

633.34
п 77

С.П. Присяжная, Г.В. Желудева

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

ПОСЕВА СОИ



Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2008

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Департамент научно-технологической политики и образования

**Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования**

**«ДАЛЬВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

С.П. Присяжная, Г.В. Желудева

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПОСЕВА СОИ**

Монография

**Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2008**

УДК 631.331.022.633.853.52.001

Совершенствование технологического процесса посева сои: монография / С.Н.Присяжная, Г.В.Желудева. – Благовещенск: ДальГАУ, 2008. – 126 с.

В монографии изложены результаты многолетних исследований по совершенствованию технологического процесса посева сои.

Проведено теоретическое и экспериментальное обоснование высевающего аппарата к сеялкам СЗ-3,6, СЗП-3,6, обеспечивающих равномерное распределение семян вдоль рядка при рядовом и широкорядном способах посева.

На основе разработанных технических решений (патенты № 2134502, 2226760) было произведено переоборудование сеялки СЗП-3,6, проведена производственная проверка и приемочные испытания. Установлено, что катушечно-винтовые высевающие аппараты надежно и качественно выполняют технологический процесс и обеспечивают повышение урожайности.

Рецензенты:

Н.Ф. Иванкина, д.б.н., профессор, зам. директора
технологического института по науке;

А.В. Сюмак, к.т.н., с.н.с., зав. отделом почвообрабатывающих
и посевных машин ГНУ ДальИПТИМЭСХ

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом ФГОУ ВПО
ДальГАУ (Протокол № 11 от 09.06.2008г.)

ISBN 978-5-9642-0071-0

Издательство ДальГАУ, 2008

ВВЕДЕНИЕ

Посев является одним из ответственных агротехнических мероприятий при возделывании сои. От качественного и своевременного его проведения зависит величина урожая сои. Современная агротехника предъявляет довольно жесткие требования к посевным машинам. Они должны обеспечивать равномерное распределение семян по длине ряда, их заделка должна осуществляться на оптимальную, одинаковую глубину, высевающий аппарат не должен травмировать семена при посеве.

Однако, существующие зерновые сеялки, используемые на посеве сои, несмотря на свои достоинства, не полностью выполняют агротехнические требования, в частности, не обеспечивают равномерное распределение семян по длине ряда. Оснащенные катушечными высевающими аппаратами дают при посеве пульсирующие потоки, отчего в рядках при расположении растений сои встречается как загущенность, так и пропуски, значительно превышающие допустимый по агротребованиям интервал, что приводит к недобору урожая, засоренности посевных площадей сорняками.

Равномерное распределение семян сои в рядке, удовлетворяющее агротехническим требованиям, не только уменьшает расход посевного материала, но и обеспечивает прибавку урожая за счет обеспечения лучшего воздухообмена, освещенности, водного и пищевого режима растений. Поэтому задача равномерного распределения семян по площади питания приобретает первостепенное значение при получении наилучших показателей урожайности сои.

Разработанный винтовой катушечный высевающий аппарат к зерновой сеялке наиболее приближается к равномерному распределению семян в рядке при посеве, позволяя благодаря своей конструкции при движении сеялки наиболее оптимально распределять семена сои по площади питания.

ПРОИЗВОДСТВО СОИ

Развитие производства сои

Среди регионов Дальневосточного федерального округа Амурская область по занимаемым площадям под сою занимает ведущее место. В последние 3 года отмечается увеличение посевов сои после многолетних уменьшений посевных площадей. Площадь посевов фирменной амурской культуры в 2007 году достигла 321 тысячу гектаров, что на 67,7 тысяч га больше, чем в 2004 году, и на 121 тысячу га больше, чем в 2000 году.

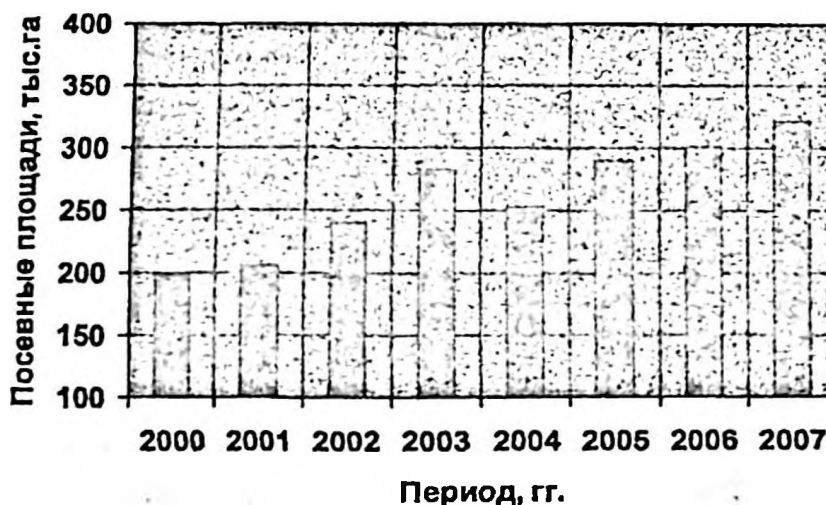


Рис. 1. Динамика посевных площадей в Амурской области

За анализируемый период отмечается устойчивая тенденция к росту посевных площадей под сою. Так, если в Амурской области в 2003 году рассматриваемый показатель составлял 283 тыс. га, то к 2006 г. соей занято уже 301,1 тыс. га.

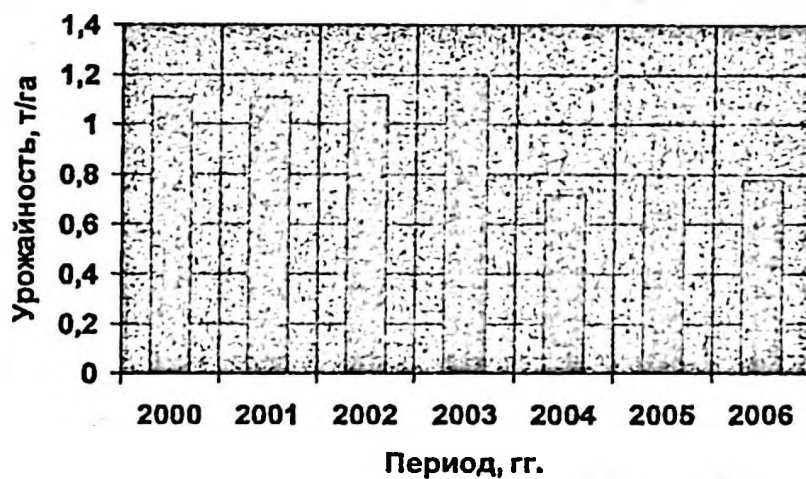


Рис. 2. Динамика урожайности сои в Амурской области

Показатель урожайности сои в Амурской области в 2003 году составил 1,2 т/га, это выше, чем в 2004 - 2006 гг.

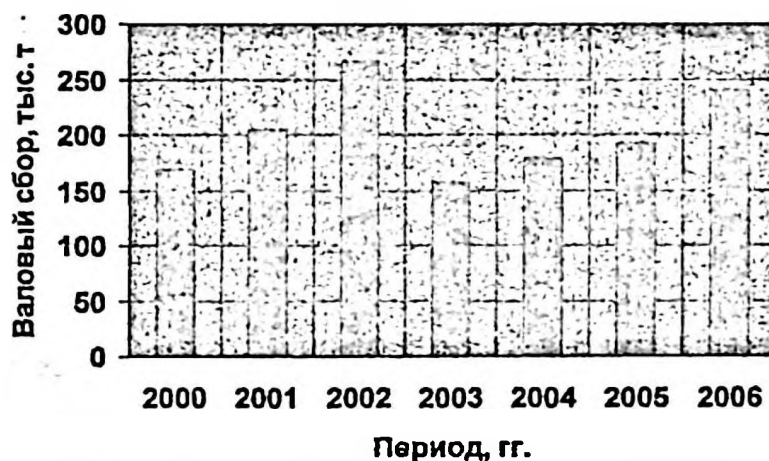


Рис. 3. Динамика валового сбора сои в условиях Амурской области.

Валовой сбор сои в Амурской области за анализируемый период (2000-2006 гг.) наиболее высоким наблюдался в 2002 г., затем после трехлетнего спада достиг отметки 239,7 тыс. т (2006 г.).

Область располагает резервами для расширения посевных площадей, так как более 500 тыс. га пашни не используется по причине низкой технической обеспеченности хозяйств. Программой развития сельского хозяйства Амурской области планируется до 2010 г. увеличение посевных площадей, отведенных для сои, увеличить до 500 тыс. га. В последние годы производственные затраты на возделывание этой культуры увеличились многократно, но и в этих условиях производство сои в области прибыльно, ее рентабельность составляет около 25 %, соя востребована на рынке. За счет ее удается покрывать убытки других отраслей сельского хозяйства.

В последнее время обострилась проблема полноценного питания населения из-за дефицита белка. В ее решении большое значение имеет соя. Велика ее роль и в производстве масла.

Соя является одной из важнейших белково – масличных культур, она содержит в зерне 18-24% жиров, 38-55% белков, а также свыше 30% углеводов. Причем необходимо отметить наиболее высокую усвояемость белков и жиров растительного происхождения в сравнении с белками и жирами животного происхождения.

Отличительной чертой сои можно отметить её универсальность применения. Соя широко используется во многих отраслях современной промышленности: пищевой, фармацевтической, химической и др. Производство соевого масла занимает второе место после производства подсолнечного в России. Соевое масло отличается превосходным качеством и полной усвояемостью организмом.

Во многих странах (США, Япония, Канада, Дания, Корея и др.) продукты переработки соевых бобов широко известны как основа лечебно-профилактического питания. Исследования, проведенные в лаборатории оценки пищевых белков Института Питания Российской Академии медицинских наук, показали, что соевый белок является легкоусвояемым, питательным, также является эффективным средством профилактики

сердечных, раковых, почечных и других заболеваний.

Соевые бобы применяются для получения пищевого маргарина, растительного сала, для выработки соевой муки с последующим использованием ее для производства хлебобулочных изделий, а также в кондитерской промышленности. Наряду с использованием сои в пищевой, медицинской промышленности соя применяется в следующих отраслях народного хозяйства: типографской – для получения красок, в текстильной – для получения некоторых видов тканей, в химической – для изготовления пластмасс, глицерина; в резиновой – для получения каучуковых изделий, клея.

На сегодняшний день известно уже более тысячи наименований продуктов переработки сои, и это количество продолжает увеличиваться.

Соя как сырье является сравнительно дешевым, легко транспортабельным и нескоропортящимся продуктом. Это недорогой и эффективный источник белка и масла с неограниченными возможностями.

Кроме своей роли в питании человека, соя – прекрасная кормовая культура, позволяющая получить наивысший сбор белка с единицы площади и обеспечивающая производство дешевых и высокопитательных кормов. Наиболее эффективна интенсивная система кормления в молочном скотоводстве, яичном и бройлером птицеводстве, выращивании молодняка КРС, овец, свиней, при котором важным является насыщение рациона протеинами как источника строительного материала живой материи. Качество кормов для сельскохозяйственных животных, следовательно, оценивается по содержанию перевариваемого протеина и каротина.

На производство единицы животноводческой продукции требуется затратить определенное количество перевариваемого протеина, поэтому, чем богаче корма протеином, тем ниже их расход на 1 центнер продукции и наоборот. При кормлении молочного скота по рационам, не сбалансированным по содержанию белка, перерасход кормов достигает 30-35 %, а себестоимость молока повышается на 22-28 %. При откорме свиней

недостаток белка приводит к перерасходу кормов на 40-50 %, к тому же белковое голодание повышает заболеваемость животных, что также снижает их продуктивность.

Ценной кормовой культурой является соя, которую используют в качестве кормов в животноводстве: в виде шрота, жмыха, соевого кормового молока, травяной муки, соевых соевых, которая по качеству не уступает луговому сене и содержит до 4 % белка, также в кормлении используется зеленая масса соевых растений, силос, фосфатиды. Наиболее ценными кормовыми качествами обладает вегетативная часть растений сои, в которой пересвариваемого протеина на абсолютно сухое вещество значительно выше, чем у других кормовых культур.

Вопросам использования сои для продовольственных, промышленных, медицинских и кормовых целей посвящено много отечественной и зарубежной литературы.

Дальневосточный селекционер В.А. Золотницкий [68] писал о достоинствах сои; что ни одно растение в мире не может произвести за 100 дней столько жира и белка, сколько даст соя, ни одно растение в мире не может соперничать с ней по количеству вырабатываемых продуктов.

По утверждению А.Г. Новака [119], один гектар посевов сои с успехом способен заменить два гектара посевов других бобовых и масличных культур.

Кроме того, соя – очень важное растение с агрономической точки зрения, являясь азотфиксатором, она обладает способностью фиксировать азот из атмосферы с помощью клубеньков, образующихся на корнях, обогащая тем самым почву азотом, улучшая ее структуру.

При благоприятных условиях соя способна сохранять почвенный азот, то есть какое количество его было до посева, такое и осталось после сбора урожая.

Азот сои, в отличие от минеральных удобрений, а иногда и органических, легко усваивается другими растениями. Кроме того,

возделывание сои позволяет резко снизить затраты на все дорожающие азотные удобрения, производство которых также наносит немалый вред окружающей среде. Поэтому соя является ценнейшим предшественником для многих сельскохозяйственных культур. Отмечается прибавка урожайности зерновых культур после сои.

Соя является ведущей культурой, определяющей специализацию земледелия Амурской области. Для стабилизации наращивания производства сои необходимо осуществление комплекса мероприятий, к которым необходимо отнести все технологические операции, в том числе и посев сои на основе улучшения технического и технологического обеспечения.

В целом технологический процесс высева сои можно охарактеризовать как строго обусловленный совокупностью организационных, качественных, энергетических и других показателей, направленных на достижение наивысших показателей экономики возделывания сои.

Существующие способы и агротехнические требования к посеву сои

Биология сои предъявляет определенные требования к технологическому процессу посева этой культуры. От способа посева зависит равномерность распределения растений по площади, степень их освещенности, эффективность в борьбе с сорняками и, в известной степени, обеспеченность растений влагой и питательными веществами.

Исследования, относящиеся к технологии посева, проводились без учета качественных показателей посевных машин и рассматривали процесс посева только с агробиологической стороны. Поэтому выводы таких исследований носят чисто академический характер для современного механизированного производства сои. Трудность разрешения этой проблемы в определенной мере объясняется

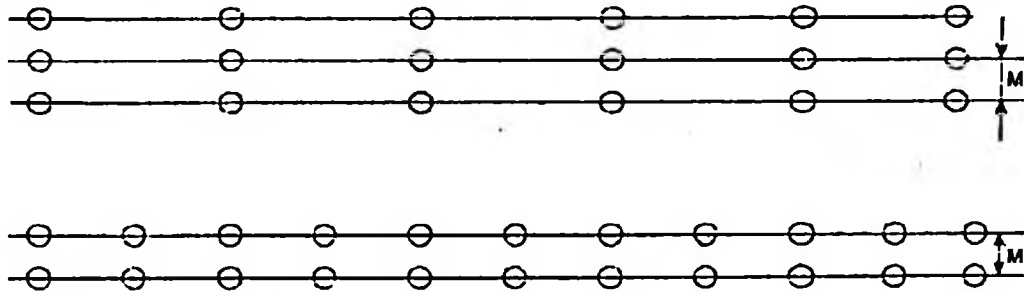
разнообразием почвенно-климатических условий сосеющих районов, различием возделываемых сортов и отсутствием специализированных для посева сои машин. Схемы основных способов посева сои приведены на рисунке 4, краткая характеристика - в таблице 1.

Краткая характеристика способов посева сои и размещения
их на площади

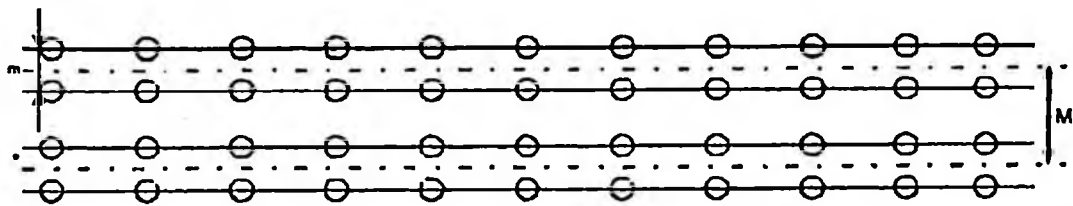
Таблица 1

Способ посева	Агротехнологические параметры			Применяемые посевные машины	Площадь посева, %
	Ширина междурядий, см	Ширина полосы, см	Норма высева тыс. шт./га		
1	2	3	4	5	6
Рядовой	15	-	700-900	СЗ-3,6;СЗП-3,6 СЗ-5,4	90
Ширококоряжный	46-60	-	700-900	СЗ-3,6;СЗП-3,6;СЗСП-3,6	5
Двухстрочный	51	15	700-900	СЗ-3,6;СЗП-3,6	3
Трехстрочный	51	7,5х7,5	700-900	Переоборуд. СЗ-3,6;СЗП-3,6	1
Полосной	70	15-20	500-600	СЗ-3,6;СЗП-3,6	0,5
Пунктирный	45-60	-	350-450	Переоборуд. ССТ 12	0,1
Гребневой	70-90	10-15	600-700	Гребневая сеялка культиватор	0,4
Гнездовой	45х45 60х60	-	250-350	Квадратно-гнездовая сеялка	-

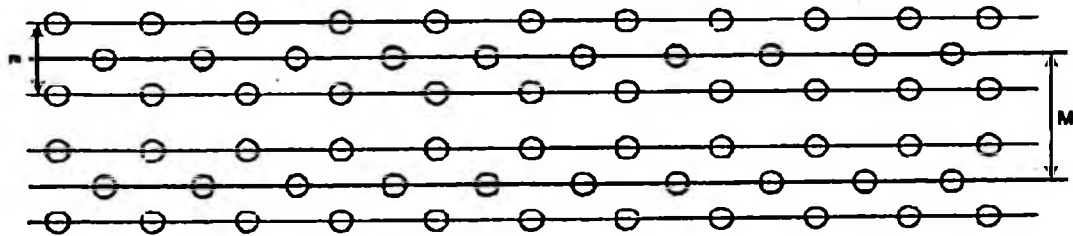
а) рядовой



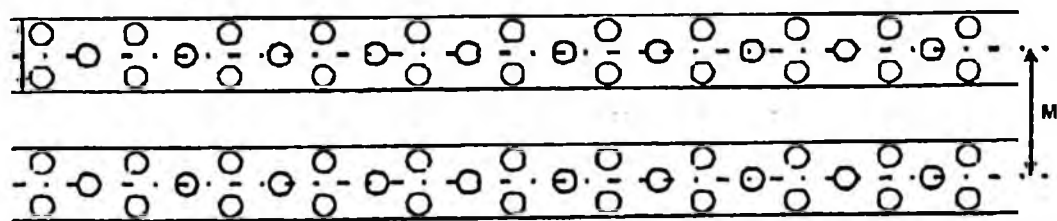
б) широкорядный



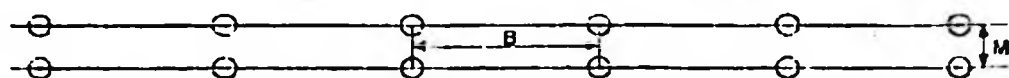
в) рядовой ленточный двухстрочный



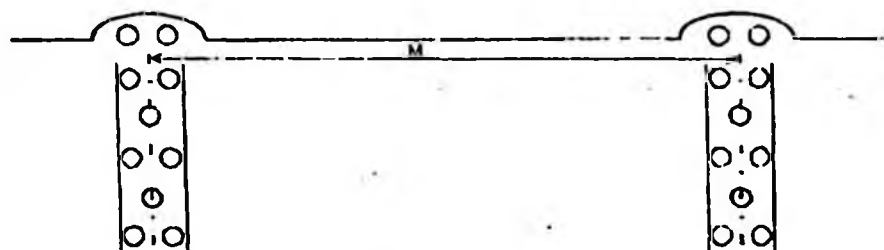
г) рядовой ленточный трехстрочный



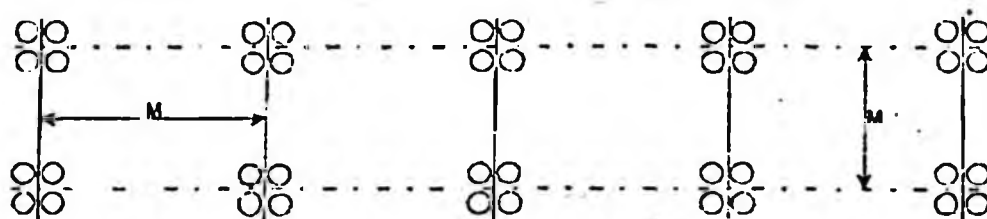
д) полосный (ленточно - безрядный)



е) пунктирный



ж) гребневой



з) гнездовой

Рис. 4. Способы посева

Для посева сои целесообразнее использовать такой способ посева, чтобы растения размещались по площади питания равномерно как продольно, так и поперечно. Согласно требованиям, предъявляемым к данной культуре, наиболее благоприятным считается широкорядный способ посева. Зональной системой технологий и машин на 2006-2015 гг. рекомендуется наряду с широкорядным проводить и рядовой посев.

Рациональное размещение растений сои на площади с целью создания оптимальных условий для прохождения процесса фотосинтеза и функционирования корневой системы долгое время служит предметом

изучения специалистов [8,23,24,100,164,165]. Имеющиеся данные научных учреждений Дальнего Востока о влиянии способов посева на урожай сои весьма противоречивы, что объясняется, главным образом, отсутствием совершенных механических средств для их широкой проверки.

В настоящее время в производственных условиях самым распространенным является рядовой способ посева сои, так называемый сплошной посев с междурядьем 15 см. При таком способе посева растения получают недостаточное боковое освещение, вследствие чего листья желтеют и опадают. В узлах опавших листьев из-за ухудшения питания вскоре опадают и бобы, что ведет к снижению урожая [165]. Кроме этого, при рядовом способе посева неравномерное размещение и ухудшение условий освещенности обуславливает напряженность внутривидовых взаимоотношений растений сои. При этом сильные растения угнетают рост и развитие более слабых, затеняют их и отнимают питательные вещества. В результате продуктивность посевов снижается.

Наиболее эффективным и самым распространенным в предыдущие годы являлся широкорядный способ посева с диапазоном междурядий от 45 до 60 см. На менее продуктивных засоренных почвах Приамурья и Приморья применялась разновидность этого способа – ленточный посев с междурядьями 51х15 см.

При этом в одних случаях лента состоит из двух строчек, в других - из трех при расстоянии между ними соответственно 15 и 7,5 см.

Выбор ширины междурядий посевов сои, как и других пропашных культур, является одним из наиболее важных вопросов механизированного производства сои. От правильного решения этого вопроса зависит не только возможность рационального использования техники на обработке посевов, но и величина, и качество урожая, и, следовательно, экономическая целесообразность возделывания сои в целом.

Исследования Амурской опытной станции по изучению влияния

ширины междурядий на урожайность сои при различных нормах высева [122] показали, что расширение междурядий посевов от 40 до 80 см при повышенных нормах высева, близких к широко принятым в настоящее время, благоприятно сказывается на урожайности сои.

Основываясь на анализе многочисленных авторов, А.К. Лещенко [107] пришла к выводу, что соя допускает значительные колебания в ширине междурядий до 80 см и даже до 90 см, не снижая урожай.

Особого внимания к вопросу о выборе оптимальной ширины междурядий посевов сои заслуживают работы А.А. Васильченко [27], он считает, что ширина междурядий должна обосновываться не только биологически, но и уровнем производства. Придерживаясь этой точки зрения, многие исследователи отмечали, что широкорядные посевы сои наиболее полно отвечают требованиям механизированной обработки междурядий.

Если в период до перестройки и реформирования АПК на Дальнем Востоке экономическая эффективность широкорядных посевов не вызывала сомнений, то в последующие годы наметилась тенденция к уменьшению ширины междурядий. Каковы же причины, послужившие широкому распространению узких междурядий посевов сои?

Если исходить из биологических особенностей этой культуры, то, как убеждают специальные исследования И.Ф. Беликова [10], оснований для посева сои с такими междурядьями нет. Одной из причин сужения междурядий в производственных условиях послужило мнение о большой способности сои путем затенения угнетать сорняки.

Направление сужения междурядий посевов сои поддерживалось рядом исследователей. Так, П.И. Колосков [91] считал, что при наличии более чем достаточного освещения и вполне достаточного количества летней влаги, при более или менее плодородной почве при широкорядном способе посева сои нет необходимости.

Противоречивость результатов исследований по способам посева

сои, очевидно, объясняется большой пластичностью этой культуры .. способностью в определенных пределах изменять свою продуктивность соответственно площади питания, а это приводит в итоге к почти одинаковому выходу зерна с единицы площади.

Например, в опытах Кировоградской опытной станции не было обнаружено существенных колебаний в урожае зерна сои при увеличении ширины междурядий от 15 до 60 см с четырьмя различными вариантами расположения растений в ряду.

В практике сельского хозяйства США большинство северных штатов возделывают сою с междурядьями 90-105 см, а в южных штатах предпочитают посевы с шириной междурядий 120 см [186,187].

Большинство американских исследователей считает, что при выборе оптимальной ширины междурядий необходимо исходить из следующих факторов: особенностей роста, уровня плодородия почвы, засоренности полей, применяемых в хозяйствах машин для возделывания не только сои, но и других пропашных культур. Американские фермеры идут по пути унификации междурядий для возделывания пропашных культур, в чем есть экономическая целесообразность.

При разных способах посева имеют значение все стороны биологии возделываемой культуры сои, в том числе отношение ее к водному, воздушному, световому, тепловому режимам, почвенным и другим условиям, отражающимся на ее урожайности. Принимая во внимание направленность настоящей работы, ограничимся анализом развития растений сои при различных способах посева и перейдем к анализу конструкций выссевающих аппаратов и сеялок.

Высевающие аппараты сеялок, их конструкция

Катушечный высевающий аппарат обладает рядом положительных качеств, к числу которых следует отнести, прежде всего, сравнительную простоту устройства, удобство регулировки, а также универсальность применения, причем реакция катушечного высевающего аппарата на уклоны местности сравнительно незначительная, подъем и спуск в пределах до 100 вызывает лишь небольшие колебания в процессе высева семян. На высоту слоя семян в семенном ящике аппарат практически не реагирует, только если семена в семенном ящике незначительно прикрывают его дно, высев уменьшается на 2 – 4%. Дробление этим высевающим аппаратом также сравнительно не высоко. Увеличение нормы высева и увеличение окружной скорости высевающей катушки авторы А.Н. Семенов, В.И. Свешников [145,142] связывают с уменьшением дробления крупных семян по сравнению с нижним высевом, но отдельные наблюдения свидетельствуют о том, что качество работы этого аппарата снижается при верхнем высеве, причем известно, что использование верхнего высева приводит к увеличению неравномерности распределения семян по длине ряда в 4 – 5 раз.

Данные о качестве работы катушечных высевающих аппаратов не всегда сравнимы, так как исследования разных авторов проводились в различных условиях. Поэтому они требуют дополнительных испытаний.

Качественные показатели работы катушечного высевающего аппарата являются итогом совмещения движения активного потока семян и потока семян, перемещаемых непосредственно желобчатой катушкой. Однако определяющую роль в образовании этих потоков в обоих случаях играет именно катушка высевающего аппарата, следовательно, ее конструкция должна в максимальной степени обеспечивать равномерность подаваемого ей потока, что является основным качественным показателем высева.

Семена сои следует размещать в рядке, согласно агротехническим требованиям, через 2-4 см по длине ряда одно растение от другого при широкорядном посеве, при изменении способа (ширины междурядий) расстояние между растениями варьируется в зависимости от нормы высева и качества посевного материала. Но равномерное распределение семян сои относительно друг друга является необходимым условием, существенно увеличивающим показатели урожайности. Для равномерного распределения семян необходимо высевать 30...50 семян в минуту, причем равномерным потоком, одно зерно сои за другим.

Однако базовая катушка высевающего аппарата состоит из двенадцати одинаковых желобков, разделенных между собой ребрами, что создает прерывистость высева и дает очень низкую степень равномерности распределения семян по длине ряда, то есть можно наблюдать при высеве как образование недопустимых интервалов между семенами сои, способствующих разрастанию сорняков, так и появление скученности семян сои. Это обусловлено специфичностью конструкции катушки, которая делит струю семенного потока, поступающего из зернового ящика, на отдельные порции, создавая тем самым прерывистость высева, величина каждой порции семян соответствует объему желобка и некоторому количеству семян, высеваемых за счет движения активного семенного потока сои. Неравномерность высева значительно снижает экономическую эффективность посевных работ, снижая урожайность сои на 25-30 %, также приводит к ухудшению посевных качеств семян сои, увеличению количества сорняков на посевных площадях.

Исследователи в своих работах затрагивали проблему неравномерного распределения семян сои и результаты их исследований по многим показателям схожи или же дополняют друг друга.

По данным Я.Я. Скродерса [124], в зависимости от интенсивности роста растений сои идет накопление сухого вещества в первые фазы развития, когда растения не угнетают друг друга, масса одного растения

как на более густом, так и на более разреженном участке посевов сои почти одинаков.

Но к концу вегетации загущенность приводит к снижению массы растений. Так, при густоте стояния 58-59 растений на 1 м^2 , масса их уменьшается на 30 % по сравнению с вариантом, когда на 1 м^2 размещались 49-50 растений сои. Совсем иное положение с накоплением сухого вещества на 1 м^2 , здесь наоборот с увеличением количества растений сои на единице посевной площади вес сухой массы на 1 м^2 увеличивается. Изменяется и площадь листовой поверхности: с увеличением густоты стояния растений сои на единице площади посевной поверхности чистая продуктивность фотосинтеза снижается, такая закономерность наблюдается в течение всей вегетации. Это подтверждают результаты, полученные А.А. Ничипоровым (1954, 1963 гг.), Л.Е. Строгоновой (1959 г.) и другими исследователями.

При загущенности посевов сои на единице посевной площади продуктивность одного растения заметно снижается: уменьшается число ветвей первого порядка, количество бобов, семян сои, приходящихся на одно растение, а также количество семян сои в бобах снижается, продуктивность культуры падает на 15-20%.

Неравномерность распределения семян сои по площади питания и, в частности, по длине ряда приводит к большому выпадению растений сои за период вегетации, вследствие неодинакового распределения между растениями питательных веществ почвы, солнечной энергии.

При увеличении нормы высева семян сои количество семян в урожае, приходящееся на единицу площади посева, несмотря на снижение продуктивности одного растения, возрастает за счет более густого стеблестоя, но это является нецелесообразным не только вследствие излишнего расхода посевного материала, но и потому, что увеличение нормы высева до 800 тыс. семян (от 600) на 1 гектар приводит к снижению массы 1000 семян сои на 7-8 граммов, процент выхода семян уменьшается,

значительно снижается устойчивость растений сои к полеганию, увеличивается процент морозобойного зерна сои. Посевные качества семян сои ухудшаются, увеличивается засоренность их семенами сорных растений.

Ф.Г. Лещев [106] разработал терминологию и метод определения характеристики рядового посева. Исходя из исследований показателей работы существующих высевальных аппаратов катушечного типа, он предполагает, что семена распределяются по длине ряда в соответствии с законом рассеивания, который применяется в теории стрельбы при определении вероятности поражения цели. Лещев пишет, что, так как семена подаются из высевального аппарата в семяпровод желобками катушки несвязанным пульсирующим потоком, то и на поверхность ряда они тоже попадут неравномерными кучками. Исходя из этого утверждения можно сделать вывод, что при равномерной подаче семян из высевального аппарата в семяпровод желобками катушки можно достичь равномерности распределения семян сои по длине ряда. Однако стоит учитывать роль в высеве семян активного слоя, который отрицательно влияет на равномерность высевания семян, так как практически неконтролируем, поэтому необходимо стремиться к максимальному уменьшению доли активного потока в общем посеве семян сои. Следует сделать акцент на равномерной подаче семян желобками катушки высевального аппарата.

Базовая форма катушки высевального аппарата такова, что выпадение семян сои из желобков начинается изнутри его, задние слои дают толчок передним, и вся порция семян выпадает одновременно, это проявляется тем сильнее, чем меньше угол поворота катушки относительно вертикали, поэтому преждевременное выпадение семян сои нежелательно, необходимо, чтобы семена скатывались по наклонной плоскости желобка один за другим.

Следовательно, желобчатая катушка делит струю пассивного семенного потока на отдельные порции, создавая тем самым

прерывистость высева. При пульсирующем характере работы базовой катушки высевающего аппарата наибольшая подача семян сои происходит в момент прохода серединой желобка выходного отверстия высевающего аппарата.

В результате такого высева между порциями семян сои в рядке на пройденном пути сеялкой образуются пропуски и скученности.

Расстояние между семенами в рядке находится в очевидной зависимости от объема порции подачи семян сои каждым желобком.

В сельском хозяйстве Амурской области работают сеялки СЗ – 3,6, СЗП – 3,6. Эти сеялки используются как для посева зерновых культур, так и для посева сои. Так как семена зерновых культур по форме и размерным характеристикам существенно отличаются от семян сои, агротехнические требования, предъявляемые к этим культурам, различны, то и при посеве сои необходимо применение высевающих аппаратов, способных обеспечить все эти требования и условия, способствующие получению максимальной урожайности возделываемой культуры.

Посевные агрегаты, состоящие из сеялок, имеют высевающие аппараты катушечного типа, для посева пропашных культур – механические дисковые и барабанные аппараты. В зарубежной практике для посева наряду с механическими высевающими аппаратами применяются аппараты пневматического и пневмомеханического действия.

Механические высевающие аппараты разнообразны по конструкции, к ним относятся катушечные, янутриреберчатые, ложечные, мотыльковые, канавочные, фрикционные, центробежные, вибрационные, щеточные.

Катушечный высевающий аппарат применяется для высева сои и зерновых культур во всех странах мира, он относительно прост по конструкции, легко устанавливается на норму высева, однако катушечному высевающему аппарату присущ существенный недостаток: пульсирующая подача семенного потока создает прерывистость высева, в

результате этого семена распределяются по длине ряда неравномерно, кучками, что совершенно недопустимо при возделывании сои. Базовая катушка высевающего аппарата дозирует струю семенного потока сои на небольшие порции, тем самым создавая прерывистость высева сои, величина каждой порции соответствует объему желобка и определенному количеству семян, выссеваемых за счет активного движения семян сои в подкатушечном слое. По наблюдениям А.Н. Семенова, при пульсирующем потоке выссеваемых семян наибольшая подача их происходит в момент прохода серединой желобка выходного отверстия семенной коробки. Расстояние между порциями семян сои в порядке на пройденном расстоянии сеялкой будет равным

$$\alpha = \frac{S}{z \times n}, \quad (1)$$

где s – путь, пройденный сеялкой, м;

z - число желобков, шт;

n - число оборотов катушки на пройденном пути, шт.

Следовательно, используемую в настоящее время катушку высевающего аппарата для посева сои нельзя считать оптимальным вариантом, так как она не дает возможности получения максимальных показателей урожайности культуры.

Исследователями в области катушечных высевающих аппаратов были разработаны высевающие аппараты несколько отличные от базового варианта, рассмотрим подробнее некоторые модели.

Катушечный высевающий аппарат. Авторское свидетельство СССР № 4013374/30-15 1987г. (рис. 5) Цель изобретения: повышение равномерности дозирования при расширении диапазона регулирования доз семян. Недостатком этой конструкции высевающего аппарата можно считать сложность механизма, что затрудняет внедрение его в полевых условиях, ухудшает возможность быстрой наладки на рабочем месте, вызывает быстрый износ деталей, все это ухудшает экономическую эффективность производства сои.

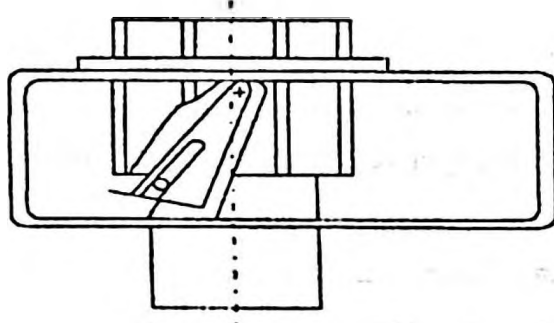


Рис. 5. Катушечный
высевающий аппарат

Катушечный высевающий аппарат. Авторское свидетельство СССР № 1144642, кл. А 01 с 7/04, 1983г. (рис. 6).

Целью данного изобретения является повышение равномерности высева. К недостаткам этого высевающего аппарата можно отнести снижение нормы высева, вследствие особенностей устройства, сложность конструкции затрудняет изготовление, ремонт и монтаж высевающего аппарата. Данный высевающий аппарат повышает процент травмированных семян при высеве.

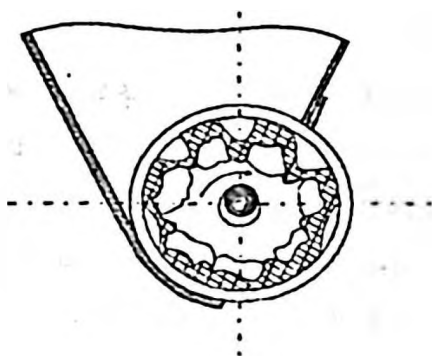
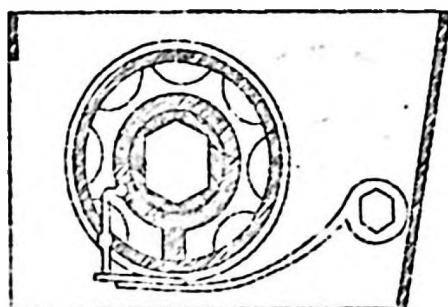


Рис. 6. Катушечный высевающий
аппарат

Катушечный высевающий аппарат. Авторское свидетельство СССР № 1313370, кл. А 01 С 7/12, 1986г. (рис. 7). Целью данного изобретения было повышение равномерности высева. Существенным недостатком



этого изобретения можно считать сложность конструкции, затрудняющей внедрение в полевых условиях.

Рис. 7. Катушечный высевающий
аппарат

Катушечный высевальной аппарат.

Авторское свидетельство СССР № 1175377, кл. А 01 С 7/12, 1986г.
Целью создания данной конструкции было повышение качества посева мелкосеменных культур. Для посева сои аппарат не пригоден (рис. 8).

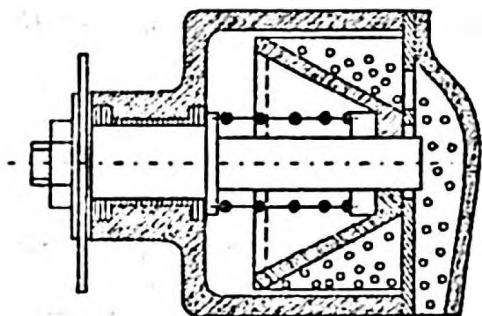


Рис. 8. Высевальной аппарат

Катушечный высевальной аппарат.

Авторское свидетельство СССР № 1496669, кл. А 01 С 7/12, 1986г.
Целью создания этого изобретения было расширение функциональных возможностей аппарата путем посева семян, как зерновых культур, так и трав. Аппарат более пригоден для посева мелких семян, так как равномерность дозирования более крупных семян при посеве не обеспечивается. К тому же сложность конструкции этого аппарата затрудняет его установку и ремонт в полевых условиях (рис. 9).

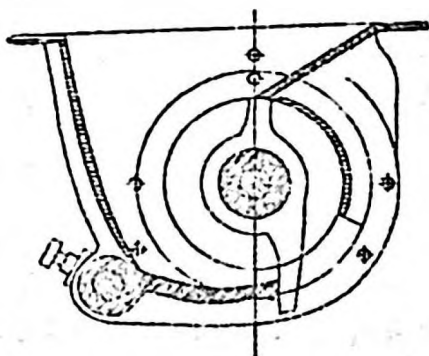


Рис. 9. Катушечный высевальной аппарат

Большинство высевальных аппаратов изготавливается в виде катушек или дисков, которые, вращаясь, захватывают семена и подают их группами или отдельными зёрнами в семяпровод или непосредственно в

подсошниковое пространство.

Активным элементом дискового аппарата служит выссевающий диск с вертикальной, горизонтальной или наклонной осью вращения. Дисковые аппараты применяются для точного однозернового посева семян сахарной свеклы, гнездового посева семян кукурузы, хлопка и других культур.

Для получения единичного отбора семян при посеве разработано большое количество конструкций выссевающих аппаратов. Главной задачей при разработке выссевающих аппаратов принято считать обеспечение максимальной равномерности высева семян при малых нормах высева. Для решения этой задачи используются аппараты, в основном, двух типов: механические и пневматические. Ввиду сложности конструктивного исполнения пневматических аппаратов преобладающую роль играют механические [80].

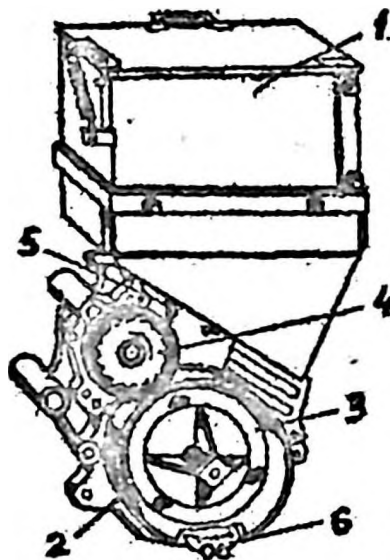


Рис. 10. Выссевающий аппарат сеялки ССТ-12: 1 - бункер; 2 - корпус; 3 - выссевающий диск; 4 - ролик - отражатель; 5 - чистик; 6 - выталкиватель.

В настоящее время точный высев пропашных культур осуществляется, в основном, свекловичными и кукурузными сеялками и приспособлениями к ним. Например, сеялки «Монодрил» и «Моноцентр», предназначенные главным образом для посева семян сахарной свеклы, имеют целый ряд

комплектов дисков для высева других культур, а к сеялкам фирмы Аллис Чалмерс прилагаются около 100 наборов дисков [16].

Наибольшее распространение для осуществления единичного отбора и точного высева семян сои получили механические дисковые аппараты с горизонтальной осью вращения высевающего диска.

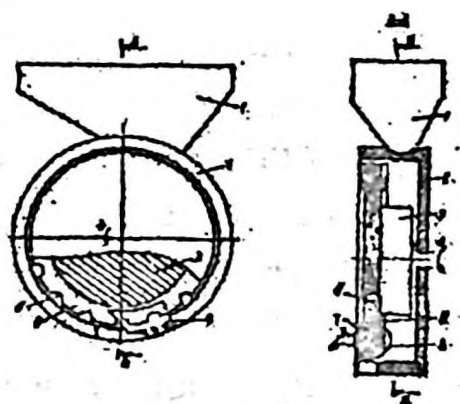


Рис. 11. Высевающий аппарат: 1 - бункер; 2 - корпус; 3 - ступица; 4 - выталкиватель; 5 - высевающий диск; 6 - ячейка; 7 - канавка под выталкиватель; 8 - фаска; 9 - криволинейная пластина

Известен высевающий аппарат сеялки ССТ - 12 (рис. 10), предназначенной для пунктирного посева калиброванных обычных и малых норм дражированных семян сахарной свеклы с одновременным внесением в рядки гранулированных минеральных удобрений. При комплектации высевающего аппарата соответствующими приспособлениями возможен высев семян сои, фасоли, гречихи, проса. Основными частями конструкции высевающего аппарата являются бункер для семян 1, корпус 2, высевающий диск 3 с ячейками, ролик - отражатель 4, чистик 5 и выталкиватель 6. Высев семян происходит следующим образом: при вращении высевающего диска 3 семена из бункера 1 поступают в ячейки, лишние семена удаляются роликом - отражателем 4 и чистиком 5, при дальнейшем вращении высевающего диска семена находятся в ячейках и удерживаются стенкой корпуса 2 аппарата. В нижней части аппарата происходит разгрузка ячеек под действием

выталкивателя 6.

Посев сои сеялкой ССТ-12 возможен при комплектации высевающего аппарата приспособлением СТЯ 31.000, в которое входит высевающий диск с двумя рядами ячеек (диаметр ячеек 9 мм), резиновый ролик - укладчик, выталкиватели и стенки для увеличения емкости бункера. Высев семян возможен только в одну пунктирную строчку. При высеве на небольшой скорости (до 2,5 м/с) рассматриваемая конструкция отличается малым дроблением семян сои [36].

Высевающий аппарат АС СССР № 886785 (рис. 11) предназначен для посева семян с малым коэффициентом трения, например, семян сои.

Высевающий аппарат состоит из бункера 1, жестко прикрепленного к корпусу 2, подвижной ступицы 3, выталкивателя 4. На ступице закреплен высевающий диск 5, имеющий на периферии ячейки 6, канавку под выталкиватель 7 и фаски 8. На боковой поверхности диска смонтированы криволинейные пластины 9. Каждая пластина имеет скругления, фаску в сторону вращения для меньшего повреждения семян сои. От ячейки вдоль пластины также имеются фаски для лучшего захода семян в ячейку. Пластины установлены под углом к радиусу диска и выпуклостью в сторону его вращения, что позволяет семенам при вращении диска двигаться вдоль пластин и лучше заполнять ячейки.

При работе высевающего аппарата семена из бункера 1 поступают самотеком в полость между диском 5 и корпусом 2, попадая на пластины 9. При вращении диска 5 семена движутся вдоль пластины 9 к ячейкам 6, и в любой момент у ячейки находится дублирующее семя, что обеспечивает благоприятные условия попадания его в ячейку. Высевающий аппарат обеспечивает лучшее заполнение ячеек, снижает повреждение семян, улучшая равномерность высева, высев обеспечивается в одну пунктирную строчку.

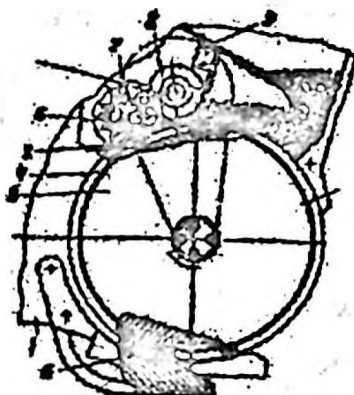


Рис. 12. Высеваящий аппарат: 1 - корпус; 2 - дозирующий диск; 3 - транспортирующий диск; 4 - перегородка; 5 - отверстие; 6 - паз; 7 - выталкиватель; 8 - счищающий ролик; 9 - отражатель

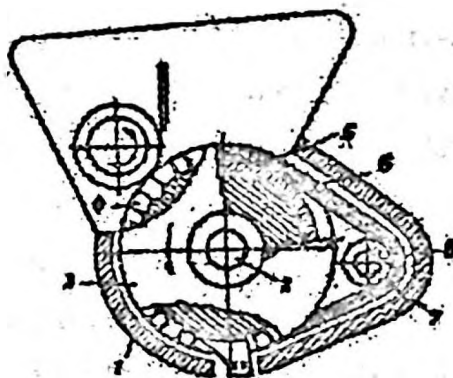


Рис. 13. Высеваящий аппарат: 1 - корпус; 2 - вал; 3 - высеваящий диск; 4 - ячейка; 5 - кольцо; 6 - бесконечная лента; 7 - приводной шкив; 8 - приводной вал

Известен аппарат точного высева АС СССР № 1683531 (рис. 12), который содержит корпус 1, дозирующий диск 2 со сквозными семенными ячейками, сообщающимися с кольцевым пазом, транспортирующий диск 3 с пазами для приема и транспортирования семян. Диск 3 закреплен жестко на валу, а диск 2 свободно вращается на нем. Диск 3 имеет на торцевой поверхности захваты в виде скошенных выступов с косой поверхностью, примыкающей к пазам. В перегородке 4, установленной между дисками 2 и 3, выполнены отверстия 5 для передачи семян из ячеек

диска 2 в пазы диска 4 и 6 для сброса семян в борозду. Для выталкивания семян в отверстие 5 используется выталкиватель 7 с радиально расположенными штифтами. Счищающий ролик 8 удаляет лишние семена, а отражатель 9 препятствует перебрасыванию семян через ролик 8. При высеве семена попадают в ячейки диска 2, выталкиваются в пазы диска 3 и транспортируются к месту высева. Целью такой конструкции высевающего аппарата является повышение качества поодиночного отбора семян и транспортирования их на повышенных скоростях высева.

Высевающий аппарат АС СССР № 1605971 (рис. 13) разработан для лучшего заполнения ячеек. Он содержит корпус 1, установленный на валу 2 высевающий диск 3 с рядами ячеек 4 и закрепленными сбоку от последних кольцами из фрикционного материала. Между ячейками имеется кольцо 5, охваченное бесконечной лентой 6 с приводным шкивом 7 на валу 8. На наружной стороне ленты имеются угловые пазы, а на кольцах - косые пазы. При вращении диска 3 семена заполняют ячейки 4. Их лучшему заполнению способствует наличие на подвижной ленте угловых пазов и на кольцах косых пазов. Ячейками 4 семена переносятся в зону высева. Высевающий аппарат обеспечивает хорошее заполнение ячеек при высеве семян на повышенных скоростях.

Высевающий аппарат АС СССР № 1676479 (рис. 14) включает корпус 1, бункер 5 для семян, чистик 6, высевающий диск 2 с ячейками 3, закрепленный на горизонтальном валу 4, отражатель семян 7, состоящий из ступицы и отражательной поверхности в виде пневматической шины с ниппелями. Внутренняя полость пневматической шины имеет опорную поверхность с радиальными отверстиями, на которой установлена плоская бесконечная лента с трапецеидальными зубьями. При вращении диска 2 семена захватываются ячейками 3. Лишние семена внедряются в шину и впадины ленты, а зубцы способствуют удалению лишних семян из ячеек. Цель конструкции - устранение дробления семян, улучшение точности высева и повышение долговечности отражателя при высеве

семян различных видов.

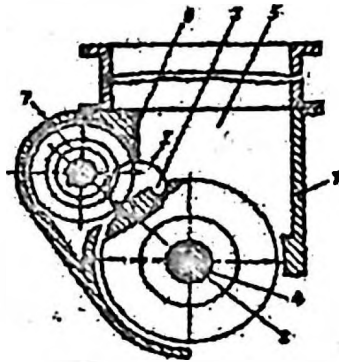


Рис. 14. Высевальной аппарат: 1 - корпус; 2 - высевальной диск; 3 - ячейка; 4 - вал; 5 - бункер; 6 - чистик; 7 - отражатель

Высевальной аппарат АС СССР № 1644761 (рис. 15) обеспечивает высев семян разного размера без замены высевальной диска.

Высевальной аппарат содержит корпус 1, бункер для семян 2, высевальной диск 3 с кольцевой проточкой 4 по оси ячеек 5, ролик - отражатель 6. В проточке 4 установлен выталкиватель 7 и сектор 8 с подпружиненным концом 9. В месте крепления подпружиненного конца 9, на секторе 8, выполнен срез 10, который взаимодействует с упором на поводке 12. Поводок 12 закреплен винтом 13. Последний расположен в продолговатом сквозном отверстии 14. При установке заданного размера семян ослабляют винт 13 и перемещают поводок 12. Упор 11 перемещает сектор 8, изменяя размеры ячейки. После закрепления винтом 13 поводок 12 производят сев.

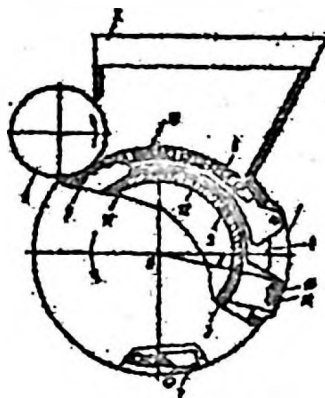


Рис. 15. Высевальной аппарат: 1 - корпус; 2 - бункер; 3 - высевальной

диск; 4 - кольцевая проточка; 5 - ячейка; 6 - ролик - отражатель; 7 - выталкиватель; 8 - сектор; 9 - подпружиненный конец сектора; 10-срез; 11-упор; 12-поводок; 13-винт; 14-отверстие

Разработчики высевающего аппарата АС СССР № 16505969 (рис. 16) ставили перед собой цель - повысить универсальность аппарата путем обеспечения высева семян различных видов и фракций по различным схемам посева. Высевающий аппарат содержит корпус 1, в котором на валу 2 установлен высевающий диск 3 с семязахватывающими ячейками, ролик - отражатель 4, выталкиватели 5. В диске ячеек имеются проточки, в которых в верхней части диска установлены закрепленные шарнирно на оси секторы 6, подпружиненные пружиной 7 и снабженные регулировочным винтом 8. Диск 3 выполнен в виде цилиндрического основания и закрепленных на нем составных по оси ячеек частей в виде поворотных колец, на соприкасающихся между собой торцовых поверхностях которых выполнены треугольные шлицы, между которыми имеются регулировочные пластины.

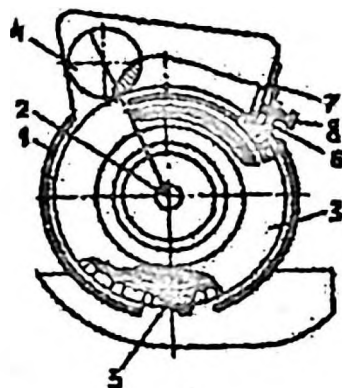


Рис. 16. Высевающий аппарат: 1 - корпус; 2 - вал; 3 - высевающий диск; 4 - ролик - отражатель; 5 - выталкиватель; 6 - сектор; 7 - пружина; 8 - регулировочный винт

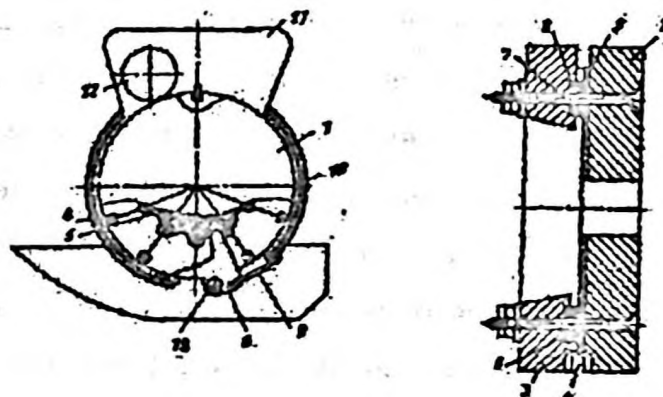


Рис. 17. Высеваящий аппарат: 1 - высеваящий диск; 2 - основание диска; 3 - кольцо; 4 - ячейка; 5 - кулачок; 6 - выталкиватель; 7 - регулировочный винт; 8-упругий элемент; 9-пружина; 10-корпус; 11-бункер; 12-отражатель; 13-ось выталкивателя

Семена из бункера попадают в ячейки диска 3. Лишние семена удаляются роликом-отражателем 4. Далее семена, удерживаясь в ячейках стенкой корпуса 1, поступают в зону высева, и выталкиватели 5 сбрасывают семена на дно борозды. При необходимости высева семян других видов и фракций меняют толщину регулировочных пластин, а при смене способа посева кольца поворачивают одно относительно другого. Глубину ячейки регулируют поворотом секторов 6 винтом 8. По мнению авторов, аппарат универсален и требует мало времени для переналадки.

Конструкция высеваящего аппарата АС СССР № 1607717 (рис. 17) преследует цель - уменьшить травмирование семян при высеве их разных фракций одним диском. Аппарат содержит высеваящий диск 1, состоящий из основания и кольца, между которыми расположен упругий элемент. Диск имеет ячейки 4 для семян и кулачок 5, имеющий выступы и впадины. Выступы плавно сопрягаются с впадинами и расположены с шагом, равным шагу ячеек. Выталкиватель 6 расположен на оси 13 с возможностью поворота относительно ее при контактировании с профильной поверхностью кулачка 5.

При работе высеваящего аппарата высеваящий диск 1 ячейками 4 захватывает из бункера 11 семена. Лишние семена из ячеек удаляются

отражателем 12. При вращении высевающего диска семена в ячейках подводятся в зону расположения подвижного выталкивателя 6. Кулачок 5 выступом отжимает рабочую поверхность подвижного выталкивателя. В момент, когда ячейка с семенами оказывается под рабочей поверхностью выталкивателя 6, действие выступа кулачка на него прекращается и под действием пружины 9 происходит без защемления и сжатия выталкивание семян из ячейки. Для высева семян мелкой фракции регулировочными винтами 7 и гайками стягивают основание 2 диска с кулачком 5 и кольцом 3 за счет сжатия упругого элемента 8. Для высева семян крупной фракции гайки отвинчивают, под действием упругого элемента 8 кольцо 3 отжимается и размер ячейки увеличивается. Таким образом, как считают конструкторы, высевающий аппарат может высевать семена различных фракций без смены высевающего диска, что снижает травмирование семян при загрузке и разгрузке ячеек.

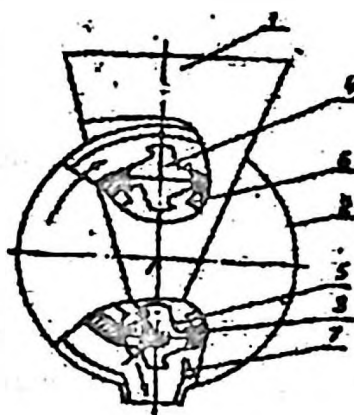


Рис. 18. Высевающий аппарат: 1 - бункер; 2 - корпус; 3 - высевающий диск; 4 - дозирующий диск; 5 - ячейка; 6 - кольцевая проточка; 7 - упор

Высевающий аппарат [16] (рис. 18) состоит из бункера 1 для высева семян, корпуса 2, в котором на валу установлен высевающий диск 3 с внутренней полостью. Высевающий диск 3 снабжен несколькими дозирующими дисками 4, в каждом из которых имеется несколько ячеек 5 для семян. Дозирующие диски 4 установлены с возможностью поворота оси в пазах, выполненных в высевающем диске 3 по его периферии. Во внутренней полости высевающего диска 3 выполнена кольцевая проточка

6. Боковые стенки пазов расположены в одной плоскости с соответствующей боковой стенкой проточки 6. В нижней части корпуса 2 смонтирован упор 7 для взаимодействия с дозирующими дисками 4. При движении посевного агрегата семена, находящиеся в бункере 1, поступают во вращающийся высеваший диск 3. Внутренняя полость высевашего диска 3 заполняется семенами, которые под действием центробежной силы распределяются по периферии и по кольцевой проточке 6, перемещаются к семенным ячейкам 5, обеспечивая их надежное заполнение. При вращении высевашего диска 3 дозирующий диск 4 набегае на упор 7 и под его воздействием проворачивается относительно своей оси, при этом семя, находящееся в семенной ячейке 5, выносите из внутренней полости 6 и выбрасывается через семенное окно в почву, таким образом происходит высева семян.

Применение указанного устройства, как считает конструктор, позволяет повысить качество поодиночного отбора высевашемых семян за счет увеличенной зоны заполнения семенных ячеек и обеспечивает их транспортирование при повышенных скоростях высева, а также повышает точность высева за счет обеспечения равномерности распределения семян путем придания им нулевой горизонтальной скорости относительно почвы.

Известен высеваший аппарат Патент РФ № 2107418 (рис. 19), состоящий из бункера 1, корпуса 2, внутри которого расположен высеваший диск 3 с ячейками 4 для захода семян, из ячеек семена удаляются выталкивателем 5. Ось 6 высевашего диска 3 имеет для поступления семян из бункера 1 к высевашему диску проходное отверстие 7, в котором установлена спиральная направляющая 8.

Высеваший диск выполнен полым с конусной образующей 9, которая переходит в семенные каналы 10 к ячейкам 4. Внутренняя кольцевая полость корпуса 2 покрыта антифрикционным составом 11. Высеваший аппарат работает следующим образом. Семена из бункера 1

поступают к проходному отверстию 7 в оси 6 высевающего диска 3. Высевающий диск 3 вращается вместе со спиральной направляющей 8, которая захватывает и направляет семена в его внутреннюю полость. Под действием центробежной силы они смещаются к конусной образующей 9 и направляются по семенным каналам 10 к ячейкам 4. В работе каждая ячейка 4 высевающего диска 3 содержит семя, которое удаляется из ячейки 4 выталкивателем 5 в момент прохода высевного окна 12. Семена, находящиеся в ячейках 4, при движении контактируют с внутренней кольцевой полостью корпуса 2, которая покрыта антифрикционным составом 11. Производится высев семян.

Разработчик этого аппарата считает, что его применение позволяет улучшить заполнение ячеек высевающего диска семенами за счет увеличения зоны заполнения, наличия ориентированного движения семян к ячейкам, отсутствия зон скопления семян, активно не участвующих в заполнении ячеек, а также снизить травмируемость семян в связи с отсутствием контакта семян с быстро движущимися частями высевающего диска и использованием антифрикционного состава.

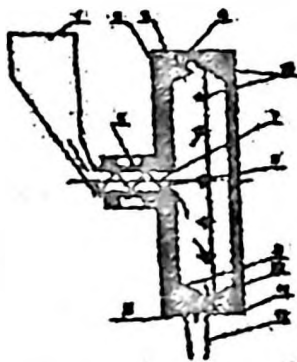


Рис. 19. Высевающий аппарат: 1 - бункер; 2 - корпус; 3 - высевающий диск; 4 - ячейка; 5 - выталкиватель; 6 - ось высевающего диска; 7 - проходное отверстие; 8 - направляющая; 9 - конусная образующая; 10 - канал; 11 - антифрикционный состав; 12 - высевное окно

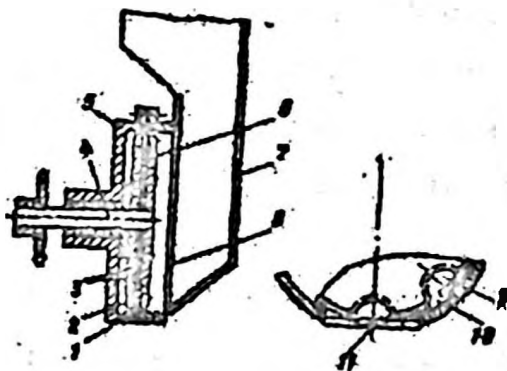


Рис. 20. Высеваящий аппарат сеялки «Унисем»: 1 - разделитель; 2 - высеваящий диск с ячейками; 3 - боковые диски с окнами; 4 - вал привода; 5 - корпус; 6 - блок дисков; 7 - бункер; 8 - семенное окно; 9-окно; 10-ячейка; 11 - выталкиватель

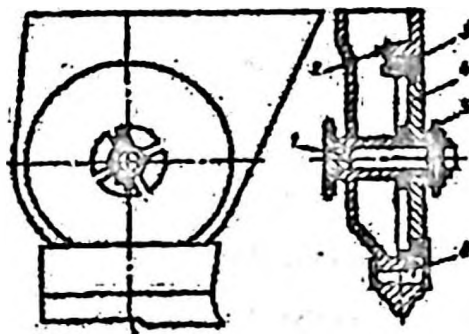


Рис. 21. Высеваящий аппарат сеялки «Моносем»: 1 - вал; 2 - поворотная ось щетки; 3 - щетка; 4 - высеваящий диск; 5 - чека; 6 - выталкиватель

Высеваящий аппарат сеялки «Унисем» (Франция) [16] (рис. 20) имеет разъемный, состоящий из двух частей корпус 5; в плоскости разъема (вертикальной) расположен высеваящий диск 2. Диск кромкой 2 входит в кольцевую канавку корпуса 5. В нижней части корпуса 5 имеется окно, ширина которого равна ширине кольцевой канавки. Снизу окно закрывается разделителем 1. Высеваящий диск 2 состоит из трех частей: среднего и двух боковых дисков 3. По окружности диска 2 имеются 14 ячеек, выполненных в среднем диске. Над ячейкой 10 во всех трех дисках имеются окна 9 для захода семян.

Высеваящий аппарат сеялки «Моносем» (Франция) [16] (рис. 21)

имеет высеваший диск 4, изготовленный из алюминия, толщиной 6,5 мм, диаметром 190 мм, шириной 12 мм. По образующей диска расположены 8 ячеек диаметром 5,5 мм. Паз для выталкивателя 6 имеет глубину 15 мм. Ячейки заполняются семенами с внутренней стороны диска 4.

Высеваший аппарат сеялки «Уникорн» (Германия) [16] (рис. 22) имеет высеваший диск 3 барабанного типа диаметром 158 мм. На выточке диска 3 по образующей с торца имеются ячейки шириной 6,8 мм и глубиной 4,6 мм, выполненные под углом $0,26$ рад к продольной оси.

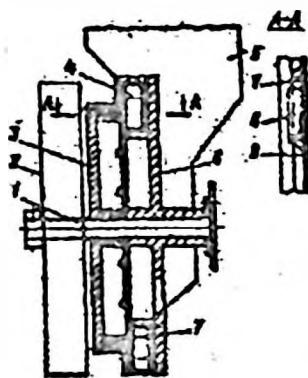


Рис. 22. Высеваший аппарат сеялки «Уникорн»: 1 - вал привода; 2 - опорный каток; 3 - высеваший диск; 4 - выбрасываший диск; 5 - бункер; 6 - корпус; 7 - кольцо перекрытия; 8 - выталкиватель; 9 - окно

В зоне рабочей кромки отсекающего в кольце имеется окно длиной 19 мм и шириной 5 мм. Выбрасываший диск 4 представляет собой отливку с 48 каналами сечением 7×10 мм на входе и 10×15 мм на выходе. Каналы расположены по кривой, внутренний диаметр диска 131 мм, наружный 300 мм. При перемещении семян в канале за счет разности окружных скоростей каналов на входе и выходе их скорость достигает 1,5-2,5 м/с.

Известен высеваший аппарат АС № 535044 (рис. 23). В корпусе 1 размещен высеваший диск 2, имеющий по ободу сквозные отверстия 3 и кольцевую проточку 4, в которую входит в нижней части корпуса клиновой выталкиватель 5. Сбоку к корпусу 1 примыкает семенной бункер 6. Внутри высевающего диска 2 на одной оси расположена крыльчатка 7 между высевашим диском и выходным отверстием 8 семенного

бункера 6. Высевающий диск имеет приводную звездочку 9, а крыльчатка 7 - приводную звездочку 10. Высевающий аппарат работает следующим образом. При движении сеялки вращение от опорно-приводных колес посевной секции передается на приводные звездочки 9 и 10, при этом звездочка 9 приводит во вращение высевающий диск 2, а звездочка 10 - крыльчатку 7 в одном и том же направлении. Вращение крыльчатки способствует надежному заполнению семенами ячеек 3, благодаря чему повышается равномерность высева.

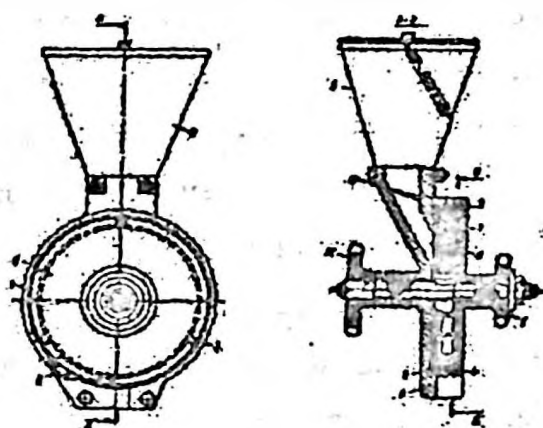


Рис. 23. Высевающий аппарат: 1- корпус; 2- диск; 3- отверстия; 4- проточка; 5- выталкиватель; 6- бункер; 7- крыльчатка; 8- выходное отверстие; 9, 10- звездочки приводные

Рассмотренные конструкции дисковых высевающих аппаратов показывают основные направления по совершенствованию процесса точного высева, касающиеся улучшения условий заполнения ячеек на повышенных скоростях вращения высевающего диска, возможности высева семян разных фракций одним диском, уменьшения повреждения семян при высеве, обеспечения точности высева на повышенных скоростях движения посевного агрегата.

Внутриреберчатые высевающие аппараты применяются в зерновых сеялках, которые выпускают многие зарубежные фирмы. Он снабжен вращающимся кольцом, на поверхности которого выполнены ребра. Семена самотеком поступают в семенную коробку, где при вращении кольца они выносятся на его рифленую поверхность за пределы коробки

через калиброванное отверстие выходного канала. При определенном угле откоса семена осыпаются в сторону открытой части кольца и попадают в горловину семяпровода. Высев регулируется частотой вращения аппарата, в некоторых конструкциях - за счет осевого смещения диска кольца с валом аппарата. Внутрيرهберчатый высевательный аппарат высевает семена многих культур и даже имеет некоторые преимущества перед катушечным высевательным аппаратом, но он недостаточно универсален и для посева семян сои не используется.

Ложечные высевательные аппараты применяются в некоторых странах Европы [16]. Ложечки закреплены на вертикальном диске или на внутренней поверхности цилиндра. Существуют конструкции аппаратов, у которых ложечки закреплены на бесконечной ленте, по прохождении через массу семян ложечки захватывают их по одному или группой, перемещают и сбрасывают в семяпровод. Преимуществом ложечного высевательного аппарата является низкий процент повреждения семян при посеве. По данным А.Н. Семенова [145], равномерность распределения семян вдоль ряда при посеве на липкую ленту ложечным аппаратом лучше, чем катушечного. Недостатком этого аппарата считается его отзывчивость к толчкам и уклонам местности, что при посеве этим аппаратом в полевых условиях приводит к ухудшению показателей равномерности. Количественный посев семян напрямую зависит от уровня семян в бункере.

Мотыльковые высевательные аппараты применяются как в зарубежной, так и в отечественной практике посева. Однако в настоящее время он почти не используется, хотя эти аппараты значительно проще по конструкции, чем катушечные. Это связано с тем, что мотыльковые высевательные аппараты в еще меньшей степени способны обеспечить равномерность посева, чем катушечные высевательные аппараты. В мотыльковых аппаратах семена высеваются через отверстия в днище или в стенке бункера под действием вращающегося над отверстием лопастного

диска (мотылька). Показатели качества высева мотыльковыми аппаратами примерно такие же, как и при посеве катушечными аппаратами. Количество высева изменяется в зависимости от высоты насыпи семян в бункере, качество высева напрямую зависит от уклона местности и толчков сеялки при движении по полю. Данные высевающие аппараты используются при посеве некоторых несylучих семян трав.

Канавочные высевающие аппараты представляют собой одну из разновидностей барабанных высевающих аппаратов сеялок, например, 2СТСН-6А.

Для высева некоторых семян в комплект входит диск со сплошной канавкой вместо ячеек. Вследствие особенности конструкции канавочный высевающий аппарат не обеспечивает равномерности распределения семян по длине ряда, поэтому для посева семян соя не пригоден.

Фрикционные высевающие аппараты известны достаточно длительное время, но пока не получили массового применения. Зерновой поток формируется за счет защемления семян вращающимися валиками (катушками). Известен целый ряд разновидностей этого аппарата. Б.А. Криль [98] описывает фрикционный высевающий аппарат, состоящий из двух параллельно расположенных валиков, один из которых, активный, покрыт слоем пористой резины, а другой, пассивный, выполнен из чугуна. При вращении активного валика происходит защемление семян между валиками.

Преимуществом фрикционных высевающих аппаратов можно считать возможность высева некалиброванных семян (для пропашных культур). Основным недостатком фрикционных высевающих аппаратов является неудовлетворительная работа при большой частоте подачи семян.

Центробежные высевающие аппараты имеют вращающийся конус для распределения семян и различные устройства для дозирования: шнеки, катушки, транспортеры и калиброванное отверстие на конусе. Под действием центробежной силы семена перемещаются по внутренней

поверхности конуса и верхней кромке и сбрасываются в приемники семяпроводов. Туда же нагнетается воздушный поток, создаваемый лопастями. Норму высева регулируют дозатором.

Сеялка «Стокланд» также снабжена центробежными высевальными аппаратами, ее можно использовать при посеве различных зерновых и овощных культур, однако она имеет целый ряд недостатков, основными из которых являются изменение высева от скорости движения и увеличение дробления семян. Для устранения этих недостатков было предложено использование центробежного регулятора, который регулирует открытие дозирующего отверстия синхронно с изменением частоты вращения вала конуса.

Вибрационные высевальные аппараты. Принцип действия этой конструкции основан на использовании вибрации, сыпучие и даже несипучие семена под действием вибрации ведут себя как вязкие жидкости. Это основное свойство материала в импульсном поле сил, которое с успехом может быть использовано для посева различных сельскохозяйственных культур.

Существуют различные способы вибрации: электромагнитный, механический, гидравлический, пневматический. В нашей стране и за рубежом имеется целый ряд исследований по применению вибрации для высева семян и минеральных удобрений. В.А. Желиговским в 1933 г. [16] был разработан вибрационный уравниватель семян для щеточного аппарата. Челночный вибрационный высевальный аппарат конструкции Н.Е. Кудрявцева [16] имеет трубку, один конец которой находится внутри бункера, а другой выведен наружу. При помощи ячеистого диска ролика и рычагов от ходового колеса трубке сообщается колебание. Для лучшего отбора семян заборный конец трубки скошен под углом 45°, на нем закреплены планка и призма. Под действием вибрации семена отбираются скошенным концом трубки и цепочкой подаются в семяпровод. Однако при большой частоте колебаний подача семян неравномерна, что приводит

к появлению пульсирующего потока.

Высевающий аппарат конструкции Н.В. Антонова [16] состоит из бункера и вибрирующего лотка. При помощи заслонки регулируется размер выпускного отверстия, то есть количество высева. С изменением угла наклона лотка высев колеблется в широких пределах. Недостатком этого аппарата является неравномерность.

Аппарат конструкции Н.В. Сегеды [16] также относится к лотковому типу и имеет упругую, закрепленную консольно, платину. Размеры выпускного отверстия регулируются заслонкой. Угол наклона пластинки с лотком к горизонту выбирается меньше, чем угол трения семян об их поверхность, чтобы избежать самопроизвольного высыпания семян. Под действием вибратора пластина совершает изгибно-колебательные движения высокой частоты и воздействует на семена так, что они все время находятся в микрополете. При условии абсолютной ровности поля этот аппарат высевает семена вдоль ряда более равномерно, чем катушечный. Но с изменением угла наклона лотка он также изменяет высев в значительной степени, что является одним из основных недостатков вибрационных высевающих аппаратов лоткового типа, так как с изменением наклона поля колеблется высев семян.

Пневматические высевающие аппараты применяются для однозернового посева зерновых культур, они изучались еще в 30-х годах прошлого столетия В.И. Александровым [16]. Известны разнообразные конструкции этих высевающих аппаратов. В основе их работы лежит использование действия вакуума.

В 1943г. И.Л. Слуцким [16] для посева зерновых культур была предложена конструкция пневматического высевающего аппарата, представляющая собой полый цилиндр с отверстиями. При создании в полости вращающегося цилиндра вакуума семена присасываются к отверстиям с наружной стороны цилиндра и выносятся из бункера.

Пневматический высевающий аппарат, работающий на вакууме, имеет

диск с отверстиями, вакуумную камеру, ворошитель, отсекающий, заборную камеру. Во время работы вентилятор отсасывает воздух из камеры, поддерживая в ней вакуум. Норму высева регулируют изменением частоты вращения диска и изменением числа отверстий. Для высева семян различных размеров используют диски, отличающиеся диаметром отверстий. Аппараты такого типа применяются на кукурузных и овощных сеялках.

Пневматический высевающий аппарат, работающий на избыточном давлении, содержит ячеистый диск, сопла, заборную камеру, соединительный канал. Норму высева регулируют изменением частоты вращения диска.

Пневматический высевающий аппарат применяется в основном на сеялках «Аккорд». В качестве дозатора используется одна катушка или другие устройства, а распределителем служит головка с обратным конусом, на который подается масса семян в воздушном потоке. Эта масса, подаваемая снизу вверх, равномерно распределяется обратным конусом по его основанию и оттуда поступает через горловины в семяпроводы, а от них - в сошники.

Ячеисто-дисковый аппарат с вертикальной или наклонной осью вращения. Норму высева такого аппарата регулируют изменением числа рабочих ячеек с помощью специальных накладок. Этот высевающий аппарат можно отнести к аппаратам точного высева, он применяется в хлопковых, кукурузных, селекционных сеялках.

Рассмотренные конструкции высевающих аппаратов показывают основные направления по совершенствованию процесса точного высева, касающиеся улучшения условий заполнения ячеек на повышенных скоростях вращения высевающего диска, возможности точного высева семян разных фракций одним диском, уменьшение повреждения семян при высеве, обеспечение точного высева на повышенных скоростях движения посевного агрегата. Все рассмотренные аппараты не производят

равномерную раскладку семян по длине рядка. Найти конструкцию, которая подходила бы к используемым сеялкам на посеве сои и производила равномерную раскладку семян по длине рядка, не удалось.

Анализ теоретических исследований работы высевающих аппаратов

Для достижения максимальных показателей урожайности при возделывании сои необходимо равномерно распределить на гектаре оптимальное количество растений к моменту уборки.

Поэтому важной задачей посева семян сои, согласно агробиологическим требованиям, является равномерное размещение определенного количества растений по площади питания и освещенности, с учетом их полевой всхожести, повреждения вредителями, боронованием и междурядной обработкой. Для решения этой задачи на посеве сои предпочтительнее использовать катушечный высевающий аппарат.

Ю.А. Вейс [37] указывает, что катушечные высевающие аппараты «обладают наивысшей степенью постоянства и равномерностью посева». Высокую степень равномерности посева семян этим аппаратом отмечают и ряд других авторов: Б.А. Криль, Р.И. Гроссман, Е.А. Зимина [98, 49, 64] и др.

С.И. Лисовенко [108] отмечает, что дробление семян катушечным высевающим аппаратом относительно невелико, оно колеблется в пределах от 0,5 до 1,5%.

Реакция катушечного высевающего аппарата на уклоны местности незначительна, подъем и спуск в пределах до 100 вызывает лишь небольшие колебания в посеве. Катушечный высевающий аппарат считается относительно универсальным.

Так, Э. В. Веверс [33] в процессе своих исследований посева семян сахарной свеклы и распределения растений пришел к выводу, что условно

процесс высева можно разделить на два этапа. Первый этап – создание высевающим аппаратом исходного потока семян, второй этап – преобразование этого потока при движении семян от точек выбрасывания до расположения на дне рядка.

С.В. Кардашевский и Е.Л. Ревякин [79] процесс высева делят на три этапа:

- 1) вынос семян высевающим аппаратом;
- 2) транспортировка семян в бороздку;
- 3) воздействие обработки до и после всходов.

С.В. Кардашевский суммарное отклонение семени от точки выброса из высевающего аппарата предлагает определять по формуле

$$\Delta'' = \Delta' + \Delta'', \quad (2)$$

где Δ' - расстояние по горизонтали от точки, в которой семя было выброшено высевающим аппаратом, до точки, в которой оно впервые соприкоснулось с дном борозды, мм;

Δ'' - расстояние от точки первого соприкосновения семени с дном борозды до точки, в которой семя будет заделано почвой, мм.

Автор указывает, что величины этих отклонений являются случайными, распределенными по закону нормального распределения.

Преобразование исходного потока семян, созданного высевающим аппаратом, можно охарактеризовать безразмерным параметром [27,28]

$$\xi_k = \frac{\sigma_{\Delta k}}{t}, \quad (3)$$

где ξ_k - степень преобразования исходного потока;

$\sigma_{\Delta k}$ - среднее квадратическое отклонение семян при падении;

t - средний интервал между семенами (равен шагу выброса семян).

А.Н. Семенов [145] приводит зависимость длины рабочей части

катушки высевашего аппарата при заданной норме высева и рабочей скорости агрегата на посеве:

$$l = \frac{6Q_n L_m v_m - \eta_1 n_{кат}}{r_1 n_{кат}}, \quad (4)$$

где Q_n – норма высева, кг/га;

L_m – ширина междурядий, м;

$n_{кат}$ – число оборотов катушки высевашего аппарата в секунду;

r_1, η_1 – эмпирические коэффициенты, учитывающие высев семян от рабочей длины катушки высевашего аппарата;

v_m – скорость хода сеялки, км/ч.

Базовая катушка высевашего аппарата делит струю пассивного семенного потока на отдельные порции, создавая тем самым прерывистость высева; величина каждой порции семян соответствует объему желобка и некоторому количеству семян, высеваемых за счет движения активного семенного потока. При пульсирующем характере работы базового катушечного высевашего аппарата наибольшая подача семян происходит, по Крилю [98], в момент прохода середины желобка выходного отверстия семенной коробки, что не позволяет равномерно распределить семена по длине ряда и значительно ухудшает показатели урожайности.

Расстояние между порциями семян в рядке на пройденном сеялкой пути S_m будет равно

$$L = \frac{S_m}{n_x n_s}, \quad (5)$$

где n_x — число желобков;

n_s — число оборотов катушки на пройденном пути.

Сущность современных результатов в области распределения семян при посеве заключается в том, что этот процесс рассматривается как отображение множества точек на линии идеального расположения семян на множество, соответствующее координатам действительного положения семян на дне бороздки.

По мнению академика В.Р. Вильямса [38], факторами, определяющими норму высева, являются вид и разновидность растения; климатические особенности, общие для данной местности и характерные для данного лета (метеорологические условия); характер естественного и искусственного состояния почвы; качество семян и сорт; цель возделывания данного растения; способ посева; глубина заделки семян; время посева.

Для обеспечения агротехнических требований и снижения перерасхода посевного материала требуется более точное определение и расчет нормы высева семян в зависимости от их качества.

По данным Всероссийского научно-исследовательского института сои

полевая всхожесть семян сои — 85-95%;

повреждение посевов;

болезнями, вредителями — 5-10%;

при бороновании — 5-7%;

при междурядной обработке — 5-7%.

В.И. Свешников [124] получил зависимость между числом высеянных семян и оптимальным числом растений на гектаре к моменту уборки

$$N = \frac{N_{opt}}{K_{всх} K_{ар} K_{б}^{n_б} K_{но}^{n_о}}, \quad (6)$$

где N – число высеванных семян сои, шт/га;

N_{opt} – оптимальное число растений к моменту уборки урожая, шт/га;

$K_{всх}$, $K_{вр}$, $K_б$, $K_{мо}$ – коэффициенты, учитывающие полевую всхожесть семян сои, повреждения растений вредителями и болезнями, при бороновании, междурядной обработке;

$п_б$, $п_{мо}$ – количество боронований и междурядных обработок.

Коэффициент, учитывающий полевую всхожесть семян, повреждение болезнями и вредителями, боронованием и междурядной обработкой колеблется в пределах $K=0,5 - 0,7$.

С учетом оптимального числа растений к моменту уборки сои и ширины междурядий необходимое количество высеванных семян на один погонный метр ряда

$$P = \frac{N_{opt} L_m}{10^4 K} \quad (7)$$

Необходимое количество высеваемых семян сои и среднее расстояние между ними зависит от заполнения желобков катушки высевающего аппарата, повреждения семян и проскальзывания ходовых колес сеялки, тогда среднее расстояние между семенами сои с учетом коэффициента заполнения проскальзывания ходовых колес сеялки будет

$$A = \frac{\pi D}{n i K_{ск} \lambda K_{др}} \quad (8)$$

где D – диаметр ходового колеса сеялки, м;

n – количество высеванных семян за один оборот катушки, шт.;

i – отношение скорости хода сеялки по полю к окружной скорости катушки;

$K_{ск}$ – коэффициент, учитывающий проскальзывание ходовых колес сеялки;

λ – коэффициент, учитывающий заполнение желобков рабочей части катушки;

$K_{др}$ – коэффициент, учитывающий дробление семян.

В.И. Свешников вывел зависимость длины рабочей части катушки от оптимального числа растений к моменту уборки и ширины междурядий

$$l = \frac{\pi D N_{опт} L_m}{10^4 a i K K_{ст} K_{др} (a - b v_a)} + \frac{b}{a}, \quad (9)$$

где a, b – эмпирические коэффициенты;

K – коэффициент довсходового боронования и боронования после всходов и междурядной обработки (0,5-0,7);

v_a – скорость движения посевного агрегата, км/ч.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОСЕВА СЕМЯН СОИ КАТУШЕЧНЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ

Разработка конструкции катушечно-винтового высевающего аппарата

Проведенный анализ теоретических и экспериментальных исследований процесса высева семян сои показывает, что осуществить агротехнические и агробиологические требования по равномерности раскладки семян сои в рядке при посеве этой культуры, позволяющие максимально использовать площади питания и освещенность, при современных способах посева - рядовом 15x15 и широкорядном 45x45 семена сои должны раскладываться по длине ряда на 9 - 11 см и на 2 - 4 см соответственно.

Основываясь на проведенных исследованиях и руководствуясь стандартом катушки, мы предлагаем новую конструкцию катушечно-винтового высевающего аппарата, схема конструкции которого приведена на рисунке 24.

Высевающий аппарат содержит семенную коробку 1, винтовую катушку 2, с розеткой 3, установленную с муфтой 4 на валу.

Снизу семенная коробка 1 перекрыта доннышком – подпружиненным клапаном 6. Катушка 2 вставлена в розетку 3 с наклонными прорезями для ее ребер. На вал 5 высевающего аппарата надета муфта 4 – цилиндр с ребрами. В муфту 4 вставлен цилиндрический хвостовик 7 катушки 2. В вал 5 высевающих аппаратов вставлены шплинты 8, прижимающие муфты к катушкам. Муфта 4 не может поворачиваться, но свободно перемещается поперек коробки 1 вместе с катушкой 2.

Высевающий аппарат работает следующим образом. Семена из семенного ящика поступают в семенную коробку 1. Там они под воздействием ребер вращающейся катушки 2 перемещаются к нижней части коробки 1. Нижние ребра катушки 2 выгребают семена из коробки 1.

В конце доньшка 6 семена выпадают из желобков катушки и вместе с семенами из активного потока попадают в воронку семяпровода, причем не порционно, а непрерывно за счет ребер катушки 2 и подпружиненного клапана, выполненного в торцевой части поверхности параллельно оси вращения катушки высевающего аппарата.

Производительность высева зависит от длины рабочей части катушки 2 и частоты ее вращения. Новый высевающий аппарат должен работать при максимальной рабочей длине высевающей катушки 2, тогда семена будут выпадать не порциями, а равномерно, что исключает попадание двух-трех семян в одно ложе почвы. Зазор между клапаном 6 и катушкой 2 устанавливают в зависимости от размеров семян.

Норму высева семян устанавливают при полном вылете катушки через передаточное отношение и величиной зазора между клапаном и катушкой.

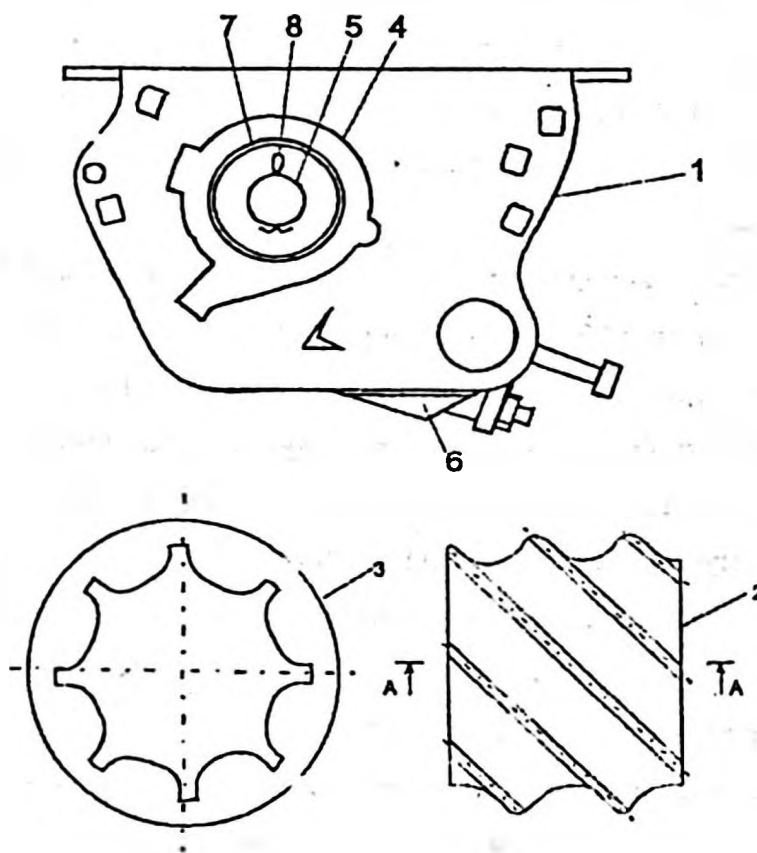


Рис. 24. Конструкция катушечно-винтового высевающего аппарата

Обоснование снижения осевого давления на вал высевающего аппарата

Винтовое направление желобков катушки увеличивает объем активного и принудительного движения зерна. Разгрузка желобков или подача зерна в семяпровод сошника происходит непрерывно и последовательно при движении сеялки, так как существует прямая связь между углом поворота катушки и освобождением соответствующей принудительной части диагонального желобка и активного движения зернового потока.

Питание рабочей катушки базовой и экспериментальной (наполнение желобков зерном) в аппаратах с вертикальной подачей семян происходит при условии $\alpha_{кат} > 0$, где $\alpha_{кат}$ - угол поворота катушки от горизонтального диаметра. Процесс наполнения желобков зерном должен заканчиваться при $\alpha_{кат} = \frac{\pi}{2}$.

Разгрузка желобков и истечение семян при работе базовой катушки происходит прерывисто и в количестве 12 раз при полном повороте катушки на 360° , в то время как новой катушкой за счет расположения желобка по диагонали с углом подъема $25...26,5^\circ$ разгрузка и истечение семян происходит непрерывно, семя за семенем, при повороте катушки примерно на 2° для зерна сои.

На зерно, находящееся в желобке, действуют силы тяжести mg , реакция от воздействия желобка N_1 , трения F (рис. 25).

Рассмотрим положение, когда зерно находится на краю желобка катушки. Если полагать, что в этой точке скорость относительно движения зерна равна нулю, то, согласно принципу Даламбера, приложенные к зерну (материальной точке) силы будут находиться в равновесии.

Уравнение равновесия запишется

$$mg \sin \alpha_{\text{ж}} + J_{\text{пер}} \cos \gamma_3 - F = 0 \quad (10)$$

$$N_1 + J_{\text{пер}} \sin \gamma_3 + J_{\text{кор}} - mg \cos \alpha_{\text{ж}} = 0.$$

На ускорение Кориолиса:

$$J_{\text{кор}} = 2m\omega_{\text{пер}}v_{\text{отн}} \sin(\bar{\omega}_{\text{пер}} \times \bar{v}_{\text{отн}}) = 2m\omega_{\text{пер}} \times v_{\text{отн}} = 0. \quad (11)$$

Так как $v_{\text{отн}} = 0$, то

$$N_1 = mg \cos \alpha_{\text{ж}} - J_{\text{пер}} \sin \gamma_3. \quad (12)$$

Заменяем $J_{\text{пер}}$ его значением

$$J_{\text{пер}} = m\omega^2 r. \quad (13)$$

Так как рассматривается случай, когда: $r = r_{\text{кат}}$, то

$$J_{\text{пер}} = m \frac{v_{\text{кат}}^2}{r_{\text{кат}}}. \quad (14)$$

Тогда реакция опоры катушки определится

$$N_1 = mg \cos \alpha_{\text{ж}} - m \frac{v_{\text{кат}}^2}{r_{\text{кат}}} \sin \gamma_3. \quad (15)$$

Действие реакции опоры катушки передается на вал высевающих аппаратов и увеличивается с увеличением длины рабочей части катушки L и числа высевающих катушек, устанавливаемых на одном валу. Для сеялки СЗ-3,6 $L = 40$ мм и число катушек 12. Осевое давление зерна на вал привода высевающих аппаратов можно записать

$$N = \frac{N_1}{\cos \theta} = \frac{mg \cos \alpha_{\text{ж}} - \frac{mv_{\text{кат}}^2}{r_{\text{кат}}} \sin \gamma_3}{\cos \theta}. \quad (16)$$

Так как осевое давление зерна на вал привода высевающих аппаратов

возрастает с увеличением L и числа катушек на валу и может привести к перемещению вала, поломке розетки и высевающего аппарата, то необходимо его устранение.

Устранение осевого давления на вал привода высевающих аппаратов и возможное перемещение вала обеспечивается тем, что сеялку можно укомплектовать катушечными высевающими аппаратами с винтовыми катушками, выполненными под одинаковыми углами в левом и правом направлении к оси вращения катушек. Кроме того, из 24 катушечных аппаратов с диагональным расположением ребер 12 выполнены с левым направлением ребер и устанавливаются на сеялке попеременно. В результате выравнивания давления на вал высевающих аппаратов сеялки устойчивость высева будет стабильной и при полном открытии рабочей длины катушки на 40 мм, в рядках, засеянных новыми высевающими аппаратами, равномерность распределения зерна крупносеменных культур (соя, кукурузы) вдоль рядка увеличивается в 2-2,5 раза.

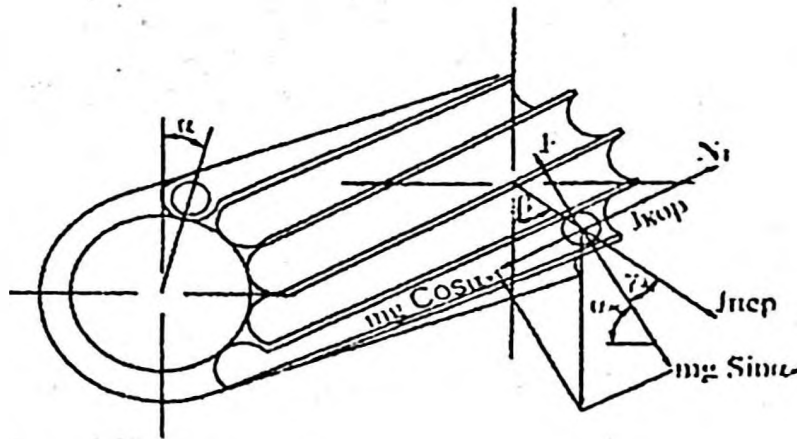
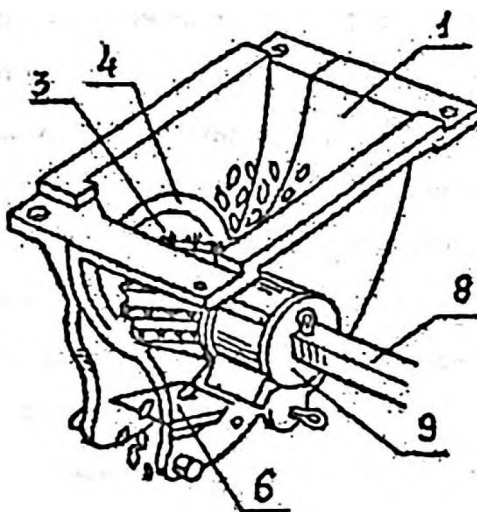
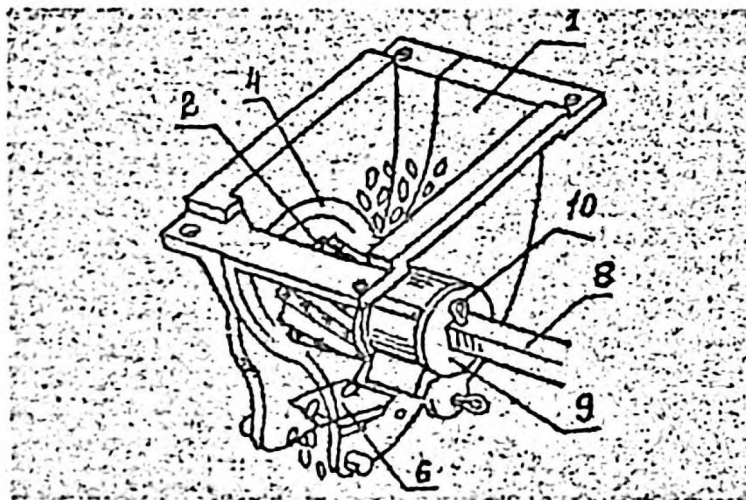


Рис. 25. Действие сил на зерно, находящееся в желобке винтовой катушки.

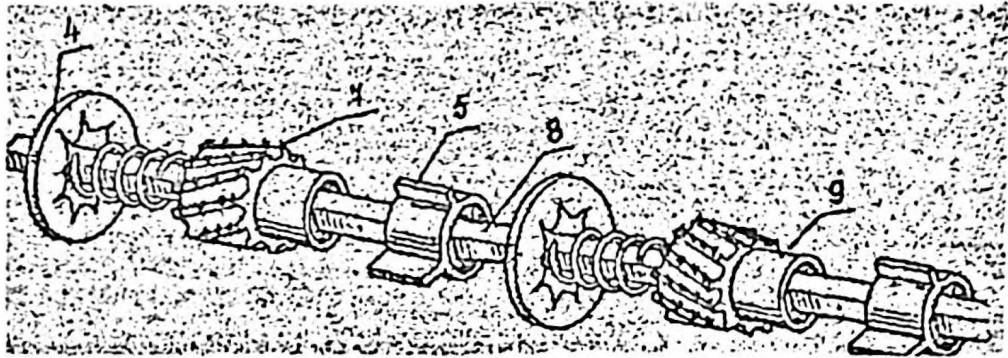
**Разработка конструкции сеялки, обеспечивающей снижение
давления на вал высевающего аппарата**



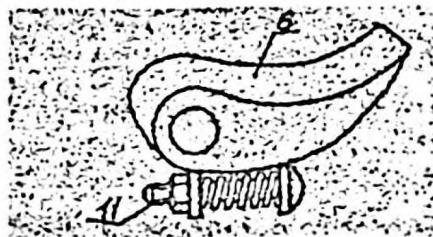
a)



б)



в)



г)

Рис. 26. Конструкция сеялки:

а – катушечно-винтовой высевающий аппарат с правым направлением ребер катушки;

б – катушечно-винтовой высевающий аппарат с левым направлением ребер катушки;

в – вал привода катушечных высевающих аппаратов с правым и левым направлением ребер катушек с муфтой, розеткой и пружиной;

г – подпружиненный клапан.

Для достижения равномерности и непрерывного дозирования, снижения повреждения семян сои и устранения продольного перемещения вала высевающих аппаратов разработана сеялка, снабженная катушечно-винтовыми высевающими аппаратами, выполненными под одинаковыми углами в левом и правом направлениях к оси вращения катушек, установленными с муфтой на валу в смежные коробки с подпружиненными клапанами прямоугольной формы и розетками с прорезями.

Сеялка содержит семенные коробки 1, катушечно-винтовые катушки –

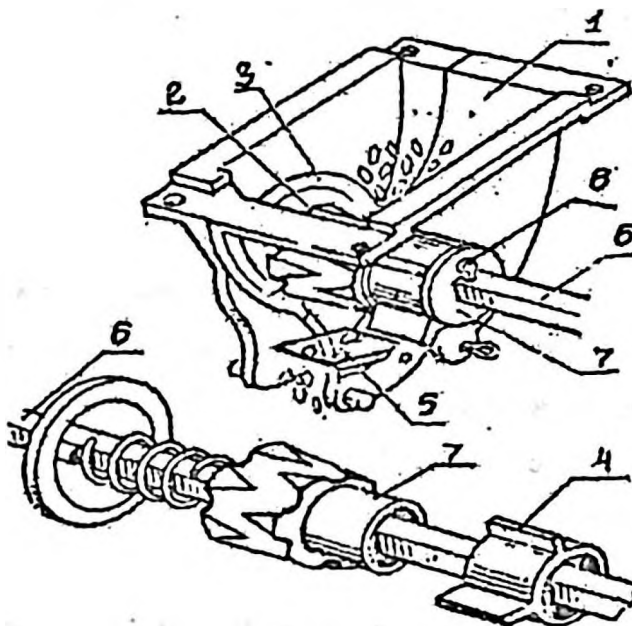
левые 2 и правые 3, розетки 4, муфты 5, щеточное обрамление 7. Снизу семенные коробки 1 перекрыты доньшком, подпружиненным клапаном 6. На вал 8 высевающих аппаратов надеты муфты 5, в которые вставлены цилиндрические хвостовики 9, катушек 2 и 3. В вал 8 высевающих аппаратов вставлены шплинты 10, прижимающие муфты к катушкам. Подпружиненный клапан 6 снабжен регулировочным болтом 11.

Давление, оказываемое семенами верхней части коробки 1 на катушки 2 и 3 и передаваемое через муфту 5 и цилиндрический хвостовик приводному валу 8 высевающих аппаратов, уравнивается вследствие расположения винтовых ребер на катушках на левые и правые.

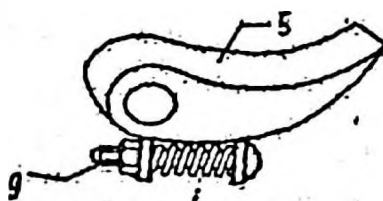
При применении максимальной рабочей длины высевающих левых и правых катушек в результате выравнивания давления на вал, устойчивость высева будет стабильной и семена будут выпадать не порциями, а равномерно, что исключает попадание двух-трех семян в одно ложе почвы.

Доработка конструкции высевающего аппарата для равномерного распределения семян соя при посеве

а)



б)



в)

Рис. 27. Катушечный высевающий аппарат:

а – катушечный высевающий аппарат с семенной коробкой;

б – вал привода высевающего аппарата с катушкой, муфтой, розеткой и пружиной;

в – прямоугольный подпружиненный клапан.

Достижение равномерности и непрерывности дозирования, снижения повреждения семян сои и устранение продольного перемещения семян к боковой части семенной коробки обеспечивается тем, что желобки катушки выполнены попеременно сходящимися и расходящимися на ширину желобка в левой и правой частях катушки, а концевая часть подпружиненного клапана выполнена по линии параллельной оси катушки. Катушечный высевающий аппарат содержит семенную коробку 1, высевающую катушку с угловым расположением желобков, розетку 3, муфту 4. Снизу семенная коробка 1 перекрыта подпружиненным клапаном 5. Катушка 2 вставлена в розетку 3. На вал 6 высевающего аппарата надета муфта 4, в которую вставлен цилиндрический хвостовик 7. В вал вставлен шплинт 8, прижимающий муфту к катушке. Муфта не может поворачиваться, но свободно перемещается поперек коробки 1 вместе с катушкой 2. Подпружиненный клапан 5 снабжен регулировочным болтом. Давление семян, находящихся в верхней части коробки 1, на катушку 2 и передаваемое через муфту 4 и цилиндрический хвостовик приводному валу 6 высевающих аппаратов, уравнивается вследствие расположения желобков катушки попеременно сходящимися и расходящимися на ширину желобка в левой и правой частях катушки,

последовательной разгрузки желобков по ходу движения сеялки и поворота катушки. При полной активной длине высевающей катушки с желобками, выполненными попеременно сходящимися и расходящимися в левой и правой частях катушки повышает устойчивость работы сеялки, стабильность и равномерность высева. Перемещение вала сеялки исключается, и семена из семенной коробки будут выпадать не порциями, а равномерно, что исключает попадание двух-трех семян в одно ложе почвы. Норму высева семян сеялки устанавливают при полной рабочей длине катушек, а регулируют путем изменения частоты вращения катушек высевающих аппаратов, изменяя передаточные отношения.

Обоснование угла подъема желобков и равномерной раскладки семян сои катушечно-винтовым высевающим аппаратом

Расположение желобков по боковой поверхности катушки под определенным углом по так называемой винтовой линии с измененной конструкцией подпружиненного клапана катушки позволяет выполнить основное условие равномерного выпадения семян из семенной коробки, которое производится через постепенное освобождение объема каждого желобка при непрерывном повороте катушки.

Основными параметрами желобка новой катушки являются длина – l , ширина – b , и угол – α расположения желобка относительно центральной оси вращения катушки (рис. 28). Диаметр катушки – D , ее длина – L , глубина желобка – h , число желобков – Z являются одинаковыми с базовой катушкой. Ребро между смежными желобками имеет у базовой катушки обычно ширину $\Delta=1,5\text{мм}$.

Если оставить неизменными диаметр катушки D , ее длину L , число желобков $Z=12$ и ширину ребра $\Delta=1,5\text{мм}$, тогда при этих условиях угол расположения желобка α относительно центральной оси вращения новой

катушки составит 26,50. Однако авторы (142,145) считают, что скашивание граней желобков повышает равномерность раскладки семян по длине рядка. Скашивание граней желобков значительно уменьшают ширину ребер катушки Δ до 0,5 мм. В этом случае угол расположения желобка α новой катушки увеличивается до 30° .

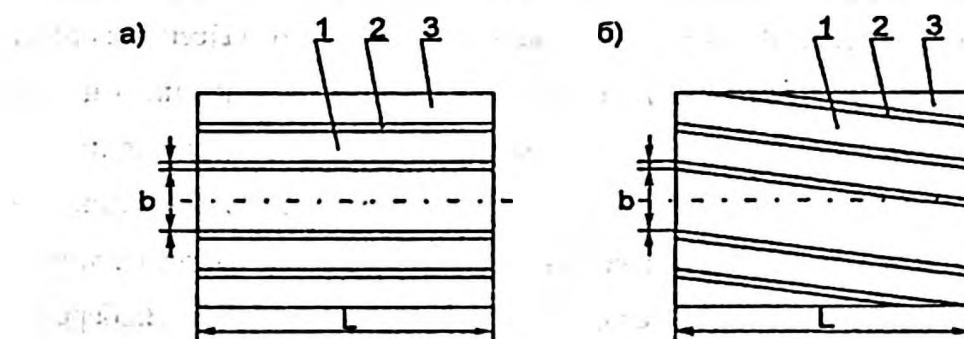


Рис. 28. Базовая и винтовая катушки высевальных аппаратов сеялки

а) базовая; б) винтовая с угловым расположением желобков;

1 – желобок; 2 – ребро; 3 – катушка.

Технологический процесс работы высевальных аппаратов с винтовым расположением желобков такой же, как у стандартного катушечного. Питание рабочей катушки (заполнение желобков) зерном в аппаратах с вертикальной подачей семян происходит при условии $\alpha_{кат} > 0^\circ$, $\alpha_{кат}$ – угол поворота катушки от горизонтали. Процесс наполнения желобков зерном должен заканчиваться при $\alpha_{кат} = \pi/2$. В аппарате предусмотрен нижний высев, то есть катушка, вращаясь, выгребает семена из – под себя.

Разгрузка наполненных желобков и выпадение семян при работе базовой катушки происходит прерывисто и одновременно по всему объему желобка в количестве 12 раз при полном повороте катушки на 360° , в то время как у новой катушки за счет винтового расположения желобка по диагонали с углом подъема $\alpha = 26,5^\circ$ (при наличии на катушке 12 ребер и толщине ребра, равной 1,5...0,5 мм) разгрузка и выпадение семян

происходит непрерывно и постепенно при вращении за счет освобождения каждой части объема желобка, наполненного семенами.

Рассмотрим освобождение объема желобка при движении сеялки и одновременном повороте катушки. Для того чтобы семена сои размещались в рядке на определенном расстоянии друг от друга, необходимо выбрасывать каждое последующее семя позже предыдущего. При повороте винтовой катушки желобок перемещает семена к краю клапана не всем своим объемом как у базовой катушки, а только частью. Выпадение зерна происходит при перемещении центра тяжести зерна за край торца клапана. Развернем боковую поверхность катушки на плоскость и разместим в желобках, при плотной укладке, зерно сои (рис. 29). Выберем начало координат в точке A_1 и проведем координатные оси x и y . Пренебрегая силой сопротивления среды, определим разницу во времени выпадения семян из точек $a_1, \dots, a_7$ в сошник при вращении катушки в пределах одного желобка на угол φ , равный от 0 до 30° .

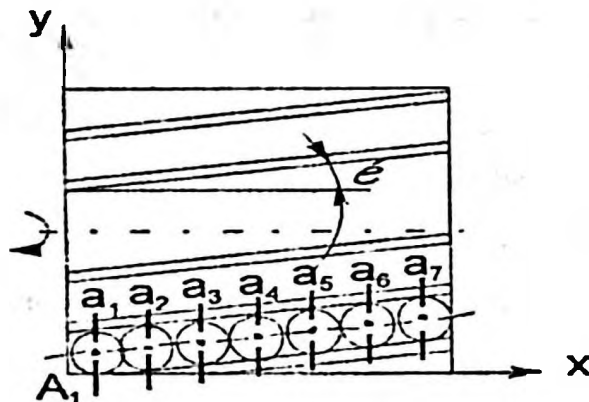


Рис. 29. Размещение и последовательность движения зерна сои в винтовом желобке при повороте катушки

Составим дифференциальное уравнение движения семян

$$\left. \begin{aligned} m \frac{d^2 x}{dt^2} &= 0 \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} &= mg \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

После интегрирования получим

$$\left. \begin{aligned} x' &= C_1, \\ x &= C_1 t + C_2 \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

$$\left. \begin{aligned} y' &= gt + C_3, \\ y &= gt^2/2 + C_3 t + C_4 \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Постоянные интегрирования C_1, C_2, C_3, C_4 находим из начальных условий: при $t = 0, x = 0, x' = v_0, y = 0, y' = 0$. При этом $C_2 = 0, C_1 = v_0, C_4 = 0, C_3 = 0$. После подстановки постоянных интегрирования в выражения (18) получим

$$\left. \begin{aligned} x' &= v_0 \\ x &= v_0 t \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

$$\left. \begin{aligned} y' &= gt \\ y &= gt^2/2 \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Пусть в плоскости наряду с прямоугольной системой координат x, y с началом в точке A введена полярная система координат φ, S так, что полярная ось и положительная ось x совпадут. Тогда полярные координатные (φ, S) произвольной точки плоскости преобразуются в декартовы координаты (x, y) этой точки по формулам

$$\left. \begin{aligned} x &= S \cos \varphi \\ y &= S \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

Функциональную зависимость $S = f(\varphi)$, заданную на некотором множестве значений $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$, можно интерпретировать как множество точек (φ, S) плоскости в полярной системе координат, где $S = f(\varphi)$.

В область определения функции $S = f(\varphi)$ входят значения угла φ ,

при которых $f(\varphi) \geq 0$. Построение графика функции $S = f(\varphi)$ можно осуществить по точкам. При данном φ проводим луч из точки A под углом φ к полярной оси и затем на этом луче отмечаем точку $a_1 = (\varphi_1, f(\varphi_1))$ графика функции, находящуюся на расстоянии $S_1 = f(\varphi_1)$ от точки A .

Функция $S = S_0 / \cos(\varphi - \varphi_0)$ описывает такую прямую, что опущенный на нее из полюса A перпендикуляр имеет длину S_0 и образует с полярной осью угол φ_0 (рис. 30).



Рис. 30. Преобразование полярных координат в декартовы

Проекции полярных координат на ось x при угле поворота показывают последовательность освобождения желобка от семян, а на ось y расстояние S_1, S_2 и так далее при раскладке семян на пути движения сеялки.

Тогда

$$\Delta S = S_1 - S_2 = (y_2 - y_1) \quad (23)$$

где y_1, y_2 — координаты расположения семян в рядке, связанные с углом поворота катушки.

Значит, после выброса первого семени сеялка должна пройти путь ΔS по направлению скорости, а катушка через передаточное отношение повернется на угол $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$. Так как расстояние центров при укладке семян на пути движения сеялки с постоянной скоростью будет одинаковым, то расстояние при раскладке семян сои по длине рядка тоже будет одинаковым. Это следует из формулы (23), где переменными являются y_1 и y_2 .

В винтовом катушечном высевальном аппарате желобки катушки выполнены по диагонали и под определенным углом $\alpha = 26,5 \dots 30^\circ$ таким

образом, что если провести параллельную линию относительно оси вращения катушки, то первый желобок левого торца катушки выходит на второй желобок правого торца. Это означает, что при полной разгрузке одного желобка вступает в разгрузку каждый последующий желобок катушки при движении сеялки. Прерывистость и последовательность высева семян новой и базовой катушками можно рассматривать с помощью рисунка 31, на котором показан цилиндрический катушечный аппарат, развернутый на плоскость. Из рисунка 31 видна цикличность работы базовой катушки (прерывистая линия 1) и непрерывность новой (непрерывная линия 2).

Установим связь между полярными и прямоугольными декартовыми координатами. Пусть начало прямоугольной системы координат совпадает с полюсом 0, а положительное направление оси Ox - с полярной осью. Положение зерна (любая точка на сплошной линии желобков катушки) на плоскости определяется двумя числами: числом S , выражающим расстояние положения зерна от полюса (точка 0) (рис. 32) и числом $\varphi = \alpha = 26,5...30^\circ$, величиной угла подъема желобка. Положительным направлением отсчета угла $\varphi = \alpha$ считается направление работы катушки против часовой стрелки, осуществляющей подачу семян к выгрузному окну подпирającego клапана катушечного высевающего аппарата.

Из рисунка 30 непосредственно следует

$$\left. \begin{aligned} x &= S \cos \alpha \\ y &= S \sin \alpha \end{aligned} \right\}, \quad (24)$$

отсюда

$$\left. \begin{aligned} S &= \sqrt{x^2 + y^2} \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{y}{x} \end{aligned} \right\}. \quad (25)$$

Уравнением $S = f(\alpha)$ в полярной системе координат определяем некоторую линию, которая является сплошной линией всех двенадцати

желобков катушки, вступающих в последовательную разгрузку семян сои, расположенных под одинаковым углом α на ее боковой поверхности. Используя метод приближенного вычисления определенных интегралов, исходя из понятия определенного интеграла как предела суммы, вычислим определенный интеграл для базового и винтового желобков.

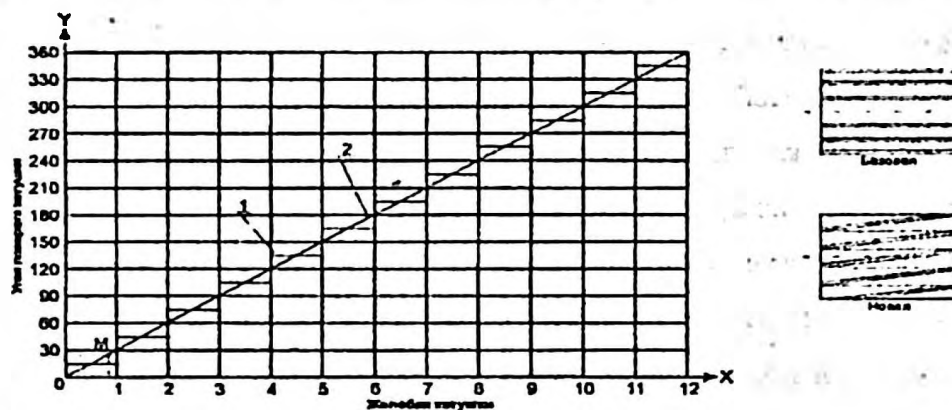


Рис. 31. Схема разгрузки желобков

Разделим отрезок $[A, B]$ точками $a = x_0, x_1, x_2, \dots, x_n = b$ на n равных частей длины Δx ; $\Delta x = \frac{b-a}{n}$ (рис. 32).

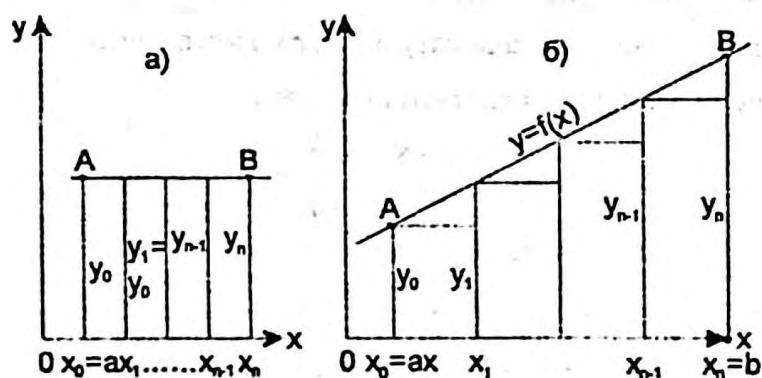


Рис. 32. К определению равномерности высева семян базовой и винтовой катушкой

а – желобок базовой катушки,

б – желобок винтовой катушки.

Обозначим далее через $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n, y_{n-1}$ значения функции $f(x)$ в точках $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$, т.е. $y_0 = f(x_0), y_1 = f(x_1), \dots, y_n = f(x_n)$. Составим суммы $y_0 \Delta x + y_1 \Delta x + \dots + y_{n-1} \Delta x$ и $y_1 \Delta x + y_2 \Delta x + \dots + y_n \Delta x$.

Каждая из этих сумм является интегральной суммой для $f(x)$ на отрезке (A, B) и поэтому приближенно выражает интеграл:

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{n} (y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1}) \quad (26)$$

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{n} (y_1 + y_2 + \dots + y_n) \quad (27)$$

Для желобка базовой катушки $y_0 = y_1 = y_2 = \dots = y_n$. Из рисунка 32 видно, что $f(x)$ для нее положительная и не возрастающая и не убывающая функция. Тогда формулы (26), (27) выражают суммарную площадь прямоугольной фигуры

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{n} Y_n = (b-a)Y. \quad (28)$$

Откуда ясно, что разгрузка (n) семян из желобка происходит одновременно. Для желобка новой катушки $f(x)$ — положительная и возрастающая функция. И формула (26) выражает площадь ступенчатой фигуры, составленной из «входящих» прямоугольников, а формула (27) — площадь ступенчатой фигуры, состоящей из «выходящих» прямоугольников.

Если шаг деления $\Delta = \frac{b-a}{n}$ принять за число зерен находящихся в наклонном желобке, то из рисунка 32 видна последовательность выпадения зерна из желобка при соответствующей форме поджимного клапана. Тогда математически можно определить расстояние между семенами при перемещении сеялки и последовательном выпадении семян из одного винтового диагонального желобка, а также других последующих.

Расчет размещения семян сои

По агротехническим требованиям рекомендуемые способы посева сои - рядовой с междурядьями 15 см и широкорядный с междурядьями 45 см. Для получения необходимой густоты растений следует руководствоваться рекомендуемым числом всхожих зерен на одном гектаре. По рекомендациям ВНИИ сои для скороспелых сортов количество всхожих зерен на 1 га составляет 800 тыс. шт., среднеспелых сортов - 700 тыс. шт. и позднеспелых - 600 тыс. всхожих зерен. Площадь 1 га составляет 10000 м², следовательно, на 1 м² требуется размещать соответственно 80, 70 и 60 штук семян сои, тогда

$$n_{\text{см}} = \frac{M}{F}, \quad (29)$$

где M - количество всхожих семян на 1 га, шт;

F - площадь 1 га, м².

Исходя из принятой ширины междурядий, определяем количество рядков, размещенных на 1 м² площади при разных способах посева $P_r, P_{\text{ш}}$.

$$\left. \begin{aligned} P_r &= \frac{A}{m_r} \\ P_{\text{ш}} &= \frac{A}{m_{\text{ш}}} \end{aligned} \right\}, \quad (30)$$

где A - ширина 1 м² посевной площади, см;

$m_r, m_{\text{ш}}$ - ширина междурядий, см.

Определяем среднее количество семян при раскладке в одном рядке при разных способах посева

$$\left. \begin{aligned} m_r &= \frac{n_{\text{см}}}{P_r} \\ m_{\text{ш}} &= \frac{n_{\text{см}}}{P_{\text{ш}}} \end{aligned} \right\}, \quad (31)$$

где $n_{шт}$ – количество семян на 1 м^2 , шт;

$P_p, P_{ш}$ – количество рядков при рядовом и широкорядном способах посева на 1 м^2 .

При норме высева 600 тыс. всхожих зерен при рядовом способе посева количество семян составит 9 шт. на 1 погонном метре, при широкорядном – 27 шт. на погонном метре; при норме высева 700 тыс. зерен при рядовом способе – 10,5 шт., при широкорядном – 31 зерно, при норме высева 800 тыс. зерен при рядовом способе – 12 шт., при широкорядном – 36 шт.

Находим среднее расстояние между семенами при рядовом и широкорядном способах посева сои

$$\left. \begin{aligned} S_p &= \frac{L}{n_p} \\ S_{ш} &= \frac{L}{n_{ш}} \end{aligned} \right\}, \quad (32)$$

где L – длина погонного метра рядка, м;

$n_p, n_{ш}$ – количество семян на одном погонном метре при разных способах посева, шт.

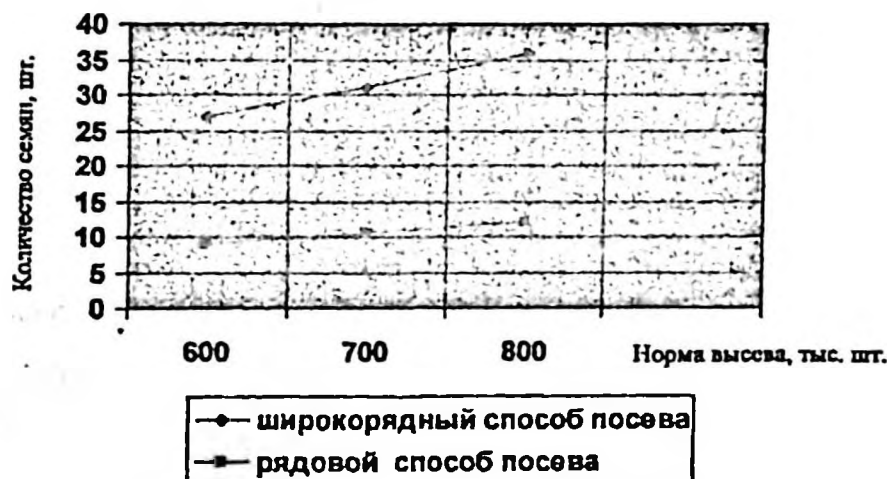


Рис. 33. Определение количества семян при разных нормах и способах посева

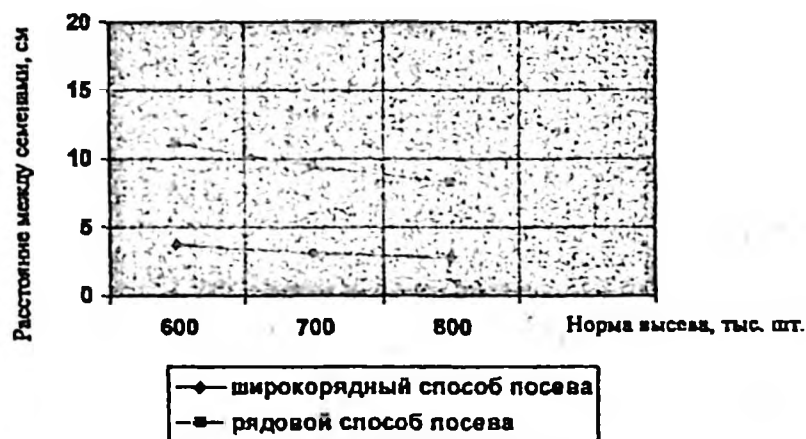


Рис. 34. Определение среднего расстояния между семенами при разных нормах высева и способах посева

Среднее расстояние между семенами при рядовом способе посева при норме высева 600 тыс. всхожих зерен на га составит 11,1 см, при 700 тыс. всхожих зерен на га – 9,52 см, при 800 тыс. всхожих зерен на га – 8,33 см; при широкорядном способе посева при норме высева 600 тыс. зерен – 3,7 см, при 700 тыс. зерен – 3,17 см, при 800 тыс. зерен – 2,77 см.

Количество оборотов в минуту приводных колес сеялки будет

$$n = \frac{v}{L_2 \times 60}, \quad (33)$$

где v - фактическая скорость движения агрегата, км/ч;

L_2 - длина обода приводного колеса сеялки СЗП-3,6 при диаметре 710 мм составит 2,23 м.

При передаточном отношении, рекомендованном на посеве сои 0,124, за один оборот катушки приводное колесо сеялки проходит путь, равный 17,98 м

$$S_1 = \frac{L_2}{i}, \quad (34)$$

где i - передаточное отношение.

Найдем путь, пройденный сеялочным агрегатом при повороте катушки на 30° при освобождении одного желобка катушки

$$S_2 = \frac{S_1}{z}, \quad (35)$$

где z - количество желобков винтовой катушки.

Тогда освобождение одного желобка произойдет при прохождении сеялочным агрегатом пути, равным 1,498 м. При норме высева 60 штук на 1 м^2 (при посеве рядовым способом 15×15) на пути 1,498 м при посеве новым высевающим аппаратом при подходе семян к высевающему отверстию истекает постепенно одно за другим 13-14 семян. Среднее расстояние между выпадающими семенами должно составлять, согласно агротехническим требованиям, 9-11 см. Из формулы (21) среднее расстояние между семенами при посеве винтовым диагональным высевающим аппаратом будет составлять 11 см, что соответствует требованиям.

$$S_3 = \frac{S_2}{n_c}. \quad (36)$$

Для четкого разделения зерна сои, выпадающего из диагонального желобка катушки, и поступления его на одну прямую параллельную движению сеялки важное значение имеет профиль выбросного окна высевающего аппарата. На рисунке 35 показаны схемы укладки зерна сои в желобке винтовой диагональной катушки высевающего аппарата и активном подкатушечном слое. Из рисунка видно, что если торцевую часть подпирающего клапана доньшка катушки принять параллельной осевой линии длины катушки, то при перемещении активного слоя зерна сои по доньшку и в желобке при повороте катушки и выброс активного слоя, и освобождение желобка будут более равномерными, так как истечение семян сои происходит непрерывно, исходя из попеременной их укладке в

ребре катушки и подкатушечном слое, при перемещении их центра тяжести за край клапана (донышка).

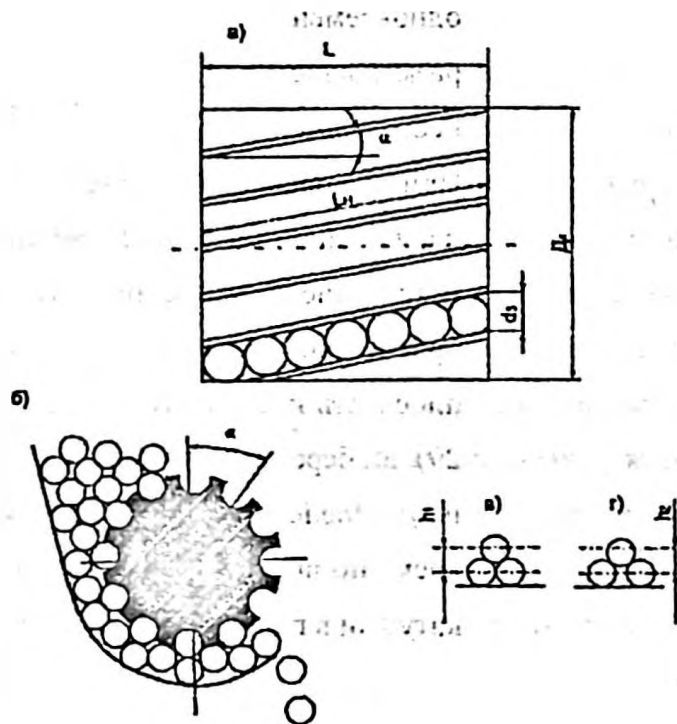


Рис. 35 (а, б, в, г) Схемы укладки зерна сои и в желобках, и активном слое катушки.

- а) вид катушки и укладки семян в желобке;
- б) разрез катушки и укладка семян в желобке и активном слое;
- в) при плотной укладке;
- г) при неплотной укладке.

Проведенный анализ показывает цикличность разгрузки семян базовым горизонтальным желобком и последовательное выпадение семян сои из наклонного винтового желобка и нижнего подпирющего слоя, которое может выпадать примерно через каждые 2° поворота катушки высевающего аппарата против часовой стрелки при прямолинейном движении сеялки со скоростью 9 км/ч.

Определение нормы высева катушечно-винтовым высевающим аппаратом

В настоящее время используются три метода определения площади поперечного сечения желобка и три метода построения профиля желобка для определения рабочего объема желобка. Один из них, когда площадь поперечного сечения желобка складывается из трех частей: $f = f_1 + f_2 + f_3$, другой, когда складывается из двух частей: $f = f_1 + f_2$, где f_1 и f_2 – площади сегментов; f_3 – площадь трапеции, третий метод определения площади поперечного сечения желобка – через площадь двух полуэллипсов, у которых большая ось равна ширине желобка, малые полуоси – радиусу закрепления дуги профиля желобка. Но не один из этих методов не может быть применен для определения нормы высева катушечно-винтового высевающего аппарата.

Рабочий объем катушки V_p , под которым понимают объем семян высеваемых за один оборот, состоит из объема $V_{\text{ж}}$ семян, вынесенных желобками катушки, и объема V_a семян, прошедших в активном слое:

$$V_p = V_{\text{ж}} + V_a. \quad (37)$$

При работе высевающих аппаратов сеялки с учетом давления вышележащих слоев, высокой подвижности семян сои при разгрузке желобков и внешних воздействиях соя будет стремиться занимать положение, соответствующее плотной укладке. Количество семян сои, находящихся в желобке катушки, а также в активном подкатушечном слое при плотной их укладке, будет неодинаковым для базовой и предлагаемой винтовой катушек из-за разной рабочей длины катушек, а также ширины скошенных желобков.

Полная длина желобка винтовой катушки будет

$$L_{\text{ж}} = \frac{L}{\cos \alpha}. \quad (38)$$

Объем семян сои, заполняющий желобки винтовой катушки, определим по формуле

$$V_{ж} = 12 \frac{L}{\cos \alpha d_c} \frac{\pi d_c^3}{4}, \quad (39)$$

где L — длина катушки, мм;

d_c — средний диаметр семян сои, мм.

Объем семян сои, заполняющий один винтовой желобок катушки равен

$$V_{1,ж} = \frac{L}{\cos \alpha d_c} \frac{\pi d_c^3}{4}. \quad (40)$$

Если учесть, что в один желобок укладывается определенное количество семян сои с d_c , то количество семян, заполняющих один желобок, можно определить следующим образом:

$$n = \frac{L}{\cos \alpha d_c}. \quad (41)$$

Толщина активного слоя для различных сортов сои разная. При рекомендованной высоте высевного отверстия 6-11 мм зерна сои в активном слое по высоте укладываются в 1-2 d_c .

При минимальной высоте высевного отверстия объем семян, высеянных за счет активного слоя у новой катушки за один оборот можно определить

$$V_a = \frac{4Ld_k}{d_c \cos \alpha}, \quad (42)$$

где d_k — диаметр катушки, мм.

Тогда рабочий объем семян, высеваемых за один оборот катушки, равен

$$V_p = 9,42 \frac{Ld_c^2}{\cos \alpha} + \frac{4Ld_k}{d_c \cos \alpha}. \quad (43)$$

При норме высева H и ширине междурядий m объем семян, который должен дозировать высеваший аппарат за один оборот колеса сеялки, составит

$$V_{ок} = \pi D_k m H [\gamma (1 - \varepsilon)] \quad (44)$$

где D_k — диаметр колеса сеялки;

γ — плотность укладки семян;

ε — коэффициент скольжения колес сеялки по почве.

Объем семян, который должен подать один высеваший аппарат за один поворот катушки, будет

$$V_p - V_a / i = \pi D_k n_k m H [\gamma n_b (1 - \varepsilon)] \quad (45)$$

где $i = n_p / n_k$ — передаточное отношение от приводного колеса к валу высеваших аппаратов;

n_p — частота вращения катушки высевашего аппарата;

n_k — частота вращения приводного колеса.

Приравняв уравнения и решив полученное уравнение, получим зависимость между всеми параметрами относительно нормы высева одним высевашим аппаратом

$$H = \frac{4L}{\cos \alpha} (0,76 + d_k) \times [\gamma n_b (1 - \varepsilon)] / \pi D_k n_k m. \quad (44)$$

Полученное выражение показывает норму высева катушечно-винтовыми высевашими аппаратами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Размерные характеристики семян сои

Исследования размеров зерна сои проводились на сортах, районированных в Амурской области, занимающих основную часть площадей, находящихся под посевами сои ВНИИС – 1, Октябрь – 70.

Размерные характеристики зерна сои снимались из выборки по 300 зерен. Отбор проводился по методу средней пробы. Длина (л), ширина (а), толщина (в) измерялись индикаторным методом с точностью до 0,001мм.

Достаточным показателем величины среднюю длину, ширину, толщину признать нельзя, так как очень много семян сои уклоняются по своей величине от средней. Необходимо учитывать коэффициент сферичности формы зерен, который определяется через их размеры.

Лабораторные исследования размерных характеристик семян сои сортов ВНИИС-1, Октябрь-70 показали, что разница в размерах варьируется у сорта ВНИИС-1 по длине - от 5,0 до 9,0 мм, ширине - от 4,0 до 8,0 мм, толщине - от 4,0 до 7,0 мм; у сорта Октябрь-70 по длине от 5,0 до 10,0 мм, ширине - от 4,5 до 10,0 мм, толщине - от 4,0 до 8,0 мм. Среднее квадратическое отклонение составило у сорта ВНИИС-1 по длине - $\pm 0,8$ мм, по ширине - $\pm 0,4$ мм, по толщине - $\pm 0,39$ мм. Точность проведенных исследований составила 1,2 %; у сорта Октябрь-70 по длине - $\pm 0,85$ мм, по ширине - $\pm 0,42$ мм, по толщине - $\pm 0,36$ мм. Точность проведенных исследований составила 1,05 %. Так как у сорта ВНИИС – 1 коэффициент сферичности составляет 0,895, а у сорта Октябрь – 70 равен 0,925 при некотором допущении, можно сказать, что зерно сои имеет форму шара.



Рис. 36. Вариационные кривые размерных характеристик семян сои сорта ВНИИС – 1.

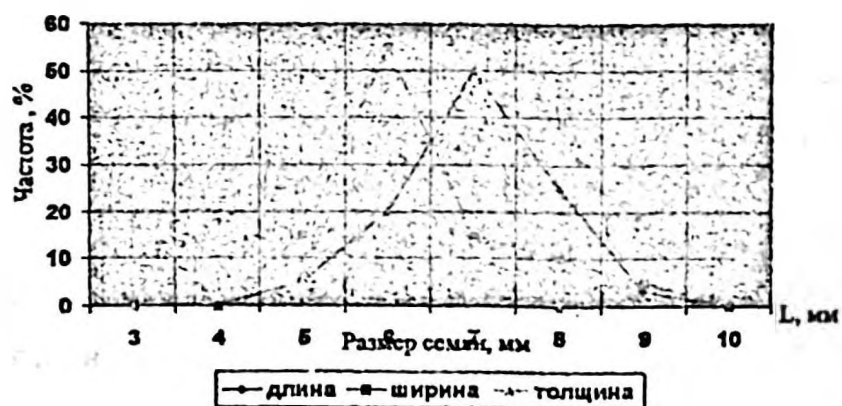


Рис. 37. Вариационные кривые размерных характеристик семян сои сорта Октябрь – 70.

Исследование равномерности высева семян сои в лабораторных условиях

В условиях современного механизированного производства сои загущенность и изреженность посевов сои приводит к снижению урожайности, поэтому кроме своевременного и высококачественного посева важно не допускать отклонений в раскладке семян в рядке на 3%.

Для исследования влияния режимов работы катушечных высевающих аппаратов на равномерность распределения семян сои были проведены лабораторные испытания на транспортере с липкой лентой.

В ходе проведенных исследований устанавливалась рабочая длина катушки от 20-40 мм. Опыты проводились в пятикратной повторности для каждого варианта. Оценка равномерности распределения семян на липкой ленте, согласно принятой методике, производилась средним интервалом между семснами и средним квадратическим отклонением.

Во время работы исследуемого катушечного высевающего аппарата при рабочей длине катушки 30 мм 15 % семян сои находились на расстоянии друг от друга 1-2 см, 55% на расстоянии 2-4 см. В то же время по время посева базовой катушкой при такой же длине ее рабочей части 30% семян были в загущенном состоянии, 25% - на расстоянии 2 см и 20% - на расстоянии 4 см (рис. 38).

При полном открытии рабочей части длины исследуемой катушки на 40 мм - 70% семян распределяются согласно агротехническим требованиям (на расстоянии 2-4 см).

Среднее квадратическое отклонение составило для базовой катушки — 1,82 см, для винтовой катушки с рабочей длиной 30 мм — 1,65 см, для винтовой катушки с рабочей длиной 40 мм — 1,22 см. Данное расхождение расчетного и фактического интервала между семенами считается допустимым.



Рис. 38. Распределение семян сои по длине липкой ленты

Изменение нормы высева от величины зазора между поджимными клапанами и катушками высевающих аппаратов при разных режимах работы

Результаты исследований показали, что с увеличением зазора между поджимным клапаном и катушкой высевающего аппарата норма высева увеличивается как в случае с базовым вариантом, так и в случае с экспериментальной катушкой.

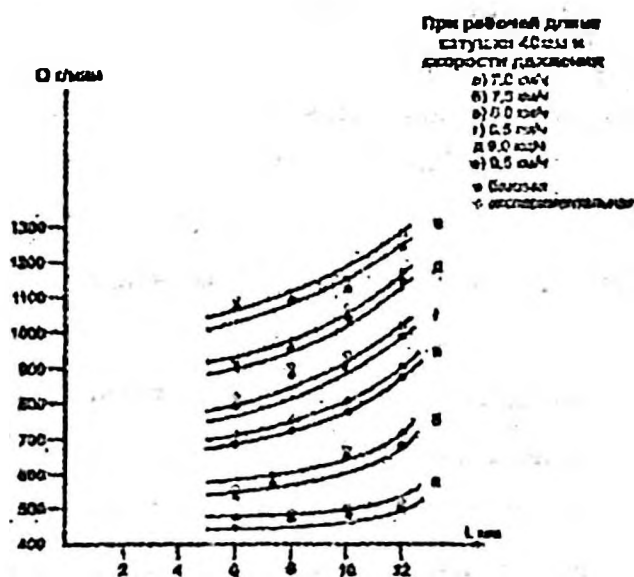


Рис.39.Зависимость нормы высева от величины зазора между поджимным клапаном и катушкой высевающего аппарата

Необходимо отметить, то что экспериментальный катушечный высевальной аппарат не только обеспечивает норму высева, но и увеличивает ее по сравнению с базовым вариантом на 3-7% за счет увеличения длины ребра.

При полном вылете винтовой катушки на 40 мм и скорости движения посевного агрегата 9 км/ч оптимальный зазор между подпиральным клапаном и катушкой высевальной аппаратуры составляет 8 мм.

Анализ зависимости дробления от угла наклона ребра катушки высевальной аппаратуры

Важным показателем качества работы высевальной аппаратуры на посеве сои является дробление семян. Данный показатель оказывает значительное влияние на урожайность сои. Содержание дробленых семян сначала определялось в исходном материале. Дробление и повреждение семян сои при высева определялось в 10 навесках массой 100 г каждая.



Рис. 40. Повреждение семян при изменении угла наклона ребра винтовой катушки

Можно сделать вывод, что при увеличении угла наклона ребра катушки относительно оси вращения с $26,5^{\circ}$ до 30° отмечается увеличение дробления посевного материала до 0,5-0,6; это связано с тем, что при увеличении угла наклона желобка уменьшается размер ребра катушки, а

при перемещении семян сои винтовой катушкой с диагональными ребрами с уменьшением их толщины увеличивается сила воздействия на зерно приводящая, к повреждению, однако исследования показывают, что в диапазоне рабочих скоростей величина дробления находится на уровне допустимом агротребованиями.

Влияние режима работы исследуемого катушечного высевающего аппарата на количество высеваемых семян сои

При возделывании сои в одинаковых прочих условиях посева от нормы высева в значительной мере зависят урожайные показатели. Были проведены исследования влияния режима работы экспериментальными высевающими аппаратами на количество высеваемых семян сои. Посев сои во время эксперимента производился на рабочей скорости 9 км/ч на нижнем высеве, длина рабочей части катушки высевающего аппарата составляла 40 мм. Заданная норма высева - 700 тысяч всхожих семян сои на гектар, фактическая норма высева составляла 650 тысяч всхожих семян сои на гектар. Высев экспериментальными катушечными аппаратами производился на левой стороне сеялки при трехкратной повторности опыта. Качество работы высевающих аппаратов оценивалось равномерностью и устойчивостью общего высева между отдельными аппаратами. Отклонение от нормы допускается для семян сои не более $\pm 3\%$. Необходимо чтобы высев экспериментальными высевающими аппаратами был устойчив. Неравномерность высева между отдельными высевающими аппаратами не должна превышать $\pm 4\%$, неравномерность высева каждым аппаратом не должна превышать $\pm 2\%$. Опыты проводились в пятикратной повторности на половине ширины захвата сеялки. Пробы были отобраны на выходе из семяпровода.

При анализе опытных данных установили, что отклонение массы семян сои, высеянной каждым аппаратом, $\pm 0,21$ г, что составляет 0,5%.

Неустойчивость общего высева при этом по всем аппаратам – 0,05%. Такой высокий показатель объясняется максимальной рабочей длиной винтовых катушек высевających аппаратов.

**Зависимость устойчивости высева семян сои катушечно-винтовыми
высевающими аппаратами сеялки**

Таблица 2

Номер высевающего аппарата	Масса высеянных семян, г			Среднее значение опытов, г	Неравно- мерность между аппарата- ми	Относи- тельная ошибка, %
	Повторность					
	1	2	3			
1	2	3	4	5	6	7
1	43	44	43,6	43,53±1,05	-0,66	1,53
2	42,5	43,7	43,1	43,10±1,10	-0,23	0,53
3	43,4	44,2	43,5	43,70±0,95	-0,83	1,90
4	44,0	43,4	43,8	43,73±0,73	-0,86	1,97
5	42,8	43,8	43,4	43,33±1,02	-0,46	1,07
6	42,5	43,6	43,0	43,03±1,18	-0,16	0,37
7	43,8	44,3	43,1	43,73±1,28	-0,86	1,97
8	43,0	44,1	43,5	43,53±1,16	-0,66	1,53
9	43,0	44,0	43,7	43,56±1,06	-0,69	1,60
10	42,5	43,7	43,2	43,13±1,13	-0,26	0,60
11	43,3	43,6	43,5	43,46±0,85	-0,59	1,37
12	43,5	44,1	43,7	43,76±0,74	-0,89	1,99

При обработке опытных данных выявили следующие статистические характеристики: средняя арифметическая, являющаяся наиболее вероятным значением массы высеваемых семян одним высевющим аппаратом при скорости 9 км/ч, составила 43,46 г, средняя относительная

ошибка — 1,38 %, среднее квадратическое отклонение по всем повторностям опыта и по всем аппаратам не превышает предельно допустимых значений ± 4 %.

Исследование равномерности высева семян сои в полевых условиях

При рядовом способе посева, согласно исходных требований, расстояние между семенами по длине ряда должно составлять 9-11 см и 2-4 см - при широкорядном посеве. Исследования равномерности распределения семян сои методом непосредственного нахождения в почве показывают, что при работе базовой высевающей катушки 28 % семян располагаются по длине рядка на расстоянии 9 - 11 см, что соответствует агротехническим требованиям, 38 — 40 % располагаются загущенно 0 - 7 см, 32 — 34 % находятся в изреженном состоянии (рис. 41) Загущенность и изреженность посевов сои приводят к снижению урожайности, поэтому кроме своевременного и высококачественного посева важно не допускать отклонений в раскладке семян на 3%. При работе исследуемого винтового катушечного высевающего аппарата на расстоянии, рекомендуемом агротребованиями, находились около 65 % семян, аналогичная ситуация наблюдалась и при замерах по всходам (рис. 42). При широкорядном способе посева базовым высевающим аппаратом по агротребованиям располагалось только 28-29 %, тогда как винтовым высевающим аппаратом порядка 65 % (рис. 43).



Рис. 41. Распределение семян сои вдоль ряда методом непосредственного нахождения в почве при рядовом посеве



Рис. 42. Распределение семян сои вдоль ряда при рядовом посеве



Рис. 43. Распределение семян сои вдоль ряда при широкорядном способе посева

**Показатели равномерности распределения семян сои вдоль рядка при
полевых испытаниях**

Таблица 3

Показатель	Среднеарифметическое значение показателя $\bar{X}$	Среднеквадратическое отклонение σ	Коэффициент вариации V	Показатель точности опыта $S\bar{x}\%$
1	2	3	4	5
Среднее расстояние между семенами методом непосредственного нахождения в почве при рядовом способе посева	11,3	0,12	0,01	0,32
Среднее расстояние между семенами при рядовом способе посева	11,2	0,23	0,021	0,7
Среднее расстояние между семенами при широкорядном способе посева	3,5	0,4	0,12	0,35

Анализируя графические зависимости, можно сделать вывод о том, что при рядовом и широкорядном способах посева при скорости 9 км/ч посевного агрегата винтовыми высевальными аппаратами растения сои распределяются равномерно по площади питания.

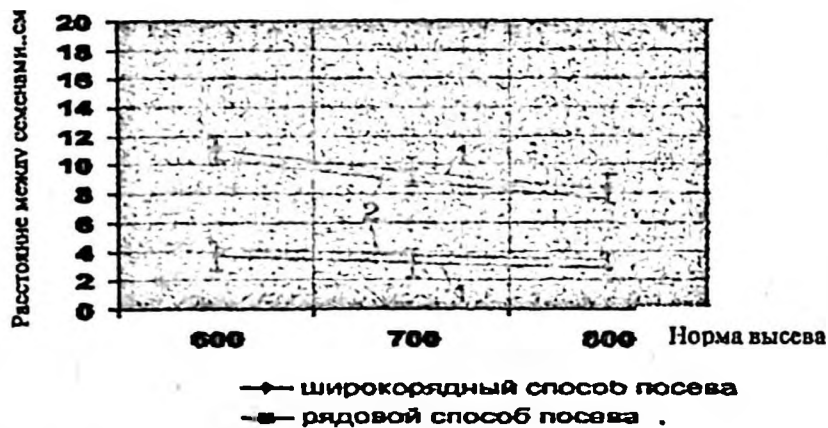


Рис. 44. Сравнительная характеристика интервалов между семенами:
1 — теоретические; 2 — фактические.

Из рисунка 44 видно, что экспериментальные исследования по равномерности распределения семян вдоль ряда подтверждают теоретические исследования и находятся в пределах доверительного интервала.

Результаты исследований процесса высева семян сои винтовыми высевающими аппаратами

На данном этапе исследований была поставлена задача определить наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на качественные характеристики процесса высева семян сои винтовыми катушками, получить математические модели, описывающие процесс, и оптимизировать основные параметры исследуемого процесса.

В качестве критериев оптимизации процесса высева семян сои катушками с диагональным расположением ребер нами было принято три основных критерия: Y_1 — норма высева аппарата, Y_2 — количество поврежденных семян сои при высеве экспериментальными высевающими аппаратами, Y_3 — равномерность распределения семян по длине ряда.

В результате обработки априорной информации нами были выделены факторы, оказывающие наибольшее влияние на качественные и количественные показатели исследуемого процесса высева семян.

К ним относятся: X_1 – частота вращения вала катушек (об/мин); X_2 – рабочая длина диагональных катушек при высеве, мм; X_3 – величина зазора

между катушкой и поджимным клапаном, мм. Обозначения и уровни варьирования факторов приведены в таблице 4.

Факторы и уровни их варьирования

Таблица 4

Обозначение	Факторы		
	Частота вращения, об/мин	Рабочая длина катушки, мм	Величина зазора м/у выс. ап. и подж. клапаном, мм
	X_1	X_2	X_3
Интервал варьирования	10	4	4
Верхний уровень (+)	40	40	14
Основной уровень (0)	30	33	10
Нижний уровень (-)	20	26	6

После реализации эксперимента по матрице плана таблицы 5 и получения критериев оптимизации, проведена обработка результатов и построение математической модели.

Матрица планирования и результаты эксперимента

Таблица 5

№ опыта	X_1	X_2	X_3	Органолептическая оценка		
				Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	915	0,09	50,20
2	+	+	-	920	0,67	61,65
3	+	-	+	290	0,14	48,30
4	+	-	-	337	1,10	59,00
5	-	+	+	250	0,13	50,20
6	-	+	-	200	1,03	60,30
7	-	-	+	190	0,60	42,80
8	-	-	-	170	1,60	41,90
9	0	+	+	420	0,12	51,00
10	0	+	-	310	0,75	61,00
11	0	-	+	510	1,01	51,20
12	0	-	-	260	0,92	61,00
13	+	0	+	440	0,09	52,60
14	+	0	-	400	0,68	61,60
15	-	0	+	600	0,80	60,20
16	-	0	-	730	0,12	50,10

Данные расчетов дисперсии откликов и проверка их однородности показали, что дисперсии откликов однородны, поэтому можно считать, что влияние отдельных ошибок и случайных помех по всем точкам матрицы одинаково, а дисперсии параллельных опытов сравнимы между собой.

Расчет оценок коэффициентов уравнений регрессии осуществляем путем скалярного умножения соответствующей строки матрицы для расчета методом наименьших квадратов оценок на вектор отклика.

Результаты регрессионного анализа приведены в таблицах 6,7,8.

Регрессионный анализ зависимости $Y_1 = f(X_1, X_2, X_3)$

Таблица 6

Коэффициенты модели	Шаг анализа				
	1	2	3	4	5
a_0	338,88	310,5	320,5	339,31	337,31
a_1	283,75	283,75	283,75	283,75	283,75
a_2	33,75	33,75	33,75	33,75	-
a_3	125,94	125,94	125,94	125,94	125,94
a_{12}	31,875	31,875	31,875	31,875	31,875
a_{13}	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75
a_{23}	11,25	11,25	-	-	-
a_{11}	15,625	15,625	15,625	15,625	15,625
a_{22}	4,375	-	-	-	-
a_{33}	-	-	-	-	-
Стандартное отклонение	22780	22831	24349	25225	33353
R- корреляция	0,99113	0,99111	0,99052	0,99017	0,98699
F – критерий	43,263	55,498	66,825	83,558	82,885

Регрессионный анализ зависимости $Y_2 = f(X_1, X_2, X_3)$

Таблица 7

Коэффициент модели	Шаг анализа				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
a_0	0,453	0,453	0,700		
a_1	-0,1260	-0,1260	0,1260		
a_2	-0,215	-0,215	-0,215		
a_3	-0,328	-0,328	0,328		

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
a_{12}	0,070	0,070	0,070		
a_{13}	0,038	0,038	-		
a_{23}	0,020	-	-		
a_{11}	0,030	0,030	-		
a_{22}	0,248	0,248	0,248		
a_{33}	-	-	-		
Стандартное отклонение	0,45924	0,46404	0,62739		
R- корреляция	0,92519	0,92438	0,89624		
F-критерий	4,62	5,87	5,25		

Регрессионный анализ зависимости $Y_3=f(X_1, X_2, X_3)$

Таблица 8

Коэффициенты модели	Шаг анализа			
	1	2	3	4
a_0	60,406	60,406	60,406	60,406
a_1	2,321	2,321	2,321	-
a_2	2,521	2,521	2,521	2,521
a_3	-4,397	-4,397	-4,397	4,397
a_{12}	-2,656	-2,656	-2,656	2,656
a_{13}	-0,988	-	-	-
a_{23}	-1,004	-1,004	-	-
a_{11}	-4,281	4,281	4,281	4,281
a_{22}	-4,331	-4,331	-4,331	-4,331
a_{33}	-	-	-	-
Стандартное отклонение	81,369	93,071	105,17	169,18
R-корреляция	0,93881	0,9297	0,92016	0,86744
F-критерий	5,7782	6,3712	7,101	5,066

После отсеивания статистически незначимых коэффициентов методом шаговой регрессии уравнения, получили в кодированной форме следующий вид:

- для нормы высева винтовой катушки:

$$y_1 = 337,31 + 183,75x_1 + 23,75x_2 + 125,94x_3 + 11,875x_1x_2 + 43,75x_1x_3 \quad (45)$$

- для количества поврежденных семян при высеве:

$$y_2 = 0,453 - 0,126x_1 - 0,215x_2 - 0,328x_3 + 0,07x_1x_2 + 0,0375x_1x_3 - 0,03x_1^2 + 0,2575x_2^2 \quad (46)$$

- для равномерности распределения семян при высеве:

$$y_3 = 60,406 + 2,321x_1 + 2,521x_2 - 4,397x_3 - 2,656x_1x_2 - 4,281x_1^2 - 4,331x_2^2. \quad (47)$$

Адекватность моделей оценивалась по критерию Фишера. Сумма квадратов, определяющая неадекватность результатов эксперимента, определялась по формуле со степенью свободы:

$$F_1 = N - R - 1. \quad (48)$$

Сумма квадратов, связанная с дисперсией и характеризующая ошибку опыта, определялась по формуле со степенью свободы:

$$F = N(m - 1). \quad (49)$$

Адекватность моделей подтверждается с вероятностью $P_p = 0,95$ при коэффициентах корреляции $R_1 = 0,987$ и $R_2 = 0,896$ $R_3 = 0,867$.

Результаты регрессионного анализа приведены в таблице 9.

Результаты регрессионного анализа

Таблица 9

Критерий	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{12}	a_{13}	a_{23}	a_{11}	a_{22}	a_{33}	Заключение об адекватности	
											F_r	F_t
У1	337,31	138,750	23,750	125,94	11,875	43,75	-	-	-	-	83,558	4,740
У2	0,453	0,126	0,215	0,328	0,07	0,038	-	0,3	0,248	-	5,872	3,730
У3	60,406	2,321	2,521	4,397	2,656	-	-	-4,281	4,331	-	7,101	4,100

После получения адекватных математических моделей с отклонениями и обусловленным влиянием каких-либо неучтенных факторов на качество работы экспериментальных высевальных аппаратов, не превышающих допустимые, определялись координаты оптимума и изучались поверхности отклика.

Для определения оптимального сочетания факторов, при которых достигается необходимая норма посева, дробление будет минимальным, а равномерность распределения семян сои по длине ряда – максимально соответствовать агротехническим требованиям, были заданы области экстремальных значений критериев оптимизации (табл. 10).

Области экстремальных значений

Таблица 10

Критерий	X_1	X_2	X_3	У
1	2	3	4	5
У ₁ – max	1	1	1	484,121
	1	-1	1	439,375
	1	1	-1	369,999
	1	-1	-1	326,249
	-1	1	1	243,542
	-1	-1	1	242,292
У ₁ – max	-1	1	-1	188,749
	-1	-1	-1	187,499

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
$Y_2 - \min$	1	0,3	1,00	-0,140
	1	0,28	1,00	-0,140
	1	0,32	1,00	-0,140
	1	0,26	1,00	-0,140
	1	0,34	1,00	-0,140
	1	0,24	1,00	-0,140
	1	0,36	1,00	-0,130
	1	0,22	1,00	-0,130
	0,2	0,23	-1,00	65,325
$Y_3 - \min$	0,19	0,23	-1,00	65,324
	0,2	0,22	-1,00	65,324
	0,21	0,23	-1,00	65,324
	0,2	0,24	-1,00	65,324
	0,21	0,22	-1,00	65,324
	0,19	0,24	-1,00	65,324
	0,19	0,22	-1,00	65,323

При этом необходимо учитывать, что величина дробления зависит от физико-механических свойств семян сои, а равномерность распределения ограничена качеством работы всего посевного агрегата.

Так как на экстремум поверхности отклика налагается ограничение второй поверхности отклика, то компромиссная задача по отысканию условного экстремума решалась методом неопределенных множителей Лангранжа. Области компромиссных факторов обозначены в таблице 11.

Области компромиссных значений

Таблица 11

Уступка, %	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3
$Y_1=26,9$						
$Y_2=26,9$	0,88	0,18	0,12	403,624	0,264	58,5
$Y_3=26,9$						

В результате решения этой задачи независимые переменные, влияющие на критерии оптимизации, имеют следующие значения:

частота вращения вала катушек $n = 30$ об/мин;

рабочая длина катушек $L = 40$ мм;

величина зазора между катушкой и поджимным клапаном $\beta = 8$ мм.

При оптимальном сочетании факторов норма высева винтовой катушкой составляет – 337,31 г/мин, дробление семян сои при высеве составляет – 0,6 %, а равномерность распределения семян по длине ряда – 60,406 %.

Для анализа влияния факторов на процесс высева были построены поверхности откликов Y_1 , Y_2 , Y_3 . Для этого исходные уравнения регрессии сводили к уравнениям с двумя факторами, оставляя остальные на постоянных уровнях. Поверхности откликов позволяют нам наглядно проследить влияние факторов на критерии оптимизации, а также определить парное значение факторов.

Для упрощения анализа данных поверхностей были построены сечения поверхностей откликов при стабилизации факторов.

При стабилизации фактора $X_3 = -1$ (6 мм) значение дробления семян при высеве будет уменьшаться при увеличении факторов X_1 (частоты вращения вала катушек) и X_2 (рабочей длины катушки), то есть дробление уменьшится при увеличении рабочей длины катушки и скорости вращения вала.

$$Y_2 = f(x_1, x_2, x_3 = 12)$$

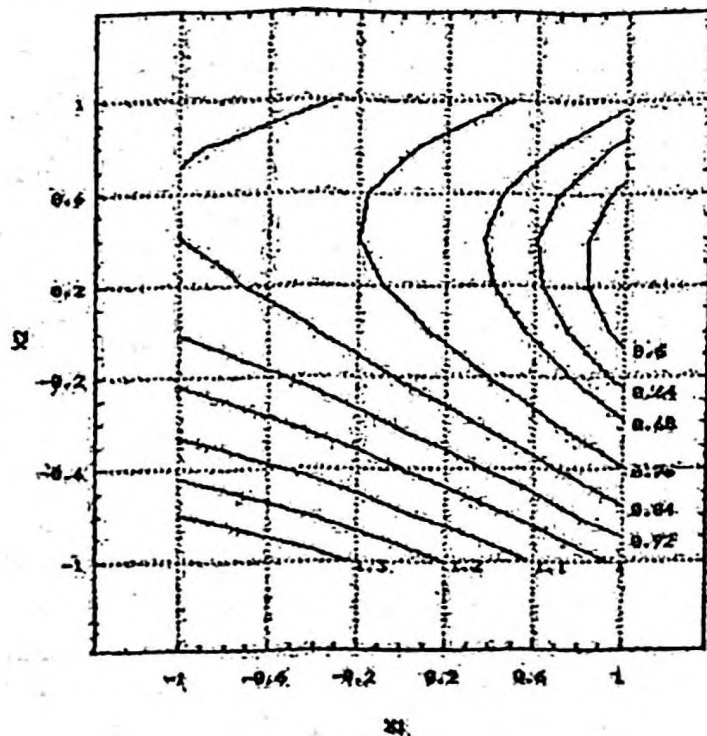


Рис. 45. Поверхность отклика повреждений семян сои при посеве

При стабилизации фактора $X_3=0$ (8 мм) снижение дробления семян наблюдается с увеличением факторов X_1 и X_2 .

Следовательно, при величине зазора между поджимным клапаном и катушкой, равной 8 мм, увеличенной скорости посевного агрегата и максимальном значении рабочей длины катушки отмечается оптимальное значение дробления семян сои при посеве.

$$Y_3 = f(X_1, X_2, X_3 = 1)$$

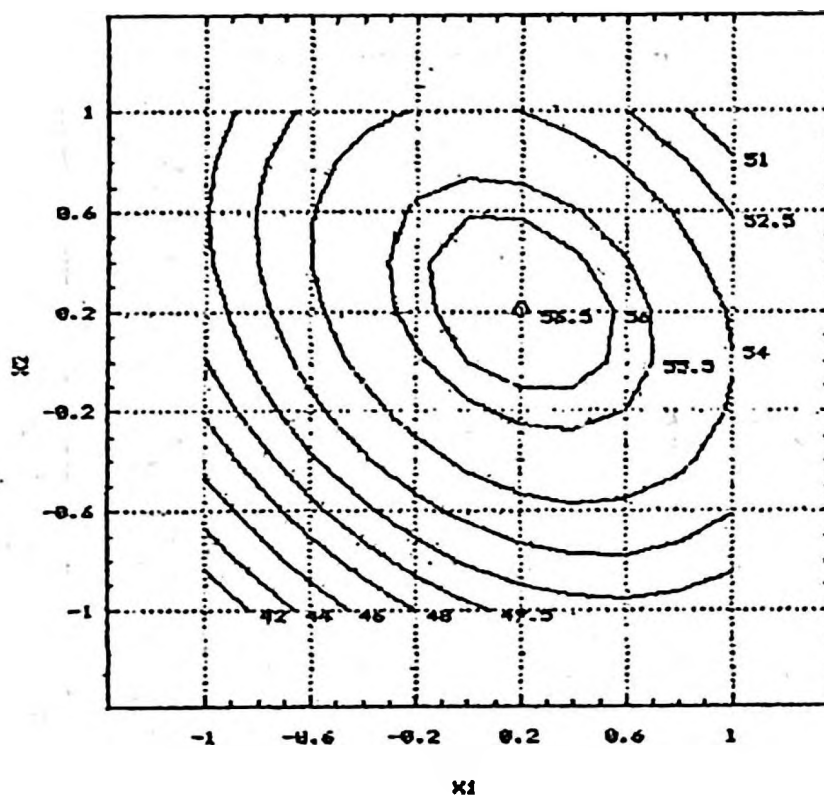


Рис. 46. Поверхность отклика равномерности распределения семян сои

На основании анализа поверхности отклика можно заключить, что при стабилизации фактора $X_3 = 0$ (10 мм) равномерность распределения семян вдоль ряда Y_3 будет пропорционально увеличиваться при росте значения фактора X_2 и достигнет оптимального значения при скорости посевного агрегата 9 км/ч (X_1).

Обработка урожайных данных

Винтовые высевальные аппараты устанавливались на сеялке СЗП-3,6, используемой для посева калиброванных и некалиброванных семян сои широкорядным (с междурядьем 45 см) и рядовым (15x15) способами

посева. Высевающие аппараты унифицированы и применяются для посева зерновых культур и сои.

Испытания были проведены в ТОО «Ленинское» с. Толстовка Тамбовского района Амурской области в 2000 г. на площади 260 га на посевном агрегате с трактором Т-4 + 3 сеялки СЗП-3,6, при этом на одну сеялку были установлены экспериментальные высевающие аппараты с измененной формой поджимного клапана и винтовыми катушками. Посев производился рядовым способом. Рабочая скорость составляла 9 км/ч.

Согласно техническому заданию равномерность высева семян сои при рядовом посеве (семена должны находиться на расстоянии 9-11 см) должна составлять не менее 60%. Согласно проведенным испытаниям, равномерность распределения семян по длине ряда методом непосредственного нахождения их в почве составила до 65%, а при измерении расстояния между семенами, между растениями по всходам - до 65 %. При высеве базовыми высевающими аппаратами только 26 % семян были распределены равномерно по длине ряда на расстоянии 9-11 см, 20% семян в загущенном состоянии и 54% изрежено (15 и более см).

При определении урожайности на экспериментальных участках были получены следующие показатели:

Сравнительный анализ влияния высевающих аппаратов сеялки
на урожайность сои

Таблица 12

Показатели урожайности	Высевающие аппараты сеялки		Прибавка в % к базовому
	винтовые	базовые	
1	2	3	4
Количество растений к уборке на 1 м ²	57	52	+9
Масса снопа с 1 м ² , г	652	411	+37

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
Средняя высота растений, см	59	55	+6,8
Масса 1000 зерен, г	190,2	167,4	+11,2
1	2	3	4
Масса зерна с 1 м ² , г	267,7	220,5	+17,6
Биологическая урожайность, т/га	2,7	2,5	+9,3
Фактическая урожайность, т/га	1,5	1,3	+9,3
НСР ₀₅ , т/га	0,056	0,048	-
$S \bar{x}$, %	4,46	4,82	-

Согласно данным получили следующие результаты: при посеве экспериментальными высевальными аппаратами по сравнению с высевом базовыми аппаратами за счет более равномерного распределения семян сои по длине ряда на 9 % растений больше осталось к моменту сбора урожая, на 6,8% выше средняя высота растений, на 11,2% больше масса 1000 зерен и на 9,3% выше биологическая и фактическая урожайность сои. Прибавка урожая по вариантам составляла в условиях 2000 года 0,2 т/га.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для определения экономической эффективности винтовых катушечных высевающих аппаратов для зерновой сеялки мы основывались на сопоставлении дополнительных затрат и дополнительного выхода продукции, получаемой в результате более равномерного посева сои и оптимальной площади питания растений.

В качестве сравнительного варианта рассматриваются катушечные высевающие аппараты серийного производства к зерновой сеялке СЗП-3.6.

Дополнительные затраты в данном случае были связаны с переоборудованием высевающих аппаратов сеялки СЗП-3.6, а также себестоимостью дополнительной продукции.

Расчет цены ЦО на сеялку для посева зерновых культур производился через остаточную цену базовой конструкции - зерновой сеялки СЗП-3.6. Стоимость базовой сеялки составляла 78 тыс. рублей. Остаточная цена трактора, который использовался для агрегатирования сеялки для посева составила 210 тыс. рублей.

Дополнительные затраты на переоборудование одной сеялки составили 1600 рублсй.

Исходные данные для расчета экономической эффективности сеялки с винтовыми высевающими аппаратами катушечного типа приведены в таблице 13.

При расчете определяли следующие показатели:

Балансовая цена, рубли.

$$Бл = Цо \times m. \quad (50)$$

Амортизационные отчисления на реновацию, рубли/га.

$$A = \frac{Бл \times a}{Wэ \times Bг \times 100}. \quad (51)$$

Заработная плата, рубли/га

$$ЗП = Ч / Wэ . \quad (52)$$

Удельные затраты на ТО ТР, рубли/га

$$P = \frac{Бл \times R}{Wэ \times Bг \times 100} . \quad (53)$$

Удельные затраты на ГСМ, рубли/га

$$Г = g \times Цг . \quad (54)$$

Удельные эксплуатационные затраты

$$И = А + ЗП + Р + Г . \quad (55)$$

Удельные капитальные вложения, рубли/га

$$Куд = \frac{Бл}{Wэ \times Bг} . \quad (56)$$

Удельные приведенные затраты, рубли/га

$$П = И + Куд \times E . \quad (57)$$

Экономический эффект по приведенным затратам, рубли/га

$$Эн = Пс - Пэ , \quad (58)$$

где Пс - удельные приведенные затраты серийной сеялки, рубли/га;

Пэ - удельные приведенные затраты экспериментальной сеялки, рубли/га.

Годовой экономический эффект на одну машину, рубли.

$$Эг = Эн \times Bг \times Wэ . \quad (59)$$

Срок окупаемости

$$Tco = \frac{Дк}{Дп} , \quad (60)$$

где Дк – дополнительные капиталовложения на переоборудование, сеялки, рубли ;

Дп – прирост годовой прибыли, рубли.

Дополнительная продукция в натуральном выражении составила около 0,2 т/га (по данным протокола приемочных испытаний), в денежном исчислении это 1,29 тыс. рублей, исходя из стоимости 1 т зерна сои 6,46 тыс. рублей.

Годовой прирост прибыли от внедрения катушечных выссевающих аппаратов определялся как разность между стоимостью полученной при посеве экспериментальной и серийной сеялками, с учетом приведенных затрат она составила 775 рублей/га.

Исходные данные для расчета экономической эффективности
работы сеялки

Таблица 13

Показатели	Обозначения	Серийная сеялка	Экспериментальная сеялка
1	2	3	4
Состав агрегата		3 СЗП-3,6+Т-4	3 СЗП-3,6+Т-4
Цена посевного агрегата, тыс.рублей	Цо	444,0	445,6
Коэффициент, учитывающий затраты на поставку, сборку и регулировку	М	1,1	1,1
Годовая нормативная нагрузка, ч: трактора с-х. машины	Вг	910 100	910 100
Количество обслуживающего персонала, чел.	л	3	3

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений	Е	0,15	0,15
Норма амортизационных отчислений на реновацию, % трактора с-х. машины	а	12,5 11,0	12,5 11,0
Норма отчислений на ТР и ТО, %: трактора с-х. машины	Р	7 16,7	7 16,7
Удельный расход ГСМ, кг/га	g	2,6	2,6
Стоимость 1 кг топлива, рублей	Цг	16,0	16,0
Часовая тарифная ставка, рублей: механизатора вспомогательного рабочего	ч	17,18 12,05	17,18 12,05
Производительность за час эксплуатационного времени	Wэ	6,0	6,0

Результаты расчета экономической эффективности

сеялки для посева сои

Таблица 14

Показатели	Серийная сеялка	Экспериментальная сеялка
Балансовая цена посевного агрегата, тыс. рублей	488,4	490,2
Амортизационные отчисления на реновацию, тыс. рублей/га	1,890	1,91
Удельные затраты посевного агрегата на ТР и ТО, тыс. рублей/га	1,91	1,92
Зарплата на оплату труда с начислениями, тыс. рублей/га	0,007	0,007
Удельные затраты на ГСМ, тыс. рублей/га	0,042	0,042
Удельные эксплуатационные затраты, тыс. рублей/га	3,85	3,88
Удельные дополнительные капитальные вложения, тыс. рублей/га	-	0,003
Удельные приведенные затраты, тыс. рублей/га	3,863	3,883
Годовой экономический эффект (валовая прибыль), тыс. рублей	2694,00	3159,00
Годовой прирост прибыли, тыс. рублей	-	465,00
Удельный прирост прибыли, тыс. рублей/га	-	0,775
Срок окупаемости	-	0,26

Годовой прирост прибыли повышается за счет повышения равномерности распределения семян сои по длине ряда винтовыми

высевающими аппаратами катушечного типа и снижения дробления семян при высеве, в итоге повышается урожайность по сравнению с серийным вариантом. Из всего вышесказанного можно сделать вывод о целесообразности применения катушечно-винтовых высевающих аппаратов для зерновых сеялок на посеве сои.

**Показатели сравнительной экономической эффективности
использования сеялки на посеве сои**

Таблица 15

Показатель	Серийная сеялка	Экспериментальная сеялка
Площадь, га	600	600
Урожайность, т/га	1,3	1,5
Валовый сбор, т	780	900
Цена сои на рынке, тыс.рублей/т	6,46	6,46
Стоимость урожая в рыночных ценах, тыс. рублей	5039	5814
Прямые эксплуатационные расходы, тыс.рублей	3,8	3,9
Затраты на оплату труда, тыс. рублей	4,2	4,2
Затраты на ГСМ, тыс. рублей	25,2	25,2
Валовая прибыль, тыс. рублей	2694,0	3159,0
Рентабельность, %	104,0	120,0
Годовой прирост прибыли, тыс.рублей	-	465,0
Срок окупаемости, год	-	0,26

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании проведенного анализа существующих и используемых конструкций высевальных аппаратов сеялок и применяемых способов посева сои установлено, что на 90 % применяется рядовой способ посева с междурядьем 15 см, а высевальные аппараты более чем на 70 % не обеспечивают равномерности высева семян из-за цикличности выброса их желобками катушки, в результате значительно снижается урожайность и валовый сбор этой культуры.

2. Разработанная математическая модель для описания равномерной раскладки семян вдоль рядка позволила обосновать конструкцию винтового высевального аппарата, оптимальные углы расположения желобков относительно оси вращения катушки 26,5-300 с толщиной ребра 1,5- 0,5 мм, при равенстве размеров длины, диаметра катушки, количества желобков, нормы высева, размеров глубины желобка с базовой катушкой, а также рациональную форму подпирающего клапана, линия торцевой поверхности которого является параллельной оси вращения катушки.

3. Теоретически и экспериментально установлено, что равномерность распределения семян по длине рядка предлагаемым высевальным аппаратом в лабораторных условиях составляет 70 %, а в производственных условиях — 65 %, со средним расстоянием между семенами 8,3-11,1 см и 2,77-3,7 см при рядовом и широкорядном способах посева, что соответствует агротехническим требованиям.

4. Дальнейшим направлением доработки конструкции катушечного высевального аппарата является разработка новой катушки с желобками, попеременно сходящимися и расходящимися на ширину желобка в левой и правой частях.

Перемещение вала сеялки исключается, и семена из семенной коробки будут выпадать не порциями, а равномерно, что исключает попадание

двух-трех семян в одно ложе почвы.

5. Проведенные исследования подтверждают способность новых высевальных аппаратов зерновой сеялки производить устойчивый посев сои на скорости 9 км/ч, при этом норма высева составляла 650 тыс./га всхожих зерен, а дробление семян не превышает уровень агротребований и составляет 0,6-0,7%.

6. В результате корреляционно-регрессионного анализа выявлено оптимальное сочетание факторов (скорость движения посевного агрегата 9 км/ч, рабочая длина катушки высевального аппарата – 40 мм, зазор между катушкой и поджимным клапаном 8-10 мм), при которых достигается необходимая норма высева 600-800 тысяч всхожих зерен сои на 1 га, минимальное дробление (0,2 %) и равномерность распределения семян по длине ряда до 65 %.

6. Присмочными испытаниями катушечных высевальных аппаратов с диагональным расположением ребер для посева сои установлено, что они надежно и качественно выполняют технологический процесс. Равномерность высева семян по длине ряда повышается до 62 % от уровня агротребований, фактическое повышение урожайности составляет 0,2 т/га, прибыль – 775 р/га, срок окупаемости составляет 0,26 года. Амурская государственная зональная машиноиспытательная станция рекомендует высевальные аппараты выпускать серийно и включить в Федеральный технический регистр.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Амурской области. – Л.: Гидрометиздат, 1973. – 103 с.
2. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
3. Атомян, В.М. Свободное истечение и высев семян зерновыми сеялками / В.М. Атомян. – Ереван: Изд-во Главного управления с.-х. наук МСХ Армянской ССР, 1960. – 138 с.
4. Бабич, А. Соя на корм / А. Бабич. – М.: Колос, 1974. – 112 с.
5. Бабичев, А.А. Соя в США / А.А. Бабичев // Масличные культуры. – 1987. № 6. – С. 19 – 21.
6. Басин, В.С. Об оценке точного распределения семян и растений по длине рядка / В.С. Басин, А.Н. Полищук. – ВИСХОМ, 1967. Вып. 4 – С. 9-17.
7. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах: учебное пособие для ВТУЗОВ / М.И. Бать, Г.И. Джанелидзе, А.С. Кельзон. – М.: Наука, 1990. – 672 с.
8. Бардин, Г.С. Соя – культура и использование / Г.С. Бардин, П.П. Бордаков. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1932. – 130 с.
9. Байнер, Р. Основы сельскохозяйственной техники / Р. Байнер, Р. Кепнер, Е. Баджер. – М.: Сельхозиздат, 1959. – 552 с.
10. Беликов, И.Ф. К вопросу о равномерности распределения семян / И.Ф. Беликов // Соя- ведущая культура в интенсификации земледелия на Дальнем Востоке: - Хабаровск: ДальНИИСХ, 1964, - С. 93-95.
11. Бсликов, И.Ф. К вопросу о биологическом обосновании квадратно-гнездового способа посева сои / И.Ф. Бсликов // Сообщение ДВ филиала СО АН СССР. – Владивосток, 1959. – Вып. 11. - С. 93-95.

12. Безруков, В.И. Механизированный посев сои. / В.И. Безруков, Б.Х. Федченко, В.И. Свешников. — Благовещенск, 1972. — С.4-6.
13. Бурлака, В.В. Растениеводство Дальнего Востока / В.В. Бурлака. — Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1970. — 396 с.
14. Бурлака, В.В. Биологические основы растениеводства на переувлажненных почвах Дальнего Востока / В.В. Бурлака. — Хабаровск: ДальНИИСХ, 1967. — 279 с.
15. Бурлака, В.В. Соя в северных районах Дальнего Востока / В.В. Бурлака, В.М. Пенчуков, Я.Я. Скродерс. — Хабаровск, 1969. — 27с.
16. Бузенков, Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г.М. Бузенков, С.А. Ма. — М.: Машиностроение, 1976. — 272 с.
17. Бережной, И.А. Изыскание и исследование высевающего аппарата для пунктирного посева сои. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. / И.А. Бережной. — М.. 1973.
18. Бережной, И.А. Исследование движения единичных семян по диску высевающего аппарата / И.А. Бережной, Л.С. Коренкова // Повышение эффективности использования и совершенствование сельскохозяйственной техники на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов — Уссурийск, 1974. — Вып. 29. — С. 122-128.
19. Бутлин, Т.Г. Изучение приемов возделывания сои в США и Австралии / Т.Г.Бутлин // Сельское хозяйство за рубежом. — 1972. — № 7. — С. 8 - 9.
20. Бережной, И.А. Отчет о научно- исследовательской работе по теме: «Изыскание и исследование рабочих органов сеялки для точного посева семян сои» / И.А. Бережной, А.К. Слободян. — Уссурийск, 1973.
21. Беляев, Е.А. Посевные машины / Е.А. Беляев. — М.: Россельхозиздат, - 1987. — 60 с.
22. Беляев, Е.А. Отчет о научно- исследовательской работе по теме: «Изыскание и исследование рабочих органов зерновых сеялок,

- обеспечивающих равномерное распределение семян по площади питания» / Е.А. Беляев, Н.И. Любушко. – М.: ВИСХОМ, 1973. – 28 с.
23. Белодедов, В.А. К вопросу о равномерности распределения семян при посеве / В.А. Белодедов // Труды Костромского СХИ. – Кострома, 1969. - Вып. 12. – С 15-16.
 24. Белозеров, Л.А. Обоснование выбора оптимальных параметров технологического процесса посева сои. Повышение эффективности использования машин при возделывании сои / Л.А. Белозеров // Научные труды ВНИИС. – Новосибирск, 1987. - Вып. 30. – С. 16 - 25.
 25. Воложенин, А.Г. О системе земледелия в Приморском крае / А.Г. Воложенин. – Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1971. – 148 с.
 26. Васильченко, А.А. Квадратно-гнездовой способ посева сои / А.А. Васильченко // Краткий отчет о научно-исследовательской работе Кубанского НИИ по испытанию тракторов и сельхозмашин. – Краснодар, 1958. – Вып. 1. - С. 95-98.
 27. Васильченко, А.А. Основные вопросы механизированной агротехники сои, кукурузы и сорго / А.А. Васильченко // Труды Всесоюзного института зернобобовых культур. Кубанская опытная станция. – Ростов-на-Дону, 1936. – С. 12 - 15.
 28. Власов, Н.С. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники / Н.С. Власов. – М.: Колос, 1968. – 223 с.
 29. Волков, А.Т. Исследование работы высевальных аппаратов на пунктирном посеве семян овальной формы / А.Т. Волков, И.А. Бережной // Труды БСХИ. – Благовещенск, 1970. - Т. 5. - Вып. 3. – С. 8 – 22.
 30. Волков, А.Т. Исследование работы катушечных высевальных

- аппаратов при посеве сои / А.Т. Волков, В.В. Метелкин // Сборник трудов БСХИ. – Благовещенск, 1963. – Т.3. – С. 269-276.
31. Волков, А.Т. Исследование некоторых физико-механических свойств семян сои / А.Т. Волков, В.В. Назаренко // Труды ЧИМЭСХ. – Челябинск, 1973. – Вып. 62. – С. 253 - 258.
 32. Волков, А.Т. Исследование работы зерновых сеялок на посеве сои / А.Т. Волков, В.В. Метелкин // Соя – ведущая культура в интенсификации земледелия на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов – Хабаровск. – 1964. - С. 95-97.
 33. Веверс, Э.В. Теоретическое исследование закономерностей распределения растений сахарной свеклы / Э.В.Веверс // Труды Латв. НИИМЭСХа. – Рига: Звайгзне, 1967. - Т.1. - С. 108 -177.
 34. Веверс, Э.В. Экспериментальное исследование процесса посева сахарной свеклы сеялками однозернового высева / Э.В.Веверс // Труды Латв. НИИМЭСХа. – Рига: Звайгзне, 1969. – Т.2. - С. 33 – 83.
 35. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. - 199 с.
 36. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1964. – 572 с.
 37. Вейс, Ю.А. Курс сельскохозяйственного машиноведения / Ю.А. Вейс. – М., Сельхозгиз, 1931. – 132 с.
 38. Вильямс, В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс. – М., Сельхозгиз, 1947. – 199 с.
 39. Власов, Н.С. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники / Н.С. Власов. – М.: Колос, 1979. – 256 с.
 40. Вольф, В.Г. Статистическая обработка опытных данных / В.Г. Вольф. – М.: Колос, 1966. - 255 с.
 41. Гаврилов, Н.Ф. О равномерности распределения семян при

- повышенных скоростях движения / Н.Ф. Гаврилов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1961. - № 3. - С. 15 -18.
42. Гершевич, М.Г. Технологические основы и техническое обеспечение интенсификации возделывания сои на Дальнем Востоке: учебное пособие / М.Г. Гершевич. – Благовещенск, 1991. - 254 с.
 43. Гершевич, М.Г. Исследование режимов использования агрегатов на обработке широкорядных посевов сои: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. /М.Г. Гершевич.– Омск, 1967.-25 с.
 44. Способы посева сои и пути совершенствования посевных машин / М.Г. Гершевич, Г.Ф. Калинин, Н.С. Довбенко, А.К. Слободян // Труды Приморского СХИ. – Уссурийск, 1974.- Вып. 29.-С. 102 -106.
 45. Гершевич, М.Г. Навесной культиватор – сеялка для посева сои полосным способом / М.Г. Гершевич, А.К. Слободян, Л.А. Белозеров // Повышение эффективности использования и совершенствование сельскохозяйственной техники на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов – Уссурийск, 1974. - С. 128 – 130.
 46. Глотов, В. П. Механическое повреждение семян сои при уборке и послеуборочной обработке / В.П. Глотов, Ю.В. Терентьев // Труды ЧИМЭСХ. – Челябинск, 1971. – Вып. 52, – С. 189 - 192.
 47. Глотов, В.П. О коэффициенте восстановления семян сои / В.П. Глотов, Н.П. Гречачин, В.В. Назаренко // Труды ЧИМЭСХ. – Челябинск, 1973.- Вып. 52. – С. 189 - 192.
 48. Громова, А.И. Механическое травмирование семян сои и меры его снижения / А.И. Громова, Н.И. Дробязко // Зерновое хозяйство. – М., 1974. - №1.- С. 15 - 18.
 49. Гроссман, Р.И. Гнездовые, квадратно-гнездовые, рядовые и разбросные сеялки / Р.И. Гроссман, И.Я. Антоненко. М.: Машгиз, 1954. – 188 с.
 50. Горячкин, В.П. Собрание сочинений / В.П. Горячкин. – М.: Колос,

1968. – Т 2. – 560 с.
51. Горячкин, В.П. Собрание сочинений / В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1968. – Т 3. – 348 с.
 52. Гуреев, И.И. Высевающий аппарат. АС СССР № 1644761 / И.И. Гуреев, Е.В. Козырев, С.Н. Кобченко. - 1989. - 4 с.
 53. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. - 336 с.
 54. Довбенко, Н.С. Исследование влияния параметров скоростного высевающего аппарата на показатели его работы / Н.С. Довбенко // Повышение производительности и эффективности использования сельскохозяйственной техники на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов – Уссурийск, 1983. - С. 43 – 53.
 55. Довбенко, Н.С. О влиянии на распределение семян в рядке соотношений рабочих скоростей высевающего диска и сеялки при посеве сои / Н.С. Довбенко // Современное состояние агротехники и механизации возделывания сои на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов – Уссурийск, 1976. – Вып. 46. - С. 71 – 78.
 56. Довбенко, Н.С. Высевающий аппарат. АС СССР № 886785 / Н.С. Довбенко. - 1981. – 4 с.
 57. Дрейкер, Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейкер, Г. Смит. - М.: Финансы и статистика, 1987. – 349 с.
 58. Дроздов, В.Н. Комбинированные почвообрабатывающие посевные машины / В.Н. Дроздов, В.Ф. Кандеев. – М.: Нива России, 1992. – 160 с.
 59. Енкен, В.Б. Соя / В.Б. Енкен. - М.: Сельхозиздат, 1959. - 622 с.
 60. Ермолов, Л.С. Основы надежности сельскохозяйственной техники / Л.С. Ермолов, В.М. Кряжков, В.Е. Черкун. – М.: Колос, 1974. - 223 с.
 61. Желудева, Г.В. Результаты экспериментальных исследований процесса высева семян сои экспериментальными высевающими аппаратами / Г.В. Желудева // Технология производства и

- переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 2005. – С. 102 – 109.
62. Завалишин, Ф.С. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства / Ф.С.Завалишин, М.Г. Манцев. - М.: Колос, 1982. – 213 с.
 63. Зенин, Л.С. К теории точного высева / Л.С. Зенин // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1962. - № 1. - С. 62-84.
 64. Зими́на, Е.А. Опыт посева зерновых культур при повышенных скоростях / Е.А. Зими́на, М.И. Попова // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1956. - № 3. – С. 12-15.
 65. Зональная система машин для комплексной механизации растениеводства на 1986 – 1990 гг. Дальневосточного региона РСФСР / Б.И. Кашпура, Н.Д. Сысоров и др. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1987. - 256 с.
 66. Зональная система технологий и машин для растениеводства Дальнего Востока на 1996-2000 гг. / под ред. Б.И. Кашпуры, Ю.В. Терентьева. - Благовещенск, 1997. - 185 с.
 67. Зональная система технологий и машин для растениеводства Дальнего Востока на 2001-2005 гг. / под ред. Б.И. Кашпуры, Ю.В. Терентьева. - Благовещенск, 2002. - 472 с.
 68. Золотницкий, В.А. Соя на Дальнем Востоке / В.А. Золотницкий. – Хабаровск, 1962. – 132 с.
 69. Иванов, Г.И. Почвы Приморского края / Г.И. Иванов. – Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1964. – 154 с.
 70. Иванов, А.А. Экономика и организация возделывания сои / А.А. Иванов. - Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1974. - 144 с.
 71. Ицков, Н. Агротехника сои / Н. Ицков, А. Ревенкова, С. Беневольский. – М.: Сельхозгиз, 1935. – 184 с.
 72. Илийчев, Х. Соя / Х. Илийчев.– София: Земиздат, 1952. – 253 с.

73. Головаш, А. П. Индустриальная технология производства сои. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 238 с.
74. Индустриальная технология возделывания сои / под ред. Р.А. Антипина. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 50 с.
75. Казьмин, Г.Т. Создать в стране сосвую индустрию / Г.Т. Казьмин // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1990. – № 12. – С. 22 – 27.
76. Калинин, Г.Ф. Влияние способа посева на урожай и качество семян сои / Г.Ф. Калинин // Современное состояние агротехники и механизация возделывания сои на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов – Уссурийск, 1976. – Вып. 46. – С. 9 - 17.
77. Калмыков, В.В. Агроклиматические обоснования сроков сева сои на территории Дальнего Востока / В.В. Калмыков // Труды ДВ НИГМИ. – Л., 1961. – Вып. 12. – С 18 - 22.
78. Камышенко, Д.Е. Основы научных методов сева и реконструкция посевных машин / Д.Е. Камышенко. – Сельхозгиз, 1938. – 145 с.
79. Кардашевский, С.В. Теоретические основы оценки равномерности распределения семян при однозерновом посеве / С.В. Кардашевский, Е.Л. Ревякин. – М.: ЦНИИТЭИ, 1970. – 41 с.
80. Кардашевский, С.В. Высевающие устройства посевных машин / С.В. Кардашевский. – М.: Машиностроение, 1973. – 173 с.
81. Кашпура, Б.И. Комплексная механизация растениеводства на Дальнем Востоке / Б.И. Кашпура. – Благовещенск: Амурское отделение Хабар. кн. изд., 1978. – 104 с.
82. Кашпура, Б.И. Проблемы стабилизации и развития АПК Дальнего Востока / Б.И. Кашпура // Механизация и электрификация технологических процессов сельскохозяйственном производстве: Сборник научных трудов – Благовещенск: ДальГАУ, 1995. – Вып. 1. – С. 8-9.
83. Кашпура, Б.И. Система технологий и машин для комплексной механизации растениеводства Амурской области на 2001-2005 гг. /

- Б.И. Кашпура, Ю.В. Терентьев. – Благовещенск: ДальГАУ, 2001. – 280 с.
84. Качалин, А.Л. Обработка почвы и эффективность использования ее плодородия / А.Л. Качалин // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 2002. - №1. – С. 81-83.
 85. Качиян, А.И. Почвы земледельческих районов Дальнего Востока / А.И. Качиян. – Хабаровское кн. изд-во, 1954. – 128 с.
 86. Кендалл, М. Теория распределений / М. Кендалл, А. Стюарт. – М.: Колос, 1966. - 163 с.
 87. Киртбая, Ю.К. Научные проблемы эксплуатации машино-тракторного парка / Ю.К. Киртбая // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1967. - № 3. – С. 9-13.
 88. Киртбая, Ю.К. Элементы теории оптимальных параметров мобильных сельскохозяйственных агрегатов / Ю.К. Киртбая // Тракторы и сельскохозяйственные машины.-1966. - №12. – С. 17-19.
 89. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, И.Ф. Попов, В.А. Сакун. – М.: Колос, 1970. - 456 с.
 90. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М.: Колос, 1980. – 671 с.
 91. Колосков, П.И. Климат и сельское хозяйство Советского Дальнего Востока. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 130 с.
 92. Колосков, П.И. Климат сои и климатически возможные районы ее культуры в Дальневосточном крае / П.И. Колосков. – Благовещенск, 1932. - 87 с.
 93. Высевающий аппарат. Комиссаров. В.И., Листопад Г.Е., Сакун В.А., Липин В.Д. АС СССР 1676479, 1989.
 94. Конченко, Н.Ф. Повышение качества семян сои / Н.Ф. Конченко, С.К. Трофимов // Пути повышения урожайности на Дальнем

- Востоке. – Благовещенск, 1982. – С. 29-32.
95. Концепция развития системы регионального сельскохозяйственного машиностроения для зоны Дальнего Востока и Забайкалья / под ред. Ю.В. Терентьева. – Благовещенск: Полисфера, 2000. – 70 с.
 96. Комаристов, В.Е. Исследование катушечных высевальных аппаратов / В.Е. Комаристов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1960. - № 5. – С. 16 – 19.
 97. Коробейников, А.Т. О повышении точности посева / А.Т. Коробейников // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1964. - № 6. – С. 12-13.
 98. Криль, Б.А. Сельскохозяйственные машины и орудия / Б.А. Криль. - М.: Сельхозгиз, 1931. – 195 с.
 99. Кротевич, Л. Соя – бобы / Л. Кротевич, В. Гришман. – Благовещенск, 1931. – 131 с.
 100. Кузин, В.Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке / В.Ф. Кузин. – Благовещенск: Амурское отд. Хаб. Кн. изд-ва, 1976. - 248 с.
 101. Кузин, В.Ф. Промышленная технология возделывания сои: методические рекомендации /В.Ф. Кузин–Новосибирск, 1983.– 65 с.
 102. Кукта, Г.М. Испытания сельскохозяйственных машин / Г.М. Кукта. М.: Машиностроение, 1964. – 284 с.
 103. Лавриенко, Г.Т. Соя / Г.Т. Лавриенко, А.А. Бабич, В.Ф. Кузин. – М.: Россельхозиздат, 1978. – С. 163-190.
 104. Лебедев, И.А. Соя – ценная кормовая культура / И.А. Лебедев. – М.: Сельхозиздат, 1961. - 120 с.
 105. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины / М.Н. Летошнев. – М.: Россельхозиздат, 1955. – С. 201- 368.
 106. Лещев, Ф.Г. Математическое обоснование линейных допусков междурядий / Ф.Г. Лещев // Труды ВИМ. – М., 1951. - Том 13.
 107. Лещенко, А.К. Соя / А.К. Лещенко. – М.: Сельхозгиз, 1948. - 272 с.
 108. Лисовенко, С. І. Дослідження висівних апаратів катушкового типу /

- С. І. Лисовенко // Механізація сільського господарства. – Київ, 1950. – № 11.
109. Лобачевский, П.Я. Закономерности распределения растений после посева / П.Я. Лобачевский // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1968. – № 5. – С. 12 - 15.
 110. Лоза, Г.М. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и рационализаторских предложений/ Г.М. Лоза. – М.: Колос, 1980. – 78 с.
 111. Лотник, К.А. Разработка и обоснование основных параметров роторно-лопастного и катушечно-винтового высевальных аппаратов зерновых сеялок: автореф. дис. канд. техн. наук / Лотник К.А. – Рязань, 1981. – 25 с.
 112. Любушко, Н.И. Исследование высевальных аппаратов зерновых сеялок на высеве бобовых культур / Н.И. Любушко // Материалы НТС ВИСХОМ. – М., 1964. – Вып. 16. – С. 88 – 94.
 113. Ма, С.А. Техническая политика в области разработки посевной техники / С.А. Ма // Техника в сельском хозяйстве. – 1999. – № 6. – С. 3 – 5.
 114. Месяц, И.И. Производство сои и совершенствование технологии ее возделывания. Обзорная информация / И.И. Месяц. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. – 74 с.
 115. Момот, Я.Г. Семена и посев сои / Я.Г. Момот. – М., 1932. – 189 с..
 116. Мякушко, В.П. Технология возделывания сои в США / В.П. Мякушко, Ю.Д. Буряков, В.В. Кузин // Земледелие. – 1972. – № 5. – С. 12 – 14..
 117. Назаренко, В.В. Снижение механических повреждений зерна сои / В.В. Назаренко. – Благовещенск, 1996. – С. 47 – 71.
 118. Назаренко, В.В. Статистическая и динамическая прочность зерна сои / В.В. Назаренко, С.П. Присяжная // Механизация

- возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов – Благовещенск, 1976.–Вып. 5.– С. 35 – 38.
119. Новак, А.Г. Соя на Дальнем Востоке / А.Г. Новак. – Владивосток: Приморское кн. изд-во, 1960. – 304 с.
 120. Оргтехпроект производства сои по интенсивной технологии на Дальнем Востоке. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 80 с.
 121. Обязательные агротехнические правила возделывания сельскохозяйственных культур в Амурской области на 1996 – 1997 гг. / под ред. Б.И. Кашпур. – Благовещенск: ДальГАУ, 1995. – 120 с.
 122. Отчет по селекционной работе Амурской селекционной станции за 1941г.
 123. Попов, П.А. Производство сои по интенсивной технологии / П.А. Попов. – Уссурийск, 1988. – 37 с.
 124. Пенчуков, В.М. Гречневые посевы сои / В.М. Пенчуков, В.А. Радикорская, Я.Я. Скродерс // Зерновое хозяйство - 1972. – № 1. – С. 35 – 37.
 125. Пенчуков, В.М. Научные основы возделывания сои в Амурской области: автореф. дис.. док. с.-х. наук / Пенчуков В.М. – Алма-Ата, 1972 – 40 с.
 126. Петренко, Я.И. Экономика сельскохозяйственного производства / Я.И. Петренко, П.И. Чужин. – Алма-Ата: Кайнар, 1992 – 560 с.
 127. Пигулевский, М.Х. К анализу высева зерна рядовой сеялкой / М.Х. Пигулевский // Тр. ИБСХМ. – Петроград, 1917. – Т 9. – С. 98 – 113 с.
 128. Попов, А. Растениеводство / А. Попов, К. Павлов, П. Попов. – София: Земиздат, 1966. – 93 с.
 129. Присяжная, С.П. Совершенствование катушечного высевального аппарата для посева сои / С.П. Присяжная, Г.В. Долгушева // Технологии возделывания и переработки полевых культур в Приамурье: сб. научн. тр. РАСХН ВНИИ сои. - Благовещенск, 1999.

- С. 118-120.
130. Присяжная, С.П. Катушечный высевающий аппарат с диагональным расположением ребер / С.П. Присяжная, Г.В. Долгушева // Тр. УНПК ДальГАУ. – 1999. – Вып. 5.
 131. Присяжная, С.П. Теоретические основы исследования катушечных высевающих аппаратов с диагональным расположением желобков / С.П. Присяжная, Г.В. Долгушева // Труды технологического института: сб. научн. тр. – Благовещенск: изд-во ДальГАУ, 2000. – Вып. 7. – С. 32 – 36.
 132. Присяжная, С.П. Исследование катушечного высевающего аппарата на посеве сои / С.П. Присяжная, Г.В. Долгушева // Техника в сельском хозяйстве. – 2001. – № 2. – С. 31.
 133. Присяжная, С. П. Результаты исследования катушечного высевающего аппарата с диагональным расположением ребер на посеве сои / С.П. Присяжная, Г.В. Долгушева // Перспективы развития комплексной механизации АПК Дальнего Востока, ДальНИПТИМЭСХ. – Благовещенск, 2000. – С. 80 – 82.
 134. Результаты присмочных испытаний высевающих аппаратов катушечного типа к зерновой сеялке для посева сои / С.П. Присяжная, М.М., Присяжный, Г.В. Долгушева, С.А. Шабуня // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 2001. – Вып. 7. – С. 20 – 22.
 135. Пат. 2134502 Российская Федерация, 6A01C7/12. Катушечно-щеточный высевающий аппарат / Присяжная С.П., Присяжный М.М., Долгушева Г.В., Шабуня С.А.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный Государственный аграрный университет. - № 98100988/13; заявл. 23.01.98; опубл. 20.08.99, Бюл. № 23. – 4 с.
 136. Пат. 2226760 Российская Федерация, 7A01C7/12. Сеялка / Присяжная С.П., Присяжный М.М., Личман О.М., Шабуня С.А.,

- Желудева Г.В.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный Государственный аграрный университет. - № 2002112277/12; заявл. 06.05.02; опубл. 20.04.04, Бюл. № 11 – 4 с.
137. Присяжная, С.П. Конструктивно-технологические основы развития транспортирующих устройств, обеспечивающих снижение повреждения зерна сои/С.П. Присяжная. – Благовещенск, 1992. – 75 с.
 138. Присяжная, С.П. Анализ исследований и доработка конструкции катушечных высевающих аппаратов с диагональным расположением ребер к сеялкам СЗ-3,6 для посева зерновых / С.П. Присяжная, О.М. Личман // Проблемы комплексной механизации и переработки сельскохозяйственной продукции АПК Дальнего Востока. – Благовещенск: ДальНИПТИМЭСХ, 2003. – С. 90-94.
 139. Присяжная, С.П. Совершенствование технологического процесса транспортирующих устройств машин для уборки и обработки зерна сои: автореф. дис. докт. техн. наук / Присяжная С.П. – Новосибирск, 1994. – 40 с.
 140. Пугачев, А.Н. Механические повреждения семян и меры по их уменьшению / А.Н. Пугачев // Селекция и семеноводство. – 1960. - № 2. – С. 42-45.
 141. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины / М.В. Сабликов. – М.: Колос, 1968. – Ч. 2. – 302 с.
 142. Свешников, В.И. Исследование работы агрегатов при посеве сои на повышенных скоростях: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / В.И. Свешников. – Благовещенск, 1974.
 143. Свешников, В.И. К определению длины рабочей части катушки высевающего аппарата на посеве сои / В.И. Свешников // Материалы XIX научной конференции БСХИ. – Благовещенск, 1971. – С. 138-140.
 144. Свешников, В.И. Распределение семян сои по длине ряда в

- зависимости от скорости движения агрегата / В.И. Свешников // Механизация возделывания сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов – Благовещенск, 1978. – Вып. 7. – С. 30-34.
145. Семенов, А.Н. Зерновые ссялки / А.Н. Семенов. – М.: 1959. – 251 с.
 146. Система машин для комплексной механизации растениеводства Амурской области на 1996 - 2000 гг. / И.В. Бумбар, Б.И. Кашпура, Ю. В. Терентьев – Благовещенск: ДальГАУ, 1996. – 120 с.
 147. Старостин, Е.А. Техника производства сои / Е.А. Старостин. – Хабаровск: ДальОГИЗ, 1932. – 215 с.
 148. Справочник по механизации фермерских хозяйств Дальнего Востока / под ред. Б.И. Кашпуры. – Благовещенск: ДальГАУ, 1996. – 184 с.
 149. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг. – М.: Высшая школа, 1986. – 416 с.
 150. Терентьев, Ю.В. Комплекс экологических требований к сельскохозяйственному машиностроению / Ю.В. Терентьев, Е.П. Камчадалов, А.И. Шкурин // Техника в сельском хозяйстве. – 2000. - № 1. – С. 16-19.
 151. Терентьев, Ю.В. Технологические основы комплексной механизации производства сои применительно к зоне Дальнего Востока: автореферат диссертации доктора т.н. / Ю.В. Терентьев. – Новосибирск, 1983. – 43 с.
 152. Терентьев, Ю.В. Механизация возделывания сои / Ю.В. Терентьев. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 128 с.
 153. Терентьев, Ю.В. Исследование сошниковой группы саялки для посева сои / Ю.В. Терентьев. Б.Х. Федченко // Проблемы комплексной механизации возделывания сои. Сборник научных трудов – Благовещенск, 1973. – С. 20 – 24.
 154. Технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур в Приморском крае. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1986. – 192 с.

155. Турбин, Б.Г. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет / Б.Г. Турбин. – Л.: Машиностроение, 1967. – 583 с.
156. Турбин, Б.Г. Сельскохозяйственные машины. Теория. Конструкция и расчет / Б.Г. Турбин. – Л.: Машиностроение, 1963. – 575 с.
157. Тучкова, Ю.Г. О сроках и способах посева и нормах высева сои в Амурской области / Ю.Г. Тучкова. – Труды Амурской сельскохозяйственной опытной станции.-Хабаровск, 1968.-С. 17-25.
158. Устинов, А.Н. Машины для посева и посадки сельскохозяйственных культур / А.Н. Устинов. -- М.: Агропромиздат, 1989. – 159 с.
159. Федченко, Б.Х. Исследование высевающих аппаратов сеялок на высева семян сои / Б.Х. Федченко // Механизация возделывания сои на Дальнем Востоке: Сборник научных трудов – Благовещенск, 1983. – С. 18 – 23.
160. Федченко, Б.Х. Оценка работы различных типов высевающих аппаратов для посева сои / Б.Х. Федченко // Механизация возделывания сои на Дальнем Востоке: сборник научных трудов – Благовещенск, 1983. – С. 24 – 29.
161. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений. – М.: Колос, 1970. – 432 с.
162. Хатковой, Л.Т. Производство сои полосным способом / Л.Т. Хатковой. – Хабаровск, 1996. – 104 с.
163. Худолеев, В.И. Производство сои в Амурской области можно увеличить / В.И. Худолеев // Комбикорма. – 2005. – № 6. – С. 9.
164. Шалунова, Л.П. Широкоядные посева сои в Амурской области. Условия произрастания и урожай сои. / Л.П. Шалунова // Научные труды ВНИИС. – Новосибирск, 1978. – С. 52 – 57.
165. Шалунова, Л.П. Влияние ширины междурядий и густоты стеблестоя сои на особенности роста и развития и характер формирования урожая в южной зоне Приамурья: автореф. дис. канд. с.-х. наук /

- Л.П. Шалунова. – Благовещенск, 1981. – 23 с.
166. Шишлов, С.А. Совершенствование процесса посева сои пунктирно-полосным способом: автореф. дис. канд. техн. наук / С.А. Шишлов. – Уссурийск, 2003. – 22 с.
167. Щегорец, О.В. Сосводство: учебное пособие / О.В. Щегорец. – Благовещенск: ООО «РИО», 2002. – 432 с.
168. Шукин, А.Н. Теория вероятностей и ее применение в инженерно-технических расчетах / А.Н. Шукин. – М.: Сов. Радио, 1974. – 136 с.
169. Экономическое обоснование внедрения мероприятий научно-технического прогресса в АПК: методические рекомендации и примеры расчета. – М.: 1991. – 79 с.
170. ГОСТ 23728-88. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки.
171. ГОСТ 24057-88. Испытание сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки.
172. Нормативно-справочный материал для экономической оценки сельскохозяйственной техники. – М.: ЦНИИТЭИ, 1980. – 297 с.
173. Нормативы амортизационных отчислений. Методические рекомендации по составлению бизнес-плана развития сельскохозяйственного предприятия. – М., 1994. – 96 с.
174. ОСТ 70.5.1. – 82. Стендовые испытания сеялок с применением планирования эксперимента.
175. ОСТ 10.5.1. – 2002. Испытание сельскохозяйственной техники. Методы агротехнической оценки.
176. ОСТ 10.5.1. – 2002. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей.
177. Пат. 2231247 Российская федерация, 7А 01С7/04. Катушечный высевной аппарат / Ивженко С.А., Плешков Е.Н., Шустов И.С., заявитель и патентообладатель Ивженко С.А., Плешков Е.Н., Шустов И.С. - № 2002114627/12; заявл. 04.06.02; Бюл. № 18-4 с.

178. Протокол Амурской МИС № 02-02-80. Приемочные испытания сеялки зернотуковой шеренговой прицепной СЗСШ-3,6. – Зеленый Бор, 1980. – 36 с.
179. Протокол Амурской МИС № 02-02-84. Приемочные испытания сеялки для посева сои СПС-24. – Зеленый Бор, 1984. – 35 с.
180. Протокол Амурской МИС № 02-02-85. Приемочные испытания сеялки узкорядной зернотуковой СЗ-3,6. – Зеленый Бор, 1985. – 29 с.
181. Протокол Амурской МИС № 02-03-86. Приемочные испытания сеялки зернотуковой универсальной СЗ-3,6.-Зеленый Бор, 1986.-32 с.
182. Протокол Амурской МИС № 02-02-87. Приемочные испытания сеялки узкорядной СЗУ-3,6. – Зеленый Бор, 1987. – 31 с.
183. Протокол Амурской МИС № 02-04-87. Приемочные испытания сеялки для посева сои СПС-12. – Зеленый Бор, 1987. – 33 с.
184. Протокол Амурской МИС № 02-04-89. Приемочные испытания приспособления для посева сои к сеялке зернотуковой прессовой СЗ-3,6А-0,5. – Зеленый Бор, 1989. – 28 с.
185. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1990. - 352 с.
186. Caldwell B.E., Howell R.W., Yudol R.W., Yohunson H.W. Soybeans/ New York, 1973.
187. Clapp J., Sallivan G. Influence of within – row spacing on yield and lodging of soybeans /Agron. abstr., 1, 1973.
188. Fink R. Effect of feryilizer and plant population on yield of soybeans / Agron. J., 66, 1974.
189. Pandey J., Torrie J. Path coefficient analayaia of seed yield components / Crop Science, 3, 1973.
190. Piramarant P., boonrlikajojom P. A study on effect of plant population on soybeans grain yield / Agron. J., 7, 1974.
191. Weber C.R., Effect of plant population and row spacing on soybean development and production / Agron. J., V. 58, 1, 1966.
192. Written S. Coing to narrow rows / Soybeans Dig, V. 26, 5, 1966.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
---------------	---

ПРОИЗВОДСТВО СОИ

Развитие производства сои.....	4
Существующие способы и агротехнические требования к посеву сои	9
Высевающие аппараты сеялок, их конструкция.....	16
Анализ теоретических исследований работы высевающих аппаратов.....	43

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОСЕВА СЕМЯН
СОИ КАТУШЕЧНЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ

Разработка конструкции катушечно-винтового высевающего аппарата	49
Обоснование снижения осевого давления на вал высеваю- щего аппарата	51
Разработка конструкции сеялки, обеспечивающей снижение давления на вал высевающего аппарата	54
Доработка конструкции высевающего аппарата для равно- мерного распределения семян сои при посеве	56
Обоснование угла подъема жлобков и равномерной раскладки семян сои катушечно-винтовым высевающим аппаратом.....	58
Расчет размещения семян сои.....	66
Определение нормы высева катушечно-винтовым высе- вающим аппаратом.....	71

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Размерные характеристики семян сои	74
Исследование равномерности высева семян сои в лабораторных условиях.....	76
Изменение нормы высева от величины зазора между поджимными клапанами и катушками высевающих аппаратов при разных режимах работы.....	77
Анализ зависимости дробления от угла наклона ребра катушки высевающего аппарата.....	78
Влияние режима работы исследуемого катушечного высе- вающего аппарата на количество высеваемых семян сои.....	79
Исследование равномерности высева семян сои в полевых условиях	81
Результаты исследований процесса высева семян сои винто- выми высевающими аппаратами	84
Обработка урожайных данных.....	94
Экономическая эффективность результатов исследований.....	97
Заключение.....	103
Список используемой литературы.....	105

*Присяжная Серафима Павловна,
Желудева Галина Викторовна*

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПОСЕВА СОИ**

Монография

Редактор А.И. Каземова
Корректор В.И. Свешникова

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.
Подписано к печати 25.09.2008 г. Формат 60×90/16
Уч.-издл. – 5,5.
Тираж 100 экз. Заказ 189.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

103 p. 72 K.