направляет их на дно, обеспечивая выравнивание глубины заделки семян.

25 Имея наклон к дну борозды $\alpha \geq \varphi$, где φ - угол трения стальной пластины о почву на дне борозды, пластинка скользит по дну борозды без сгуживания почвы перед собой и вдавливает семена в почву, обеспечивая уплотненную среду вокруг семян, что является важнейшим требованием агротехники посева.

30 Такая конструкция обеспечивает высокое качество посева, наиболее полно удовлетворяющее требованиям агротехники.

Таким образом, предлагаемая конструкция полностью решает поставленную
 35 техническую задачу, обеспечивая наиболее полное удовлетворение требований агротехники посева с высокой степенью проходимости сошника даже на засоренных почвах.

На фиг.1 изображен сошник - вид сбоку, на фиг.2 - схема расположения дисков (спереди), на фиг.3 - схема расположения дисков по А-А, на фиг.4 - посредник по виду В, на фиг.5 - рабочая пластинка по виду D.

40 Сошник состоит из корпуса 1, двух плоских заостренных дисков 2, поводка для крепления к раме 3, направителя семян 4, чистика 5, двух шарикоподшипников (не показано), фигурной пластины 6, переходника 7. Переходник 7 в нижней части имеет изгиб 8 и отверстия под болты 9 с помощью, которых к нему крепится фигурная
 45 пластинка 6, а в верхней части имеет продольные отверстия 10 под крепежные болты, позволяющие регулировать высоту переходника 7 и пластины 6, изменяя величину плотности почвенной массы вокруг семян на дне борозды.

Работает сошник следующим образом.

50 При движении сошника по стрелке \vec{v} диски 2, вращаясь, врезаются в почву и входят в нее. В это время при движении сошника внутри образуемой борозды перемещается с зазорами $\Delta a = (2...3)$ мм, и $\Delta b = (2...3)$ мм фигурная пластинка 6, которая обеспечивает сьем семян (с некоторым количеством почвы), со стенок борозды и направляет их на дно. Семена, упавшие непосредственно на дно борозды под действием

RU 2 435 356 C1

гравитационных сил и семена, снятые со стенок борозды, попадают под фигурную пластину 6 и прижимаются к дну, обеспечивая уплотнение почвенной среды, что создает необходимые условия для интенсивного прорастания семян и дальнейшего развития растений. Сверху семена засыпаются рыхлой почвой загортачами, идущими за сошником. Имея наклон $\alpha \geq \varphi$, где φ - угол трения стальной пластины о почву на дне борозды, фигурная пластина 6 скользит по дну борозды, исключая сгуживание почвы перед собой.

Таким образом, фигурная пластина 6 выравнивает семена по глубине заделки и уплотняет почвенную среду вокруг семян, создавая хороший контакт семян с почвой. Кроме этого фигурная пластина 6, стабилизирует прямолинейность движения сошника, выполняя роль «лисьего хвоста», что так же важно для работы сошника.

Предлагаемая конструкция сошника наиболее полно решает техническую задачу по удовлетворению требований агротехники и обеспечению повышения урожайности культурных растений.

Формула изобретения

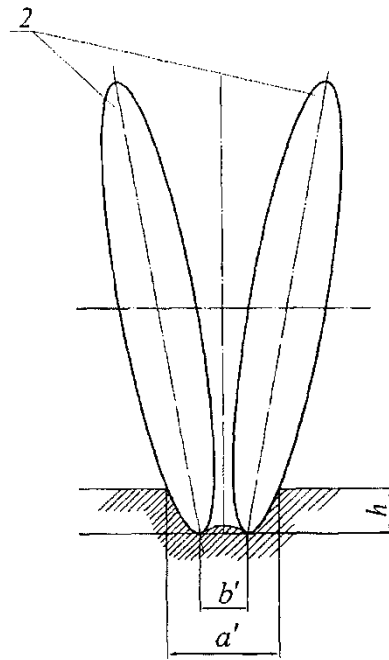
Сошник, содержащий корпус, поводок для крепления к раме, два плоских заостренных диска, направитель семян, чистик, два шарикоподшипника, отличающийся тем, что сошник снабжен фигурной пластиной из высокоизносостойкой стали, которая жестко закреплена с помощью переходника к корпусу сошника, длиной $l = \frac{h}{\sin \alpha}$, где h - глубина хода сошника; α - угол наклона

пластины к дну борозды $\alpha \geq \varphi$, где φ - угол трения стальной пластины о почву на дне борозды ($\varphi = 26 \dots 30^\circ$), имеющей конусную форму, подобную форме вертикального сечения борозды, а именно: в передней (верхней) части на выходе из борозды ширина пластины $a = a' - \Delta a$, где a' - наибольшая ширина борозды в верхней части, $\Delta a = 2 \dots 3$ мм - верхний зазор между пластиной и стенками борозды (по 1,0...1,5 мм на сторону); в задней (нижней) части ширина пластины $b = b' - \Delta b$, где b' - наименьшая ширина борозды в нижней части; $\Delta b = 2 \dots 3$ мм - нижний зазор между пластиной и стенками борозды (по 1,0...1,5 мм на сторону), а переходник, выполненный из пружинной стали, в верхней части имеет продольные отверстия под крепежные болты, которые позволяют регулировать высоту переходника и фигурной пластины, изменяя величину плотности почвенной массы вокруг семян, расположенных на дне борозды.

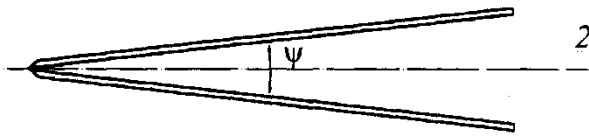
40

45

50



Фиг. 2
A-A



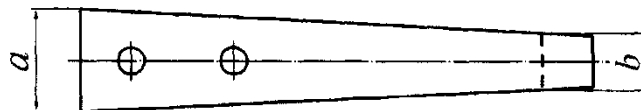
Фиг. 3
по B

10 7



Фиг. 4
по D

6



Фиг. 5



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) A4 (11) 30296
(51) A01C 7/20 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ

(21) 2014/1714.1

(22) 18.11.2014

(45) 15.09.2015, бюл. №9

(72) Сарсенов Амангельды Естаевич (KZ); Павлов Иван Михайлович (RU); Перетяtko Андрей Владимирович (RU); Мухамеджанов Валерий Халденбаевич (KZ); Бралиев Майдан Кабатаевич (KZ)

(73) Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана" Министерства образования и науки Республики Казахстан

(56) RU №2435356, 2011

(54) СОШНИК

(57) Сошник предназначен для посева зерновых, зернобобовых, крупяных и других сельскохозяйственных культур, позволяет выполнять посев, равномерно распределяя семена по глубине почвы в уплотненную почвенную среду, обеспечивающую хороший контакт семян с почвой и создающую необходимые условия для интенсивного прорастания семян и вегетативного развития растений.

Сошник состоит из корпуса 1, двух плоских заточенных дисков 2, направителя семян 4, двух шарикоподшипников, фигурной прижимной пластины 5 из высокоизносостойкой стали, выполненная вогнутой в виде балки равного сопротивления с вогнутостью, сходящейся на нет на криволинейном участке 7. Пластина 5 имеет наклонный участок 8, имеющий угол наклона меньше угла трения пластины 5 о почву, и горизонтальный прижимной элемент 9. Она прикреплена болтами 11 к корпусу 1 с возможностью ступенчатого регулирования по высоте посредством двух упорных накладок 13 и 17. Клиновидная накладка 17 расположена в углублении 16 корпуса 1 сошника, упорная накладка 13 - на прижимной пластине 5. Накладки 13 и 17 находятся в зацеплении горизонтально ориентированными ребрами треугольного поперечного сечения. Клиновидная накладка 17 выполнена в виде трапеции с боковыми стенками, параллельными дискам сошника.

(19) KZ (13) A4 (11) 30296

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, а именно к дисковым сошникам сеялок для посева зерновых, зернобобовых и крупяных культур.

Известен двухдисковый сошник (Сельскохозяйственная техника и технологии / И.А. Спицин, А.Н. Орлов, В.В. Ляпченко и др. под редакцией И.А. Спицина.: КолосС. 2006. - с.648, ил. ISBN 5-9532-0350-0), состоящий из корпуса, двух плоских дисков, направителя семян, чистика, поводка для крепления к раме, ступицы, двух шарикоподшипников. Диски сошника заточены по окружности и крепятся к корпусу под углом друг к другу внизу, а в передней части, смыкаясь между собой, образуют острый угол. При работе диски врезаются в почву, каждый диск прорезает слой почвы на определенную глубину и раздвигает его в поперечном направлении, формируя борозду. При встрече с инородными предметами: комками почвы, сорняками, пожнивными остатками и т.п. острые диски перерезают их или смещают, сдвигая, но не струживая их перед собой. Налипшая на вращающиеся диски сошника почва счищается неподвижно закрепленным чистиком.

Недостаток двухдисковых сошников - укладываемые в почву семена неравномерно распределяются по глубине, так как часть семян попадает не на дно борозды, а на ее стенки на различной глубине от поверхности. Кроме того, дно борозды не уплотняется, а разрыхляется острыми дисками. Семена, упавшие на такое дно, не обеспечиваются необходимым количеством влаги. Это ведет к увеличению сроков прорастания семян, ухудшению условий дальнейшего развития растений и снижению урожайности.

Прототипом предлагаемого сошника является сошник по Патенту РФ №2435356, МПК А01С 7/20, 2011, содержащий корпус, поводок для крепления к раме, два плоских заточенных дисков, расположенных друг к другу под углом, направителя семян, чистика, двух шарикоподшипников. Сошник снабжен фигурной пластиной выполненной из износостойкой стали, которая с помощью переходника крепится к корпусу. Переходник, изготовленный из пружинной стали, в верхней части имеет продольные отверстия под крепежные болты, которые позволяют регулировать высоту установки фигурной пластины, следовательно, изменять плотность почвенной массы в борозде. Поперечное сечение переходника и пластины - прямоугольное. Фигурная пластина установлена под углом, с углом меньшим чем угол трения пластины по почве.

Недостаток прототипа - несущая часть фигурной пластины установлена вертикально, что отдаляет загнутую прижимную часть пластины от дисков. Величина деформации пластины изменяет усилие действия его на семена, а следовательно и плотность почвенной массы на дне борозды. Она регулируется высотой установки фигурной пластины посредством болтового соединения переходника с корпусом. Так как регулировка требует смещения переходника вверх-вниз вдоль не круглых, а вытянутых

отверстий, резьбовое соединение напряженное. Болты крепления удерживают переходник с прикрепленной к нему фигурной пластиной от смещения относительно корпуса только за счет сил трения между поверхностью корпуса и переходника. Это требует больших усилий прижатия переходника к корпусу, следовательно, большего диаметра резьбы соединения или увеличения количества болтов крепления.

Соединение переходника с фигурной пластиной внахлест с помощью болтов образует не гладкую, а ступенчатую поверхность, соприкасающуюся с почвой. Это дополнительное сопротивление способствует налипанию почвы на пластину.

Технической задачей предлагаемого изобретения является снижение нагрузки на резьбовое соединение крепления, повышение усилия вдавливания семян и несущей способности прижимной пластины.

Техническая задача в сошнике, содержащем корпус, два плоских диска, поводок, направитель семян, выполнена тем, что фигурная прижимная пластина изготовлена вогнутой в виде балки равного сопротивления и с вогнутостью, сходящейся на нет на криволинейном участке, снабжена наклонным участком, имеющим угол наклона меньше угла трения материала пластины о почву, и горизонтальным прижимным элементом, прикреплен болтами к корпусу с возможностью ступенчатого регулирования по высоте посредством двух упорных накладок, помещенных неподвижно: одна, клиновидная - в углублении корпуса сошника, другая - на прижимной пластине и находящихся в зацеплении горизонтально ориентированными ребрами треугольного поперечного сечения, причем клиновидная накладка выполнена в виде трапеции с боковыми стенками, параллельными дискам.

Технологический процесс прижатия (вдавливания семян в семенное ложе) проходит в междисковом пространстве, а сзади закрытом от доступа комков почвы семьевдавливающей пластиной.

В отличие от прототипа, представленная конструкция сошника позволяет регулировать усилие давления на семена и почвенную среду, снизить нагрузку на резьбовое соединение крепления, повысить усилие вдавливания семян и несущую способность прижимной пластины.

Такая конструкция обеспечивает высокую проходимость сошника и удовлетворяет агротехническим требованиям при посеве, так как семена укладываются в плотно прижатую к ним почвенную среду на сравнительно одинаковой глубине заделки, обеспечивая наиболее благоприятные условия для интенсивного прорастания семян и дальнейшего вегетативного развития растений, что ведет к повышению урожайности.

Новизна и оригинальность предлагаемой конструкции сошника заключается в том, что фигурная прижимная пластина, выполненная вогнутой в виде балки равного сопротивления с вогнутостью, сходящейся на нет на криволинейном

участке, снабжена наклонным участком, имеющим угол наклона меньше угла трения пластины о почву, и горизонтальным прижимным элементом. Она прикреплена болтами к корпусу с возможностью ступенчатого регулирования по высоте посредством двух упорных накладок, помещенных неподвижно: одна-клиновидная - в углублении корпуса сошника, другая - на прижимной пластине. Упорные накладки снабжены горизонтально ориентированными ребрами треугольного поперечного сечения и находятся в зацеплении друг с другом. Одна из накладок выполнена в виде трапеции с боковыми стенками, параллельными дискам.

Имея наклон к дну борозды $\alpha \leq \varphi$, где φ - угол трения материала пластины о почву на дне борозды, пластина скользит по дну борозды без сгуживания почвы перед собой и прижимным элементом вдавливает семена в почву, обеспечивая уплотненную среду вокруг семян.

На фиг.1 изображен сошник, вид сбоку, на фиг.2 - сошник, вид сзади, на фиг.3 - прижимная пластина в аксонометрии, на фиг.4 - упорные накладки в аксонометрии.

Сошник состоит из корпуса 1 (фиг.1, 2), двух плоских заостренных дисков 2, установленных на шарикоподшипниках (на фиг. не показаны), помещенных в корпусах 3, направителя семян 4, прижимной пластины 5. Прижимная пластина 5 выполнена вогнутой в виде балки равного сопротивления и верхней частью 6 установлена параллельно направителю семян 4. Вогнутость сходит на нет на загнутом криволинейном участке 7 пластины 5 (фиг.3). Наклонный участок 8 пластины 5 выполнен прямолинейным с углом наклона к горизонту дна борозды, меньшим, чем угол трения пластины 5 к почве. Нажимной элемент 9 прижимной пластины 5 выполнен горизонтально. Прижимная пластина 5 установлена между дисками 2 с зазором и возможностью упругого деформирования под действием силы сопротивления почвенных комков разрушению. Выступающая за пределы междискового пространства часть прижимной пластины 5 расположена не выше уровня поверхности почвы.

В верхней части 6 прижимной пластины 5 выполнены продольные отверстия 10 под крепежные болты 11, кронштейн 12, в который упирается упорная накладка 13 прижимной пластины 5. Упорная накладка 13 снизу зафиксирована кронштейном 14, приваренным к прижимной пластине 5. В приливе 15 корпуса 1 выполнено углубление 16, где размещена упорная клиновидная накладка 17. Упорные накладки 13 и 17 выполнены с горизонтальными ребрами 18 (фиг.4) треугольного поперечного сечения (равнобедренного или неравнобедренного) и находятся в зацеплении друг с другом с оппозитным расположением ребер 18. Упорная накладка 17 выполнена клиновидной - верхняя сторона 19 больше нижней стороны 20, а боковые стороны параллельны дискам 2. Такое исполнение упорной накладки 17 позволяет ей параллельно выполнять функцию чистика.

Упорные накладки 13 и 17 снабжены сквозными продольными пазами 21 и 22. Тыльная сторона 23 упорной накладки 13 выполнена с закруглениями 24 с радиусом, равным радиусу закругления вогнутой верхней части 6 прижимной пластины 5. Прижимная пластина 5, упорные накладки 13 и 17 прикреплены к корпусу 1 с помощью болтов 11.

Такого исполнения элементов в конструкции прототипа не предусмотрено.

Сошник работает следующим образом. Диски 2, вращаясь в подшипниках, врезаются в почву и входят в неё. При движении сошника внутри образуемой дисками 2 борозды перемещается и прижимная пластина 5. Семена, упавшие на дно борозды под действием силы тяжести, попадают под прижимную пластину 5, которая прижимным элементом 9 придавливает их ко дну - в семенное ложе, обеспечивая уплотнение почвенной среды, что создаёт необходимые условия для интенсивного прорастания семян и дальнейшего развития растений. Сверху семена засыпаются рыхлой почвой загортачами, идущими за сошником.

Прижимная пластина 5 скользит по дну борозды, придавливая семена ко дну борозды и исключая сгуживание почвы перед собой, так как имеет наклон относительно дна борозды $\alpha \leq \varphi$. Так прижимная пластина 5 выравнивает семена по глубине заделки и уплотняет почвенную среду вокруг семян, создавая хороший контакт семян с почвой, обладающей высокой капиллярностью. Это способствует снабжению семян необходимой почвенной влагой, следовательно, обеспечивает условия для интенсивного их прорастания, продуктивного развития растений.

Сопротивление почвенных комков и семян вдавливанию прижимной пластиной 5 передается корпусу 1 через упорные накладки 13 и 17, треугольные ребра 18 которых находятся между собой в неподвижном зацеплении, не требующем от болтов крепления большого усилия сжатия. Болты 11 образуют ненапряженное соединение и передачу усилия не осуществляют.

Регулировка усилия давления пластины 5 на семена и почвенную среду производится перемещением вверх-вниз прижимной пластины 5 с прикрепленной к ней упорной накладкой 13 на один или несколько шагов расстановки ребер 18.

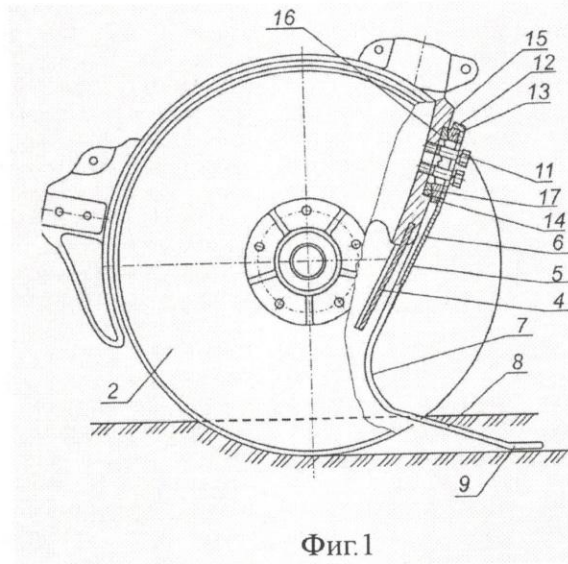
Предлагаемая конструкция сошника наиболее полно решает техническую задачу по удовлетворению требований агротехники и обеспечивает повышение урожайности культурных растений.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

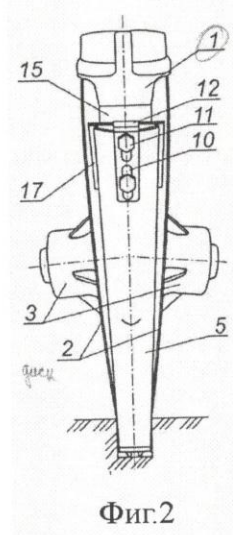
Сошник, содержащий корпус, поводок для крепления к раме, два плоских заточенных диска, установленных на шарикоподшипниках, направителя семян, чистика, установленную с возможностью вертикального перемещения прижимную пластину, отличающийся тем, что фигурная прижимная пластина, выполненная вогнутой в виде балки равного сопротивления с

вогнутостью, сходящейся на нет на криволинейном участке, снабжена наклонным участком, имеющим угол наклона меньше угла трения пластины о почву, и горизонтальным прижимным элементом, прикрепленным болтами к корпусу с возможностью ступенчатого регулирования по высоте с помощью двух упорных накладок, помещенных неподвижно:

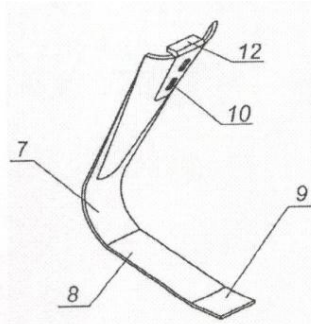
первая-клиновидная расположенная в углублении корпуса сошника; вторая - плоская расположенная на прижимной пластине и находящееся в зацеплении с горизонтально ориентированными ребрами треугольного поперечного сечения, причем клиновидная накладка выполнена в виде трапеции с боковыми стенками, параллельными дискам.



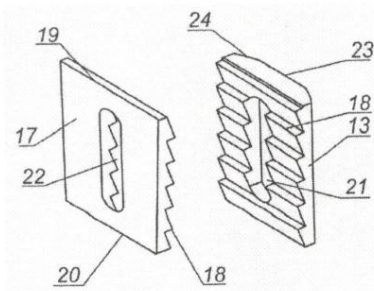
Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4

Верстка Н. Киселева
Корректор Д. Жапабаева



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) A4 (11) 30401
(51) A01C 7/20 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ

(21) 2014/1715.1

(22) 18.11.2014

(45) 15.10.2015, бюл. №10

(72) Сарсенов Амангельды Естаевич (KZ); Павлов Иван Михайлович (RU); Перетяцько Андрей Владимирович (RU); Мухамеджанов Валерий Халденбаевич (KZ); Бралиев Майдан Кабатаевич (KZ)

(73) Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана" Министерства образования и науки Республики Казахстан

(56) RU №2435356, 2011

(54) **СОШНИК**

(57) Сошник предназначен для посева зерновых, зернобобовых, крупяных и других сельскохозяйственных культур, позволяет выполнять посев с наибольшим удовлетворением требований агротехники - равномерно распределяя

семена по глубине почвы в уплотненную почвенную среду, обеспечивающую хороший контакт семян с почвой и создающую необходимые условия для интенсивного прорастания семян и развития растений.

Сошник состоит из корпуса 1, двух плоских заточенных дисков 2, поводка 4 для крепления к раме, направителя семян 5, чистика, двух шарикоподшипников, фигурной семядавляющей пластины 6 из высокоизносостойкой стали, выполненной вогнутой в виде балки равного сопротивления, причем вогнутость сходит на нет на загнутом криволинейном участке пластины 6. Верхней частью пластина 6 установлена параллельно направителю семян 5, а выступающая за пределы междискового пространства часть 11 семядавляющей пластины 6 расположена не выше уровня поверхности почвы и образует с дисками 2 закрытое с трех сторон пространство.

(19) KZ (13) A4 (11) 30401

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, а именно к дисковым сошникам сеялок для посева зерновых, зернобобовых и крупяных культур.

В соответствии с требованиями агротехники необходимо, чтобы при посеве семена укладывались на одинаковую глубину на уплотненное ложе и сверху закрывались рыхлой почвой.

Известен двухдисковый сошник (Сельскохозяйственная техника и технологии / И.А. Спицин, А.Н. Орлов, В.В. Ляпченко и др. под редакцией И.А. Спицина.: КолосС. 2006. - 648 с., ил. ISBN 5-9532-0350-0), состоящий из корпуса, двух плоских дисков, направителя семян, чистика, поводка для крепления к раме, ступицы, двух шарикоподшипников. Диски сошника заточены по окружности и крепятся к корпусу под углом друг к другу внизу, а в передней части, смыкаясь между собой, образуют общий острый угол. При работе диски врезаются в почву, каждый диск прорезает слой почвы на определенную глубину и раздвигает его в поперечном направлении, формируя борозду, на дно которой из семяпровода по направителю падают семена. Загортачи, следующие за дисками сошника, укрывают семена слоем почвы. При встрече с инородными предметами: комками почвы, сорняками, пожнивными остатками и т.п. острые диски перерезают их или смещают, сдвигая, но не сгуживая их перед собой. Налипшая на вращающиеся диски сошника почва счищается неподвижно закрепленным чистиком.

Недостаток двухдисковых сошников - укладываемые в почву семена неравномерно распределяются по глубине, так как часть семян попадает не на дно борозды, а на ее стенки на различной глубине от поверхности. Кроме того, дно борозды не уплотняется, а разрыхляется острыми дисками. Семена, упавшие на такое дно, не обеспечиваются необходимым количеством влаги. Это ведет к увеличению сроков прорастания семян, ухудшению условий дальнейшего развития растений и снижению урожайности.

Прототипом предлагаемого сошника является сошник по патенту РФ №2435356, МПК А01С 7/20, 2011, содержащий корпус, поводок для крепления к раме, два плоских заточенных диска, расположенных друг к другу под углом, направитель семян, чистик, два шарикоподшипника. Сошник снабжен выполненной из износостойкой стали фигурной пластиной, которая с помощью переходника прикреплена к корпусу. Переходник, изготовленный из пружинной стали, в верхней части имеет продольные отверстия под крепежные болты, которые позволяют регулировать высоту установки фигурной пластины, следовательно, изменять плотность почвенной массы на дне борозды. Поперечное сечение переходника, пластины - прямоугольное. Фигурная пластина установлена с углом наклона, меньшим угла трения почвы о материал пластины.

Сошник работает следующим образом. Диски врезаются в почву, прорезают слой почвы на определенную глубину и раздвигают его в

поперечном направлении, формируя борозду. Поступающие с направителя семена под действием силы тяжести падают на дно и стенки борозды. Фигурная пластина придавливает их сверху к дну борозды, создавая плотное соприкосновение семян с почвой.

Недостаток прототипа - несущая часть фигурной пластины установлена вертикально, что отдаляет загнутую прижимную часть пластины от дисков, образуя открытое незащищенное пространство между дисками и пластиной. На некоторой длине - от дисков до фигурной пластины - борозда остается открытой, и семена, упавшие с семяпровода, на этом участке присыпаются комками почвы, падающими со стенок сформированной дисками борозды. На их разрушение и уплотнение приходится часть усилия давления пластины. Это приводит к тому, что семена распределяются неравномерно по глубине, снижается усилие прижатия семян пластиной и не достигается их плотное соприкосновение с дном борозды. Неплотно прижатые к дну семена не обеспечиваются необходимым количеством влаги, что ведет к затягиванию сроков прорастания семян, ухудшению условий дальнейшего развития растений и снижению урожайности.

Изгибающий момент усилия прижатия пластины, действующий на консольно закрепленный переходник, относительно точки его крепления к корпусу, наибольший. Это вызвано тем, что сила сопротивления почвы и семян действует в основном на прямой изгиб тела пластины. Прямоугольное поперечное сечение вертикально установленного переходника фигурной пластины имеет низкий момент сопротивления изгибу, так как поперечное сечение переходника ориентировано длинной стороной перпендикулярно направлению движения сошника и линии действия силы сопротивления почвы. Вследствие указанного несущая способность пластины и усилие вдавливания семян снижаются.

Соединение переходника с фигурной пластиной внахлест с помощью болтов образует не гладкую, а ступенчатую поверхность, соприкасающуюся с почвой, что способствует налипанию почвы на пластину.

Технической задачей предлагаемого изобретения является повышение равномерности распределения семян по глубине, усиления вдавливания семян за счет уменьшения зоны воздействия пластины на семена и несущей способности семявдавливательной пластины.

Техническая задача в сошнике, содержащем корпус, два плоских диска, поводок, направитель семян, чистик, фигурную пластину, выполнена тем, что фигурная семявдавливательная пластина изготовлена вогнутой в виде балки равного сопротивления и верхней частью установлена параллельно направителю семян, причем вогнутость сходит на нет на загнутом криволинейном участке пластины, а выступающая за пределы междискового пространства часть хвостовика расположена не выше уровня поверхности почвы и образует с дисками закрытое с трех сторон пространство.

Технологический процесс прижатия семян в ложе проходит в междисковом пространстве, сзади закрываемом от доступа комков почвы семявдавливательной пластиной.

В отличие от прототипа, представленная конструкция сошника не содержит переходника для закрепления фигурной пластины к корпусу, а выполнена в виде одной детали. Семявдавливательная фигурная пластина выполнена вогнутой в виде балки равного сопротивления, верхней частью установлена параллельно направляющему семян, а вогнутость сходит на нет на загнутом криволинейном участке пластины. Выступающая за пределы междискового пространства часть семявдавливательного элемента расположена не выше уровня поверхности почвы и образует с дисками закрытое с трех сторон пространство.

Семена, упавшие непосредственно с семяпровода или направлятеля на дно борозды, попадают под движущуюся наклоненную к дну борозды фигурную пластину и вдавливаются ей сверху в дно борозды. Это обеспечивает вокруг семян необходимую уплотненную почвенную среду, равномерность укладки семян по глубине, а сверху семена прикрываются рыхлой почвой.

Усилие давления на семена и почвенную среду регулируется подбором жесткости семявдавливательной пластины и величиной его перемещения вдоль продольных отверстий под крепежные болты.

Такая конструкция обеспечивает высокую проходимость сошника и удовлетворяет агротребованиям при посеве, так как семена укладываются в плотно прижатую к ним почвенную среду на сравнительно одинаковой глубине заделки, обеспечивая наиболее благоприятные условия для интенсивного прорастания семян и дальнейшего развития растений, что ведет к повышению урожайности.

Новизна и оригинальность предлагаемой конструкции сошника заключается в том, что фигурная семявдавливательная пластина из высокопрочной стали выполнена вогнутой в виде балки равного сопротивления и верхней частью установлена параллельно направляющему семян, причем вогнутость сходит на нет на загнутом криволинейном участке пластины, а выступающая за пределы междискового пространства часть семявдавливательного элемента расположена не выше уровня поверхности почвы и образует с дисками закрытое с трех сторон пространство. Перемещаясь внутри борозды, пластина прижимает семена к дну, обеспечивая выравнивание глубины заделки семян.

Имея наклон к дну борозды $\alpha \leq \varphi$, где φ - угол трения материала пластины о почву на дне борозды, пластина скользит по дну борозды без сгуживания почвы перед собой и вдавливает семена в почву, обеспечивая уплотненную среду вокруг семян.

На фиг.1 изображен сошник, вид сбоку, на фиг.2 - то же, вид сзади, на фиг.3 - фигурная пластина в аксонометрической проекции, на фиг.4 - фигурная пластина, вид сверху.

Сошник состоит из корпуса 1 (фиг.1, 2), двух плоских дисков 2, установленных на помещенных в корпусах 3 шарикоподшипниках (на фиг. не показаны), поводка 4, направлятеля семян 5, фигурной семявдавливательной пластины 6. Семявдавливательная пластина 6 выполнена вогнутой в виде балки равного сопротивления и верхней частью 7 установлена параллельно направлятелю семян 5 с наклоном вперед. Вогнутость сходит на нет на загнутом криволинейном участке 8 пластины 6. Прямой наклонный участок 9 пластины 6 выполнен с углом наклона к горизонтальной поверхности дна борозды, меньшим, чем угол трения почвы о материал наклонного участка 9 и снабжен горизонтальным хвостовиком 10. Пластина 6 установлена между дисками с зазором (фиг. 4) и возможностью упругого деформирования под действием силы сопротивления почвенных комков разрушению. Выступающая за пределы междискового пространства часть 11 семявдавливательной пластины 6 расположена не выше уровня поверхности почвы и образует с дисками 2 закрытое с трех сторон пространство. Для крепления сошника к раме сеялки предусмотрен поводок 4.

В верхней части 7 семявдавливательной пластины 6 выполнены продольные отверстия 12 под болты крепления 13, позволяющие регулировать высоту пластины 6 и величину усилия давления на семена и почвенную массу вокруг семян на дне борозды. Верхняя часть 7 пластины 6 снабжена плоской площадкой 14.

Между фигурной пластиной 6 и корпусом 1 расположен чистик 15, прижатый к корпусу с помощью болтов 13.

Такого исполнения элементов в конструкции прототипа не предусмотрено.

Сошник работает следующим образом. Диски 2, вращаясь в подшипниках, врезаются в почву и входят в неё. При движении сошника внутри образуемой дисками 2 борозды перемещается и семявдавливательная пластина 6. Семена, упавшие на дно борозды под действием силы тяжести, попадают под фигурную пластину 6, которая наклонным семявдавливательным элементом 9 прижимает их ко дну и хвостовиком 10 вдавливает в семенное ложе.

Фигурная пластина 6 скользит по дну борозды, придавливая семена ко дну борозды и исключая сгуживание почвы перед собой, так как имеет наклон относительно дна борозды $\alpha \leq \varphi$ и выполнен без ступенчатых соединений и стыков. Сверху семена засыпаются рыхлой почвой загорточами, следующими за сошником.

Установленная с наклоном вперед фигурная пластина 6 с вогнутой верхней частью 7 имеет большую жесткость и создает большее усилие прижатия семян к дну борозды, так как верхняя часть выполнена с коробчатым поперечным сечением и имеет больший момент сопротивления изгибу.

Усилие прижатия семян к семенному ложу регулируется перемещением вверх-вниз пластины 6

относительно болтов крепления 13 вдоль продольных отверстий 12.

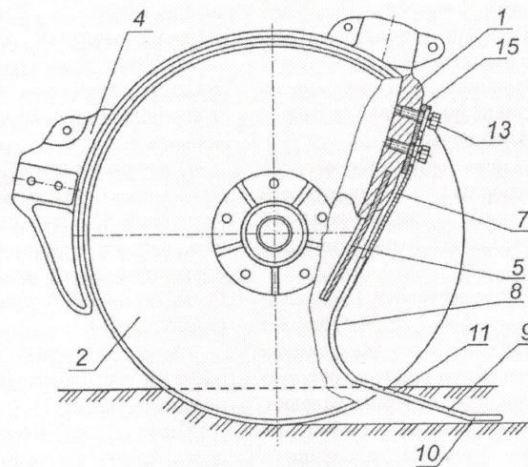
Чистик 15 предназначен для удаления прилипшей на диски 2 почвы.

Таким образом, фигурная пластина 6 выравнивает семена по глубине заделки и уплотняет почвенную среду вокруг семян, создавая хороший контакт семян с почвой, обладающей высокой капиллярностью. Это способствует снабжению семян необходимой почвенной влагой, следовательно, обеспечивает условия для интенсивного их прорастания, продуктивного развития растений.

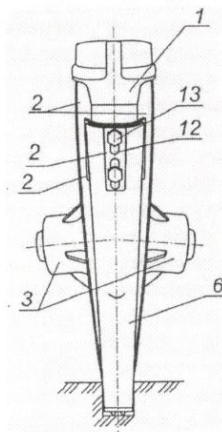
Предлагаемая конструкция сошника наиболее полно решает техническую задачу по удовлетворению требований агротехники и обеспечивает повышение урожайности культурных растений.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Сошник, содержащий корпус, поводок для крепления к раме, два плоских заточенных диска, установленных на шарикоподшипниках, направлятель семян, чистик, установленную с возможностью регулирования по высоте наклонную фигурную пластину, отличающийся тем, что сямьявдавливающая пластина выполнена вогнутой в виде балки равного сопротивления и верхней частью установлена параллельно направлятелю семян, причем вогнутость сходит на нет на загнутом криволинейном участке пластины, а выступающая за пределы междискового пространства часть сямьявдавливающего элемента расположена не выше уровня поверхности почвы и образует с дисками закрытое с трех сторон пространство.

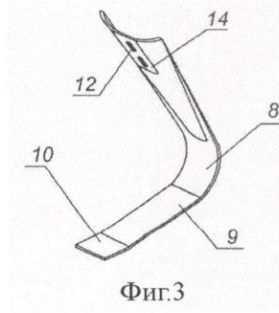


Фиг. 1

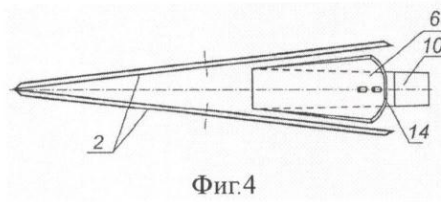


Фиг. 2

30401



Фиг.3



Фиг.4

Приложение Б
(справочное)

**Теоретическое тяговое сопротивление серийного и усовершенствованного
сошников R_c зерновой сеялки СЗ-3,6**

Для расчёта использовались формулы: (2.17)-(2.32)

Таблица Б.1 – Тяговое сопротивление серийного сошника, Н

Ско- рость движе- ния, м/с	Глубина хода сошника, м										
	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08
2	41,7	48,7	56,0	63,6	71,3	79,2	89,2	99,4	109,7	120,1	130,6
2,4	43,5	50,7	58,1	65,8	73,6	81,6	91,8	102,1	112,5	123,1	133,7
2,8	45,4	52,8	60,3	68,1	76,1	84,3	94,6	105,1	115,7	126,4	137,2
3,2	47,3	54,9	61,8	70,7	78,8	87,2	97,7	108,4	119,2	130,1	141,1
3,6	49,6	57,3	65,3	73,4	81,8	90,3	99,8	111,9	122,9	135,0	145,3
4	51,9	59,8	66,9	76,3	84,9	93,7	104,7	115,7	126,3	138,4	149,8

Таблица Б.2 – Тяговое сопротивление усовершенствованного сошника, Н

Скорость движе- ния, м/с	Глубина хода сошника, м										
	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08
2	51,1	58,4	66,0	73,8	81,8	89,9	100,2	110,7	121,3	132,0	142,8
2,4	52,5	59,9	67,6	75,5	83,6	92,5	102,4	113,0	123,7	134,5	145,5
2,8	53,9	61,5	69,4	77,4	85,7	94,2	104,4	115,5	126,4	137,4	148,5
3,2	55,4	63,2	71,3	79,5	88,0	96,7	107,4	118,4	129,4	140,6	152,0
3,6	57,2	65,1	73,4	81,8	90,4	99,5	109,7	121,5	132,8	145,2	155,8
4	59,1	67,2	75,8	84,4	93,2	102,3	113,6	125,0	136,5	148,2	160,0

Приложение В
(справочное)

Деформация пружины усовершенствованного сошника λ , м. зерновой сеялки
СЗ-3,6

Для расчёта использовались формулы: (2.34)-(2.56)

Таблица В.1 – Деформация пружины усовершенствованного сошника с коротким поводком, м

Скорость движения, м/с	Глубина хода сошника, м					
	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
2	13,1	34,7	59,1	86,2	116,2	148,9
2,4	13,3	34,9	59,4	86,7	116,8	149,7
2,8	13,5	35,3	59,9	87,3	117,5	150,5
3,2	13,8	35,6	60,4	87,9	118,3	151,5
3,6	14,1	36,1	60,9	88,7	119,2	152,6
4	14,4	36,5	61,6	89,5	120,2	153,8

Таблица В.2 – Деформация пружины усовершенствованного сошника с длинным поводком, м

Скорость движения, м/с	Глубина хода сошника, м					
	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
2	22,6	41,8	64,2	90,3	121,0	158,3
2,4	22,9	42,2	64,8	91,1	122,1	159,7
2,8	23,2	42,7	65,5	92,0	123,3	161,4
3,2	23,6	43,3	66,3	93,1	124,8	163,4
3,6	24,1	43,9	67,2	94,4	126,4	165,5
4	24,6	44,7	68,2	95,8	128,3	168,0

Приложение Г
(справочное)

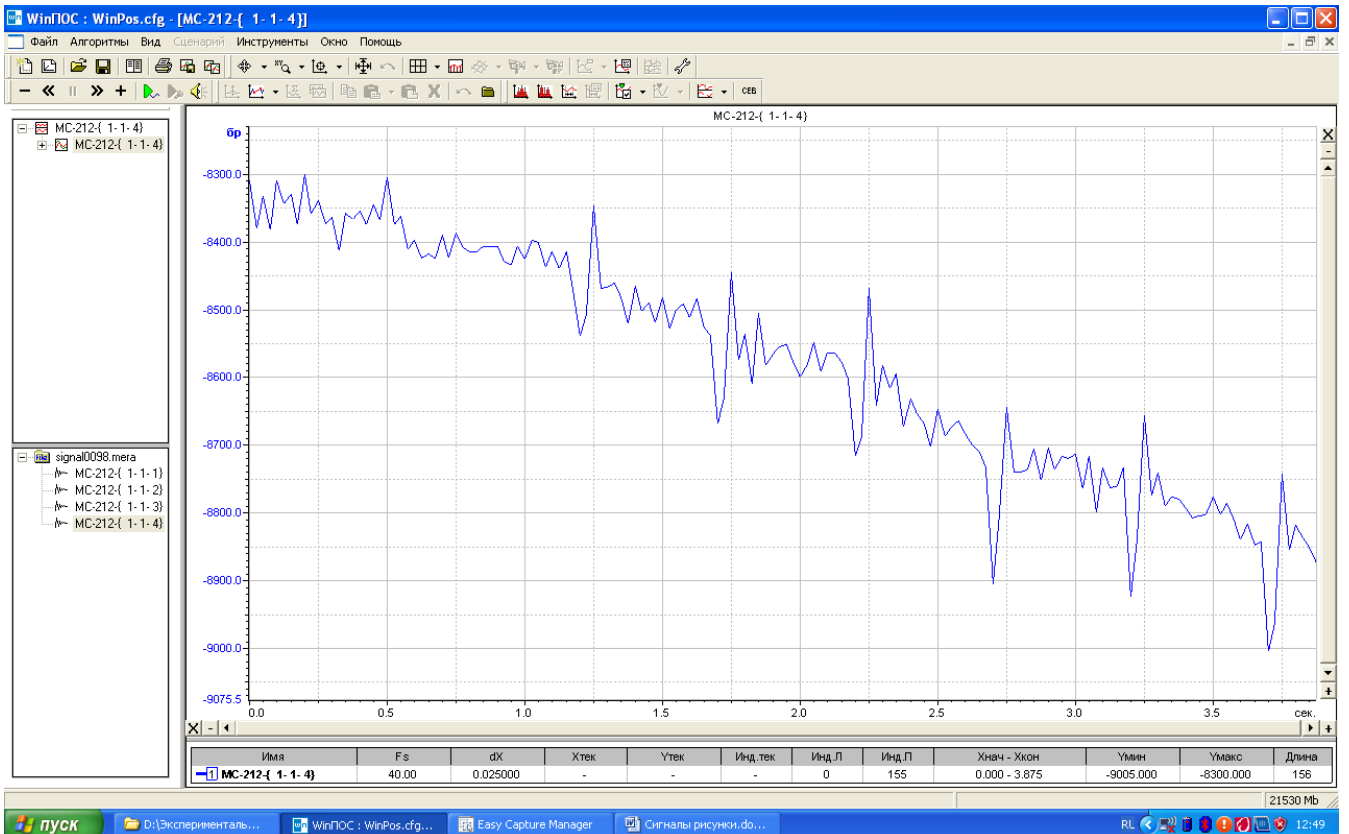
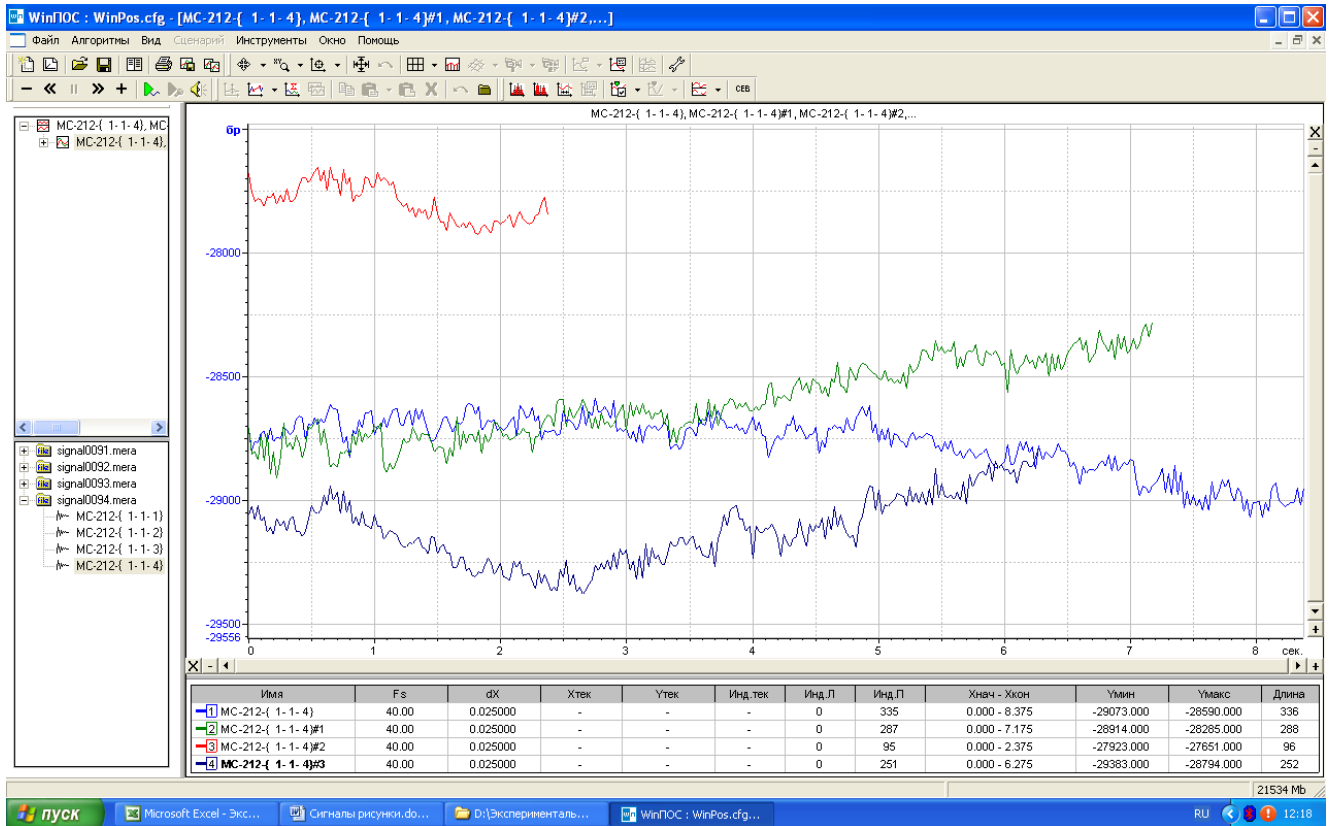
Расчётные значения колебаний сошника в процессе посева у

Для расчёта использовались формулы (2.88)-(2.93).

Таблица Г.1 – Динамика колебаний сошника в процессе посева, у, мм

Конструкция сошника	Расстояние, м						
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4
Серийный	0,0	6,6	5,5	-2,1	-7,2	-3,9	3,9
Усовершенствованный	0,0	6,0	5,0	-1,9	-6,5	-3,6	3,6

Приложение Д (справочное) Результаты экспериментальных исследований



Приложение Е (справочное) Результаты регрессионного анализа

Microsoft Excel - Эксперимент Расчет тягового сопротивления на метод наименьших квадратов.xls

Аrial Cyr 10

М21 198

1	Результаты вычислений тягового сопротивления перемещению серийный сошника															
2																
3	У	x1	x2	yx1	yx2	x1x2	x1,2	x2,2	Полученное уравнение системы 65B0+3,63B1+198B2=5893,472 3,63B0+0,21615B1+10,89B2=354,4907 198B0+10,89B1+624,8B2=17818,77							
4	Тяговое сопротивление, Н	Глубина хода сошника, м	Скорость движения, м/с						Метод Крамера							
5	41,649568	0,03	2	1,24949	83,2991	0,06	0,0009	4								
6	42,270624	0,03	2,4	1,26812	101,449	0,072	0,0009	5,76								
7	42,98872	0,03	2,8	1,28966	120,388	0,084	0,0009	7,84								
8	43,745632	0,03	3,2	1,31237	139,986	0,096	0,0009	10,24								
9	44,793664	0,03	3,6	1,34381	161,257	0,108	0,0009	12,96								
10	45,861104	0,03	4	1,37583	183,444	0,12	0,0009	16								
11	49,723296	0,035	2	1,74032	99,4466	0,07	0,00123	4								
12	50,480208	0,035	2,4	1,76681	121,152	0,084	0,00123	5,76								
13	51,353568	0,035	2,8	1,79737	143,79	0,098	0,00123	7,84								
14	52,343376	0,035	3,2	1,83202	167,499	0,112	0,00123	10,24								
15	53,507856	0,035	3,6	1,87277	192,628	0,126	0,00123	12,96								
16	54,769376	0,035	4	1,91639	219,078	0,14	0,00123	16								
17	58,02992	0,04	2	2,3212	116,06	0,08	0,0016	4								
18	58,90328	0,04	2,4	2,35613	141,368	0,096	0,0016	5,76								
19	59,931904	0,04	2,8	2,39728	167,809	0,112	0,0016	7,84								
20	60,227792	0,04	3,2	2,60911	208,729	0,128	0,0016	10,24								
21	62,454944	0,04	3,6	2,4982	224,838	0,144	0,0016	12,96								
22	63,929952	0,04	4	2,5572	255,72	0,16	0,0016	16								
23	66,56944	0,045	2	2,99562	133,139	0,09	0,00203	4								
24	67,559248	0,045	2,4	3,04017	162,142	0,108	0,00203	5,76								
25	68,723728	0,045	2,8	3,09257	192,426	0,126	0,00203	7,84								
26	70,082288	0,045	3,2	3,1537	224,263	0,144	0,00203	10,24								
27	71,61552	0,045	3,6	3,2227	257,816	0,162	0,00203	12,96								
28	73,323424	0,045	4	3,29955	293,294	0,18	0,00203	16								
29	75,283632	0,05	2	3,76418	150,567	0,1	0,0025	4								
30	76,389888	0,05	2,4	3,81949	183,336	0,12	0,0025	5,76								
31	77,72904	0,05	2,8	3,88645	217,641	0,14	0,0025	7,84								
32	79,242864	0,05	3,2	3,96214	253,577	0,16	0,0025	10,24								
33	80,970176	0,05	3,6	4,04851	291,493	0,18	0,0025	12,96								
34	82,910976	0,05	4	4,14555	331,644	0,2	0,0025	16								
35	84,153088	0,055	2	4,62842	168,306	0,11	0,00303	4								
36	85,3952	0,055	2,4	4,69674	204,948	0,132	0,00303	5,76								
37	86,889616	0,055	2,8	4,77893	243,291	0,154	0,00303	7,84								
38	88,59752	0,055	3,2	4,87286	283,512	0,176	0,00303	10,24								

Уравнение регрессии
Y=2005,27B1+9,34B2-48,77

Microsoft Excel - Эксперимент Расчет тягового сопротивления на метод наименьших квадратов.xls

Аrial Cyr 10

Q37

1	Результаты вычислений тягового сопротивления перемещению экспериментального сошника															
2																
3	У	x1	x2	yx1	yx2	x1x2	x1,2	x2,2	Полученное уравнение системы 65B0+3,63B1+198B2=6321,1534 3,63B0+0,21615B1+10,89B2=378,1189 198B0+10,89B1+624,8B2=19094,68							
4	Тяговое сопротивление, Н	Глубина хода сошника, м	Скорость движения, м/с						Метод Крамера							
5	48,075	0,03	2	1,47226	98,1504	0,06	0,0009	4								
6	49,690	0,03	2,4	1,49069	119,255	0,072	0,0009	5,76								
7	50,400	0,03	2,8	1,512	141,12	0,084	0,0009	7,84								
8	51,149	0,03	3,2	1,53446	163,676	0,096	0,0009	10,24								
9	52,186	0,03	3,6	1,56557	187,868	0,108	0,0009	12,96								
10	53,242	0,03	4	1,59725	212,966	0,12	0,0009	16								
11	57,062	0,035	2	1,99718	114,125	0,07	0,00123	4								
12	57,811	0,035	2,4	2,02339	138,747	0,084	0,00123	5,76								
13	58,675	0,035	2,8	2,05363	164,291	0,098	0,00123	7,84								
14	59,654	0,035	3,2	2,0879	190,894	0,112	0,00123	10,24								
15	60,806	0,035	3,6	2,12822	218,903	0,126	0,00123	12,96								
16	62,054	0,035	4	2,1719	248,218	0,14	0,00123	16								
17	65,280	0,04	2	2,6112	130,56	0,08	0,0016	4								
18	66,144	0,04	2,4	2,64576	158,746	0,096	0,0016	5,76								
19	67,162	0,04	2,8	2,68646	188,052	0,112	0,0016	7,84								
20	68,333	0,04	3,2	2,73321	218,665	0,128	0,0016	10,24								
21	69,658	0,04	3,6	2,7863	250,767	0,144	0,0016	12,96								
22	71,213	0,04	4	2,84851	284,851	0,16	0,0016	16								
23	73,728	0,045	2	3,31776	147,456	0,09	0,00203	4								
24	74,707	0,045	2,4	3,36182	179,297	0,108	0,00203	5,76								
25	75,859	0,045	2,8	3,41366	212,406	0,126	0,00203	7,84								
26	77,203	0,045	3,2	3,47414	247,05	0,144	0,00203	10,24								
27	78,720	0,045	3,6	3,5424	283,392	0,162	0,00203	12,96								
28	80,410	0,045	4	3,61843	321,638	0,18	0,00203	16								
29	82,349	0,05	2	4,11744	164,698	0,1	0,0025	4								
30	83,443	0,05	2,4	4,17216	200,264	0,12	0,0025	5,76								
31	84,768	0,05	2,8	4,2384	237,35	0,14	0,0025	7,84								
32	86,266	0,05	3,2	4,31328	276,05	0,16	0,0025	10,24								
33	87,974	0,05	3,6	4,39872	316,708	0,18	0,0025	12,96								
34	89,894	0,05	4	4,49472	359,578	0,2	0,0025	16								
35	91,123	0,055	2	5,01178	182,246	0,11	0,00303	4								
36	92,352	0,055	2,4	5,07936	221,645	0,132	0,00303	5,76								
37	93,830	0,055	2,8	5,16067	262,725	0,154	0,00303	7,84								
38	95,520	0,055	3,2	5,2536	305,664	0,176	0,00303	10,24								

Уравнение регрессии
Y=1866,88B1+7,8B2-36,37

**Приложение Ж
(справочное)**

Результаты определения углов трения

Таблица Ж.1 – Углы трения трущихся поверхностей

Трущиеся поверхности	Угол трения φ_1	Угол трения φ_2	Угол трения φ_3	Среднее значение угла трения $\bar{\varphi}$
2	3	4	5	6
1. Сталь- суглинистая почва				
1	25,0	25,5	26,0	
2	24,5	25,0	25,5	
3	25,0	25,5	25,5	
4	24,0	25,5	26,0	
5	24,0	24,5	26,0	
среднее	24,5	25,2	25,8	25,16
2. Сталь-супесчанная почва				
1	22,0	23,5	24,5	
2	22,5	23,0	24,0	
3	23,0	23,7	24,7	
4	23,5	24,0	24,2	
5	22,3	23,5	23,8	
среднее	22,6	23,4	24,2	23,40
3. Озимая пшеница-сталь				
1	19,5	21,0	20,0	
2	18,1	21,4	20,3	
3	19,7	21,3	20,4	
4	18,3	21,5	21,2	
5	18,7	21,5	20,8	
среднее	18,86	21,34	20,54	20,25
4. Яровая пшеница-сталь				
1	22,0	22,0	23,5	
2	22,5	22,4	23,7	
3	21,8	21,9	23,7	
4	22,2	22,1	23,9	
5	21,8	22,7	23,8	
среднее	22,06	22,22	23,72	22,66
5. Ячмень-сталь				
1	22,0	23,0	22,5	
2	21,5	22,5	22,0	
3	21,3	23,2	22,2	
4	22,1	23,4	22,5	
5	22,4	22,5	22,7	
среднее	21,86	22,92	22,38	22,38

2	3	4	5	6
6. Яровая пшеница – почва				
1	30,0	34,3	33,2	
2	31,8	31,6	32,4	
3	31,7	31,2	30,6	
4	30,5	30,8	30,2	
5	32,2	34,0	35,0	
среднее	31,24	32,38	32,28	31,97
7. Озимая пшеница – почва				
1	32,0	32,3	32,6	
2	32,8	32,6	32,4	
3	32,7	32,2	33,0	
4	32,5	32,8	32,2	
5	32,3	33,0	33,0	
среднее	32,46	32,58	32,64	32,56
8. Ячмень – почва				
1	31,1	32,0	31,6	
2	31,8	31,6	31,3	
3	31,0	31,2	32,0	
4	31,4	31,2	31,2	
5	31,3	31,0	31,7	
среднее	31,32	31,40	31,56	31,42

**Приложение И
(справочное)**

**Характеристика условий проведения эксперимента по
определению твёрдости и плотности почвы**

Таблица И.1 – Характеристика высеваемого материала и опытного участка

Наименование показателей	Значение показателей
Дата посева	30 мая 2016 г.
Место посева	Опытное поле ЗКАТУ
Культура	Яровая пшеница
Сорт	Волгоуральская
Чистота семян, %	99,2
Всхожесть семян, %	92,0
Масса 1000 семян, г	43,57
Тип почвы и название по механическому составу	Среднесуглинистый
Структура	Мелкокомковатая
Рельеф	Ровный
Микрорельеф	Выровненный
Основная обработка	Отвальная
Влажность почвы, % в слоях, см: 0...5 5...10 10...15	12,6 18,0 21,9
Твёрдость почвы, МПа, в слоях, см: 0...5 5...10 10...15	0,42 0,94 1,22
Предшествующая обработка	Покровное боронование зубowymi боронами в два следа

Приложение Л (справочное)

Определение равномерности глубины заделки семян

Таблица Л.1 – Результаты полевых исследований по определению равномерности глубины заделки семян

№ п/п	Глубина заделки семян, мм							
	Тип сошника							
	двухдисковый				экспериментальный			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	55	57	59	55	67	48	69	50
2	60	61	60	61	62	66	65	65
3	55	56	53	57	63	64	66	63
4	51	52	53	52	61	62	63	62
5	48	47	42	50	58	57	52	50
6	45	46	40	46	55	57	60	56
7	40	52	37	53	60	59	60	59
8	35	50	33	50	49	46	48	45
9	41	38	40	39	51	47	50	48
10	53	47	45	51	53	50	52	51
11	57	52	50	56	55	56	55	56
12	61	58	60	60	63	64	65	67
13	63	66	67	65	61	62	62	66
14	65	70	67	71	45	46	47	50
15	67	73	75	76	47	49	49	52
16	69	76	79	75	49	53	48	57
17	62	65	62	64	52	55	52	54
18	60	61	59	62	50	51	51	52
19	57	49	55	47	52	54	53	55
20	56	48	56	47	66	68	66	67
21	58	52	59	50	68	66	69	66
22	60	59	61	62	60	62	61	62
23	62	63	65	57	63	64	64	65
24	51	61	52	62	61	70	62	70
25	62	68	64	68	60	58	60	58
26	59	67	58	67	59	57	58	57
27	56	65	56	66	66	65	65	66
28	57	63	55	64	67	66	66	67
29	54	60	52	59	64	63	63	64
30	52	62	52	60	62	62	62	61
31	55	65	57	67	75	69	74	70
32	60	46	62	48	70	64	68	66
33	64	60	65	72	60	62	63	65
34	63	58	64	67	63	61	63	61
35	65	45	67	49	64	65	65	67

Окончание таблицы Л.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
36	58	60	57	61	58	66	57	63
37	47	59	49	60	60	59	59	61
38	55	55	54	52	62	65	64	62
39	50	48	51	43	60	64	61	63
40	49	42	47	43	58	62	57	61
41	59	50	55	53	59	64	60	62
42	62	54	61	54	52	54	55	54
43	64	58	63	56	65	66	68	67
44	64	60	64	60	61	64	63	64
45	65	62	66	63	65	67	68	66
46	56	65	59	62	71	61	72	62
47	68	67	71	57	73	67	74	65
48	74	70	75	72	66	64	63	64
49	52	60	57		61	60	55	60
50	43					57	52	58
51	35					56	61	55
52						54	57	53
53							54	61
\bar{x}_{cp}	56,451	57,714	57,347	58,146	60,245	59,962	60,302	60,185
σ	8,40	8,44	9,61	8,75	6,67	6,30	6,79	6,04

Таблица Л.2 – Средняя относительная частота для различных диапазонов глубины заделки семян

Интервал, см	Средняя относительная частота $\frac{n_i}{n}$	
	двухдисковый	экспериментальный
3-4	0,03	0
4-5	0,14	0,07
5-6	0,37	0,32
6-7	0,39	0,57
7-8	0,07	0,04

Приложение М (справочное)

Заключения по определению продуктивных запасов влаги в почве

РГП на ПХВ «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана»
Научно-исследовательский институт биотехнологии и природопользования

Заключение

по определению запасов продуктивной влаги в почве

Исследуемый материал - почвенные образцы, отобранные послойно через 10 см до глубины 1 м на опытно-производственных полях ЗКАТУ им. Жангир хана в ТОО "Изденіс" по изучению посевных агрегатов.

Заявитель – магистрант ФГБОУ ВПО СГАУ им. Н.И. Вавилова Сарсенов А.И.

Дата отбора образцов – 15.05.2014 г.

Сроки проведения анализов – 15.05.2014 - 16.05.2014

Порядковые номера образцов - с 47 по 85

В ходе исследований почвы было установлено содержание влаги по отдельным слоям почвы и в целом в пахотном и в метровом слое (таблица).

Таблица - Полевая влажность и запасы продуктивной влаги в почве

Слой почвы, см	Полевая влажность, %	Продуктивная влага, мм
0-10	24,2	13,7
10-20	23,2	14,2
20-30	22,4	13,4
30-40	18,6	7,8
40-50	21,8	12,5
50-60	20,3	11,6
60-70	19,2	10,6
70-80	18,8	10,4
80-90	17,8	9,7
90-100	20,7	13,1
0-30	23,3	41,3
0-100	20,7	117,0

Заключение выдано:

Научный сотрудник испытательного центра НИИ БиП



Джапаров Р.Ш.

Техник-лаборант НИИ БиП



Жылкыбаев Б.Б.

Руководитель испытательного центра НИИ БиП



Абишева С.Х.

Директор




Ахмеденов К.М.

РГП на ПХВ «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана»
 Научно-исследовательский институт биотехнологии и природопользования

Заключение

по определению запасов продуктивной влаги в почве

Исследуемый материал - почвенные образцы, отобранные послойно через 10 см до глубины 0,3 м на опытно-производственных полях ЗКАТУ им. Жангир хана в ТОО "Ізденіс" по изучению посевных агрегатов.

Заявитель – магистрант ФГБОУ ВПО СГАУ им. Н.И. Вавилова Сарсенов А.И.

Дата отбора образцов – 10.09.2014 г.

Сроки проведения анализов – 10.09.2014 - 11.09.2014

Порядковые номера образцов - с 1 по 18

В ходе исследований почвы было установлено содержание влаги в слое 0-30 см (таблица).

Таблица - Полевая влажность и запасы продуктивной влаги в почве

Слой почвы, см	Полевая влажность, %
0-10	10,0
10-20	14,6
20-30	17,3

Заключение выдано:

Научный сотрудник испытательного центра НИИ БиП



Джапаров Р.Ш.

Руководитель испытательного центра НИИ БиП



Абишева С.Х.

Директор НИИ БиП

Ахмеденов К.М.

Приложение Н (справочное)

Акты внедрения

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель КХ «Сулейменов»
Сулейменов Ш.С.

« 31 » 08 2015 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ научно-исследовательской работы



Мы, нижеподписавшиеся представители крестьянского хозяйства «Сулейменов» г. Уральска Западно-Казахстанской области Республики Казахстан *Сулейменов Ш.С., Климахин А.П.* с одной стороны и представители ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова» Российской Федерации *Павлов И.М., Сарсенов А.Е.* с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в период с «15» мая 2015 г по «30» августа 2015 г сотрудниками ФГБОУ ВПО СГАУ им. Н.И. Вавилова т.т. *Павловым И.М., Сарсеновым А.Е.* внедрена на полях КХ «Сулейменов» следующая научно-техническая разработка: «Усовершенствованный двухдисковый сошник зерновой сеялки СЗ-3,6 для рядового посева зерновых культур».

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

Изготовлена экспериментальная зерновая сеялка СЗ-3,6, оборудованная усовершенствованными двухдисковыми сошниками с прижимной пластиной.

Произведен посев яровой пшеницы сорта «Волгоуральский» на площади 3 га.

Контрольные посевы проводились серийной зерновой сеялкой СЗ-3,6.

Осуществлены мероприятия по уходу за посевами.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению с серийным, исходным вариантом:

По результатам испытания экспериментальной зерновой сеялки СЗ-3,6 при посеве яровой пшеницы получены следующие показатели:

- количество семян в заданном интервале глубины заделки (6 см) с допустимым отклонением ± 1 : составило 56,8 % против 40,3 %;

- за счет создания плотного контакта семян с дном борозды повысилась полевая всхожесть до 75,7 % против 70,1 %;

- биологическая урожайность яровой пшеницы при посеве экспериментальной сеялкой составила 10,8 ц/га, а на контрольных посевах – 9,8 ц/га.

3. Предложения о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Полевые испытания экспериментальной зерновой сеялки с усовершенствованными сошниками, оснащенные прижимными пластинами, на полях КХ «Сулейменов» подтвердили принципиальную возможность использования ее для посева зерновых культур и рекомендует продолжить работы по совершенствованию конструктивно-технологических схем серийной сеялки СЗ-3,6.

Акт составлен в 3 экземплярах

Представители университета:

Павлов И.М.
Сарсенов А.Е.

Представители хозяйства:

Сулейменов Ш.С.
Климахин А.П.



«УТВЕРЖДАЮ»
 Директор ТОО «Ізденіс»
 С.У. Байтлесов

07 2015 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся представители Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова И.М. Павлов, А.Е. Сарсенов с одной стороны, и представители ТОО «Ізденіс» г.Уральска Западно-Казахстанской области Республики Казахстан С.У. Байтлесов, М.Т. Абуов с другой стороны составили настоящий акт в том, что в период с «25» августа 2014 г по «15» июля 2015 г сотрудниками Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова И.М. Павловым, А.Е. Сарсеновым внедрена на полях ТОО «Ізденіс» следующая научно-техническая разработка:

Усовершенствованный двухдисковый сошник с прижимной пластиной зерновой сеялки СЗ-3,6 для рядового посева зерновых культур

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

Проведен посев опытных участков озимой пшеницы сорта «Лютесценс -72» на площади 12 га, с нормой высева 120 кг/га чистых семян. Для посева использовалась экспериментальная зерновая сеялка СЗ-3,6, оснащенная усовершенствованными двухдисковыми сошниками с прижимными пластинами. Контрольные посевы проводились зерновой сеялкой СЗ-3,6 с серийными сошниками. Определены качественные показатели высева сеялок: равномерность укладки семян по глубине заделки, динамика появления всходов и фактическая урожайность.

Осуществлены мероприятия по уходу за посевами.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению с базовым, исходным вариантом: По результатам испытания экспериментальной зерновой сеялки СЗ-3,6, оснащенной усовершенствованными двухдисковыми сошниками, при посеве получены (соответственно) следующие качественные показатели проведения посевов:

- количество семян, заделанных на заданную глубину 6 см с допустимым отклонением ± 1 см, составило 60,2% против 38,5%;
- за счет создания плотного контакта семян с дном бороздки повысилась полевая всхожесть до 78,1% против 71,4%;
- урожайность озимой пшеницы при посеве усовершенствованными сошниками составила 13,0 ц/га против 11,8 ц/га.

3. Предложения о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

По результатам внедрения экспериментальной зерновой сеялки СЗ-3,6 на полях ТОО «Ізденіс» рекомендуем: - использовать предлагаемые двухдисковые усовершенствованные сошники для посева зерновых культур. Конструктивных дефектов, препятствующих выполнению сошником заданных функций, не обнаружено.

Представители университета:

И.М. Павлов
А.Е. Сарсенов

Представители ТОО «Ізденіс»:

С.У. Байтлесов
М.Т. Абуов

ПРОТОКОЛ № 1

заседания технического совета АО «Белинксельмаш»

«31» января 2017 г.

Присутствовали: генеральный директор АО «Белинксельмаш» Капелюшный М.Ф., главный конструктор Моисеев А. Н., ведущий инженер-конструктор Силкин Р.В.

Слушали сообщение аспиранта кафедры «Механика и инженерная графика» Саратовского государственного аграрного университета им.Н.И. Вавилова Сарсенова А.Е. по материалам кандидатской диссертации на тему: «Повышение эффективности зерновой сеялки СЗ-3,6 за счет совершенствования технологии равномерной укладки семян в почву».

Сарсенов А.Е. доложил о проведенных исследованиях по совершенствованию дискового сошника зерновой сеялки типа СЗ-3,6. Оснащение сошника прижимной пластиной, изготовленной из рессорно-пружинной стали 65Г, позволяет выровнять глубину заделки семян и уплотнить почвенную среду вокруг них, создавая хороший контакт семян с почвой, обладающей высокой капиллярностью. Тем самым обеспечиваются благоприятные условия для интенсивного прорастания семян, продуктивного развития растений и повышения их урожайности. Обоснованы параметры прижимной пластины, проведены теоретические расчеты, приведены фрагменты полевых испытаний, дана технико-экономическая оценка.

Вопросы задавали: ген. директор Капелюшный М.Ф., гл. конструктор Моисеев А. Н.

В обсуждении доклада приняли участие: генеральный директор ЗАО «Белинксельмаш» Капелюшный М.Ф., главный конструктор Моисеев А. Н., ведущий инженер-конструктор Силкин Р.В.

Выступающие отметили целесообразность и высокий уровень предложений докладчика.

Принятые решения:

1. Отметить работу Сарсенова А.Е. как актуальную, имеющую практический интерес для АО «Белинксельмаш».
2. АО «Белинксельмаш» рекомендует продолжить работы по дальнейшему совершенствованию элементов сошника в направлении снижения трения пластины о диски и проведения испытаний в полевых условиях на площади не менее 50 га.

Председатель

Секретарь



М.Ф. Капелюшный

Р.В. Силкин