

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Инженерно-технологический институт

Кафедра технических систем в агробизнесе, природообустройстве
и дорожном строительстве

Кузнецов В.В.

Сельскохозяйственные машины

Сборник лекций по дисциплине

Часть 3

Методическое пособие для студентов вузов очного и заочного обучения
по направлению бакалавриат 35.03.06 Агроинженерия, профили
образовательной программы «Технические системы в агробизнесе»,
«Технический сервис в АПК»

Брянск 2018

УДК 631.3 (076)
ББК 40.72
К 89

Кузнецов, В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник лекций по дисциплине: методическое пособие. Ч. 3 / В.В. Кузнецов. – Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2018. – 128 с.

Учебное пособие состоит из шести частей. Первая часть состоит из шести лекций, вторая – из восьми, третья – из шести, четвёртая – из шести, пятая – из девяти, шестая – из семи.

В лекциях приведены: сведения о федеральной системе технологий и машин для растениеводства; передовой отечественный и зарубежный опыт применения машинных технологий и средств механизации в растениеводстве; основные направления и тенденции развития научно-технического прогресса в области сельскохозяйственной техники; назначение, устройство, технологические и рабочие процессы, регулировки сельскохозяйственных и мелиоративных машин, их достоинства и недостатки; методы обоснования и расчета основных параметров и режимов работы сельскохозяйственных машин, агрегатов и комплексов; особенности механизации процессов растениеводства в условиях рыночной экономики.

Приведенные в лекциях сведения формируют знания студентов по компетенциям, предусмотренным рабочей программой дисциплины «Сельскохозяйственные машины».

Рецензент: доцент кафедры технического сервиса,
к.т.н., доцент Будко С.И.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии инженерно-технологического института от 21.02.2018 года, протокол № 7.

© Брянский ГАУ, 2018
© Кузнецов В.В., 2018

Содержание

Введение.....	4
Лекция 1. Импортные машины для внесения удобрений.....	5
Лекция 2. Расчёт машин для внесения удобрений.....	34
Лекция 3. Машины для посева сельскохозяйственных культур.....	46
Лекция 4. Особенности конструкций зарубежных сеялок.....	71
Лекция 5. Расчёт посевных и посадочных машин.....	97
Лекция 6. Картофелесажалки и рассадопосадочные машины.....	110
Список литературы.....	125

Введение

В последние годы в России и за рубежом при возделывании и уборке сельскохозяйственных культур все шире внедряются ресурсосберегающие и инновационные технологии, для которых нужна техника нового поколения.

В многочисленных публикациях и рекламных материалах, в электронных ресурсах приводятся характеристики современных технических средств для реализации инновационных технологий в растениеводстве. Современные образцы машин представляются на ежегодных международных выставках, по которым публикуются аналитические обзоры.

Однако, информация носит, как правило, фрагментарный характер и не даёт системных знаний по всем компетенциям, отнесенным рабочей программой обучения студентов дисциплине «Сельскохозяйственные машины» по направлению бакалавриат 35.03.06 Агроинженерия, профили образовательной программы «Технические системы в агробизнесе», «Технический сервис в АПК». Такая систематизация представлена в настоящем курсе лекций из шести частей.

Лекция 1. Импортные машины для внесения удобрений

Вопросы:

1 Машины для внесения минеральных удобрений.

2 Машины для внесения органических удобрений.

1 Машины для внесения минеральных удобрений

Среди стран СНГ основным производителем машин для внесения минеральных удобрений является РУПП «Бобруйскагромаш», который производит двухдисковые разбрасыватели удобрений РУ-1600и РУ-3000, машину для поверхностного внесения минеральных удобрений МТТ-4У, машину для внесения пылевидных химических мелиорантов МШХ-9.

Двухдисковые разбрасыватели серии РУ вносят удобрения на ширину 28 м при норме внесения 40 - 1100кг/га, машина МТТ-4У - соответственно 16 - 24ми 49-1000 кг/га. Ширина распределения пылевидных химических мелиорантов машиной МШХ -9 (рис. 1.1) составляет 9,5 м, диапазон внесения - 3-6 т/га.



Рисунок 1.1 - Машина для внесения пылевидных мелиорантов РУПП «Бобруйскагромаш».

Машина имеет привод от ВОМ трактора и оборудована двумя распределяющими штангами с дозирующим механизмом и питающим

транспортером. Регулировка доз внесения производится изменением скорости движения агрегата, а также высоты подъема заслонки шибера дозатора.

Среди зарубежных фирм машины для внесения минеральных удобрений были представлены известной и хорошо зарекомендовавшей себя на российском рынке немецкой фирмой «Amazone», а также фирмами «Kuhn» (Франция), «Jordons» (Италия), продукцию которых представляла компания ЛБР-групп, «Bogball» и «Bredal» (Дания), «Vicon» («KvernelandGroup», Нидерланды). Технические данные этих машин представлены в табл. 1.1.

Продукция фирмы «Amazone» (Германия) - разбрасыватели серий ZA-M, ZA-X и ZG-B- отличается высоким техническим уровнем, который обусловлен наличием следующих конструкторских решений: не требующий технического обслуживания редуктор, работающий в масляной ванне с встроенной защитой от перегрузок; электрокатодная покраска погружением для бункеров и рам и распределяющий механизм из высококачественной стали, обеспечивающие длительный срок эксплуатации; прецизионные распределяющие диски с поворотными распределяющими лопастями и возможностью точной регулировки без применения инструментов с помощью хорошо читаемой шкалы; спиральная мешалка в бункере, обеспечивающая равномерное поступление удобрений на диски; удобрения подаются в центр диска, не получая удара лопаткой, и не разрушаются; дистанционно управляемое устройство «Limiter» для распределения удобрений на границах поля; удобное агрегатирование с помощью телескопического карданного вала; загрузочный шнек для облегчения загрузки удобрений.

Особое внимание фирма уделяет повышению качества распределения удобрений, что достигается применением современных электронных систем управления. Во всех моделях машин используется электронная регулировка нормы внесения удобрений в зависимости от скорости движения с помощью электронной аппаратуры «Amados⁺», которая выдает также необходимую цифровую информацию; для серии ZA-M применен бортовой компьютер «Amatron», который позволяет бесступенчато регулировать норму внесения

удобрений по всей ширине или на половине ширины захвата, посредством интегрированного в него параллельного интерфейса применяется в системе координатного земледелия с терминалом GPS или датчиком «Hydro-N», имеется возможность подключения к коммуникационной системе ISOBUS; в модели «ZA-Mprofis» наряду с компьютером «Amatron» используется взвешивающее устройство.

Имя фирмы «Amazon» известно во всем мире точными расчетными таблицами распределения удобрений. Специальная служба фирмы дает компетентную справку по Интернету, электронной почте, факсу и телефону, а в последнее время также обеспечивает интерактивный доступ к базе данных фирмы по WAP мобильному телефону для повышения надежности при настройке разбрасывателей удобрений непосредственно в поле.

Фирма «Jordons» (Италия) для небольших и средних хозяйств предлагает малообъемные (500-800 л.) одно- и двухдисковые разбрасыватели удобрений. Однодисковые цилиндрические и двухдисковые пирамидальные разбрасыватели серии J оснащены пластиковым или металлическим бункером. Их настройка производится за несколько приемов регулированием дозирующей заслонки.

Центрбежные двухдисковые разбрасыватели удобрений серии MDS фирмы «Kuhn» (Франция) оснащены быстро монтируемыми дисками с простой, не требующей инструмента, настройкой и встроенными вокруг них защитными щитками из нержавеющей стали; удлиненными лопатками с твердым покрытием; бункерами с изменяемой с помощью надстройки вместимостью; уменьшенной до 53 см консолью; сверхмедленной (до 17 мин⁻¹) мешалкой; в них используется прямой контроль потока удобрений с возможностью внесения их на половину ширины захвата (рис. 1.2).

Дополнительно разбрасыватели могут быть оборудованы боковым ограничителем «Telemat» для ограничения зоны разбрасывания, которым управляют из кабины трактора. Он состоит из заслонки, закрепленной на левой стороне машины, и рекомендуется для использования на мелкоконтурных

полях. По заказу поставляется также подъемник больших мешков «Levsak» (до 1000 кг), оснащенный трехточечной навеской, стойкой для работы и хранения, уменьшенной консолью.



Рисунок 1.2 - Двухдисковые разбрасыватели удобрений MDS 935 R2 фирмы «Кипп» (Франция).

Фирма «Bogballe» (Дания) представила навесные разбрасыватели удобрений серий М-2 (рис. 1.3) и L-2. Отличительные особенности этих машин: диски с направлением вращения к центру и система распределения траектории полета обеспечивают двойное четырехкратное перекрытие на 180° по всей ширине захвата и высокую равномерность внесения удобрений; система реверсивного вращения дисков «Trend» дает возможность одним переключением редуктора без дополнительного навесного оборудования работать «на границе» и «от границы» при обработке краев поля; смена лопаток обеспечивает ширину захвата 10-42 м; подбор угла наклона разбрасывателя и типа лопаток позволяет вносить различные виды удобрений, в том числе кристаллические, а также обеспечивает высев семян (пшеница, ячмень, рожь, рис, горох, рапс, желтая горчица и др.); медленно, эксцентрично вращающиеся ворошилки не допускают дробления гранул и обеспечивают равномерную их подачу на уклонах. Для повышения производительности машины могут дополнительно оснащаться гидроподъемником, который позволяет производить самозагрузку одного или двух навесных разбрасывателей. Он

может осуществлять подъем мешков с удобрениями прямо с земли или из прицепа.



Рисунок 1.3 - Навесной двухдисковый разбрасыватель удобрений М-2 (Дания) с гидроподъемником

Модель «М-2Wbase» оснащена также шеститонной системой взвешивания и калибратором «Uniq», представляющим собой мини-компьютер, управляемый трактористом из кабины трактора. Это позволяет осуществлять автоматическую калибровку удобрений, автоматическое суммирование количества удобрений, загруженных в бункер, и постоянное поддержание нормы внесения удобрений независимо от изменяющейся скорости трактора. Установка и регулировка нормы внесения удобрений осуществляются из кабины трактора с помощью электронной системы управления, которая ведет полный контроль за ходом работ в текущее время и формирование отчета по окончании работ с памятью на 37 полей, в который включаются количество обработанной площади (га), реально внесенное количество удобрений (кг), пробег (м), скорость движения трактора (км/ч) и частота вращения ВОМ (мин¹).

Фирма «Bredal» (Дания) представила прицепные разбрасыватели минеральных удобрений серии К (рис. 1.4) с приводом питающего транспортера от опорного колеса.

Таблица 1.1 - Техническая характеристика центробежных разбрасывателей твердых удобрений зарубежных фирм.

Фирма (страна)	Марка	Вместимость бункера, л (кг)	Ширина захвата, м
«Amazone» (Германия)	ZA-M 900	900-1700	10-36
	ZA-M 1200	1200-2200	10-36
	ZA-M 1500	1500-3000	10-36
	«ZA-M 1500profis»	1500-2500	10-36
	«ZA-M 1800 ultra»	1800-2400	24-48
	«ZA-M 3000 ultra»	3000-3600	24-48
	«ZA-XW Perfect 502»	500-700	10-18
	«ZA-X Perfect 602»	600-850	10-18
	«ZA-X Perfect 902»	900-1700	10-18
	«ZA-X Perfect 1402»	1400-1750	10-18
	ZG-B	5500, 8200	10-36
«Kuhn» (Франция)	MDS735 M	700	10-18
	MDS935 M	900	10-18
	MDS 935 R2	900	10-24
	MDS 935 Q	900	10-24
	MDS 1142R	1100	10-28
«Vogballe» (Дания)	«M-2 base»	1000, 1500,2100	10-42
	«M-2 W base»	1000,1500,2100	10-42
	«L-2 plus 700L»	700	10-18
	«L-2 plus 1150L»	1150	10-18
	«L-2 plus 1800L»	1800	18-24
	«L-2 plus 2050L»	2050	18-24
«Vicon» («Kvemeland Group», Нидерланды)	RS-M RS-C RS-XL	1050, 1350, 1700 700, 900, 1200 1650, 2300, 3200	10-28 10-21 10-42
	RS-EDW	1650, 2300, 3200	10-42

«Bredal» (Дания)	К-45	3500 (5850)	12-36
	К-65	5000 (5500)	12-36
	К-85	6600 (7260)	12-36
	К-105	9000 (9900)	12-36



Рисунок 1.4 - Прицепной разбрасыватель минеральных удобрений серии К фирмы «Bredal» (Дания).

Разбрасыватель оснащен редуктором с клиноременной передачей, требующей минимального технического обслуживания, весовым устройством для настройки нормы внесения, пневматическими одноконтурными или гидравлическими тормозами. Рабочая ширина разбрасывания в машине регулируется изменением частоты вращения ВОМ трактора и точки подачи удобрений на диски. Машины оснащаются также набором дополнительного оборудования: бункером из нержавеющей стали, реверсивным редуктором и дисками для разбрасывания сырой извести, оборудованием для внесения удобрений по всходам, штангами для внесения пылевидных удобрений, системой автоматического контроля управления нормой расхода удобрений и др.

Двухдисковые разбрасыватели удобрений серии «Brzeg MX», представляемые компанией «ЛБР-групп», используются для поверхностного внесения минеральных гранулированных удобрений, а также для подкормки растений в технологии полосной обработки. Они оснащены рассеивающими дисками TR, которые обеспечивают точную работу на краях поля. Регулирование количества рассеиваемого удобрения осуществляется гравитационно путем изменения ширины щели дозирующего отверстия. Используемая в разбрасывателях система двойных задвижек обеспечивает сохранение постоянной, заранее заданной позиции В то же время щели дозатора, закрываемые задвижками-отсекателями, управляются с помощью гидравлических усилителей из кабины трактора. Вместимость бункера 850-1600 л, ширина захвата 10-28 м. Разбрасыватели обеспечивают норму внесения удобрений 30-1830 кг/га.

В настоящее время около 80% от всего количества твердых минеральных удобрений рубежом вносится с помощью двухдисковых разбрасывателей. Совершенствование их конструкций развивается в направлении повышения производительности путем увеличения ширины захвата (до 48 м) и рабочей скорости (до 20 км/ч) на фоне более широкого применения электронных средств управления рабочим процессом; повышения прочности и надежности конструкции благодаря использованию новых конструкционных материалов инновационных конструкторских решений; снижения потерь удобрений и повышения точности их внесения за счет использования компьютерных систем, оснащенных оборудованием для работы со спутниковой навигационной системой GPS.

Для регулирования нормы внесения удобрений используются различные системы, учитывающие либо массу, либо расход удобрений. Фирмы-изготовители предлагают встроенные системы взвешивания удобрений, которые отличаются количеством и размещением взвешивающих элементов.

У разбрасывателей, оснащенных разбрасывающими дисками с гидравлическим приводом, существует прямая связь между приводным

моментом дисков и расходом удобрений, в соответствии с которой посредством изменения давления на гидромоторе может коррелироваться вносимая норма удобрений.

Использование мехатронной (механическая + электронная) системы для измерения и регулирования нормы внесения удобрений позволяет двухдисковому разбрасывателю осуществлять более точное и полностью автоматическое регулирование нормы расхода с существенно меньшими издержками, чем у разбрасывателей с дисками с гидравлическим приводом.

Наиболее перспективна автоматически регулируемая система внесения удобрений в зависимости от специфики обрабатываемого участка, которая позволяет также осуществлять автоматическое документирование этой технологической операции.

Для точного внесения азотных удобрений в режиме реального времени дальнейшее развитие получили N-сенсоры, новые модели которых могут работать не только в дневное, но и ночное время.

Основные технические данные разбрасывателей минеральных удобрений приведены в табл. 1.2.

Фирма «Rauch» (Германия) продолжает работы по усовершенствованию двухдисковых разбрасывателей минеральных удобрений в направлении увеличения вместимости их бункеров и повышения качества работы. Наряду с уже известными сериями разбрасывателей MDS, Alpha и Ахега фирма начала выпуск машин серии TWS. Инновационным отличием новой серии является то, что она основывается на комбинации стандартного разбрасывателя минеральных удобрений с трехточечной навеской с транспортной тележкой вместимостью, увеличенной до 7000 л. Благодаря подвесной конструкции происходит распределение массы на три оси, что позволяет снизить удельное давление на почву и использовать разбрасыватель позднем внесении удобрений и неблагоприятных почвенных условиях.

Таблица 1.2 - Техническая характеристика центробежных разбрасывателей минеральных удобрений

Марка	Ширина захвата, м	Вместимость бункера, л	Число дисков	Масса, кг
<i>Фирма «Rauch» (Германия)</i>				
TWS 7000		7000	2	3440
<i>Фирма «Vicon» - «Kverneland group» (Нидерланды)</i>				
RS C 700	9-21	700	2	200
RS C 900	9-21	900	2	219
RS C 1200	9-21	1200	2	239
RS M 1050	10-28	1050	2	300
RS M 1350	10-28	1350	2	322
RS M 1700	10-28	1700	2	349
RS XL 1650	10-42	1650	2	470
RS XL 2300	10-42	2300	2	512
RS XL 3200	10-42	3200	2	554
RS EDW 1650	10-42	1650	2	560
RS EDW 2300	10-42	2300	2	602
RS EDW 3200	10-42	3200	2	644
<i>Фирма «Agrex S.p.a.» (Италия)</i>				
SP50	2-6	40	1	37
SP 100	2-6	100	1	40
SP 150	2-6	150	1	43

Особенности конструкции позволяют пользоваться любую марку разбрасывателей удобрений, выпускаемую фирмой. Наиболее оптимальным является двухдисковый разбрасыватель с гидравлическим приводом Ахега- Н ЕМС, оснащенный системой дистанционного управления разбрасыванием удобрений на границе поля слева и справа, а также электронной системой

измерения и регулирования потока удобрений. Разбрасыватель автоматически приспособливается к изменению характера течения удобрений и одновременно с высокой точностью регистрирует массу разбрасываемого материала (в килограммах)

Фирма «Vicon» («Kvernelandgroup», Нидерланды) продолжает выпуск хорошо зарекомендовавшей себя серии разбрасывателей удобрений Rota Flow. Она отличается способом подачи удобрений от дозирующего устройства на рассеивающий диск: удобрения поступают не сбоку (как у большинства дисковых разбрасывателей), а вытекают на рассеивающие лопатки из центральной вращающейся камеры. При этом гранулы удобрений при попадании на лопатки уже находятся в состоянии вращения, что предотвращает их возможное разрушение и обеспечивает сохранность первоначального качества удобрений. Конструкцией вращающейся камеры предусматривается, что заданная точка попадания гранул удобрений на рассеивающие лопатки не изменяется даже при работе на склонах, что позволяет, по данным испытаний, обеспечить высокую равномерность внесения удобрений: на равнине - 7%, при движении вверх по склону - 8,3, при движении вниз по склону - 6,3%.

Все модели этой серии оснащены двумя типами приспособлений при работе на краю поля: щитком-ограничителем и гидроцилиндром установки угла наклона машины, а также могут быть выполнены в навесном и прицепном вариантах. Наиболее производительными из них являются мод. RS-M и RS-XL, обеспечивающие максимальную ширину захвата 42 м и оснащенные электронными системами контроля Комфорт-контроль и Викон-контроль.

Система Комфорт-контроль обеспечивает выполнение всех функций по пуску и остановке машины, настройке на требуемую дозу внесения удобрений и ее бесступенчатое изменение, независимое включение в работу рассеивающих дисков.

При внесении удобрений колесный датчик или радар трактора регистрирует скорость агрегата и уже обработанную им поверхность поля. Система Викон-контроль обрабатывает эту информацию, чтобы поддерживать

постоянной дозу внесения удобрений независимо от скорости движения агрегата.

Модель RS-EDW оснащена также оригинальной системой дозирования и взвешивания EDW, являющейся патентом фирмы. Конусный бункер монтируется на четырех опорах с датчиками, с помощью которых постоянно определяется масса разбрасывателя.

В разбрасывателе измеряется масса вносимых удобрений за определенное время, т.е. фактически непрерывно проводится как бы пробная настройка. Дополнительно под конусным бункером устанавливается пятый датчик, который автоматически корректирует измерение массы конусного бункера при работе на склонах и погрешности измерений от влияния динамических факторов. Все это позволяет достичь практически постоянной дозы внесения.

Инновационным нововведением фирмы является система ProFas (рис. 1.5), позволяющая вносить удобрения в соответствии с картограммой поля при



Рисунок 1.5 - Структурная схема системы ProFas фирмы «Vicon» («Kvernelandgroup», Нидерланды) для использования разбрасывателей удобрений в точном земледелии

работе в условиях точного земледелия. Этой системой оснащена модель разбрасывателя RS-EDW. При этом обеспечивается непрерывная связь всех компонентов системы ProFas с системой GPS.

Дифференцированное внесение минеральных удобрений обеспечивает также новый прицепной пневматический разбрасыватель фирмы «Vicon» AGT 6036 с шириной захвата 36 м. Для работы в системе точного земледелия он оснащен приемником GPS и бортовым компьютером BasicTerminal фирмы «MiillerElektronik» (Германия).

Новые разбрасыватели серии L фирмы «Vogballe» (Дания) шириной захвата 10-24 м отличаются большим диапазоном вместимости рабочих бункеров: от 700-1600 л (L 1 Plus) до 700-2050 л (L 2 Plus). Управление нормой внесения удобрений осуществляется с помощью системы Trend, снабженной интегрированной системой граничного разбрасывания. Включение - механическое или с помощью бортового компьютера. Преимуществом данных разбрасывателей является то, что два вращающихся по часовой стрелке (к центру) диска и система распределения траектории полета обеспечивают двойное четырехкратное перекрытие на 180° по всей ширине захвата, что позволяет достичь высокой равномерности распределения удобрений (по данным фирмы - 99%). Подбор угла наклона лопаток разбрасывающих дисков и их типов позволяет вносить различные виды удобрений, в том числе кристаллические, а также высевать семена (пшеницу, ячмень, рожь, горох, рапс, рис и др.).

Фирма «Amazon» (Германия) разработала новую серию разбрасывателей удобрений ZG-B с шириной разбрасывания 36 м для обработки больших площадей (рис. 1.6). Они оснащены бункерами вместимостью 5500 и 8200 л и имеют универсальное разбрасывающее устройство. В модели ZG-BPrecis для разбрасывания минеральных удобрений используется разбрасыватель ZA-M. В серийном исполнении машина снабжена транспортером с автоматическим управлением, которое обеспечивает постоянное непрерывное движение лонного транспортера. По желанию заказчика разбрасыватели могут

оснащаться бортовыми компьютерами, контролирующими норму внесения удобрений.



Рисунок 1.6 - Разбрасыватель минеральных удобрений серии ZG-V фирмы «Атагопе» (Германия).

Развитие систем точного земледелия предполагает совершенствование методов определения потребности растений в том или ином виде удобрений для возможности последующего их дифференцированного внесения. Особый интерес представляет внесение азота как из-за экономического эффекта, так и относительного соблюдения законов защиты окружающей среды (особенно при внесении органических удобрений). Наиболее перспективным является метод определения содержания азота в растениях в режиме реального времени - «оп-line». Для этих целей используются так называемые «N-сенсоры», которые измеряют величину солнечного света, отражаемого растениями по-разному в зависимости от содержания в нем азота. По этим данным компьютер определяет потребность растений в азоте и регулирует в режиме реального времени соответствующую норму внесения. Усовершенствованные сенсорные преобразователи собственным источником света возбуждают зеленые растения до состояния флуоресценции, которая (в зависимости от состояния обеспеченности растений азотом) создает различные спектры отражения. По отражению независимо от естественных условий освещения распознается необходимая потребность в азоте, определяется норма, внесение которой осуществляется в режиме реального времени.

В 2005 г. в Германии и Швеции прошел испытания N-сенсор ALS фирмы «Yara» (Германия), представляющий собой устройство, монтируемое на кабине трактора (рис. 1.7)



Рисунок 1.7 - N-сенсор ALS фирмы «Yara» (Германия).

В качестве источника света используется ксеноновая лампа-вспышка, освещающая растения мультиспектральным светом высокой интенсивности, что позволяет использовать N-сенсор KDvraocvT04HO. После получения отраженного светового сигнала он передает информацию бортовому компьютеру, установленному в кабине трактора, который изменяет норму внесения удобрений в пределах заданной вариации, оптимизируя количество азота в соответствии с требованиями сельскохозяйственной культуры по мере продвижения по полю.

Инновационной разработкой фирмы «Fritzmeier» (Германия) является лазерная система MiniVeg N Lazer для сбора и учета информации о содержании азота в растительном покрове при внесении навоза. Она предназначена для использования на навозоразбрасывателях, монтируется на фронтальном подъемном механизме и управляется с помощью системы локальных шин (LBS) или унифицированной системы технической коммуникации (ISOBAS).

Также представляет интерес компактный навесной однодисковый разбрасыватель удобрений SuperVario фирмы «Lehner» (Германия) (рис. 1.8). Его отличительными особенностями являются многофункциональность и наличие электроуправления с помощью кабеля Ø 25 мм и длиной 6 м. Наряду с разбрасыванием гранулированных удобрений SuperVario может использоваться для внесения консервантов в скошенную растительную массу, разбрасывания

кормов для дичи, семян трав, турнепса, масличного рапса, зерна, отравленных приманок.



Рисунок 1.8 - Электроуправляемый навеснойразбрасыватель удобрений SuperVario фирмы «Lehner» (Германия).

Ширина разбрасывания регулируется бесступенчато (6-24 м), вместимость бункера 70 или 105 л. Управление работой разбрасывателя может осуществляться в ручном режиме и помощью электронной системы управления. В последнем случае с помощью цифрового датчика контролируется и регулируется частот вращения диска разбрасывателя. Не прекращая работу, можно использовать панель управления в кабине оператора для изменена количества продукта, подаваемого на диск.

Имеется также возможность автоматической блокировки мешалки рабочего бункера, в том числе и при попадании в бункер инородного предмета.

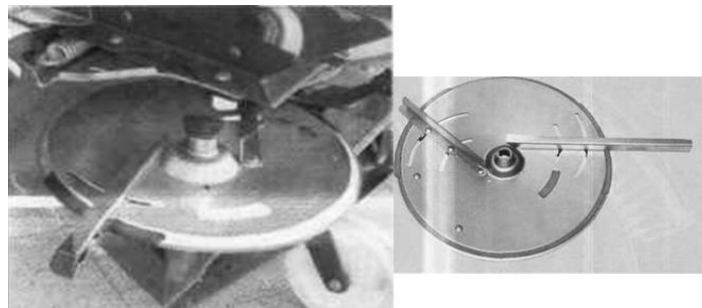


Рисунок 1.9 - Диски с поворачиваемыми лопастями.

Ширина захвата и равномерность рассеивания удобрений может регулироваться с помощью дисков с поворачиваемыми лопастями (рис. 1.9), дисков конусной формы (рис. 1.10) и системы Limiter(рис. 1.11)



Рисунок 1.10 - Диски с лопастями конусной формы.

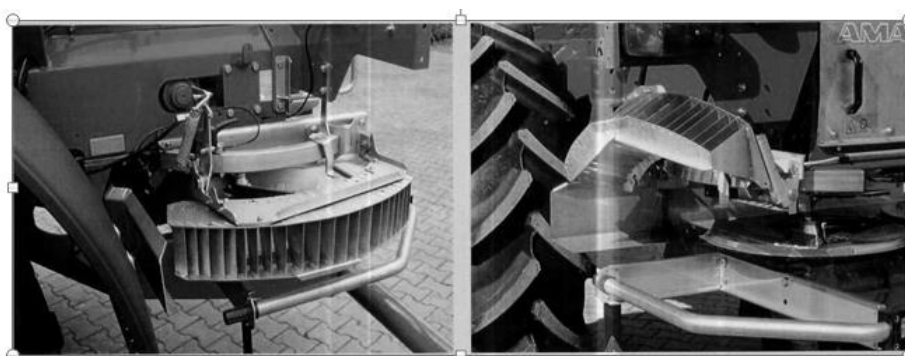


Рисунок 1.11 – Система Limiter.

Широко используются пневматические разбрасыватели (рис. 1.12).



Рисунок 1.12 – Пневматический разбрасыватель AERO 2224.

Для снижения уплотнения почвы, повышения производительности и маневренности при внесении жидких минеральных удобрений используют машины с прицепом (рис. 1.13).



Рисунок 1.13 –Машина с прицепом для внесения жидких минеральных удобрений.

2 Машины для внесения органических удобрений

В последние годы существенно возросли требования к качеству внесения твердых и жидких органических удобрений. Особое внимание уделяется повышению их эффективности путем оптимального и дифференцированного распределения при одновременном снижении степени загрязнения окружающей среды.

В конструкциях машин для внесения твердых и жидких органических удобрений прослеживается тенденция увеличения грузоподъемности, повышения надежности и ремонтоспособности, расширения использования конструкций, предназначенных для экологически чистых технологий внесения удобрений. В качестве инновационных конструкторских решений более широкое применение находят электронные средства управления

технологическим процессом, в том числе и (использованием спутниковых навигационных систем.

Разбрасыватели твердых органических удобрений преимущественно оснащены цельнометаллическими кузовами с откидными гидрофицированными задними бортами и возможностью наращивания бортов для расширения сферы применения на перевозке других сыпучих грузов. Их грузоподъемность 5-25 т, максимальная ширина захвата 25 м. Машины большой грузоподъемности оснащены гидротормозами и стояночным тормозом, управляемым из кабины трактора. В качестве рабочих органов в них применяются горизонтальные и вертикальные шнековые, зубовые, винтовые и другие битеры, а также специальный стол с горизонтально расположенными лопастными дисками с регулируемой длиной и углом наклона.

Итальянская фирма «Agrex» выпускает широкую гамму разнообразных по конструкции разбрасывателей удобрений, среди которых однодисковые машины серии SP, машины серии P с маятниковым рабочим органом и двухдисковые разбрасыватели Pull Type и серии XPI.



Рисунок 1.14 - Двухдисковый разбрасыватель минеральных удобрений TWS 7000 фирмы «Rauch» (Германия).

Наиболее совершенной является двухдисковая модель Pull Type, отличающаяся наличием медленно вращающейся ворошилки рабочего бункера, не допускающей дробления гранул удобрений, системы автоматического

поддержания заданной дозы внесения удобрений, в том числе и с возможностью подключения к спутниковой навигационной системе GPS, сменных бункеров с широким диапазоном вместимости, широкопрофильных шин ходовой части, позволяющих снизить удельное давление на почву.

Для снижения уплотнения почвы большегрузными самоходными разбрасывателями используют ходовую систему по принципу одно колесо на колею (рис 1.15).



Рисунок – 1.15 Тип ходовой системы «одно колесо на колею»

С целью повышения маневренности применяется ходовая система с дополнительным управляемым мостом (рис.1.16).



Рисунок – 1.16 Ходовая система с дополнительным управляемым мостом.

На большинстве машин устанавливаются поддресоренные цельноштампованные съемные дышла. На разбрасывателях грузоподъемностью

6-12 т, как правило, используется одноосная ходовая система, от 8 до 20 - двухосная, свыше 20 т - трехосная. В целях защиты окружающей среды от загрязнения навозом на разбрасывателях используются специальные капоты, закрывающие рабочие органы, сплошная задняя стенка, газонепроницаемые загрузочные устройства.

Инновационной разработкой фирмы «Ваиег» (Германия) является машина для внесения твердых органических удобрений на базе вертикального кормосмесителя (рис. 1.17). Она оснащена системой газонепроницаемой герметичной шнековой загрузки (патент фирмы «Ваиег»), которая позволяет в несколько раз повысить рентабельность машины. Конструкция машины позволяет смешивать различные компоненты (силос из злаковых трав и кукурузы, различные выжимки, навоз, солому и др.) и равномерно разбрасывать их по поверхности почвы.

Ведущие зарубежные фирмы-производители машин для внесения твердых органических удобрений модернизируют выпускаемую ими технику с учетом современных требований. Расширяется номенклатура машин для точного внесения органических удобрений на гектар независимо от скорости движения. Для выполнения этих функций используются интегрированные взвешивающие устройства и донные транспортеры, работа которых регулируется в зависимости от скорости движения и массы подаваемого навоза. В комбинации с системой GPS эта техника обеспечивает локальное внесение твердых органических удобрений.



Рисунок 1.17 - Разбрасыватель твердых органических удобрений фирмы «Ваиег» на базе вертикального кормосмесителя со шнековой загрузкой.

Фирма «Strautmann» (Германия) за последние четыре года усовершенствовала весь спектр предлагаемых навозоразбрасывателей в соответствии с требованиями рынка. Она выпускает гамму разнообразных моделей: от самых легких BE 4 общей допустимой массой 5,8 тыс. кг до большегрузных VS 22 массой 23 тыс. кг. Инновационным конструкторским решением фирмы является оснащение большегрузных моделей VS 16, VS 18, VS 22 терминалом с коммуникационной системой ISOBUS, позволяющей автоматизировать и лучше координировать работу высокопроизводительных навозоразбрасывателей, в том числе и с использованием системы GPS.

Фирма «Samson» (Дания), являющаяся первым в мире производителем навозоразбрасывателей с вертикальными битерами, продолжает выпуск хорошо зарекомендовавших себя машин серий SP и Flex. Они представляют собой конструкции с низко расположенным центром тяжести, небольшой высотой загрузки и крупногабаритными колесами. Отличаются небольшой потребностью в тяговом усилии и плавностью хода. Оригинальной разработкой фирмы являются коробки передач с редукторным приводом фрезерных рабочих валов. Все модели разбрасывателей могут оснащаться гидрофицированным дозирующим клапаном для регулирования количества вносимых удобрений с устройством индикации, облегчающим его использование; автоматическим устройством натяжения цепи донного транспортера; счетчиком учета количества загрузок с суммирующей функцией, а также пультом электронного управления MuckMaster 1000, с помощью которого скорость движения донного скребкового транспортера разбрасывателя регулируется пропорционально скорости его движения и обеспечивается постоянство выбранной нормы внесения удобрений.

Разбрасыватель твердых органических удобрений, разработанный фирмой «Rauch» (Германия), с автоматическим регулированием потока удобрений оснащается датчиком частоты вращения и крутящего момента разбрасывающих дисков, разработанным фирмой «Walterscheid» (Германия). Датчик бесконтактно измеряет частоту вращения и кручение приводного вала

под действием конкретной нагрузки. В основе устройства то, что масса проходящего потока пропорциональна крутящему моменту. На основании показаний датчика регулируется поток органических удобрений. По мнению фирмы, эту систему можно также устанавливать на разбрасыватели минеральных удобрений, жатки и самоходные измельчители.

Фирма «Annaburger» (Германия) более 40 лет специализирующаяся на проектировании и производстве техники для внесения твердых органических удобрений и в течение многих лет предлагавшая систему быстрой смены кузовов MultiLand. С 2003 г. начато производство модернизированной мод. MultiLandPlus. Эта модель позволяет повысить универсальность машины и эффективность ее использования благодаря быстрому (в течение 20 мин) переоборудованию самосвала в универсальный навозоразбрасыватель.

Программа фирмы «Bergmann» (Германия) пополнилась новыми навозоразбрасывателями серий М и TSW. Машины серии М оснащены сдвоенными измельчающими зубьями специальной закалки, двухбарабанными горизонтальными или четырехбарабанными вертикальными битерами.

Разбрасыватели серии TSW разработаны для расширения производственных возможностей и позволяют наряду с навозом вносить куриный помет, компост, известковые удобрения и др. (рис. 1.18).



Рисунок 1.18 - Разбрасыватель твердых органических удобрений серии TSW фирмы «Bergmann» (Германия) с двумя горизонтальными битерами и двумя разбрасывающими дисками.

Сначала материал измельчается на мелкие кусочки двух- или трехбарабанными битерами с прочными сдвоенными зубьями специальной закалки, затем попадает на разбрасывающие диски с четырьмя или шестью лопатками, положение которых регулируется в зависимости от используемых материалов. Машины оснащены подрессоренным дышлом, которое можно легко переоборудовать для верхней и нижней сцепок.

Управление технологическим процессом осуществляется с помощью электронных устройств ConfortControl фирмы «Bergmann» или UniControl фирмы «MullerElektronik». Все рабочие функции контролируются с рабочего места водителя. В первом случае при наличии камней или других предметов в измельчающих барабанах или разбрасывающих дисках срабатывает предохранительный клапан и происходит остановка донного скребкового транспортера. Использование системы UniControl позволяет автоматически регулировать количество навоза пропорционально скорости трактора.

Инновационной разработкой фирмы является самоходный автомобиль-навозоразбрасыватель, в котором точное внесение навоза поддерживается спутниковой системой GPS. Он оснащен также системой регулирования давления в шинах и взвешивающим устройством.

Для транспортировки и внесения жидких органических удобрений (ЖОУ) по-прежнему преимущественное развитие получают цистерны-полуприцепы, которые становятся более вместительными, более производительными и соответственно более экономичными. Более эффективное их использование целесообразнее на межхозяйственной основе. Для повышения производительности машин используются ускорители загрузки, которые одновременно измельчают грубые фракции навозной жижи. В некоторых цистернах обеспечивается гомогенизация навозной жижи внутри цистерны. Это достигается установкой различных мешалок, чаще пропеллерных из-за их высокого КПД. Большим спросом пользуются мешалки с погружным электродвигателем мощностью более 10 кВт и с рычажным приводом от ВОМ трактора. Используются также различные виды мешалок для разрыхления

осадка. Для защиты окружающей среды возрастает необходимость в установке защитных крышек для резервуаров, позволяющих снижать выброс аммиака во время внесения и транспортировки до 80%. Это могут быть натуральные поплавковые крышки из измельченной соломы, гранулята, шатровые или стационарные. Наряду с этим прослеживается тенденция (особенно на цистернах большой вместимости) замены традиционных рабочих органов в виде дозирующей насадки и разбрасывательно-отражательных дисков более экологичными волокушно-шланговыми или полозковыми жижераспределителями.

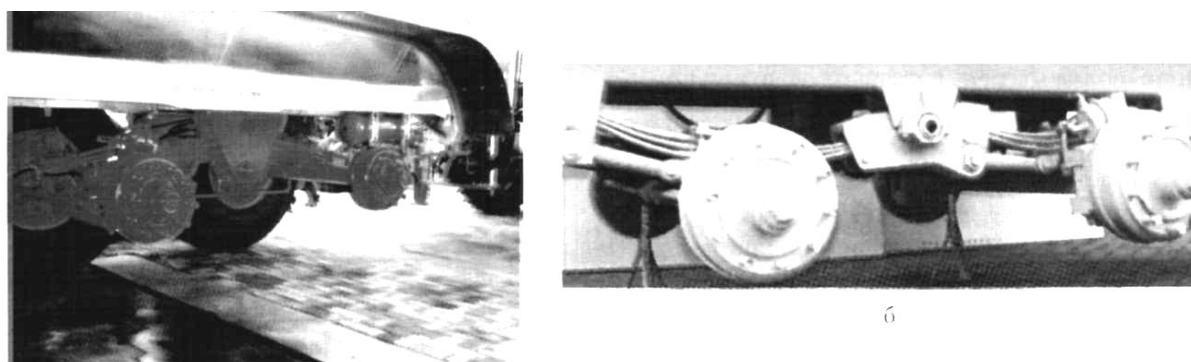
Так, машины для внесения ЖОУ фирмы «Bruns» (Германия) отличаются наличием универсальной комбинированной системы рабочих органов, которую можно использовать как волокушно-шланговую или полозково-распределительную. Эти системы позволяют снизить загрязнение окружающей среды, так как обеспечивают внесение жидкого навоза вблизи поверхности почвы. Агрегат навешивается на трехточечную гидросистему трактора, обеспечивает ширину захвата до 24 м, оснащен реверсивным ротором и встроенным сепаратором для отделения инородных тел.

Широкий модельный ряд машин для внесения ЖОУ с волокушно-шланговыми рабочими органами представлен фирмой «Brigi» (Германия). Это одно-, двух- и трехосные вакуумные и нагнетательные цистерны с оцинкованным покрытием и индикатором уровня заполнения вместимостью 3000-26200 л.

Одно- и двухосные цистерны оснащены прочными емкостями с оцинкованным покрытием и смотровым глазком в задней части; пятиметровым заборным шлангом 150 мм и длиной 5 м с возможностью укладки с обеих сторон цистерны; вакуумным насосом с подачей 8000 л/мин; шибберным гидроуправлением сливной заслонки; тормозом автоматики заднего хода; дышлами с подпружиненными резиновыми амортизаторами; упругой гидравлической подвеской для нижней сцепки. При вместимости цистерн более 10 тыс. л они дополнительно оснащаются двухзаходным поддерживающим

домкратом, двухконтурной тормозной системой с пневматическим приводом и автоматическим регулятором тормозных сил, тяжелым мостом (аналогично имеющимся у грузовых автомобилей), рассчитанным на транспортную скорость до 60 км/ч, и усовершенствованным дышлом, обеспечивающим уменьшение радиуса поворота.

Отличительными особенностями цистерн являются управляемый мост Vooggie с качающимися полуосями и система упругой подвески с устройством компенсации колебаний центрального балансира, повышающие надежность машин (рис. 1.19).



а

б

Рисунок 1.19 - Оснащение одно- и двухосных цистерн фирмы «Vgiri» (Германия): а - управляемый мост Vooggie с качающимися полуосями; упругая подвеска с устройством компенсации колебаний центрального балансира.

Трехосные цистерны оснащаются трехосной ходовой тележкой с передним и задним управляемыми мостами и упругой маятниковой подвеской, двухконтурной тормозной системой с пневматическим приводом и автоматическим регулятором тормозных сил, устройством верхней навески с жестким дышлом, гидравлическим управляющим устройством на трехходовой задвижке в задней части цистерны, устройством очистки рабочей жидкости от инородных предметов, прочными держателями для осветительной арматуры с осветительной установкой, состоящей из многокамерных светильников, устройством вертикального распределения жидкого навоза, а также подъемной

рамой, с помощью которой можно без труда навесить все необходимые рабочие органы (рис. 1.20).



Рисунок 1.20 - Трехосная цистерна для внесения ЖОУ фирмы «Vgiri» (Германия) с волокушно-шланговыми жижераспределителями.

Модель PRTW вместимостью 25 тыс. л и шириной захвата 18-30 м снабжена также системами автоматического измерения и регулирования расхода рабочей жидкости, отключения насоса при заполнении объема цистерны регулирования давления в шинах, централизованной смазки. В агрегате с культиватором шириной захвата 4,5 м она может осуществлять внутрипочвенное внесение ЖОУ.

Быстрое и бесперебойное заполнение вакуумных цистерн обеспечивает устройство турбозагрузки, компактная и прочная конструкция которого позволяет быстро проводить его монтаж на заборном патрубке цистерны. По желанию заказчика оно может быть смонтировано посередине под цистерной, что позволит осуществлять забор жижи с правой и левой сторон.

Фирма «Fliegl» (Германия) разработала новый вариант турбозагрузчик аввакуум-цистерн. Навозная жижа подается в резервуар без вакуума. В результате снижается износ и обеспечивается полное заполнение емкости цистерны даже при плохой текучести навозной жижи. Загрузчик оснащен гидромотором мощностью более 20 кВт, его конструкция исключает контакт гидромотора с навозной жижей. При высоте загрузки 4 м его производительность составляет 5 тыс. л/мин при всасывающем шланге диаметром 150 мм и 8 тыс. л/мин - диаметром 200 мм.

Зарубежные фирмы уделяют большое внимание повышению точности и равномерности распределения жидких органических удобрений по поверхности почвы.

Для обеспечения точности внесения ЖОУ фирма «DeLaval» (Франция) помимо системы автоматике с расходомером и датчиками частоты вращения колеса, требующей больших затрат, предлагает новую систему полуавтоматического управления процессом дозирования, которая регулирует количество вносимых удобрений с помощью трехходового крана электрического серводвигателя. Ввод заданных параметров (количество вносимых удобрений на 1 га, длина участка и др.) осуществляется с помощью компьютера, являющегося одним из элементов данной системы. Новая система компьютерного управления с жидкокристаллическим дисплеем имеет следующие преимущества: все функции можно заранее программировать или исключать, не меняя компьютера, - устанавливать дополнительное оборудование на агрегате. Предусмотрена также возможность возврата к исходному меню при неправильном включении и установке бортовых компьютерных систем фирмы «МйПегElektronic» с использованием спутниковой навигационной системы, а при выполнении операций, оказывающих влияние друг на друга, - программировать их определенную последовательность. Внесение удобрений при этом осуществляется с помощью волоочильных шлангов.

Одним из направлений совершенствования машин для внесения ЖОУ является использование новых облегченных материалов для изготовления цистерн, что позволяет увеличить полезную нагрузку, уменьшить силу тяги, снизить потребление топлива, обеспечить более высокую скорость транспортировки.

Инновационным нововведением фирмы «Kotte» (Франция) является использование алюминия вместо стали, в результате чего собственная масса цистерны снижается на 60%. Это позволяет увеличить полезную вместимость

машин на 2-3 м³, повысить эффективность их использования, существенно снизить давление на почву.

Фирма «Stapel» (Германия) выпустила первую жижецистерну из полиэфира вместимостью 19 тыс. л. (рис. 1.21), преимущество которой в том, что при максимальном полезном объеме она может монтироваться на более экономичное двухосное шасси, а не на обычно используемое при такой массе трехосное.



Рисунок 1.21 - Цистерна для внесения ЖОУ из полиэфира фирмы «Stapel» (Германия)

Снаружи цистерна имеет специальное устойчивое к ультрафиолетовым лучам гелиевое покрытие, поэтому гладкую поверхность резервуара легко чистить.

Лекция 2. Расчёт машин для внесения удобрений

Вопросы:

1 Расчёт параметров разбрасывателя твёрдых органических удобрений.

2 Расчёт параметров дискового разбрасывателя твёрдых минеральных удобрений.

1 Расчёт параметров разбрасывателя твёрдых органических удобрений.

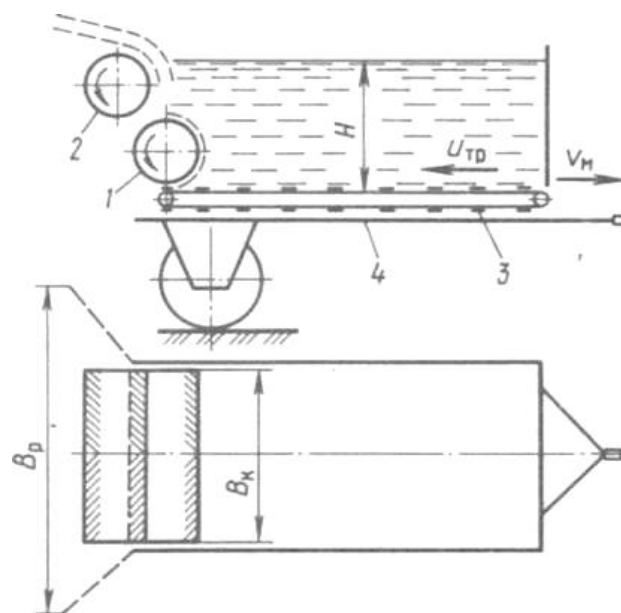
Разновидности, общая схема рабочего процесса.

Машины для внесения твердых органических удобрений подразделяют на кузовные разбрасыватели и разбрасыватели из куч. Наиболее распространены кузовные разбрасыватели. Они установлены на одно- или двухосные прицепы, которые выполнены, как правило, универсальными, т. е. после снятия разбрасывающих устройств могут быть использованы как тракторные саморазгружающиеся полуприцепы или прицепы. В процессе работы навозоразбрасывателя (рис. 2.1) верхняя ветвь транспортера 3 перемещает удобрения, находящиеся в кузове 4 слоем H , с малой скоростью к разбрасывающему устройству, состоящему из двух шнеко-лопастных барабанов: нижнего 1 измельчающего и верхнего 2 разбрасывающего. При этом лопасти барабана 1 интенсивно рыхлят навоз, измельчают соломистые включения и направляют разрыхленную и измельченную массу на барабан 2, который разбрасывает ее по полю. Так как шнековая навивка на барабане от оси симметрии навозоразбрасывателя расходится влево и вправо к периферии, то ширина B полосы разброса удобрений значительно превышает ширину B_k кузова ($B_p \gg B_k$). Таким образом, навозоразбрасыватель включает два основных рабочих органа: дозатор и разбрасыватель.

Дозирующие устройства. В наиболее распространенных кузовных разбрасывателях дозирующим устройством служат цепочно-планчатые (цепочно-скребковые и цепочно-прутковые) транспортеры, размещенные на дне питающих емкостей (прицепов или полуприцепов).

Секундная подача удобрений транспортером зависит от его скорости $u_{тр}$ и ширины $B_{к}$, толщины H слоя удобрений (высоты кузова) и плотности ρ

$$q = \rho u_{тр} B_{к} H \quad (1)$$



1 и 2- нижний и верхний барабаны; 3 - транспортер; 4 –кузов.

Рисунок 2.1 - Схема рабочего процесса навозоразбрасывателя

При заданной дозе Q внесения удобрений, скорости $v_{м}$ движения машины и ширине $B_{р}$ разбрасывания секундная подача удобрений должна составлять

$$q_3 = Q B_{р} v_{м}. \quad (2.2)$$

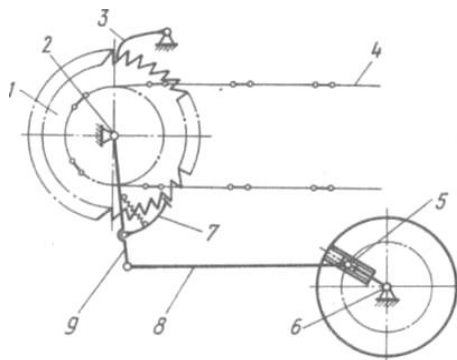
Так как величины $B_{к}$, H и $B_{р}$ для конкретного навозоразбрасывателя постоянны, то, чтобы настроить его на заданную дозу Q при определенном значении ρ , нужно изменить скорость $u_{тр}$ или $v_{м}$. Так как при настройке $q = q_3$,

то, приравняв правые части формул (2.1) и (2.2) и решив полученное выражение относительно u_w , найдем

$$u_{тр} = QB_p v_M / (\rho B_K H) \quad (2.3)$$

Как видим, при изменении значения ρ настройка должна быть изменена варьированием скорости $u_{тр}$.

Транспортер приводится кривошипно-ползунным и храповым механизмами (рис. 2.2).



1 - храповое колесо; 2 - ведущий вал; 3 и 7 - предохранительная и ведущая собачки; 4-цепь; 5 -кулисный механизм кривошипа; 6 -вал кривошипа; 8 - шатун; 9 -коромысло.

Рисунок 2.2 - Схема механизма привода транспортера навозоразбрасывателя

Храповое колесо 1 жестко закреплено на ведущем валу 2 транспортера, вал 6 кривошипа соединен с валом редуктора, приводимого от ВОМ трактора. При рабочем движении собачка 7 упирается в зуб колеса 1 и вместе с ним поворачивает вал 2 транспортера. От обратного движения колесо 1 удерживает собачка 3. Для регулирования скорости $u_{тр}$, служит кулисный механизм 5, которым изменяют радиус (эксцентриситет) пальца кривошипа, а вместе с ним ход шатуна 8 и амплитуду колебаний коромысла 9. При этом транспортер движется прерывисто. Однако средняя скорость его при таком регулировании может изменяться в пределах 0,006...0,06 м/с, т. е. в 10 раз.

При разбрасывании навоза из куч размеры дозирующего окна валкообразователя изменяют по ширине от 0,2 до 1,0 м, по высоте от 0,12 до 0,35 м.

Разбрасывающие устройства.

Для разбрасывания органических удобрений используют роторные устройства с горизонтальной осью вращения. Рабочий процесс их состоит из двух фаз: относительного перемещения частиц удобрений по лопасти (лопатке) ротора (барабана, битера) и свободного полета под действием сообщенной им кинетической энергии (скорости) и силы тяжести.

Первая фаза начинается с момента выхода лопасти из массы удобрений, т. е. при повороте ее на угол γ_0 (рис. 2.3), и характеризуется движением частиц в вертикальной плоскости вдоль лопасти. При этом на частицу массой m действуют сила тяжести $G=mg$, центробежная сила инерции $F_{ц}=m\omega^2r_{ib}$, кориолисова сила $F_{к}=2m\omega\dot{r}_i$, сила трения о лопасть $F_{тр}=f(mg\cos\omega t + 2m\omega\dot{r}_i)$. Условие движения частицы по лопасти в первом квадранте, т. е. при $\gamma \leq \pi/2$:

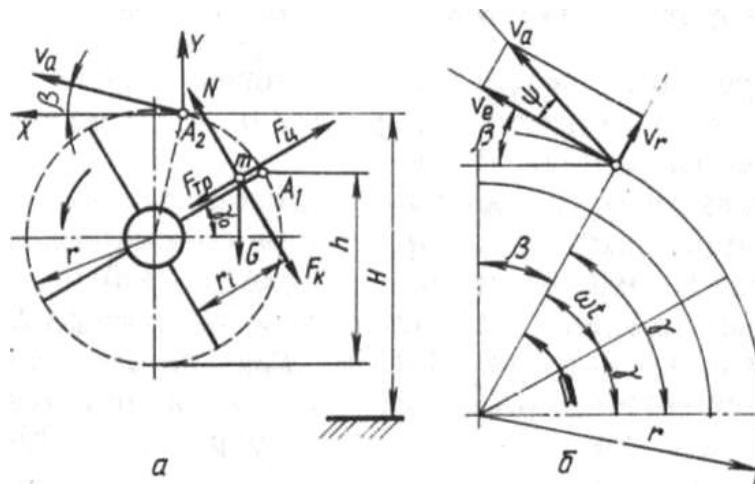
$$m\omega^2r - mg\sin\gamma \geq F = f(mg\cos\gamma + 2m\omega v_r) \quad (2.4)$$

Из этого уравнения можно определить относительную скорость частицы вдоль лопасти $v_r = \dot{r}_i$ и ее конечное значение, т. е. при $r_t = r$.

Дальность разбрасывания удобрений зависит от абсолютной скорости их в момент схода с лопасти. Скорость v_a равна геометрической сумме переносной (окружной) скорости $v_e = \omega r$ и относительной скорости v_r вдоль лопасти, т. е. $v_a = \omega r + v_r$. У навозоразбрасывателей $v_r \approx 4,0 \dots 4,2$ м/с, $v_e \approx 12,0 \dots 12,5$, $v_a \approx 12,8 \dots 13,2$ м/с. Угол $\Psi \approx \arctg(v_r/v_e) \approx 16 \dots 19^\circ$. Как видим, v_r значительно меньше v_e и существенно не влияет на скорость v_a , поэтому для упрощения расчетов можно принять $v_a \approx v_e$.

Чтобы частицы навоза отбрасывались дальше, они должны сходиться с лопасти в первом квадранте, т. е. при $\gamma_0 + \omega t < 90^\circ$, что зависит от толщины слоя

удобрений: чем он больше, тем больше угол γ_0 , при котором удобрения начинают сходиться с лопасти. У навозоразбрасывателей угол $\gamma_0 \approx 30^\circ$.



а - действующие силы; б-схемы движения.

Рисунок 2.3 - Схемы к расчету процесса разбрасывания органических удобрений роторным аппаратом с горизонтальной осью вращения

Из-за различного расположения частиц удобрений по длине лопасти они будут сходиться с нее в процессе поворота на угол $\theta = \omega t$, которому соответствует дуга A_1A_2 . У существующих конструкций $\theta = 30 \dots 35^\circ$.

Вторая фаза представляет собой движение тела, брошенного со скоростью $v_a \approx v_c = \omega r$ под углом β к горизонту, где $\beta = 90^\circ - \gamma_0 - \omega t$. Уравнения движения частицы без учета сопротивления воздуха в параметрической форме с началом координат в точке A_2 имеют вид

$$x = v_a t \cos \beta; y = v_a t \sin \beta - gt^2/2. \quad (2.5)$$

Так как начало координат расположено на высоте H над поверхностью поля, то в момент падения частицы удобрений на поле ее координата $y = -H$. Следовательно, время $t_{\text{п}}$ полета определится из условия

$$-H = v_a t_{\text{п}} \sin \beta - gt_{\text{п}}^2/2, \quad (2.6)$$

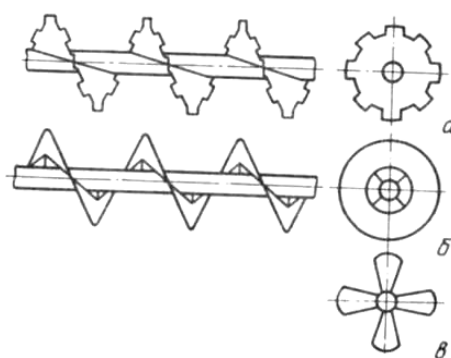
$$\text{Откуда } t_{\pi} = \left(\sin \beta + \sqrt{v_a^2 \sin^2 \beta + 2gH} \right) / g \quad (2.7)$$

Так как время не может быть отрицательным, то в выражении (2.7) принято лишь первое значение корня, со знаком «плюс». Подставив значение t_{π} из выражения (2.7) в первое параметрическое уравнение, определим дальность полета частицы

$$x = v_a^2 \sin 2\beta / (2g) + v_a \cos \beta \sqrt{v_a^2 \sin^2 \beta + 2gH} / g \quad (2.8)$$

Разбрасывающие устройства применяют двух видов: с осью вращения, параллельной направлению движения и перпендикулярной ему. В первом случае основным рабочим органом при разбрасывании из куч служит ротор, а при разбрасывании из кузова прицепа - барабан. Ротор, как правило, имеет четыре лопасти, диаметром 700..1200 мм и вращается с частотой 320..500 мин⁻¹, частота вращения барабана 500 мин⁻¹, дальность полета удобрений до 12 м.

Во втором случае в качестве основного рабочего органа используется барабан (битер), представляющий собой полую трубу, на которой рабочие элементы (лопатки, лента и т. п.) размещены влево и вправо от центра ее по винтовой линии (рис. 2.4) с левой и правой навивками.



а -шнеколопастный; б-ленточный; в- лопастный.

Рисунок 2.4 - Типы разбрасывающих барабанов

Так как рабочие поверхности лопаток, зубьев или лент располагаются под углом α к оси вращения барабана (углом подъема винтовой линии), то возникает боковая составляющая скорости $v_6 = v_a \cos \alpha \sin \alpha$ (рис. 2.5).

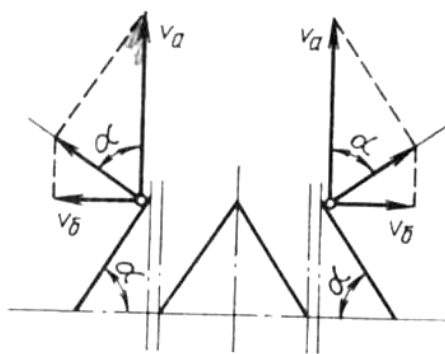


Рисунок 2.5 - Схема размещения рабочих элементов разбрасывающих барабанов и составляющие начальной скорости полета частиц удобрений

Благодаря этому ширина полосы рассеивания удобрений превышает конструктивную ширину захвата машины ($B_p > B_k$). Для повышения производительности стремятся увеличить значение B_p . Максимальная величина B_p соответствует $v_\delta = \max$, что достигается при $\alpha = 45^\circ$.

Диаметр барабана, как правило, 280...320 мм, длина $L \approx B_k = 1,6...1,8$ м. Ширина разбрасывания зависит от дальности l полета удобрений

$$B_p = 2l + B_k, \quad (2.9)$$

где $l = v_\delta t_n$.

У существующих навозоразбрасывателей при $H = 1,6...1,7$ м, $t_n = 0,16...0,17$ с, $l = 1,6...1,7$ м, $B_p = 5,0...6,2$ м, т. е. B_p примерно в 3 раза больше, чем B_k .

Навозоразбрасыватели работают надежно (без забивания), если производительность разбрасывающего устройства превышает секундную подачу транспортера, т. е. $q_p \geq q_{тр}$ или

$$z b h n \pi d_\delta n_\delta \geq H B_k u_{тр}, \quad (2.10)$$

где z -число разбрасывающих лопаток;

b - ширина полосы навоза, захватываемой лопаткой (при шнековой ленте $zb \approx B_k$);

h - высота захвата массы (высота лопатки, ленты и т. п.);

d_6 - диаметр барабана; n_6 - частота вращения барабана;

H - толщина слоя удобрений в кузове;

$u_{\text{тр}}$ - скорость транспортера, м/с.

Так как производительность разбрасывающего устройства зависит от частоты вращения разбрасывающего барабана, то надёжная работа обеспечивается, если

$$zbhn\pi d_6 n_6 \geq HB_k u_{\text{тр}} / (zbhn\pi d_6) \quad (2.11)$$

2 Расчёт параметров дискового разбрасывателя твёрдых минеральных удобрений

Разновидности. Конструкции распределительных устройств в значительной мере зависят от способа и сроков внесения удобрений. В комбинированных машинах для внутрипочвенного припосевного и послепосевного внесения (рядовые, узкорядные и широкорядные сеялки, культиваторы-растениепитатели) в качестве распределителей удобрений используют тукопроводы. В машинах для поверхностного допосевного (основного) внесения удобрений преобладают разбрасывающие (рассеивающие) диски с вертикальными осями вращения, а в машинах для поверхностного послепосевного внесения - штанговые распределительные устройства с пневматическим и механическим транспортированием удобрений, некоторое распространение находят и роторные устройства с горизонтальными осями вращения.

Разбрасывающие диски с вертикальными осями вращения. Такие распределители выполнены в виде одного или двух дисков, снабженных плоскими лопастями, расположенными радиально или с отклонением от

радиального направления на угол $\pm(10...15)^\circ$. Рабочий процесс такого аппарата состоит из двух фаз: относительного перемещения гранул по диску и свободного полета под действием сообщенной им кинетической энергии и действующей силы тяжести.

Первая фаза, т. е. относительное перемещение гранулы по диску, начинается с момента ее падения на диск и включает *два периода: движение по диску до встречи с лопастью и движение после встречи с ней*. Условие движения удобрений до встречи с лопастью

$$m\omega^2 r > fmg, \text{ или } \omega > \sqrt{fg/r}, \quad (2.12)$$

Так как $\omega = \pi n / 30$, то необходимая для соблюдения этого условия частота вращения диска

$$n > 30\omega / \pi = 30 \sqrt{fg/r} / \pi \quad (2.13)$$

Расчеты показывают, что $\omega^2 r$ достигает 200...400 м/с², что в 20...40 раз больше $g = 9,8$ м/с². Согласно экспериментальным данным упавшая на вращающийся диск гранула движется по некоторой кривой, близкой к логарифмической спирали, пока не встретится с лопастью. После этого начинается второй период движения по диску-вдоль лопасти. Благодаря лопастям изменяется направление движения гранул, возрастает их скорость, увеличивается дальность полета.

При движении вдоль лопасти на гранулу массой m действуют (рис. 2.6, а) центробежная сила $F_{ц} = m\omega^2 r_i$, инерции, кориолисова сила $F_K = 2m\omega v_i$, сила трения $F_1 = fmg$ о диск, сила трения $F_2 = f(2m\omega v_i - m\omega r_i \sin \Psi)$ о лопасть.

где ω - угловая скорость диска;

r_i - расстояние гранул от оси вращения диска;

$v_i = v_r$ - относительная скорость скольжения гранулы вдоль лопасти;

f - коэффициент трения гранулы о диск и лопасть;

Ψ - угол отклонения лопасти от радиуса.

Угол $\Psi \neq \text{const}$, если лопасть прямолинейна; $\Psi = \text{const}$, если лопасть очерчена по логарифмической спирали с полюсом, совпадающим с осью O вращения диска. Кориолисово ускорение $2\omega_i$ перпендикулярно к v_r , и направлено в сторону ω , а сила $2m\omega_i$, - в обратную сторону.

Условие скольжения гранулы вдоль лопасти

$$\omega^2 r_i \cos \Psi_i > fg + f(2m\omega_i - \omega^2 r_i \sin \Psi_i). \quad (2.14)$$

Из формулы (2.14) можно определить $i = v_r$ в момент схода гранулы с диска, т. е. при $r_i = r$. Абсолютная скорость в момент схода гранулы с лопасти

$$V_a = \sqrt{(v_e \pm v_r \sin \Psi_k)^2 + (v_r \cos \Psi_k)^2} \quad (2.15)$$

где Ψ_k - конечное значение угла между лопастью и радиусом.

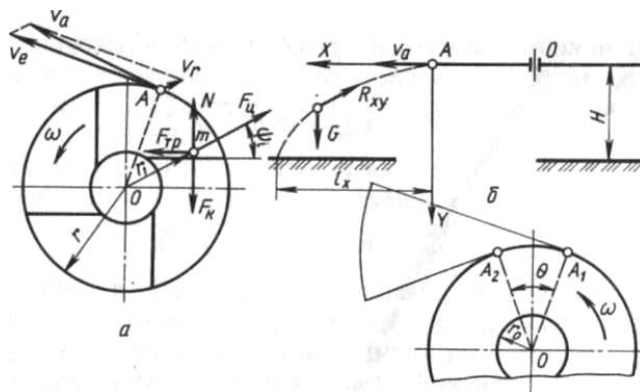
Согласно (рис.6 а), в выражении (15) перед $v_r \sin \Psi_k$ знак «плюс», если лопасти отклонены вперед, и «минус», если отклонены назад. При радиальном расположении лопастей $\Psi_k = 0$ и $v_a = \sqrt{v_e^2 + v_r^2}$.

Однако v_r значительно меньше v_e , поэтому влияние v_r на v_a относительно невелико и при практических расчетах им можно пренебречь, приняв $v_a \approx v_e$.

Вторая фаза представляет собой движение тела, брошенного со скоростью $v_a \approx v_e$, направленной по горизонтали. При этом на тело (гранулу) будут действовать сила $G = mg$ тяжести и сопротивление $R_{xy} = m\kappa_n v^2$ воздуха, где κ_n - коэффициент парусности. При малых значениях κ_n (гранулы, кристаллы и т. п.) сопротивление воздуха можно не учитывать и для расчета дальности полета гранул пользоваться уравнениями

$$x = v_a t_{\text{п}}; \quad y = g t_{\text{п}}^2 / 2 \quad (2.16)$$

Решив второе уравнение относительно времени t_n полета гранулы, будем иметь $t_n = \sqrt{2y/g}$. Подставив это значение t_n в первое уравнение, получим уравнение траектории гранулы (рис. 2.6, б).



a - силы, действующие на гранулу, движущуюся по лопасти горизонтального диска с вертикальной осью вращения (вид сверху); *б* - к определению дальности полета гранулы (вид сбоку); *в* - то же, зоны разбрасывания удобрений (вид сверху).

Рисунок 2.6 - Схемы к расчету процесса рассеивания минеральных удобрений дисковым аппаратом

Решив второе уравнение относительно времени t_n полета гранулы, будем иметь $t_n = \sqrt{2y/g}$. Подставив это значение t_n в первое уравнение, получим уравнение траектории гранулы (рис. 2.6, б).

$$x = v_a \sqrt{2y/g} \approx \omega r \sqrt{2y/g} \quad (2.17)$$

Дальность полета гранулы для данного разбрасывающего устройства определим, подставив в выражение (2.17) значение $y = H$, т. е.

$$x = l_x = \omega r \sqrt{2H/g} \quad (2.18)$$

где H - высота расположения диска над поверхностью почвы. Для увеличения дальности полета гранул в некоторых конструкциях применяют конические диски с углом между образующей конуса и горизонталью $3...5^\circ$.

Так как гранулы поступают на диск потоком определенной ширины, то r_0 (рис. 2.6, в) для различных гранул будет неодинаковым. Из-за разброса значений r_i гранулы сходят с диска на некоторой дуге A_1A_2 (рис. 2.6, в), а их распределение по поверхности поля фиксируется пучком траекторий. Соответствующий этой дуге центральный угол $\theta = 60...150^\circ$. Для двухдискового аппарата ширина рассеивания

$$B_p \approx 2\omega r \sqrt{2H/g} = A \quad (2.18)$$

где $A \approx (2,4...2,6)$ r -расстояние между центрами дисков, м.

В известных машинах $2r = 0,35...0,70$ м, $\Psi = 0... \pm 15^\circ$; $n = 400...600$ мин⁻¹, $v_e = 6...14$ м/с, $H = 0,45...0,65$ м, $l_k = 2...4$ м.

Для регулирования равномерности распределения удобрений по ширине захвата место подачи гранул на диск изменяют. При подаче ближе к оси вращения диска (уменьшении r_0) увеличивается количество высеваемых удобрений по краям захватываемой полосы, при подаче дальше от оси вращения (увеличении r_0) - в средней части захватываемой полосы. С увеличением частоты вращения дисков удобрения распределяются равномернее, а при большем диаметре дисков равномерность ухудшается. Наклон лопастей к радиусу в сторону вращения на $10...12^\circ$ способствует более равномерному распределению удобрений.

Равномерность распределения удобрений оценивают как по ходу движения машины, так и в поперечном направлении. Так как гранулы сходят лишь с концов лопастей, то удобрения разбрасываются струями и ложатся на поверхность концентрическими дугами, что свидетельствует о пульсирующем характере подачи.

Однодисковый центробежный аппарат неравномерно распределяет удобрения в продольном направлении.

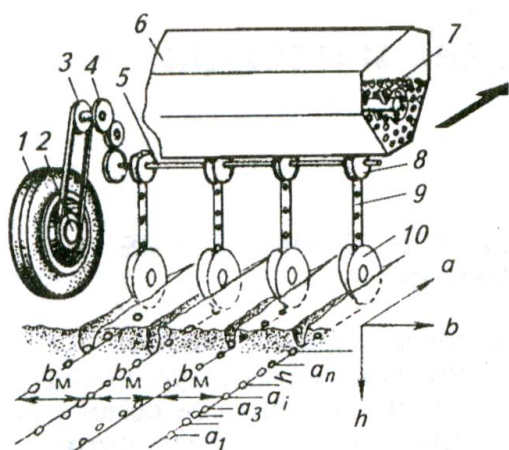
Лекция 3. Машины для посева сельскохозяйственных культур

Содержание:

- 1 Общие сведения.
- 2 Способы посева.
- 3 Агротехнические требования.
- 4 Классификация сеялок.
- 5 Типы высевających аппаратов.
- 6 Сошники и семя-тукопроводы.
- 7 Общее устройство зерновой сеялки.
- 8 Подготовка рядовых сеялок к работе.

1 Общие сведения

Большая роль, при возделывании сельскохозяйственных культур принадлежит посеву. При посеве семена распределяют в вертикальном h , продольном a и поперечном b направлениях.



h – глубина посева;
 a – расстояние между семенами в рядке;
 b – расстояние между рядками (междурядье).

Рисунок 3.1- Схема посева семян

Для получения хороших всходов используют семена, соответствующие требованиям стандарта на посевной материал. Перед посевом семена дополнительно сортируют и протравливают растворами пестицидов, повышают их сыпучесть. Семена также *калибруют* – разделяют на близкие по размерам

фракции, *дражируют* – при помощи клеящего вещества придают им шарообразную форму, а семена с твердой оболочкой *скарифицируют* – слегка повреждают оболочку для поступления влаги.

Число или общую массу семян, высеваемых на 1 га, называют *нормой высева*. Норму высева и глубину заделки семян устанавливает агроном хозяйства, учитывая при этом их всхожесть, почвенно-климатические условия, зональные рекомендации, особенности агротехники возделывания растений.

Уменьшение глубины посева может привести к вымерзанию всходов озимых и изреженности всходов яровых. При излишне глубокой заделке всходят ослабленные растения, а часть ростков погибает, т.к. не может пробиться к свету. Поэтому перед посевом почву тщательно обрабатывают, выравнивают, а после посева прикатывают.

На развитие растений влияет и время посева. Запаздывание, как правило, приводит к снижению урожайности. При нехватке питательных элементов в почве вместе с семенами вносят стартовые дозы удобрений, заделывая их на ту же глубину, что и семена, ниже или сбоку семян.

2 Способы посева

- *Обычный рядовой способ* используют для посева зерновых культур. Семена высевают с междурядьем $b_m = 15$ см на глубину 2...10 см. В рядках семена располагают хаотично (непостоянно).

- *Полосовой способ* (рис. 3.2) применяют при посеве зерновых культур по стерне. Семена заделывают в почву стрельчатой лапой-сошником 11, которая распределяет их полосами шириной b_n . Расстояние между центрами полос 23 см. Такой способ также применяют при возделывании столовых корнеплодов, лука и др. овощных культур.

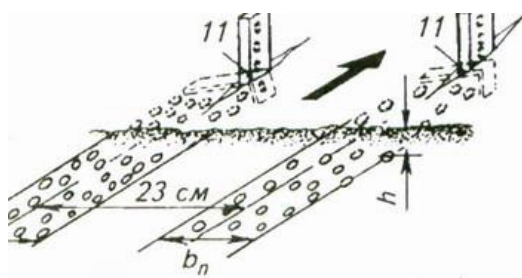


Рисунок 3.2- Схема полосового способа посева семян

- *Разбросной способ* (рис. 3.3) применяют для посева семян трав на лугах и культурных пастбищах. Семена разбрасывают по поверхности поля, а затем заделывают бороной 12.

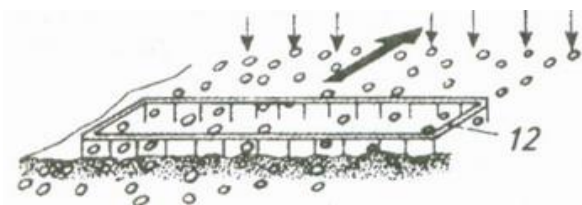


Рисунок 3.3- Схема разбросного способа посева семян

- *Узкорядный способ* (рис. 3.4) применяют для посева зерновых культур. Ширина междурядья уменьшена до 7...8 см. Это позволяет увеличить площадь питания растений и уменьшить зону для роста сорняков, что приводит к повышению урожайности.

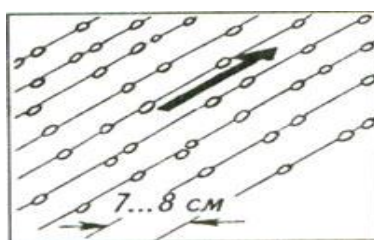


Рисунок 3.4 - Схема узкорядного способа посева семян

- *Перекрестный способ* (рис. 3.5). При таком способе сеялку настраивают на половину нормы высева. Высев ведут за два прохода сеялки в двух направлениях. При этом расстояние между семенами увеличивается, семена размещаются более равномерно. Затраты на дополнительную работу перекрываются повышением урожайности.

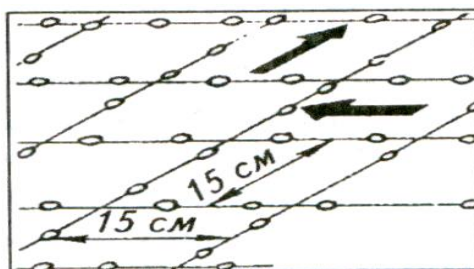


Рисунок 3.5 - Схема перекрёстного способа посева семян

- *Широкорядный способ* (рис. 3.6) Применяется для посева и посадки пропашных культур.

Ширина междурядий 45...90 см. Это позволяет проводить механизированную обработку междурядий. Семена в рядах располагаются хаотично.

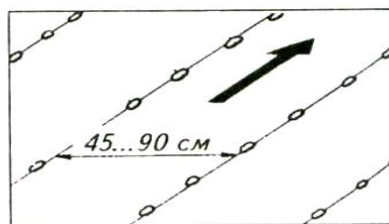


Рисунок 3.6 -Схема разбросного способа посева семян

- *Пунктирный способ* (рис. 3.7). При таком способе нормируется не только расстояние между рядами, но и между семенами в рядах *a*. Пунктирный посев технических культур обеспечивает повышение урожайности, значительную экономию семян и снижение затрат на уход за растениями.

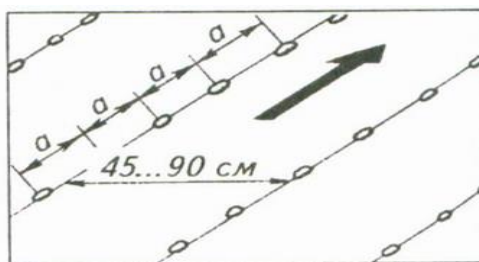


Рисунок 3.7 - Схема пунктирного способа посева семян

- *Ленточный способ* (рис. 3.8) применяют для посева семян овощных культур.

Семена располагают лентами, по несколько рядков в каждой. Расстояние между лентами b_l и ширину лент выбирают так, чтобы рабочие органы культиватора не задевали растения при обработке. Расстояние между строчками b_c зависит от возделываемой культуры.

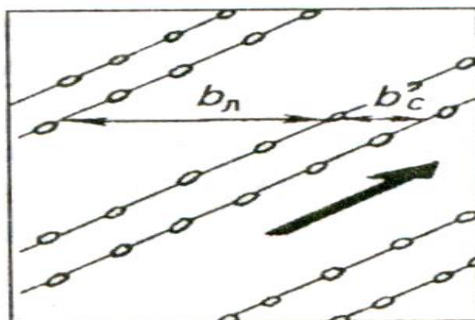


Рисунок 3.8 –Схема ленточного способа посева

- *Гнездовой способ* (рис. 3.9). Применяют при посеве растений, которые могут расти вместе (в гнезде) по несколько штук.

Ширину междурядий b_m выбирают с учетом особенности культуры и механизации последующей обработки междурядий.

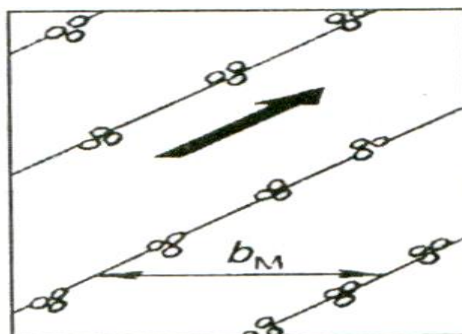


Рисунок 3.9 - Схема гнездовой способ посева

- *Квадратно-гнездовой способ* (рис. 3.10). При таком способе гнезда с семенами располагают по углам квадратов (прямоугольников).

Такой способ позволяет проводить механизированную обработку в продольном и поперечном направлениях.

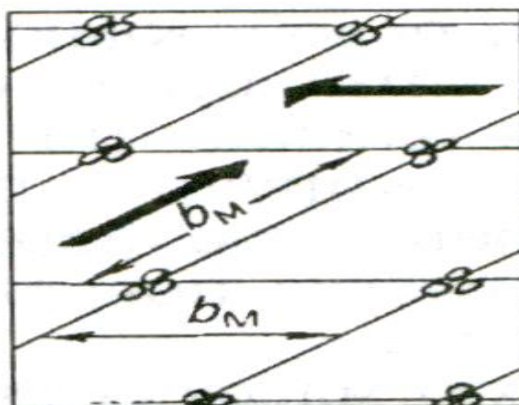


Рисунок 3.10 - Схема квадратно-гнездового способа посева

- *Совмещенный способ* (рис. 35.11). Такой способ позволяет высевать семена двух культур в разные рядки и на разную глубину. Это позволяет увеличить продуктивность поля, устраняет дополнительный проход по полю сеялки, сокращает сроки посева.

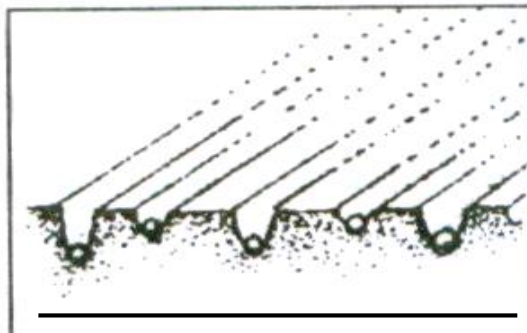


Рисунок 3.11 - Схема совмещённого способа посева

- *Комбинированный способ* включает в себя одновременный высева семян и гранулированных удобрений. Стартовая доза удобрений высевается в общий рядок с семенами, полная доза – в стороне от рядков и глубже уровня заделки семян.

В зависимости у почвенно-климатических условий семена высевают по ровной поверхности или профилированной.

При избыточной влажности почвы семена заделывают в вершинах гребней (рис. 3.12).

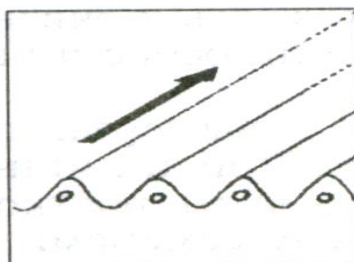


Рисунок 3.12 - Схема посева семян в вершину гребня

В засушливых зонах семена высевают в борозды, чтобы заделать их во влажную почву.

На участках, предназначенных для полива семена высевают в грядки, одновременно нарезают поливные борозды (рис. 3.13).

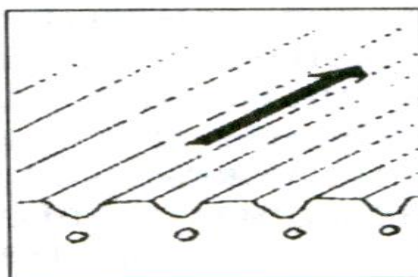


Рисунок 3.13 - Схема посева семян с нарезкой поливных борозд

В зонах, подверженных ветровой эрозии, семена высевают по стерне, которая защищает молодые всходы от ветра, а почву от выдувания (рис. 3.14).

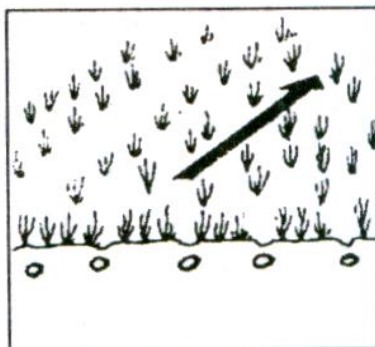


Рисунок 3.14 - Схема посева семян по стерне

3 Агротехнические требования

Семена должны быть равномерно распределены по полю.

Отклонение фактической нормы высева:

- семян - $\pm 3\%$;
- минеральных удобрений $\pm 10\%$.

Неравномерность высева:

- зерновых – 6% ;
- зернобобовых – 10% ;
- трав – 20% .

Повреждение семян высевающими аппаратами:

- зерновых не более $0,2\%$;
- зернобобовых не более $0,7\%$.

Отклонение глубины заделки от средней не более $\pm 15\%$.

При глубине посева:

- 3...4 см - $\pm 0,5$ см;
- 4...5 см - $\pm 0,7$ см;
- 6...8 см - ± 1 см.

Отклонение ширины стыковых междурядий от основных- ± 5 см.

4 Классификация сеялок

По способу посева сеялки бывают:

- рядовые;
- квадратно-гнездовые;
- гнездовые;
- пунктирные;
- разбросные;

По назначению:

- *универсальные* – предназначены для посева различных культур (зерновые, зерноотравянные, зернобобовые);

- *специальные* – рассчитаны для посева одной или ограниченного числа культур (свекловичные, хлопковые, кукурузные, овощные, луковые);

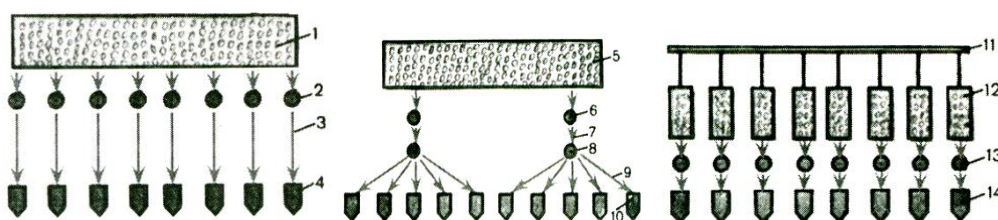
- *комбинированные* – высевают семена и минеральные удобрения.

По компоновке рабочих органов.

- *моноблочные;*

- *раздельно-агрегатные;*

- *секционные;*



1, 5, 12 – бункера; 2, 6, 13 – высевающие аппараты; 3, 9 – семяпроводы; 4, 10, 14 – сошники; 7 – центральный трубопровод; 8 – распределитель потоков; 11 – брус-рама.

Рисунок 3.15 - Компоновочные схемы сеялок

По способу агрегатирования:

- навесные;

- прицепные. (Можно в сцепке использовать по 1...6 сеялок).

5 Типы высевающих аппаратов

От совершенства конструкции высевающего аппарата, технического состояния и правильной регулировки зависит качество посева.

Высевающие аппараты должны отвечать следующим агротехническим требованиям:

- равномерно подавать семена в сошники;

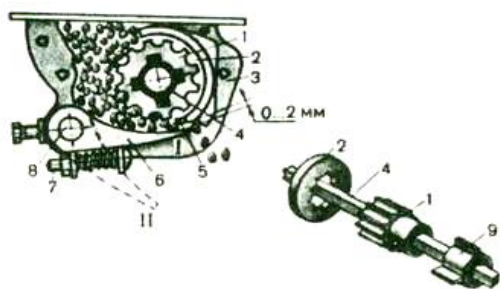
- обеспечивать устойчивый посев;

- не повреждать семена;
- бесперебойно высевать семена различных культур.

Существующие высевающие аппараты не отвечают в полной мере этим требованиям.

Среди высевающих аппаратов наиболее распространены:

- катушечный высевающий аппарат (рис. 3.16).



- 1 - катушка; 2 – розетка; 3 – корпус;
- 4 – вал катушек; 5 – ребро муфты; 6 – клапан; 7 - регулировочный болт;
- 8 – ось клапанов; 9 – муфта.

Рисунок 3.16 - Вид катушечного высевающего аппарата

Регулировки катушечного высевающего аппарата.

Норму высева семян регулируют:

- изменяя рабочую длину катушек 1, перемещая вал 4 рычагом;
- изменяя частоту вращения катушек, сменой шестерен в редукторе или звездочек в цепной передаче.

В зависимости от высеваемой культуры регулируют зазор между клапаном 6 и ребром муфты 5.

При посеве зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень и т.д.) зазор должен быть 0...2 мм.

При посеве зернобобовых (горох, люпин, вика и т.д.) – 8...10 мм.

Зазор на всех аппаратах должен быть одинаковым. Индивидуальную регулировку зазора в каждом аппарате проводят, вращая гайку на регулировочном болте 7.

- катушечно-штифтовый аппарат (рис. 3.17). Предназначен для высева гранул минеральных удобрений. Можно применять на селекционных сеялках для высева средних по размеру семян.

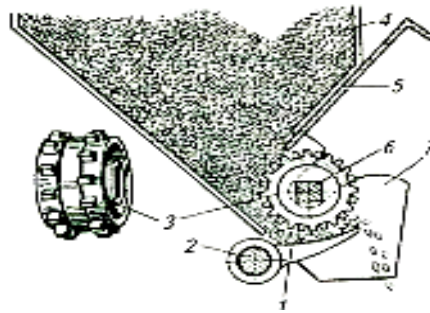
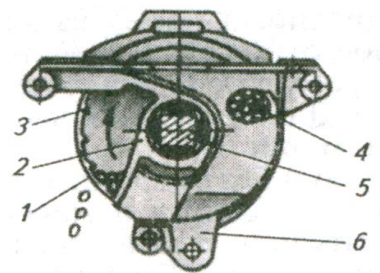


Рисунок 3.17 - Вид катушечного высевающего аппарата

- внутреннереберчатый высевающий аппарат (рис. 3.18).

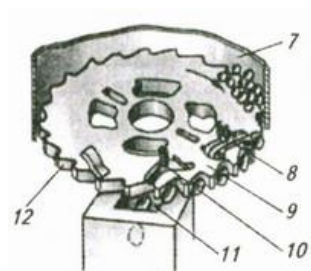


1 – кольцо; 2 – корпус; 3 – ребра; 4 – заборная камера; 5 – вал; 6 – крышка.

Рисунок 3.18 - Вид катушечного высевающего аппарата

- ячеисто-дисковый с вертикальной или наклонной осью вращения (рис. 3.19). Применяется в хлопковых, кукурузных, селекционных и бахчевых сеялках.

Норму высева регулируют сменой частоты вращения диска и количеством рабочих ячеек на диске.

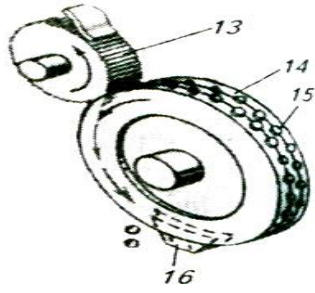


7 – бункер; 8 – отражатель; 9 – высевающий диск; 10 – выталкиватель; 11 – окно сошника; 12 – ячейки.

Рисунок 3.19 - Вид ячеисто-дискового высевающего аппарата с вертикальной осью вращения

- ячеисто-дисковый с горизонтальной осью вращения (рис. 3.20).

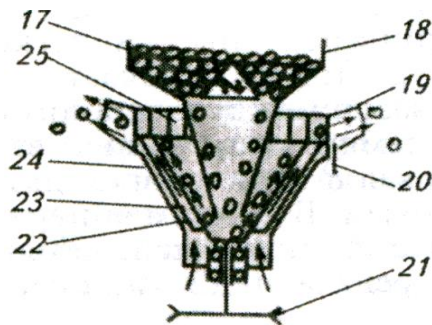
Применяются на свекловичных сеялках. Норму высева регулируют сменой частоты вращения диска и количеством рабочих ячеек на диске.



13 – счесывающий рифленый ролик; 14 –
высевающий диск; 15 – ячейки; 16 –
выталкиватель.

Рисунок 3.20 - Вид ячейисто-дискового
высевающего аппарата с горизонтальной осью

- центробежный высевающий аппарат (рис. 3.21).

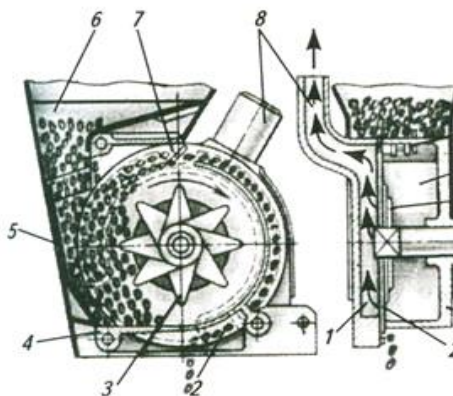


17 – дозатор; 18 – бункер; 19 – приемник;
20 – заслонка; 21 – шкив; 22 – лопасти; 23 –
ротор; 24 – корпус; 25 – распределительная
головка.

Рисунок 3.21 - Вид ячейисто-дискового
высевающего аппарата с горизонтальной
осью вращения

- пневматический высевающий аппарат, работающий на вакууме (рис. 5.22). Применяется на кукурузных и овощных сеялках.

Норму высева регулируют сменой частоты вращения диска и количеством рабочих отверстий на диске.



1 – вакуумная камера; 2 – высевающий
диск; 3 – ворошитель; 4 – корпус; 5 –
заборная камера; 6 – бункер; 7 –
отсекатель; 8 – патрубок.

Рисунок 3.22 - Вид ячейисто-дискового
высевающего аппарата с вертикальной
осью вращения

6 Сошники и семя-тукопроводы

Сошники.

Сошники образуют в почве бороздку, в которую падают семена. Почва осыпается со стенок борозды и засыпает семена.

От качества заделки семян в почву в значительной мере зависит их всхожесть и развитие растений. Поэтому сошники должны удовлетворять следующим требованиям:

- открывать бороздки одинаковой заданной глубины;
- не выносить нижние слои почвы на поверхность во избежание потери влаги;
- уплотнять дно бороздки, восстанавливая капиллярность;
- не нарушать равномерности потока семян;
- образовывать между семенами и удобрениями почвенную прослойку.

- *двухдисковый однострочный* (рис. 3.23). Угол между дисками 10°

Образует в почве одну бороздку, заделывает один рядок семян.

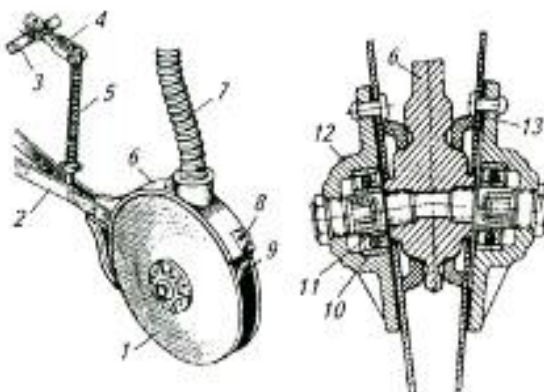


Рисунок 3.23 – Вид двухдискового однострочного сошника

- *двухдисковый двухстрочный* (рис. 3.24). Угол между дисками 18° .
Образует в почве две борозды. Оборудован делительной воронкой, заделывает в почву 2 рядка растений с междурядьем 7...8 см.

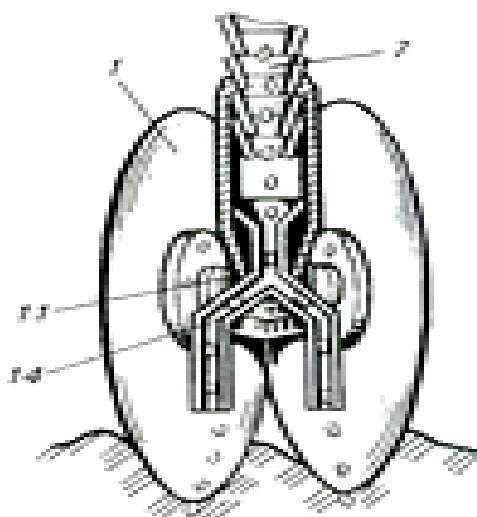


Рисунок 3.24 – Вид двухдискового двухстрочного сошника

- двухдисковый однострочный сошник с ребордам (рис. 3.26).

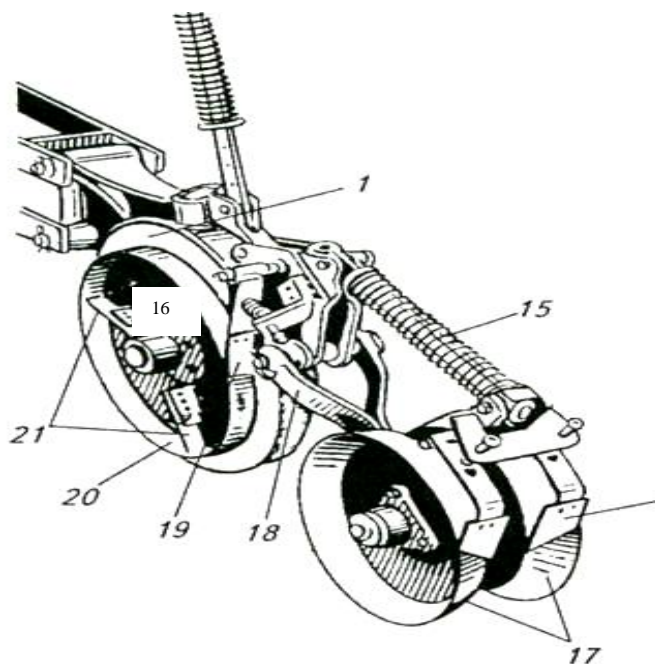


Рисунок 3.25 - Вид двухдискового однострочного сошника с ребордам

Сошники такого типа устанавливают на рисовых и овощных сеялках.

Реборда 20 представляет собой цилиндрическое кольцо, расположены с обеих сторон сошника. Реборды ограничивают заглублиение сошника в почву. Глубина посева зависит от диаметра реборд.

- *однодисковый однострочный сошник* (р - *килевидный сошник* (рис. 3.27)

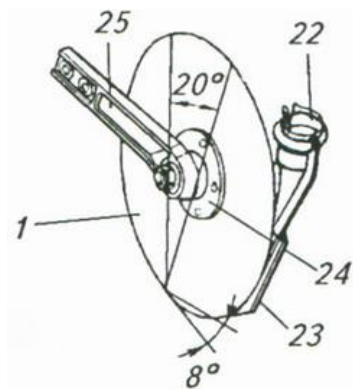


Рисунок 3.26 – Вид однодискового сошника

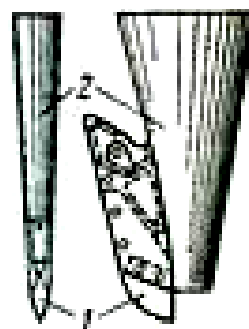


Рисунок 3.27 – Вид килевидного сошника

- *ползоровидный сошник с клапаном* (рис. 3.28).

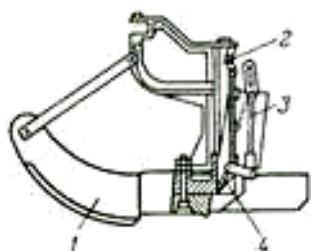


Рисунок 3.28 – Вид ползоровидного сошника с клапаном

- *ползоровидный комбинированный сошник*(рис. 3.29).

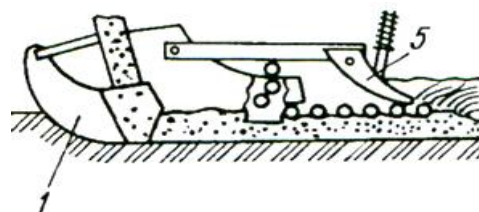


Рисунок 3.29 – Вид двухдискового однострочного сошника

- *анкерный сошник* (рис. 3.30).

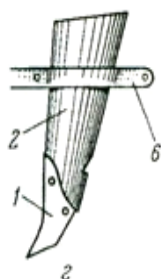


Рисунок 3.30 – Вид анкерного сошника

- *трубчатый сошник* (рис. 3.31)

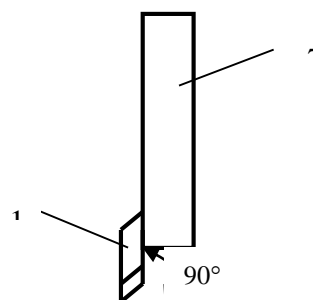


Рисунок 3.31 – Вид трубчатого сошника

лаповый сошник (рис. 3.32).



Рисунок 3.32 – Вид лапового сошника

Образованные сошниками бороздки не целиком засыпаются ссыпавшейся в них почвой. Чтобы заполнить бороздки, уплотнить над ними почву, разровнять засеянную полосу, к сошникам или к раме сеялки прикрепляют специальные устройства.

Для заполнения бороздок почвой применяются загортачи, подпружиненные стойки с крыльями – отвесными пластинами, чугунные кольца с зубьями и без них, боронки с пружинными и жесткими зубьями. Эти же устройства и выравнивают поверхность почвы.

Семяпроводы и тукопроводы.

Ящики зерновых сеялок и бункера для удобрений расположены на высоте от поверхности почвы на расстоянии 60...80 см. Поэтому для подачи семян и удобрений в сошники применяются семя- и тукопроводы.

- *спирально-ленточный семяпровод* (рис. 3.33).



Рисунок 3.33 - Спирально-ленточный семяпровод

Изготовлен из стальной ленты, может сжиматься, растягиваться, изгибаться. Недостатками является то, что при значительном растяжении между лентами могут образовываться щели, через которые могут просыпаться

семена, а также поддается коррозии.

- *семяпровод из прорезиненной ткани* (рис. 3.34). Изготовлен в виде конусной трубки, легкий, дешевый.

Недостатки:

- не может изменять длины;
- портится от действия солнечных лучей и мороза;
- в местах изгибов ломается;
- может портиться грызунами при хранении.



Рисунок 3.34–Тукопровод из прорезиненной ткани

- *воронкообразный тукопровод* (рис. 3.35). Составлен из отдельных воронок, соединенных цепочками.

Недостатки:

- сжатие и изгиб ограничено;
- работает только в отвесном (вертикальном) положении;
- поддается коррозии.



Рисунок 3.35 - Воронкообразный тукопровод

- *резиновый гофрированный семя- и тукопровод*(рис. 3.36).

Может сжиматься, растягиваться, изгибаться, не деформируется при боковом отклонении.

Недостатки:

- отклонение от вертикали не более чем на 20°;
- портится от действия солнечных лучей и мороза;
- может портиться грызунами при хранении.



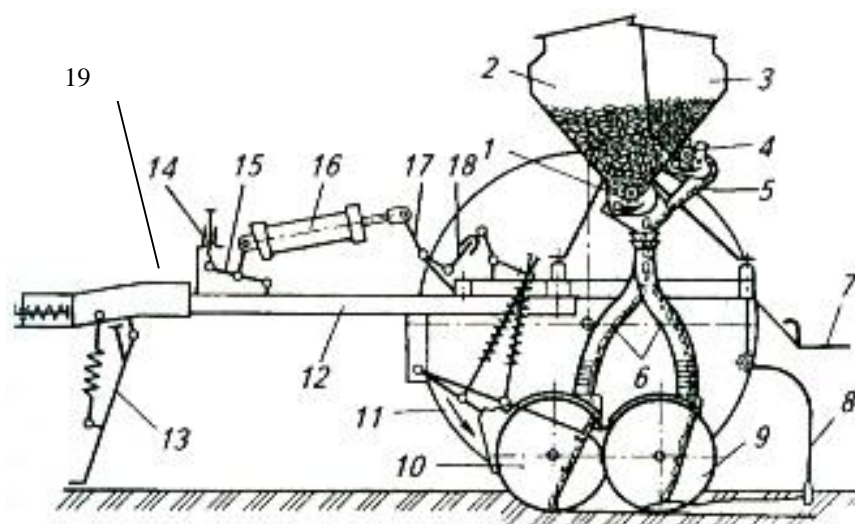
Рисунок 3.36 - Резиновый гофрированный семя-тукопровод

На современных пневматических сеялках применяются пластмассовые семя-тукопроводы, которые соединяют распределители потока с сошниками. Высеваемый материал перемещается в семяпроводах под действием сжатого воздуха создаваемого вентилятором.

7 Общее устройство зерновой сеялки

Для посева разных культур рядовым способом применяют комбинированные зерновые, зернотравяные, льняные, рисовые и стерневые сеялки.

Зернотуковая сеялка СЗ – 3,6Аи ее модификации предназначены для посева обычным рядовым, узкорядным и широкорядным способами зерновых, кормовых, масличных и технических культур с одновременным внесением в рядки минеральных удобрений.



1- семявысевающий аппарат; 2- семенное отделение бункера; 3 – туковое отделение; 4 – туковывсевающий аппарат; 5 – лоток; 6 – семя-тукопроводы; 7 – подножная доска; 8 – загортач; 9; 10 – сошники; 11 – опорно-приводное колесо; 12 – рама; 13 – поддержка; 14 – регулятор глубины; 15; 17 – рычаги; 16 – гидроцилиндр; 18 – тяга; 19 – пружины нажимных штанг.

Рисунок 3.37 – Схема сеялки СЗ-3,6

Регулировки.

- норму высева семян (для пшеницы от 70 до 230 кг/га) регулируют, изменяя рабочую длину катушки и частоту ее вращения; переставляя шестерни в редукторе;

- в зависимости от размера семян устанавливают необходимый зазор между клапаном высевающего аппарата и нижним ребром муфты;

- норму высева удобрений (56 до 230 кг/га) изменяют, перемещая заслонки и переставляя шестерни в редукторе.

- глубину заделки семян и удобрений (от 4 до 8 см) регулируют, вращая винт регулятора 14.

- **равномерность** правых и левых групп сошников, регулируют, изменяя длину винтовых тяг 18.

- индивидуальное заглубление сошников, регулируют сжатием пружин нажимных штанг 19.

Модификации сеялки СЗ – 3,6А.

- *СЗ – 3,6А – 01* – снабжена однодисковыми сошниками, высевает семена в задернелую почву. Ее применяют для подсева семян в изреженные посевы озимых зерновых культур, корневой подкормки удобрениями и посева покровных культур на глубину 4...8 см;

- *СЗ – 3,6А – 02* – оснащена килевидными сошниками, высевает семена льна с междурядьями 7,5 см на глубину 2...3 см.

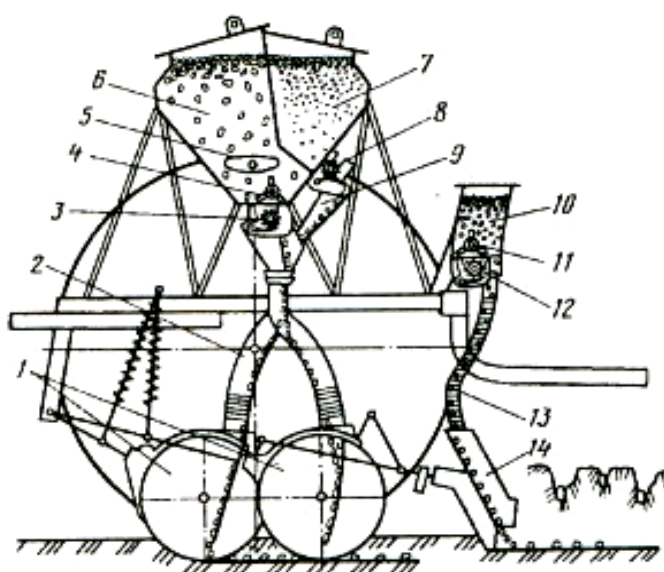
- *СЗ – 3,6А – 03* – оборудована анкерными сошниками, высевает семена зерновых и зернобобовых культур на хорошо обработанных и выровненных почвах.

- *СЗ – 3,6А – 04* – снабжена двухдисковыми двухстрочными сошниками, высевает зерновые культуры с междурядьем 7,5 см.

- *СЗТ – 3,6А* – сеялка зерно-туко-травяная. Предназначена для посева семян зерновых и мелких сыпучих семян бобовых трав с одновременным внесением гранулированных удобрений.

Семена зерновой культуры можно заменить несыпучими семенами злаковых трав.

- *Комбинированная сеялка СЗК – 3,6* – снабжена дополнительным туковым бункером объемом 1 м³, и однодисковыми сошниками. Сеялка высевает в общий рядок с семенами стартовую дозу удобрений (25...200 кг/га), а в междурядьях основные дозы удобрений (100...1000 кг/га).



1 – дисковые сошники; 2; 13 – семяпроводы; 3 – зерноотделитель; 4; 11 – нагнетатели; 5 – ворошилки; 6 – зерновое отделение ящика; 7 – туковое отделение ящика; 8 – туковысевающий аппарат; 9 – лоток; 10 – травяной ящик; 12 – аппарат для высева мелких семян трав; 14 – килевидные сошники.

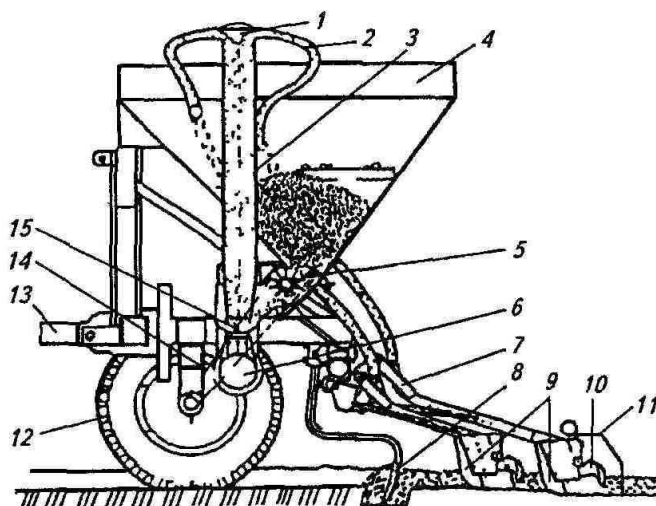
Рисунок 3.38 – Схема сеялки СЗТ-3,6

Рядовые пневматические сеялки СПУ – 3, СПУ – 4, СПУ – 6 предназначены для посева семян зерновых, зернобобовых и травяных культур с междурядьем 12,5 см на хорошо обработанных, выровненных почвах.

Норму высева в пределах 0,9...412 кг/га регулируют, перемещая цилиндрическую заслонку, охватывающую катушку, и тем самым, изменяя рабочую длину катушки. Глубину заделки семян изменяют, вращая винт регулятора и увеличивая натяжение пружин сошников.

8 Подготовка рядовых сеялок к работе

Перед посевом проверяют техническое состояние рабочих органов и механизмов сеялки, расстанавливают сошники, регулируют высевальные аппараты на равномерность и норму высева семян, устанавливают вылет маркеров и глубину заделки семян. Катушки высевальных аппаратов должны свободно вращаться вместе с розетками при вращении колес, а вал вместе с катушками – передвигаться в корпусах при перемещении рукой рычага регулятора высева.



1 – делительная головка; 2 – семяпровод; 3 - вертикальный трубопровод; 4 – бункер; 5 - высевальный аппарат; 6 – вентилятор; 7 – поводок; 8 – рыхлительные лапы; 9 – сошники; 10 – клапан; 11 – загортач; 12 – колесо; 13 – карданный вал; 14 – цепная передача; 15 – эжектор.

Рисунок 3.39 – Схема сеялки СПУ-3

Расстановка сошников.

На разметочной доске краской наносят линии на расстоянии, равном заданному междурядью. Сошники опускают на разметочную доску и, ослабив крепления поводков, совмещают диски с соответствующей меткой на доске.

Установка высевающих аппаратов на равномерность высева.

Установку аппаратов на равномерность высева начинают с проверки положения катушек всех аппаратов относительно розеток при крайнем положении рычага регулятора высева, когда катушки вдвинуты в корпуса. При этом торцы катушек должны быть заподлицо с розетками. Если катушка выступает на 1 мм и более, корпус аппарата смещают по продолговатым отверстиям в дне бункера (лицевание катушек).

Затем проверяют и регулируют зазор между клапаном и нижним ребром муфты каждого аппарата в зависимости от размера высеваемых семян (зерновые – 0..2 мм; бобовые – 8...10 мм).

Для проверки равномерности высева на стационаре собирают семена от каждого аппарата в отдельные мешочки или коробочки и взвешивают их на точных весах.

Равномерность высева оценивают по коэффициенту неравномерности H , который рассчитывают по формуле

$$H = \frac{\sum_{i=1}^k \left| \bar{m} - m_i \right|}{\sum_{i=1}^k m_i} * 100, \quad (3.1)$$

где: k – число высевающих аппаратов, участвующих в опыте;

$\bar{m} = \sum_{i=1}^k m_i / k$ - масса семян, высеваемая в среднем одним аппаратом;

m_i – масса семян высеянных i -м аппаратом.

Для зерновых культур коэффициент неравномерности должен быть не более 6%.

Установка сеялки на норму высева.

Под раму подставляют подпорки, чтобы освободить колесо. Под сошники расстилают брезент. По таблице и диаграмме инструкций или справочников выбирают передаточное отношение i и рабочую длину катушек l и устанавливают на сеялке.

Наиболее равномерный высев обеспечивается при минимально возможном передаточном отношении и максимальной рабочей длине катушки. ($i \rightarrow \min$. $l \rightarrow \max$).

Вращают колесо с той же частотой что и при посеве в поле, считают обороты. Сделав N оборотов, собирают семена с брезента, взвешивают и сравнивают фактическую массу семян M_{ϕ} (кг) с расчетной M_p , которую должна сеялка высеять за N оборотов колеса в поле при соблюдении заданной нормы:

$$M_p = \frac{\pi D n B_p Q}{10^4 \gamma}, \quad (3.2)$$

где: D – диаметр опорно-приводного колеса, м (для СЗ-3,6 он равен 1,18 м);

n – число оборотов колеса;

$B_p = kb_m$ – ширина захвата сеялки, м;

k – число высеваемых рядков;

b_m – ширина междурядья, м;

Q – норма высева семян, кг/га;

γ – коэффициент, учитывающий скольжение колеса (для СЗ-3,6 – 0,90...0,95).

Сеялка считается отрегулированной, если при двух- или трехкратной проверке отклонение находится в пределах:

$$-3\% \leq \frac{M_{\phi} - M_p}{M_p} * 100 \leq +3\%, \quad (3.3)$$

Если фактический высев M_{ϕ} , отклоняется от расчетного высева M_p более чем на $\pm 3\%$, изменяют положение катушки и повторяют опыт.

Установку нормы высева целесообразно совмещать с проверкой равномерности высева. В этом случае семена собирают в мешочки с каждого высевающего аппарата, взвешивают и суммируют, получают M_{ϕ}

$$M_{\phi} = \sum_{i=1}^k m_i. \quad (3.4)$$

Обычно колесу сообщают $n = 100\gamma / (\pi DB_p)$ оборотов, что соответствует высеву на площади 0,01 га. Тогда $M_p = 0,01Q$.

Способ полевой проверки.

В поле проверку проводят следующим образом. Засыпают в бункер на 1/3 семена, разравнивают и мелом на стенках отмечают верхний уровень. Затем в бункер засыпают контрольную массу семян (навеску) M и проезжают контрольный путь l , который рассчитывают по формуле

$$l = 10^4 M / (QB_p). \quad (3.5)$$

Если уровень семян после высева совпадает с уровнем до высева, значит, сеялка отрегулирована правильно. В противном случае изменяют рабочую длину катушки и повторяют проверку.

Можно выбрать контрольный путь l (м) и вычислить массу навески M

$$M = \frac{lQB_p}{10^4}. \quad (3.6)$$

Установка маркеров.

Для соблюдения стыковых междурядий $b_{ст}$ (расстояние между крайними рядками соседних проходов агрегатов) сеялки оборудуются гидрофицированными маркерами. Маркер образует на незасеянном участке бороздку, по которой при следующем проходе агрегата направляют правое переднее колесо трактора или отвес следоуказателя.

Вылет маркера рассчитывают по формуле

$$l_m = \frac{B_p + b_m \pm C}{2}, \quad (3.7)$$

где: B_p – рабочая ширина захвата сеялки, м;

b_m – ширина междурядья, м;

C – расстояние между серединами передних колес трактора, м

(знак $+ C$ – для левого маркера; $- C$ – для правого маркера).

Трехсеялочные агрегаты оборудуют маркерами и следоуказателями. В этом случае вылет правого и левого маркера устанавливают одинаковым, а вылет следоуказателя вычисляют по формуле:

$$l_c = \frac{(B_p + b_m)}{2} - l_m. \quad (3.8)$$

Установка глубины хода сошников.

До выезда в поле проверяют и регулируют винтовой стяжкой 18 транспортный просвет сошников (расстояние от сошников до поверхности почвы при максимально поднятых сошниках), он должен быть 190 мм. Давление в шинах колес сеялки должно быть одинаковым (0,16...0,20 МПа). Разность давлений в одной сеялке не допускается.

Глубину хода всех сошников регулируют, вращая винт регулятора 14 на средней снице сеялки.

Лекция 4. Особенности конструкций зарубежных сеялок

- 1 Анализ конструкций по способу агрегатирования, грузоподъёмности и ширине захвата.
- 2 Анализ агрегатных компоновок и устройство гидравлических систем управления секциями штанг.
- 3 Насадные сеялки.
- 4 Особенности дозирующих систем.
- 5 Особенности конструкций распределителей семян.
- 6 Бесступенчатая регулировка нормы высева.
- 7 Устройства для прокладки технологической колеи с различными параметрами.
- 8 Типы сошников.
- 9 Рыхлители почвы по следу колёс.
- 10 Полосообразное уплотнение ложа семян в рядках различными катками.
- 11 Устройства для гидравлического регулирования давления заделывающих рабочих органов на почву.
- 12 Прикатывающие устройства в посевных комбинациях.
- 13 Контроль и автоматическое регулирование параметров технологического процесса.

1 Анализ конструкций по способу агрегатирования, грузоподъёмности и ширине захвата

Каждый типаж имеет образцы с различной шириной захвата для тракторов различного класса тяги.

Таблица 4.1 – Варьирование рабочей ширины захвата сеялок.

Марка сеялки	Ширина захвата, м	Мощность трактора
AD Super	от 3 до 4	от 80 л/с и от 120 л/с
AvantGOOD	от 5 до 6	от 120 л/с и от 160 л/с
Citan -12000	8; 9; 12	от 160 до 270 л/с
CirrusBOdi	3; 4; 6	от 160 до 270 л/с
DMCPrimeraBO2	6 и 9	от 170 до 270 л/с



Рисунок 4.1 - Сеялка ADSuper + KG 40З шириной захвата 4 метра

Особенности:

- Вертикально-фрезерный культиватор с износостойкими рабочими органами из высококачественной стали;

-с возможностью прокладки технологической колеи, бесступенчатой регулировкой номы высева.

Варианты исполнения:

Ширина захвата от 3 до 4,5 метров с возможность оснащения сеялки дисковыми или анкерными сошниками



Рисунок 4.2 - Сеялка AvantGOOD

Шириной захвата от 5 до 6 метров для трактора мощностью

Особенности:

- вертикально-фрезерный культиватор с гидравлически складываемой рамой, рабочие органы из высококачественной стали;
- пневматическая сеялка с расположением бункера на фронтальной навеске трактора;
- дисковые сошники RoTeC Возможность прокладки технологической колеи;
- возможна комбинация с вертикально-фрезерным культиватором KG или вертикально-фрезерной бороной KE, возможно оснащение сошниками увеличенного диаметра.



Рисунок 4.3 - Механическая зерновая сеялка шириной захвата 6 и 12метров для тракторов мощностью от 120 л.с. и от 180 л.с.

Особенности:

- большой семенной бункер от 1200 до 4140л;
- удобная загрузка;
- бесступенчатый механический привод дозирующего аппарата;
- возможность посева. как по мульче, так и по вспаханной поверхности;
- возможность прокладки технологической колеи.

Варианты исполнения:

Два вида сошников - анкерные WS и дисковые RoTeC, возможность установки за сошниками пружинных загортачей или индивидуальных прикатывающих катков

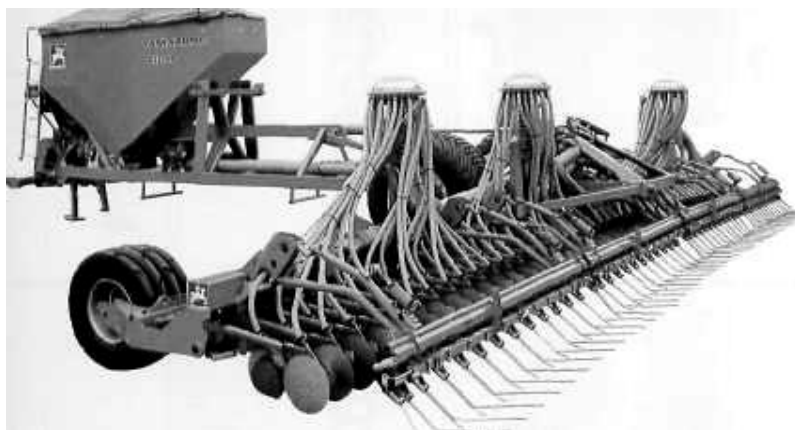


Рисунок 4.4 - Сеялка Citan -12000

Пневматическая зерновая сеялка, агрегируется с тракторами мощностью от 160 до 270 л/с

Особенности.

Возможность посева как по мульче, так и по вспаханной поверхности Большой семенной бункер 5000 л Дисковые сошники RoTeC или RoTeC⁺ Возможность прокладки технологической колеи.

Варианты исполнения.

Ширина захвата 8,9 и 12 метров, возможность установки прикатывающего катка за каждым сошником



Рисунок 4.5 - Сеялка Cirrus BOdi

Пневматическая зерновая сеялка, агрегируется с тракторами от 160 до 270 л/с

Возможен посев как по стерне так и по мульче.

Имеет два ряда наклонных установленных под углом дисков. Один ряд пневматических клиновых катков диаметром 800 мм. Дисковые сошники РасТес с загортачами толщиной 15 мм. Ширина захвата 3,4 и 6 метров, емкость бункера 2200 и 3000 литров.



Рисунок 4.6 - СеялкаDMSPrimeraBO2

Пневматическая зерновая сеялка, агрегируется с тракторами от 125 до 200 кВт.

Особенности.

Возможность посева по стерне, мульче, вспаханной поверхности
Долотовидные сошники с индивидуальной параллелограммной подвеской
Низкая потребляемая мощность трактора Емкость бункера 4200 л

Ширина захвата 6 и 9 метров, возможность одновременного внесения удобрений

2 Наличие секций с возможностью гидравлического складывания и различных агрегатных компоновок

Это прицепная комбинация, состоящая из трех сеялок с общей рабочей шириной захвата 12 м. Каждая отдельная сеялка перемещается на своем собственном ходовом механизме, благодаря чему даже при крайне неровном

характере почвы может очень гибко приспосабливаться к имеющимся условиям.

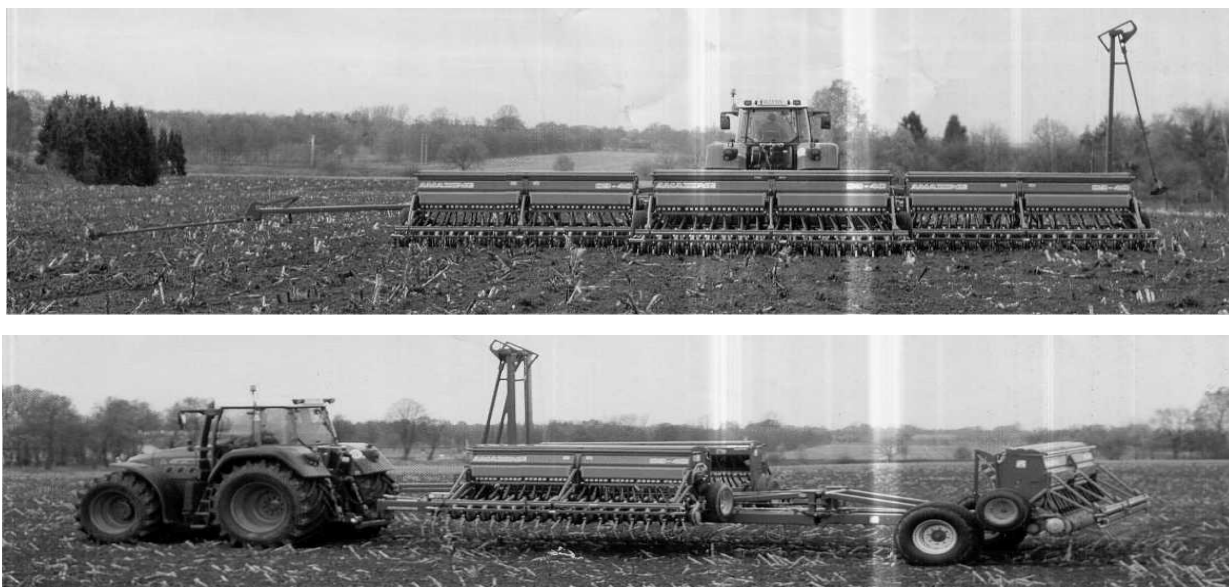


Рисунок 4.7 - СеялкаD9-120 Super

Агрегируется с трактором класса 240 л.с. Для транспортировки и для разворотов на краю поля сошники сеялки поднимаются при помощи систем "Нускераск".

Центральная сеялка оснащена системой переключения технологической колеи, которая может создавать технологические колеи с интервалом 12, 24 или 36 м. Для транспортировки боковые машины переводятся в транспортное положение.



Рисунок 4.8 - Сеялка в транспортном положении



Рисунок 4.9 - Вид посевного комплекса ProntoDCHORSCH

Комплексом ProntoDCHORSCH предлагается универсальную машину для посева с точным размещением семени в любых условиях - после вспашки, минимальной обработки или при прямом посеве в стерню. Зрелый принцип конструкции ProntoDC, сочетающий в себе возможность одновременного выполнения всех операций - рыхление, выравнивание, уплотнение, посев и прикатывание очевиден уже в её простой и ясной компоновке.

Специальный семенной бункер HORSCHSW 2800 S (от 2800 л до 7000 л) может агрегатироваться с различными машинами, такими как рядный рыхлитель Focus, сеялка точного высева MaestroRC или посевной комплекс Pronto. Собственные транспортные колёса на бункере SW 2800 S и возможность трёхточечной навески агрегатов обеспечивают легкую и быструю навеску и смену прицепного оборудования.

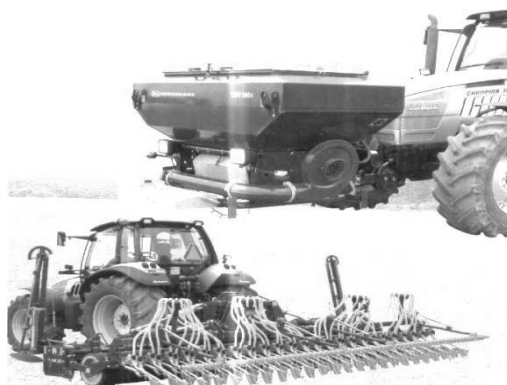


Рисунок 4.10 – Вид фронтального семенного бункера

3 Насадные сеялки

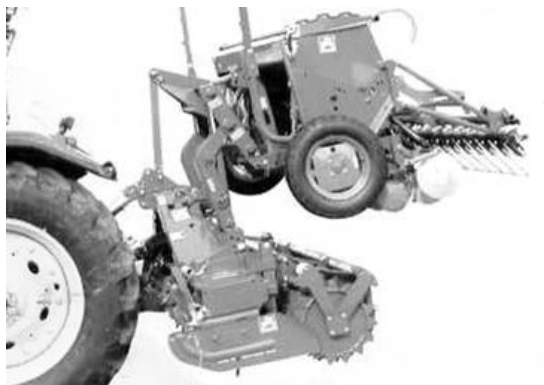


Рисунок 4.11 - Вид насадной сеялки AD3 Super

Насадная сеялка AD3 Super часто используется с ротационными культиваторами или ротационными боронами, уплотняющими катками с клинообразными дисками в качестве универсальной комбинации для классического и мульчированного посева.

Для эксплуатации без сеялки, насадная сеялка AD3 быстро, в несколько приемов, снимается с катка с ротационной бороной или ротационным культиватором.

4 Особенности дозирующих систем

Система дозирования со спиралевидными высевальными катушками.

Система дозирования со спиралевидными высевальными катушками хорошо работает со всеми видами семян от рапса до злаков, бобов и чечевицы без смены высевальных катушек. Уникальные спиралевидные высевальные катушки с желобками постоянно мягко подают семена в воздушный поток, тем самым, образуя яркий контраст неравномерной подаче, которая происходит при использовании высевальных катушек с прямыми желобками. Изготовленные из гибкого, но исключительно стойкого полимера, высевальные катушки «Morris» обладают пожизненной гарантией.



Рисунок 4.12 - Вид спиралевидной дозирующей катушки

Система дозирования со сменными роторами и датчики контроля потока семян в каждом семяпроводе.

Дозатор состоит всего из 5 деталей (корпус, электродвигатель, ротор, подшипники ротора и тыльная крышка с губкой) и приводится в движение электрическим двигателем. Для различных норм посева существуют различные роторы, которые могут быть заменены в считанные минуты. Перед посевом дозатор калибруется. Отпадает необходимость многократного повторения этой операции. Точные элементы контроля и конструкция дозатора обеспечивают точную дозировку с быстрой реакцией и щадящими условиями для посевного материала.



Рисунок 4.13 - Вид дозирующего аппарата со сменными роторами и датчиками контроля потока семян

Система дозирования с резиновой лентой.

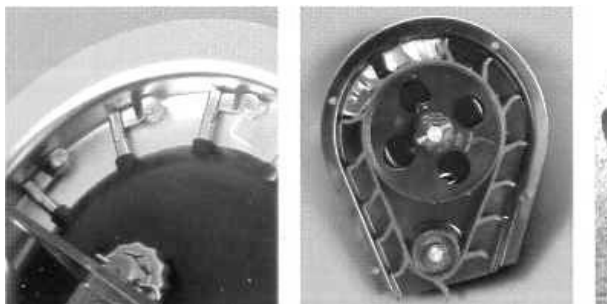


Рисунок 4.14 - Вид дозирующего устройства точного высева с резиновым поясом

Резиновый пояс захватывает отдельные семена и подаёт их в сошник.

Катушечная система дозирования с верхней подачей.

Высевающие катушки заполняются преимущественно сверху, подобно ячейковому дозатору. Отклонения между установкой сеялки на норму высева и фактической нормой высева здесь возникать больше не могут.

Бесступенчатый, с плавным ходом редуктор не требует технического обслуживания и прост в работе.

Ворошильный валик для высева рапса выводится из эксплуатации путем извлечения пружинного шплинта. Сеялка в несколько приемов приводится в готовность к установке на норму высева.



Рисунок 4.15 - Дозирующий аппарат фирмы AMAZONE

Комбинация мелкосемянных и стандартных высевающих катушек позволяет высевать от 1 до 350 кг/га без смены высевающих катушек. Перевод производится в считанные секунды.

5 Особенности конструкций распределителей семян

Наличие плоских распределителей семян.

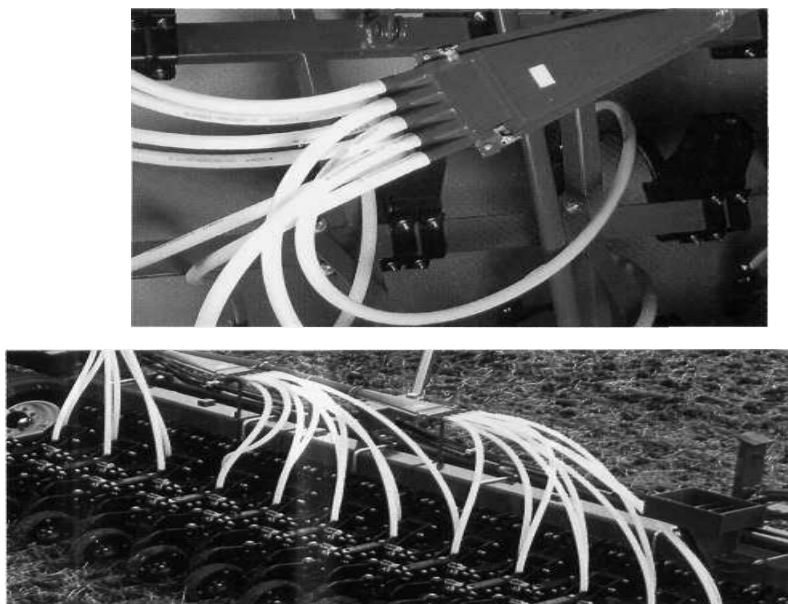


Рисунок 4.16 - Вид плоских распределителей

Запатентованные плоские распределители обеспечивают точное и эффективное распределение воздушного потока, которое не повреждает зерно.

6 Бесступенчатая регулировка нормы высева

Одной из особенностей регулировки нормы высева семян у сеялок отдельных фирм является возможность её бесступенчатого выполнения (Рис. 4.17)

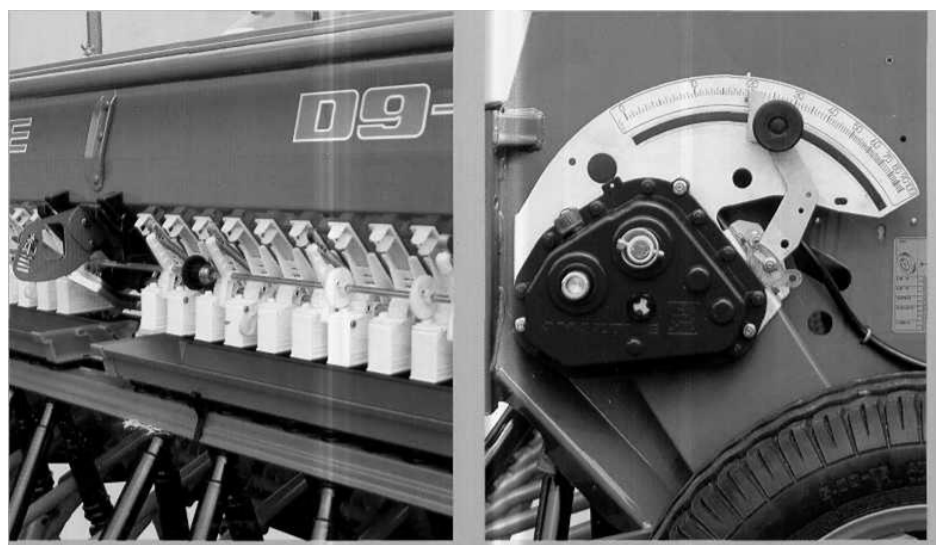


Рисунок 4.17 - Вид бесступенчатого редуктора изменения нормы высева

7 Устройства для прокладки технологической колеи с различными параметрами.

Останавливает привод высевающих катушек технологической колеи или включает его. Останавливать можно любое количество посевных рядков.

Гидравлические цилиндры переводят маркеры D9 Super и AD3 Super из рабочего в неподвижное вертикальное положение. Таким образом, можно производить посев на краях поля или успешно проходить препятствия.



Рисунок 4.18 - Вид посевного комплекса Pronto DCHORSCH с комплектом маркёров

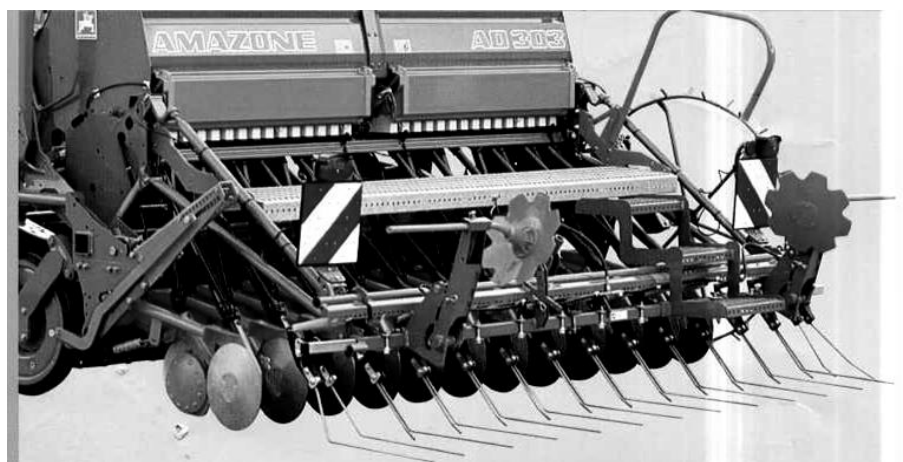


Рисунок 4. 19 -Оснастка для довсходовой маркировки технологической колеи

Оснастка для довсходовой маркировки четко отмечает технологические колеи при помощи больших дисков, так чтобы технологические колеи были видны уже до появления всходов. Это улучшает обзор при создании технологических колеи и требуется при довсходовом опрыскивании.

8 Типы сошников

Возможность посева по стерне, мульче, вспаханной поверхности.

Устройства для быстрой замены рабочих органов.

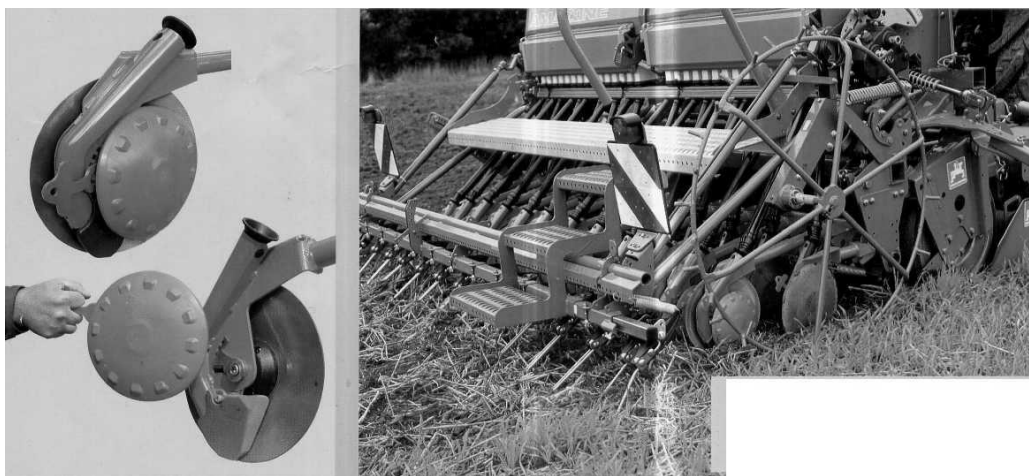


Рисунок 4.20 - Однодисковый сошник RoTeC для классического и мульчированного посева - серебряная медаль "Agritechnica"RoTeC фирмы AMAZONE

Сошник серийно оснащен ограничивающим глубину хода и чистящим диском, который позволяет производить установку глубины заделки семян без применения инструментов. Сошники "RoTeC" работают практически без износа. При использовании новых сошников "RoTeC" повышается точность высева, производительность и срок службы.

Эластичный пластиковый диск предотвращает налипание почвы на высевающий диск, придает форму посевной бороздке и точно регулирует глубину заделки семян.

Высокое давление сошника (55 кг) и опора на пластиковый диск обеспечивают спокойный ход сошника и точную заделку семян.

Для чрезвычайно большой глубины заделки пластиковый диск снимается полностью одним движением.

Качество и надежность обеспечиваются благодаря:

- высевающему диску из высокопрочной, нержавеющей стали;
- угол атаки 7° для незначительного перемещения земли;
- износостойкий пластиковый диск для чистки, служащий также в качестве ограничителя глубины хода.



Рисунок 4.21 - Сошник WS

Сошник WS превосходно подходит для классического посева или при небольшом количестве соломы, например, после рапса или свеклы. Материал, из которого изготовлен носок сошника (отбеленный чугун), обладает невероятной долговечностью. Для крупных предприятий с агрессивными почвами дополнительно возможна быстрая замена носка сошника посредством выкручивания всего лишь одного болта.

Для слишком мелкой заделки семян на рыхлых почвах или при мульчированном посеве со средним количеством соломы был разработан *полозовидный носок сошника*. Без особых трудностей он меняется на сошнике *WS*.

Воронка сошника точно направляет семена назад до носка сошника. Опора сошника предотвращает забивание выпускного отверстия сошника при опускании машины.

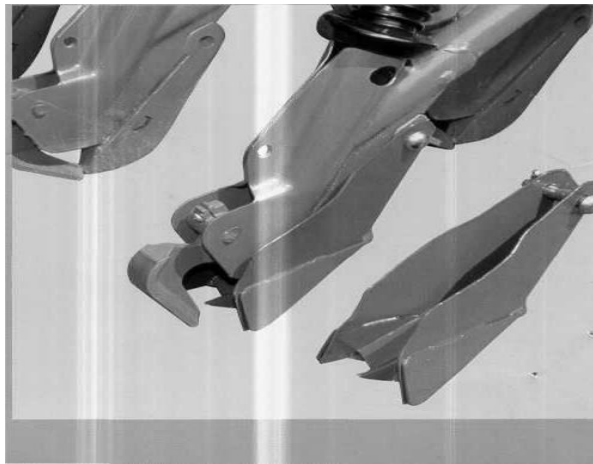


Рисунок 4.22 - Сошник WS в варианте для узкорядного посева

Сеялка Xpress оснащается двухдисковыми сошниками с приспособлениями для уменьшения выброса почвы при работе на большой скорости

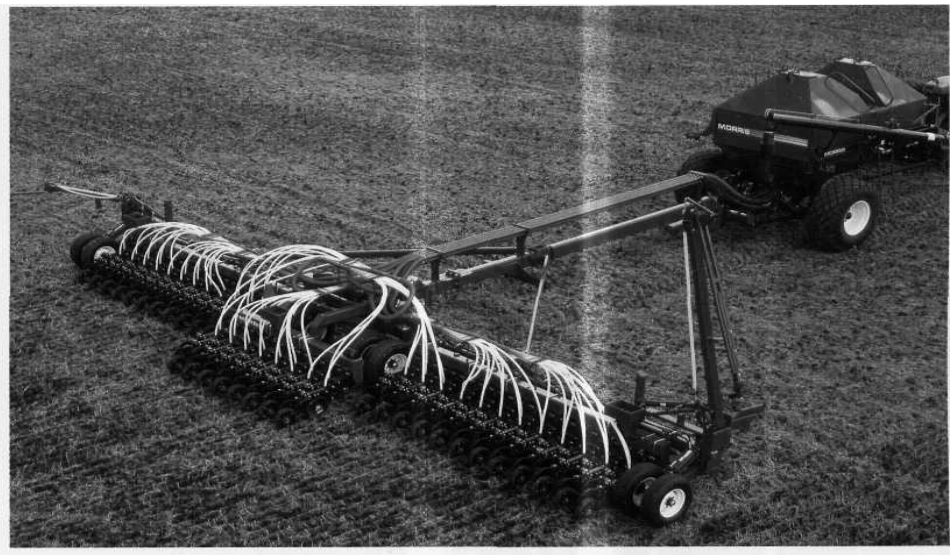


Рисунок 4.23 - Вид сеялки Xpress с двухдисковыми сошниками



Рисунок 4.24 - Вид сошника для ленточного посева

Сошник Альфа на «классической» стойке для обработки почвы по всей ширине и ленточного посева на тяжёлых почвах



Рисунок 4.25 - Вид однодискового сошника

Бронированные, с агрессивным углом атаки долотовидные сошники чисто освобождают посевные борозды для семян и удобрений.

Размещение сошников на продольных балках последовательно в 4 ряда дает большое расстояние между ними и хорошее пропускание соломы.

Сдвоенные диски при прямом и мульчированном посеве обеспечивают чрезвычайно хорошее соблюдение рабочей глубины и укрытие семян.



Рисунок 4.26 - Вид бронированного долотовидного сошника и сдвоенных заделывающих дисков

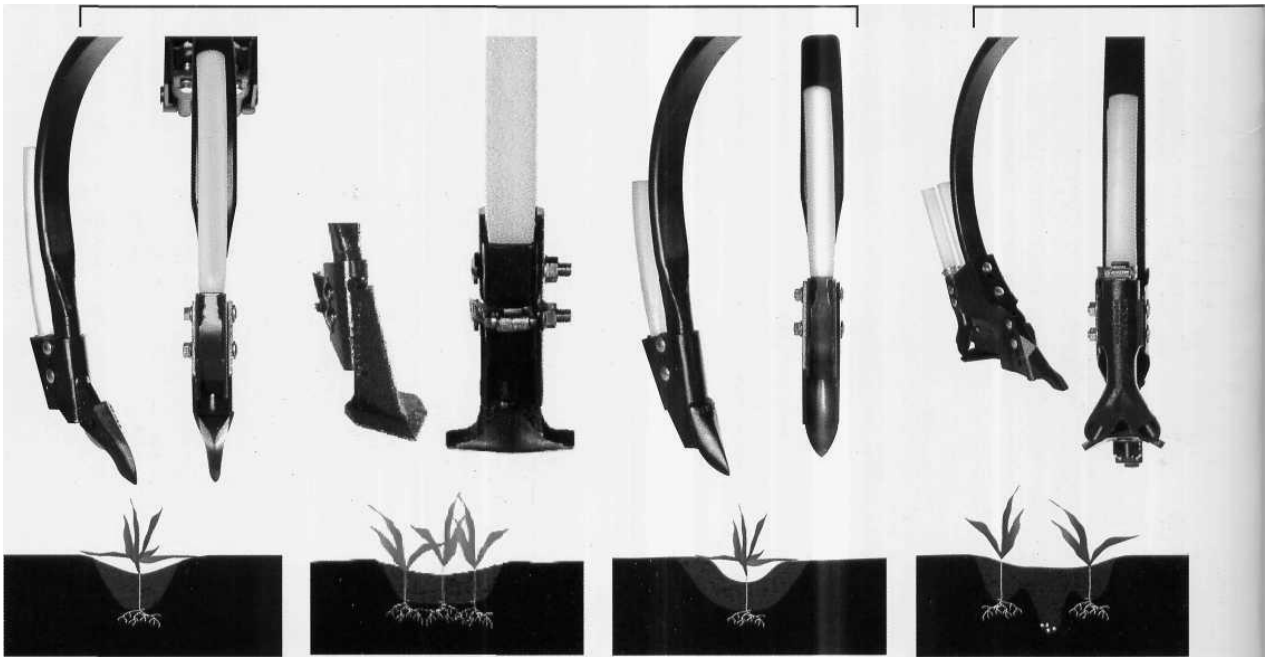


Рисунок 4.27 - Видсошников Morris

Сошник ACRAPOINT(S32350).

Используется на закаленной стойке "Edge-on". Имеет хромовый съемный наконечник (Клюв орла). Наконечник "Клюв орла" делает "V" – образную бороздку и обладает минимальной рассеивающей способностью.

Узкая стрелчатая лапа шириной 8,9 см (S32010).

Эта стрелчатая лапа имеет хромовый наконечник для долгой службы. Рассеивает зерно на ширину 7,62 см. Большая ширина разброса посевного материала позволяет вносить большее количество азотных удобрений при посеве.

Долотообразный сошник НОЕPOINT (S30495).

Данный сошник имеет хромовый наконечник для долгого срока службы. Распределяет зерно на ширину 4см.

С помощью сошников Morris для двойной системы распределения возможно внесение безводных или жидких удобрений. Для узких стоек "Edge-on" используется узкая полиэтиленовая трубка для удобрений. В обычных "С"-стойках используется стандартная трубка для удобрений.

СОШНИКИ для посева под стрелчатую лапу.

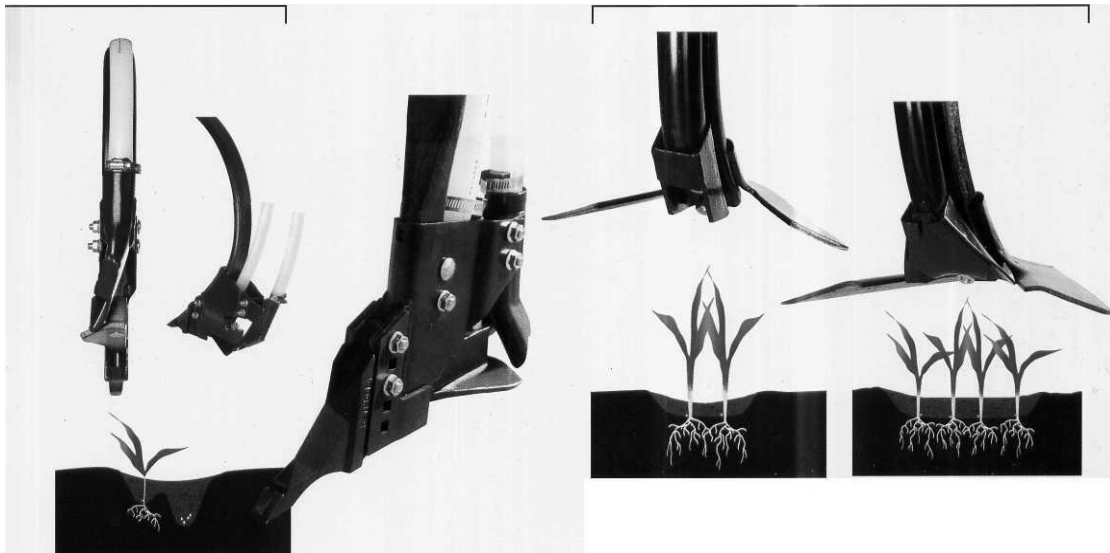


Рисунок 4.28 – Вид сошников Morris для полосового посева

Сошник "GUMBOBOOT":

-боковая строчка (S29140)

-для "с"-стойки

Этот сошник для двойной системы распределения предназначен для работы со всеми стойками с расстоянием между крепежными отверстиями 4,4 см или 5,7см. Имеет заменяемый хромовый наконечник, который регулируется для внесения удобрений. Удобрение располагается сбоку на расстоянии 3,2см от семян на регулируемой глубине 2см-3,8см-6,3см под семенами. Заменяемая пластина дефлектора открывает почву для семени, одновременно засыпая удобрение и обеспечивая разделение семян и удобрений. Семена в рядке распределяются на 2,5см. Используется на всех почвах с прикатывающими колесами шириной 5см, 8,9см или 11,4 см.

Комплект боковых пластин (S30927):

- для "С"- стойки (S30928);

- для "Ес/де-оп"-стойки.

Предназначен для работы с сошниками Morris Gumbo Boot (S25962, S28158, S29000, S29140, S25962C, S28158C, S29000C, S29140C). Боковые пластины защищают боковые поверхности сошников при работе на почвах с высоким

абразивным воздействием, существенно увеличивая срок службы сошников. В комплект входят правая и левая боковые пластины, два болта и гайки.

Сошник для посева под стрельчатую лапу (N10572).

Сошник для посева/внесения удобрений. Может использоваться для всех предлагаемых междурядий. Отлично подходит для ленточного внесения удобрений, так как разброс посевного материала очень незначительный: от 5 см до 7,6 см, что сокращает потери азота. Подходит ко всем стойкам с расстоянием между отверстиями 4,4 см или 5,7 см. Используйте этот сошник с навесными прикатывающими колесами диаметром 8,9 см. для всех видов почв.

Сошник для посева под стрельчатую лапу (N10988).

Этот сошник рекомендуется для междурядий 30,5 см, но может использоваться и для междурядий 22,8 см и 25,4 см, при условии, что на стойке установлена стрельчатая лапа шириной 30,5 см. Посев сплошной с небольшим выделением рядов или без него, что отлично подходит для скашивания в валки при раздельном комбайнировании. Подходит ко всем стойкам с расстоянием между отверстиями 4,4 см или 5,7 см. Используйте этот сошник со спиральными катками для большинства видов почв.

В сеялках культиваторного типа и сеялках-культиваторах MORRIS реализовано *безболтовое крепление стрельчатых лап*, что позволяет быстро производить замену рабочих органов.

Защитный механизм имеется у каждого сошника.

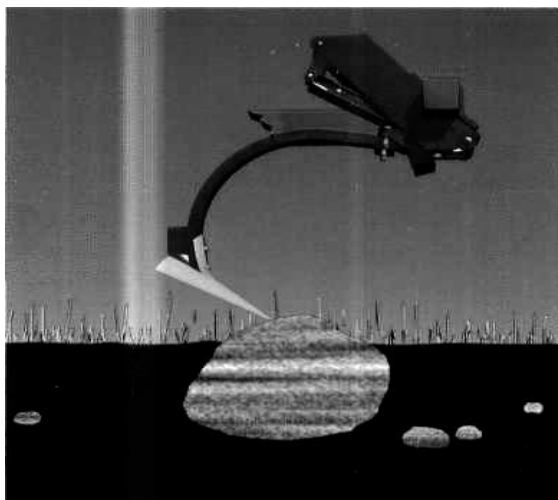


Рисунок 4.29 - Вид защитного механизма сошника

9 Рыхлители почвы по следу колёс

Колёса могут дополнительно разрыхляться рыхлителем почвы по следу колёс, оснащённым защитой от камней.

Навесные сеялки при эксплуатации самостоятельно, без комбинации, оснащаются следорыхлителями, которые засыпают колею трактора снаружи. Для слишком каменистых почв имеется специальный подпружиненный следорыхлитель.



Рисунок 4.30 - Вид следорыхлителей

10 Полосообразное уплотнение ложа семян в рядах различными катками

Для хорошей работы посевной комбинации каток так же важен, как почвообрабатывающее орудие и сеялка. Уплотняющие катки с клинообразными дисками производят в почве перед сошником прочно уплотненные полосы. Не уплотненная, рыхлая почва используется для укрытия рядков. Так создается оптимальное семенное ложе: "Снизу твердое, а сверху рыхлое!".

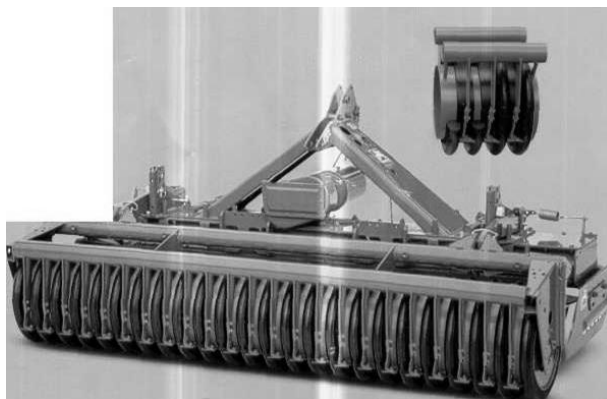


Рисунок 4.31 - Вид катка сеялки с клинообразными дисками

11 Устройства для гидравлического регулирования давления заделывающих рабочих органов на почву

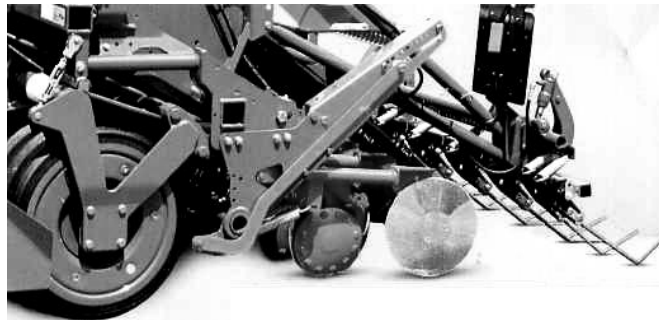


Рисунок 4.32 - Сошники RoTeC и выравнитель типа Ехакт с центральной гидравлической регулировкой давления

Выравнитель типа Ехакт для укрытия открытых посевных бороздок и выравнивания поверхности работает без забивания даже при большом количестве соломы.

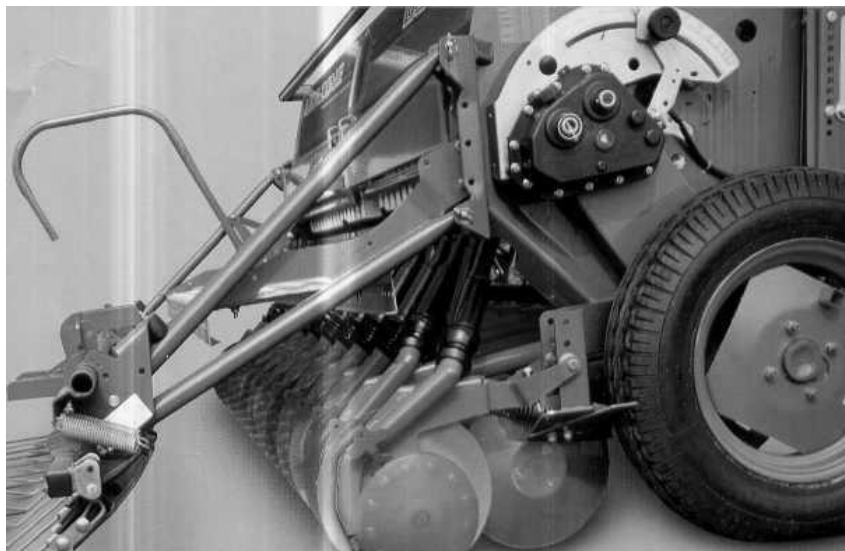


Рисунок 4.33 – Вид подвески выравнителя типа Ехакт

Выравнитель, оснащенный поворотными рабочими элементами, оптимально реагирует на неровности почвы и способствует равномерному укрытию семян на почвах с соломой и без.

Давление сошников и выравнивателя имеют механическую и гидравлическую центральную регулировку. При гидравлической регулировке предварительно устанавливается минимальное и максимальное значение при помощи крепежных пальцев. Таким образом, давление сошников и выравнивателя может быстро регулироваться во время движения при неоднородной почве.



Рисунок 4.34 - Сошник WS и выравниватель зубьями с тупым углом атаки

Сошник WS и выравниватель зубьями с тупым углом атаки.

Для почв без соломы или покрытых малым количеством соломы - это недорогая и безвредная для почвы альтернатива.

Крепление выравнивателя посредством шарнирного четырехзвенника позволяет производить складывание и предотвращает повреждения выравнивателя при непредвиденном откатывании машины назад.

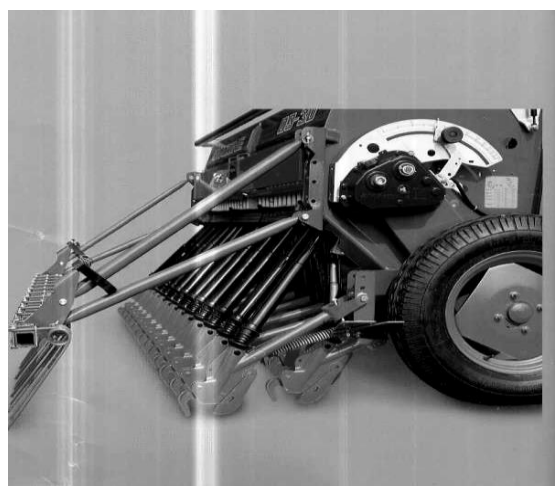


Рисунок 4.35 - Механизм подвески выравнивателя с зубьями с тупым углом атаки

12 Прикатывающие устройства в посевных комбинациях

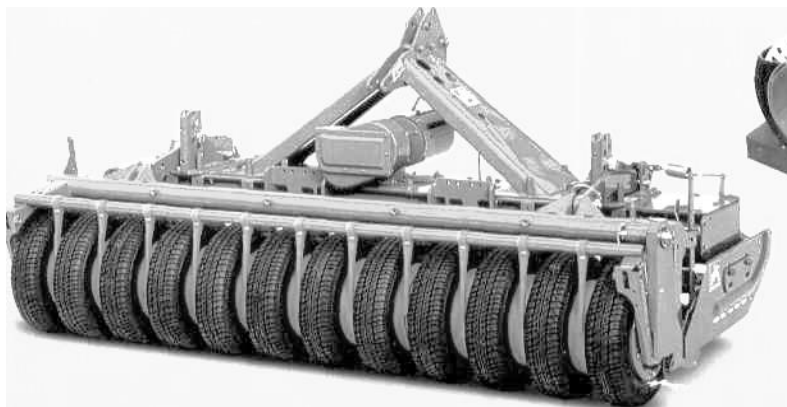


Рисунок 4.36 - Вид катка с автомобильными шинами без давления

Уплотняющие катки с автомобильными шинами производят широкие полосы. На очень легких песчаных почвах таким образом достигается более высокая несущая способность катка. Шины без давления опираются на прочные, эластичные пластиковые опорные кольца.

Уплотняющие зубчатые катки с диаметром 500 или 600 мм являются стандартными катками в приводных посевных комбинациях. Прочные, надежные и износоустойчивые благодаря чистикам, покрытым твердым сплавом.

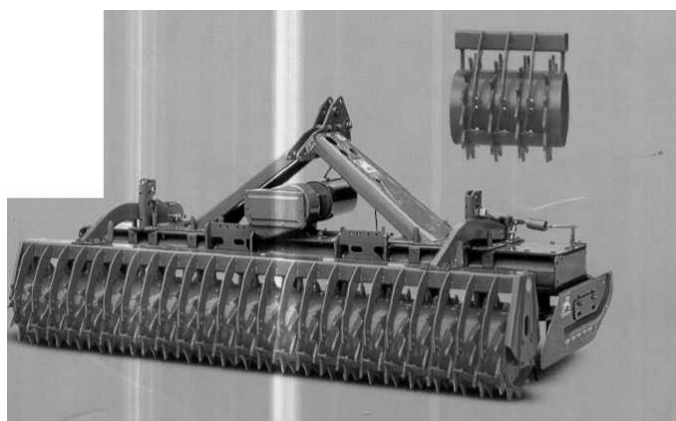


Рисунок 4.37 - Вид зубчатого катка сеялки

Сошник HORSCH TurboDisc со сдвоенным диском и прикатывающим роликом, смонтированный на резиновых амортизаторах, прижимаемый с высокой нагрузкой (до 80 кг).

в почву обеспечивает точное копирование поверхности и строгое выдерживание глубины посева.

Следующий за сошником прикатывающий ролик удерживает сошник на заданной глубине, прикатывает полосу посева и обеспечивает идеальный контакт семян с почвой.

13 Контроль и автоматическое регулирование параметров технологического процесса

Бортовые компьютеры показывают уровень заполнения семенных бункеров, высчитывают и показывают засеянную площадь, при их помощи можно дополнительно регулировать норму высева.

Кроме этого:

- контролируют переключение технологической колеи и довсходовую маркировку. При этом компьютер отображает рабочее положение маркеров и оснастки переключения технологической колеи;

- показывают уровень заполнения семенных бункеров. Если уровень падает до свободно устанавливаемой границы, раздается аварийный сигнал;

- высчитывают и показывают засеянную площадь;

- при их помощи можно дополнительно регулировать норму высева, рабочее давление на сошники и выравнивающее устройство;

- закладывать интервальные технологические колеи на склонах. При этом зерно в технологической колее попеременно высевается и не высевается, так что технологическая колея видна, а водная эрозия в технологических колеех останавливается благодаря засеянными зонам;

- посредством встроенного параллельного интерфейса AMATRON⁺ может применяться в комбинации с терминалом GPS также для выборочного высева с учетом специфики территории.

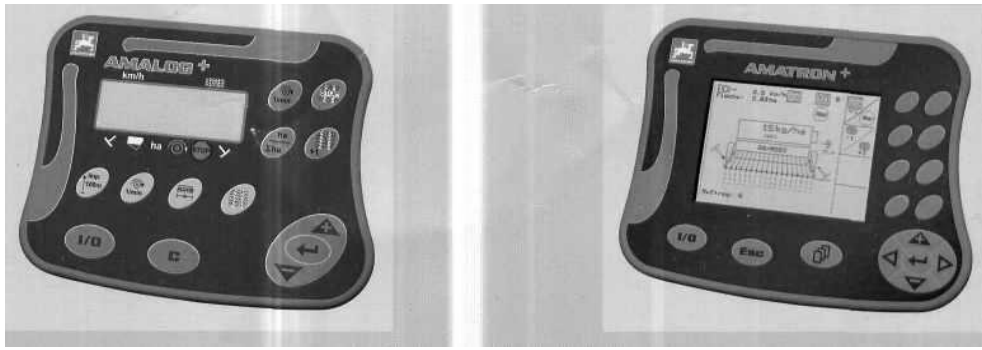
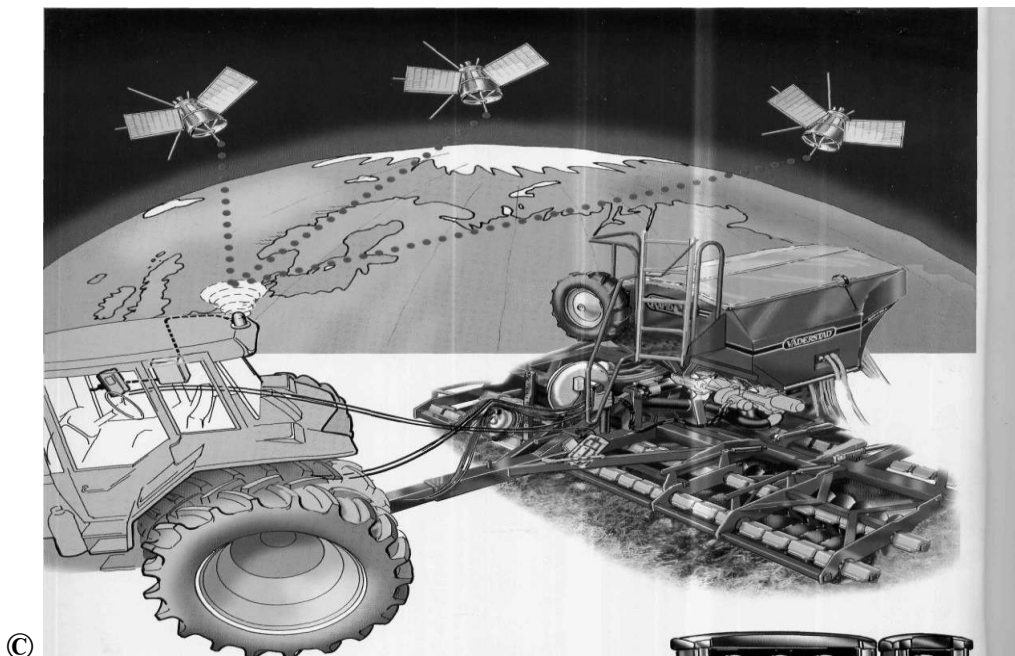


Рисунок 4.38 - Вид бортовых компьютеров AMALOG+ и AMATRON+

Связь с космосом. Технология систем глобального позиционирования (GPS) была создана для военных целей, но позже нашла своё применение и в гражданской жизни. Примером тому является - система GPS на сеялках RapidASeed или RapidACombi с гидравлическим приводом дозирующей системы. Через спутники, движущиеся по своим орбитам вокруг Земли, положение трактора и сеялки Rapid может быть точно определено в любом месте любого поля. Земледельцам это предоставляет большие возможности.



©

Рисунок 4.39 - Схема совместной работы бортового компьютера с системой глобального позиционирования на сеялках RapidASeed или RapidACombi

Если структура почвы в разных частях поля сильно отличается, нормы высева семян и удобрений могут быть автоматически установлены в соответствии с условиями конкретной части поля. Вы можете увеличить норму высева при севе в тяжелый суглинок, где условия прорастания хуже, а при севе в лёгкую почву с большим содержанием гумуса, можете экономить семена и таким образом уменьшить расходы. Это хороший пример того, каким образом технический прогресс увеличивает экономическую эффективность хозяйства, позволяя лучше приспособиться к биологическим условиям.

Лекция 5. Расчёт посевных и посадочных машин

Вопросы:

1 Расчёт катушечных высевяющих аппаратов

2 Обоснование устойчивости хода дискового сошника

3 Обоснование параметров и режимов работы пневматического высевяющего аппарата

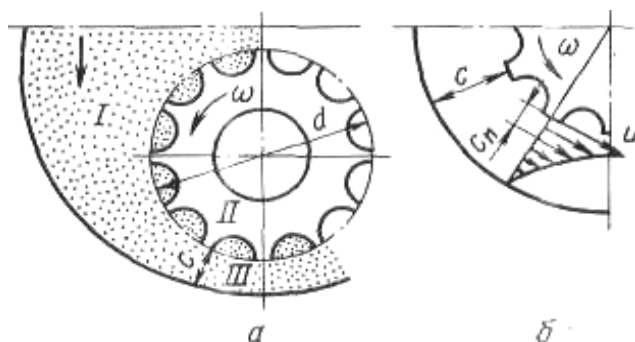
4 Кинематический расчёт привода ложечно-дисковых посадочных аппаратов

5 Обоснование частоты вращения ложечно-дисковых посадочных аппаратов

1 Расчёт катушечных высевяющих аппаратов

В зоне I (рис. 5.1, а) семена движутся сверху вниз под действием силы тяжести, в зоне II семена, попавшие в желобки катушки, перемещаются принудительно вместе с ней; в зоне III, называемой активным слоем, движение семян вызывается силами внутреннего трения, которые возбуждаются ребрами катушки и передаются от одного слоя семян к другому. По мере углубления в массу семян движение затухает и за активным слоем может располагаться «мертвый слой». У пшеницы активный слой состоит из четырех слоев семян ($c \approx 10$ мм), у проса-из пяти слоев ($c \approx 7$ мм). Толщина активного слоя для различных культур разная, но не превышает четырех-шестикратной толщины семян. Следовательно, скорость различных слоев семян в зоне III не одинакова: на границе с ребрами катушки она близка к их окружной скорости, а у доньшка близка к нулю (рис. 5.1, б). Кроме того, она зависит от окружной скорости ребер катушки (рис. 5.1, а).

Рабочий объем V_0 катушки, под которым понимают объем семян, высевяемых ею за один оборот, состоит из объема $V_{ж}$ семян, вынесенных желобками катушки, и объема V_a семян, прошедших в активном слое, т. е.



а -зоны движения; б-характер распределения скоростей движения в активном слое; в - зависимость толщины активного слоя от линейной скорости ребер катушки; I ... II- соответственно свободное под действием силы тяжести, принудительное в желобках и в активном слое движения.

Рисунок 5.1 - Закономерности движения зерна в катушечном высевальном аппарате

$$V_0 = V_{ж} + V_a \quad (5.1).$$

$$\text{Объём} \quad V_{ж} = \xi z S l_p, \quad (5.2)$$

где ξ - коэффициент заполнения желобков, равный 0,7...0,9 (большие значения для клевера, люцерны и других мелких семян);

z -число желобков; S -площадь поперечного сечения желобка;

l_p -длина рабочей части катушки.

Скорость движения семян в активном слое переменна (рис. 5.1, б). Однако для упрощения расчетов ее условно принимают постоянной и равной линейной скорости ребер катушки, а вместо действительной толщины активного слоя вводят понятие приведенной толщины. Приведенная толщина $c_{п}$ активного слоя определяется из условия, что объем семян, высеваемых слоем приведенной толщины, равен объему семян, высеваемых в действительном активном слое за один оборот катушки или в единицу времени, т. е.

$$V_{a.д} = V_{a.п} = c_{п} l_p u_k, \quad (5.3)$$

$$\text{Откуда} \quad c_{\text{п}} = V_{\text{ад}} / (l_{\text{р}} u_{\text{к}}) \quad (5.4)$$

Следовательно, объем семян активного слоя, высеваемых за один оборот катушки, можно представить как объем цилиндрической трубки длиной $l_{\text{р}}$, внутренним радиусом Γ и наружным радиусом $\Gamma + c_{\text{п}}$, т.е.

$$V_{\text{а}} = \pi[(\Gamma + c_{\text{п}})^2 - \Gamma^2] / l_{\text{р}} = \pi l_{\text{р}} c_{\text{п}} (\Gamma + c_{\text{п}}). \quad (5.5)$$

Приведенная толщина $c_{\text{п}}$ активного слоя зависит от рабочей длины $l_{\text{р}}$ катушки (с увеличением $l_{\text{р}}$ она уменьшается) и изменяется для пшеницы от 5 до 3,2 мм, для кукурузы от 10,3 до 5,3 мм. Подставив значения $V_{\text{ж}}$ и $V_{\text{а}}$ в первоначальное выражение, получим формулу для определения рабочего объема катушки

$$V_0 = l_{\text{р}} (\xi z S + \pi d c_{\text{п}}^2 + \pi c_{\text{п}}^2) \quad (5.6)$$

Нетрудно установить, что при норме Q высева и ширине a междурядья объем семян, который должен дозировать высевающий аппарат за один оборот колеса сеялки, составит

$$V_{\text{о.к}} = \pi D_{\text{к}} a Q / [\gamma (1 - \varepsilon)] \quad (5.7)$$

где $D_{\text{к}}$ - диаметр колеса сеялки;

γ - плотность семян;

ε - коэффициент скольжения колес сеялки по почве.

Объем семян, который должен подать один высевающий аппарат за один оборот катушки, т. е. рабочий объем катушки,

$$V_0 = V_{\text{о.к}} / i = \pi D_{\text{к}} n_{\text{к}} a Q / [\gamma n_{\text{в}} (1 - \varepsilon)], \quad (5.8)$$

где $i = n_{\text{в}} / n_{\text{к}}$ - передаточное отношение от приводного колеса к валлику высевающих аппаратов;

n_b - частота вращения катушки (валика) высевающего аппарата;

n_k - частота вращения приводного колеса.

Приравняв выражения (5.7) и (5.8) и решив полученное уравнение относительно длины рабочей части катушки, получим зависимость между всеми перечисленными выше параметрами

$$l_p = \pi D_k n_k a Q / [\gamma n_b (1 - \varepsilon) (\xi z S + \pi d c_{\Pi}^2 + \pi c_{\Pi}^2)] \quad (5.9)$$

Формула (5.9) связывает основные конструктивные и технологические параметры и позволяет определить длину рабочей части катушки для заданных нормы высева и ширины междурядья.

2 Обоснование устойчивости хода сошников

Устойчивость хода сошников влияет на равномерность распределения семян по глубине. Она зависит от системы крепления сошников к раме и от направления действующих на них сил (рис. 5.2, а).

Корпус сошника 1 жестко крепится к поводку 3, который вращается вокруг неподвижной горизонтальной оси, перпендикулярной к направлению хода сеялки. Следовательно, система сошник - поводок - это тело с одной степенью свободы.

При поступательном движении сошника в почве на него действуют следующие силы: силы тяжести G сошника с поводком, приложенная в точке O' ; сила G_1 от давления пружины 2 штанги; равнодействующая всех сил сопротивлений почвы движению сошника R ; сила тяги P , приложенная к шарниру O поводка. Последняя разлагается на две составляющие: P_1 , направленную вертикально вверх и создающую вертикальное давление в шарнире O ; P_2 , направленную по горизонтали и обеспечивающую движение сошника параллельно поверхности поля. Для равновесия необходимо, чтобы

$$\bar{G} + \bar{G}_1 + \bar{R} + \bar{P} = 0 \quad (5.10)$$

Благодаря симметричной форме сошников и считая, что он работает в однородной почвенной среде, результирующая сила R (рис. 5.2, б) будет расположена в плоскости симметрии сошника,

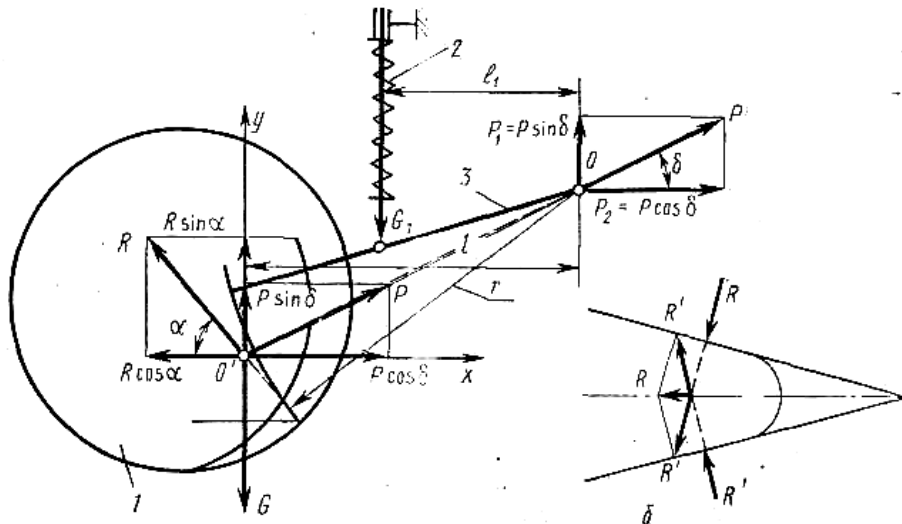


Рисунок 5.2 - Силы, действующие на сошник: а - в вертикальной плоскости; б - в плане

Симметричность формы сошника обуславливает действие на него сил в одной вертикальной плоскости.

Проектируя их на оси X и Y , получим уравнения равновесия сошника в горизонтальной и вертикальной плоскостях:

$$P \cos \delta = R \cos \alpha; \quad P \sin \delta = G + G_{14} - R \sin \alpha, \quad (5.11)$$

где δ — угол наклона силы тяги к горизонту;

α — угол между горизонталью и направлением силы R .

При соблюдении этих условий не будет происходить колебаний сошника в вертикальном направлении.

Согласно условию равновесия сумма моментов сил, действующих на сошник, должна быть равна нулю. Относительно шарнира О это условие выражается зависимостью

$$Gl + G_1 l_1 = Rr \quad (5.12)$$

где l , l_1 и r — плечи сил G , G_1 и R .

Из выражения (5.12) путем исключения α можно получить, значение

$$R = \sqrt{P^2 \cos^2 \delta + (G + G_1 - P \sin \delta)^2} \quad (5.13)$$

а направление этой силы определяется углом α , т. е.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G + G_1 - P \sin \delta}{P \cos \delta} \quad (5.14)$$

На основании этих выражений можно установить расстояние от носка сошника до точки его подвески:

$$r = \frac{Gl - G_1 l_1}{R} = \frac{Gl - G_1 l_1}{\sqrt{P^2 \cos^2 \delta + (G + G_1 - P \sin \delta)^2}} \quad (5.15)$$

Таким образом, равновесие сошника зависит от значения и направления силы сопротивления почвы R . Она не сохраняет постоянного значения, поэтому система сошника то поднимается, то опускается, поворачиваясь вокруг шарнира О.

Увеличить или уменьшить глубину хода сошника можно изменением направления или значений действующих сил. При этом равновесие сошника будет нарушено. Новое равновесное положение будет достигнуто уже на другой глубине, на которой выполнится условие равенства нулю суммы всех действующих сил.

Практически глубину хода сошников регулируют изменением нагрузки G на сошник (давление пружины на дисковом сошнике, груз на анкерном и т. д.), угла вхождения и направления силы тяги P (за счет переноса точки присоединения поводков по горизонтали и вертикали).

При одинаковой массе сошник с острым углом вхождения (анкерный) обеспечивает большую глубину заделки семян, чем сошник с тупым (килевидный). Поэтому последний применяют на сеялках для посева семян таких культур, которые требуют неглубокой заделки в почву (например, льна). Сошники с тупым углом вхождения менее чувствительны к изменяющемуся сопротивлению почвы, и устойчивость хода у них лучше, чем у анкерных.

3 Обоснование параметров и режимов работы пневматического высевающего аппарата

Присасывающую силу F , необходимую для удержания семян в зоне отверстий высевающего диска, можно определить по формуле

$$F = kps, \quad (5.16)$$

где k - коэффициент пропорциональности, равный для семян сахарной свеклы 0,78, кукурузы - 1,35 и хлопчатника - 1,5;

p - разрежение воздуха вблизи отверстий, Па;

s - площадь присасывающего отверстия, m^2 .

Площадь отверстия s зависит от размера семян:

$$S = 0,4b^2, \quad (5.17)$$

где b - средняя ширина семян, мм.

Из формулы (5.16) диаметр отверстия равен $d = 0,7b$. Параметры высевающего диска и режимы работы аппарата и сеялки взаимосвязаны. Так, секундная подача семян q высевающим диском составляет

$$q = u/l_0 \quad (5.18)$$

где u - окружная скорость диска по центру отверстий, м/с;

l_0 - шаг отверстий на диске (расстояние между их центрами), м.

Для обеспечения процесса присасывания и выноса зерен необходимо, чтобы

$$l_0 \geq 2l_{\text{mak}} \quad (5.19)$$

где l_{mak} - максимальный размер семян.

Секундную подачу семян q можно определить через скорость сеялки v и шаг пунктира l_c (расстояние между семенами в рядке) таким образом:

$$q = vjl_c \quad (5.20)$$

Шаг пунктира находят по формуле

$$l_c = 10^4 m/Qa, \quad (5.21)$$

где m - средняя масса одного семени, кг;

Q - норма высева, кг/га;

a - ширина междурядья, м.

Сравнивая уравнения (5.3) и (5.5), имеем

$$u = v_m l_0 / l_c \quad (5.22)$$

Но $u = \pi d_n n / 60$, диаметр высевающего диска по центрам отверстий

$$d_d = 60V_M l / \pi n l_c, \quad (5.23)$$

Полный диаметр диска

$$d_1 = d_d + (5 \dots 4) l_{\max} \quad (5.24)$$

Число отверстий z_d на высевающем диске вычисляют по формуле

$$z_d = \pi d_d / l_0 \quad (5.25)$$

Расход воздуха Q вентилятором, создающим разрежение, определяют по формуле

$$Q = k_{\pi} v_{в.п} s z_B z, \quad (5.26)$$

где k_{π} - коэффициент присасывания, равный 0,55 .. 0,72 (он представляет собой отношение скорости воздуха в отверстии с семенем к скорости без семян);

$v_{в.п}$ - скорость воздушного потока в отверстии диска;

z_B - число отверстий диска, находящихся одновременно в вакуумной камере;

z - число аппаратов.

Скорость $v_{в.п}$ зависит от разрежения P в воздушной системе и рассчитывается по формуле

$$v_{в.п} = \alpha \sqrt{2p / \rho}, \quad (5.27)$$

где α - аэродинамический коэффициент сопротивления отверстия, равный 0,7... 0,72 для отверстий диаметром 0,8 ... 3 мм;

ρ - плотность воздуха, кг/м³.

В практике разрежение P создают такое, чтобы присасывающая сила была в десятки раз больше силы тяжести семян. На современных сеялках пневматические высевающие аппараты имеют разрежение 5 кПа.

4 Кинематический расчет привода ложечно-дисковых посадочных аппаратов

У картофелепосадочных машин наибольшее распространение получили ложечно - дисковые аппараты, работающие по принципу вычерпывания. Такой аппарат выполнен в виде диска с расположенными по окружности ложечками (рис. 5.3). Каждая ложечка снабжена зажимом. С наружной стороны диска на некотором расстоянии от него установлена дугообразная направляющая дорожка (шина). При вращении диска рычаг зажима набегает на направляющую дорожку и отводит зажим от ложечки. Ложечка входит в слой картофеля и захватывает клубень. Когда она выйдет из слоя, зажим прижмет клубень к ложечке. В зоне сбрасывания зажим освобождает клубень, и он выпадает в приемную горловину сошника. Таким образом, за один оборот диска происходит законченный цикл работы вычерпывающего аппарата, который складывается из трех фаз: захват клубня ложечкой при ее перемещении в слое; фиксация клубня зажимом и транспортировка к приемной горловине сошника; освобождение клубня. От ритмичности выполнения каждой фазы зависит равномерность распределения клубней в рядах.

Частоту вращения диска, мин^{-1} , определяют по схеме размещения клубней и скорости машины V_M , т. е.

$$n_d = 60v_M m_k / l_k z_n \quad (5.28)$$

где m_k - число клубней в гнезде (при рядовой посадке $t_k = 1$);

l_k - расстояние между гнездами (клубнями) в рядке, м;

z_n - число ложечек на диске.

Тогда,
$$l_k = 104 / Mb \quad (5.29)$$

где M – норма посадки, шт/га,

b – величина междурядья, м.

Предельной частотой вращения, мин^{-1} , диска служит $n_{\text{пр}} = 29 \dots 30$.

Частота подачи клубней, шт/с,

$$V = n_{\text{пр}} Z_{\text{п}} / 60 \quad (5.30)$$

Время подачи в сошник равно

$$t_n = \frac{1}{v} \quad (5.31)$$

Передаточное отношение

$$I = n_d / n_{\text{вом}} \quad (5.32)$$

где n_d – частота вращения диска, мин^{-1} ;

$n_{\text{вом}}$ – частота вращения вала отбора мощности, мин^{-1} .

В момент захвата клубня он не выпадает из ложечки при условии (рис. 5.3)

$$Q_k > P_{\text{ц}} \cdot h \quad (5.33)$$

где Q_k – сила тяжести клубня, Н;

$P_{\text{ц}}$ – центробежная сила, Н;

k и h – плечи сил (рис. 5.3).

В картофелепосадочных машинах ложечка выходит с захваченным клубнем из слоя картофеля в ковше при угле $\gamma = 70 \dots 80^\circ$.

При малых значениях угла поворота диска γ клубень стремится выпасть из ложечки, однако этому будет препятствовать слой картофеля в питающем ковше.

Установлено значение угла фиксации клубня $\gamma = 90 \dots 115^\circ$.

Чтобы обеспечить захват одного клубня ложечкой посадочного аппарата, необходимо установить зазор между боковиной питательного ковша и ложечками.

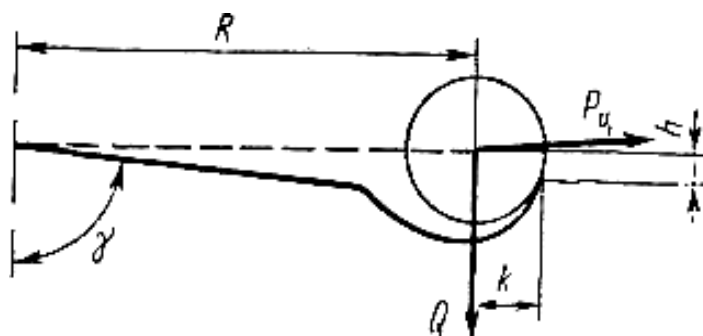


Рисунок 5.3 - Схема действия сил на клубень, находящийся в ложечке

Зазор зависит от массы клубня. При массе 30... 100 г он будет соответственно равен от 3...5 до 8... 16 мм.

Для уменьшения повреждаемости клубней устанавливают зазор между ложечками и днищем, ковша питателя, равный 2... 7 мм.

Конструкции сошников картофелесажалок.

К сошникам предъявляются следующие основные требования:

- между клубнями и дном борозды должна быть обеспечена прослойка рыхлой почвы толщиной не менее 2 см;
- при внесении минеральных удобрений должен быть исключен непосредственный контакт клубней с удобрениями;
- отклонение от заданной глубины посадки клубней не более 2 см.

Картофелесажалки (типа КСМ и САЯ) имеют анкерные сошники с острым углом вхождения в почву с индивидуальной плавающей параллелограммной подвеской. Они меньше уплотняют дно и стенки борозды, обеспечивают работу в режиме самозаглубления, удовлетворительно копируют неровности поля, однако забиваются растительными остатками и неработоспособны на полях, засоренных камнями. Поэтому сошники для каменистых полей оснащаются камнеотражателями с тупым углом вхождения в почву взамен сменных носков с острым углом.

Для образования почвенной прослойки между клубнями и удобрениями в передней лобовой части корпуса сошника предусматриваются отвальчики.

У сошников с параллелограммной подвеской постоянный угол вхождения в почву, который обеспечивается равенством длин (400 мм) верхней и нижней тяг 1 подвески. Глубину хода сошника регулируют поворотом вилки копирующего колеса относительно кронштейна сошника и фиксируют замком-фиксатором. Корпус сошника крепится к кронштейну тремя болтами. Отвальчики закреплены по бокам над вырезами сошника на двух болтах с каждой стороны.

Для работы на каменистых почвах сошники снабжаются копирами-камнеотражателями вместо носка 12 корпуса.

Лекция 6. Картофелесажалки и рассадопосадочные машины

Вопросы:

- 1 Агротехнические требования.
- 2 Картофелесажалка СН-4Б.
- 3 Картофелесажалки КСМ-4; КСМ-6; КСМ-8.
- 4 Картофелесажалка САЯ-4.
- 5 Навесная двухрядная картофелесажалка Л – 201.
- 6 Рассадопосадочные машины.

1 Агротехнические требования

Во время хранения клубни картофеля могут подвергаться заболеваниям, поражаться грызунами, поэтому перед посадкой необходимо отобрать здоровые и неповрежденные фракции. Клубни необходимо рассортировать на фракции массой 30...50, 50...80, 80...100граммов и каждую фракцию высаживать отдельно. Крупные клубни массой более 100 граммов режут пополам или применяют сменные ложечки для их посадки. Перед резанием клубни необходимо прогреть, выдержать на свету, чтобы хорошо показались глазки. Перед посадкой резаные клубни также необходимо выдержать, чтобы места разреза высохли.

Для выращивания ранних сортов, а также в регионах с коротким летом клубни перед посадкой яровизируют, т.е. проращивают на свету. Размер ростков яровизированных клубней не должны превышать 20 мм.

Содержание примесей и поврежденных клубней в посадочном материале допускается не более 2%.

Всхожесть клубней не менее 98%.

При посадке средних клубней допускается не более 3% пропусков.

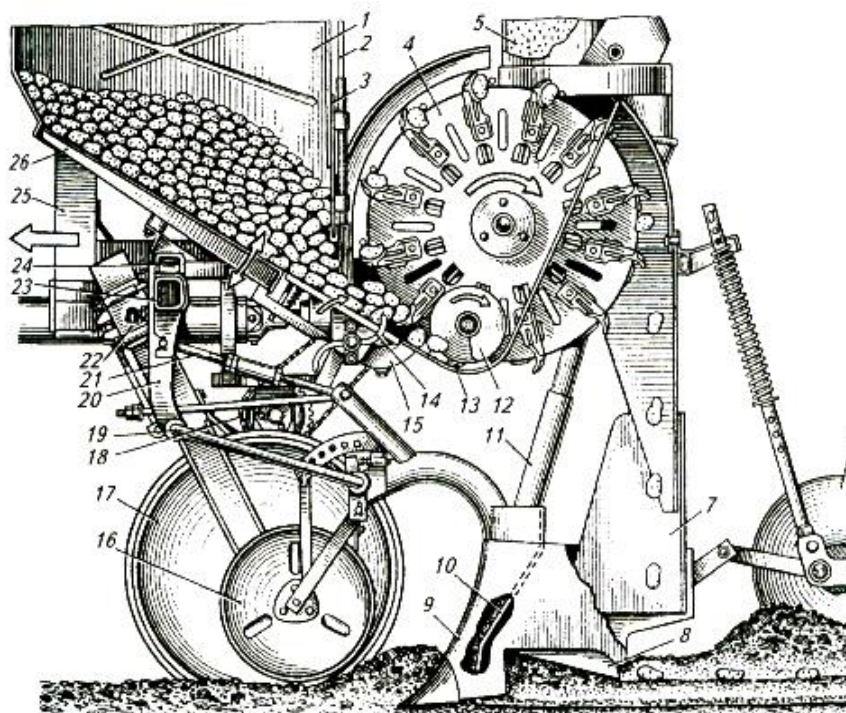
Отклонения:

- нормы посадки – $\pm 10\%$;

- глубины заделки клубней – ± 4 см;
- нормы внесения удобрений – $\pm 10\%$;
- ширины основных междурядий – ± 4 см;
- ширины стыковых междурядий – ± 5 см

2 Картофелесажалка СН-4Б

Картофелесажалка СН-4Б (Рис. 6.1) служит для гребневой и гладкой



1- бункер; 2 – боковина; 3 – заслонки; 4 – высаживающий аппарат; 5 – туковысевающий аппарат; 6 – бороздозакрывающие диски; 7 – клубнепровод; 8 – отвальчик; 9 – сошник; 10 - туконаправляющая пластина; 11 – тукопровод; 12 – шнек; 13 - питающий ковш; 14 – ворошитель; 15 – редуктор; 16 - копирующее колесо; 17 – опорное колесо; 18 – контрпривод; 19 – нижняя тяга подвески сошника; 20 – кронштейн; 21 – верхняя (нарезная) тяга; 22 – стойка опорного колеса; 23 - сошниковый брус; 24 – несущий брус рамы; 25 – навесное устройство; 26 – стряхивающая створка;

Рисунок 6.1 – Вид картофелесажалки СН-4Б

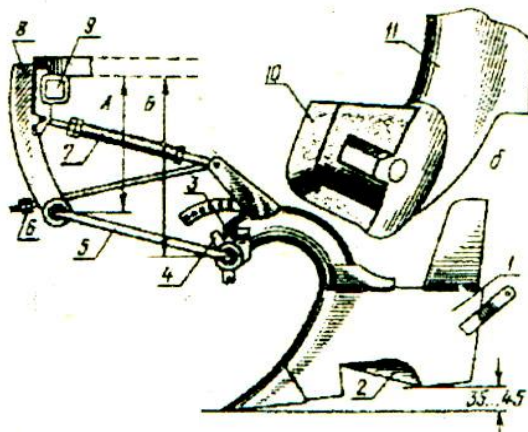
посадки клубней картофеля по предварительно нарезанным и заправленным органическими удобрениями гребням, или по ровной поверхности. Сажалка может высаживать клубни с междурядьем 60 и 70 см.

Рабочие органы сажалки приводятся в действие от синхронного или независимого ВОМ (вал отбора мощности) трактора при помощи редуктора и цепных передач.

Синхронный ВОМ – частота вращения вала зависит от скорости движения трактора.

Независимый ВОМ – частота вращения вала не зависит от скорости движения трактора.

Сошник сажалки СН-4Б.



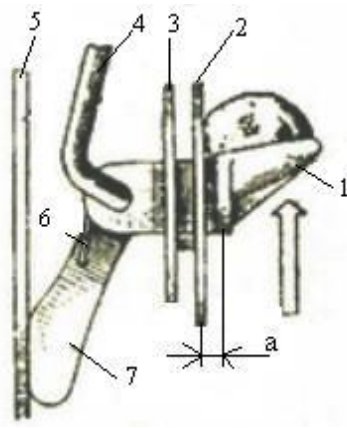
1, 11 – корпус сошника; 2 – отвальчик; 3 - ограничитель; 4 – упор; 5 – нижняя тяга; 6 - ограничитель подъема сошника; 7 – верхняя тяга (регулируемая); 8 – кронштейн; 9 – сошниковый брус; 10 – копиротражатель.

Рисунок 6.2 - Вид сошника картофелесажалки СН-4Б

Рабочий процесс высаживающего аппарата.

При работе сажалки клубни из бункера попадают в питательный ковш. Для лучшего скатывания клубней по наклонному дну бункера сажалка оборудована встряхивающими створками и ворошителями.

Шнек подает клубни в зону захвата, где ложечка 1 захватывает клубень. При этом хвостовик зажима упирается в лекало 5, ложечка открыта (рис. 6.3).



1 – ложечка; 2 – боковина питательного ковша; 3 – диск вычерпывающего аппарата; 4 – палец зажима; 5 - направляющая шина (лекало); 6 – пружина зажима; 7 – хвостовик зажима.

Рисунок 6.3 – Вид ложечки картофелесажалки

При выходе из зоны питательного ковша хвостовик сходит с лекала и пружина 6 прижимает палец зажима 4 к клубню, происходит его фиксирование (Рис. 6.4).

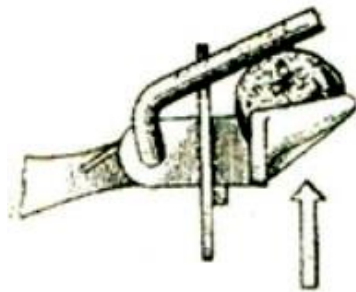


Рисунок 6.4 – Вид ложечки картофелесажалки

В зоне сошника хвостовики снова набегают на лекало, при этом пальцы отводятся. Клубни под собственным весом падают в борозду образованную сошником. Бороздозакрывающие диски закрывают клубни и нарезают гребни. В засушливых зонах для уменьшения площади испарения к сошникам крепят боронки, которые разравнивают гребни.

- зазор между боковиной питательного ковша и торцом ложечек «а» (рис. 6.3) регулируют в зависимости от массы клубней:

30...50г - 3...5мм;

50...80г - 10...12мм;

80...100г - 14...16мм.

- толщину слоя клубней в питательном ковше (15 см.) регулируют перемещением заслонки 3.

Норма посадки:

- при синхронном приводе ВОМ – сменой звездочек на выходном валу редуктора 15;

- при независимом приводе ВОМ – сменой звездочек на выходном валу редуктора и скоростью движения агрегата;

- зазор между кромкой сошника и площадкой (угол вхождения в почву) - регулируют тягой 7 (21) в пределах 35...45мм;

- перенастройка сажалки с *синхронного* на *независимый* привод ВОМ – сменой звездочек на валу контрпривода;

- глубину посадки клубней – регулируют подъемом или опусканием копирующих колес 16. При этом опорные колеса 17 сажалки поднимают или опускают так, чтобы разница высот Б – А передних и задних шарниров нижних тяг подвесок составляла 100...110 мм;

- в транспортном положении разница высот Б – А должна быть 200мм.

Регулируют ограничителем 3;

- норму внесения удобрений регулируют поворотом заслонки туковысевающего аппарата АТД-2.

Проверка фактической нормы посадки.

Способ 1.

Для проверки нормы посадки поднимают бороздозакрывающие диски секций и проезжают на установленной рабочей скорости 10 м. После этого подсчитывают количество клубней в каждом рядке на расстоянии 7,14 м, находят среднеарифметическое значение и умножают на 2000. Полученное число и будет количество клубней на 1 га.

Способ 2.

С поднятыми бороздозакрывающими дисками проезжают на установленной скорости 30 м. Подсчитывают количество клубней в каждом рядке на расстоянии 14,3 м, находят среднеарифметическое значение и умножают на 1000. . Полученное число и будет количество клубней на 1 га.

Приведенные способы проверки приемлемы для посадки с междурядьем 70 см.

3 Картофелесажалки КСМ-4; КСМ-6; КСМ-8

Сажалки предназначены для гребневой и гладкой посадок непророщенных клубней соответственно в 4; 6; 8 рядков с междурядьями 70 см. Высаживающий аппарат, сошники и заделывающие рабочие органы такие же как и у сажалки СН-4Б.

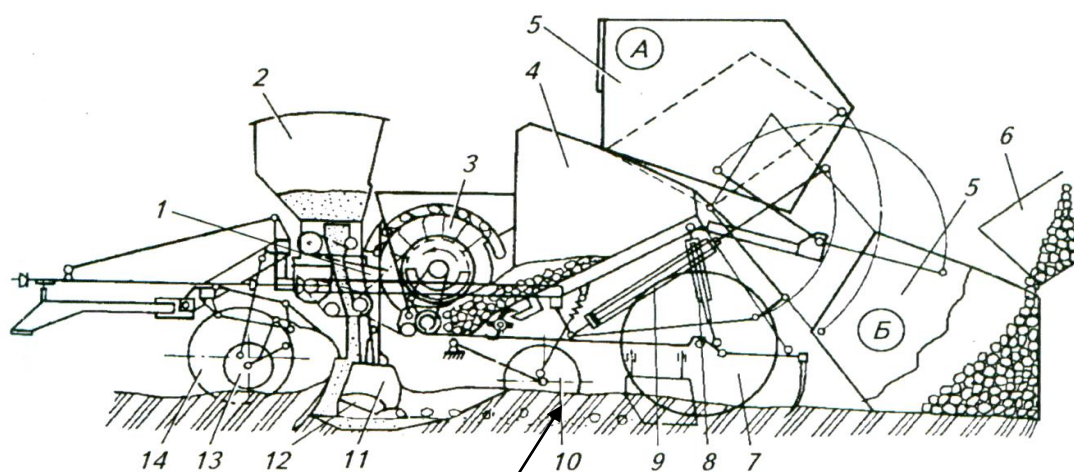
Отличительные особенности:

- увеличены вместимости бункеров (2300; 3200 и 4500 кг соответственно);
- бункер расположен сзади высаживающих аппаратов, через гидроцилиндр опирается на опорно-ходовые колеса;
- по способу агрегатирования – полунавесные;
- сажалки оборудованы загрузочным бункером для механизированной загрузки из самосвальных транспортных средств;
- от сползания при работе на склонах сажалки оборудованы стабилизаторами.

Основные технологические регулировки, проверка фактической нормы посадки – аналогичны картофелесажалке СН – 4Б.

Отличительные особенности:

- перенастройка сажалки с синхронного на независимый привод ВОМ – сменой звездочек на выходном валу редуктора;
- норму посадки регулируют сменой звездочек на валу контрпривода (при независимом приводе ВОМ + скорость движения).



15

где: 1 – лоток; 2 – туковысевающий аппарат; 3 – высаживающий аппарат; 4 – рабочий бункер; 5 – загрузочный бункер; 6 – кузов самосвала; 7; 14 – опорные колеса; 8; 9 – гидроцилиндры; 10 – бороздозакрывающие диски; 11 – сошник; 12 – отвальчик; 13 – копирующее колесо; 15 – стабилизатор; А – положение загрузочного бункера при посадке; Б - положение загрузочного бункера при загрузке.

Рисунок 6.5 – Схема картофелесажалки КСМ-4

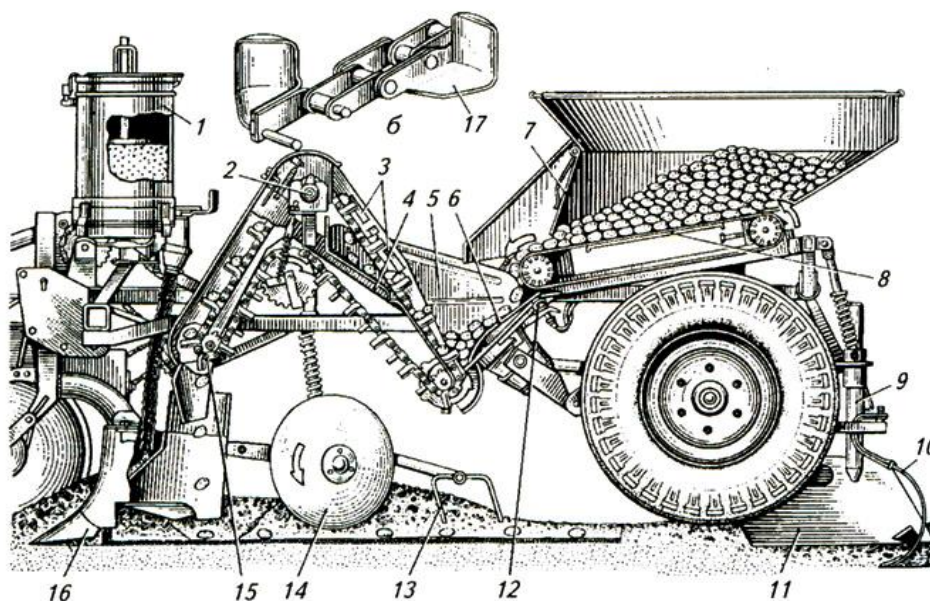
4 Картофелесажалка САЯ-4

Полунавесная автоматизированная четырехрядная сажалка САЯ-4 предназначена для посадки яровизированных (пророщенных) и обычных клубней картофеля с междурядьями 70 см с внесением гранулированных удобрений.

Отличительные особенности:

- сажалка оборудована конвейерно-ложечными высаживающими аппаратами;
- на дне бункера установлен ленточный транспортер, который осуществляет автоматическую подачу клубней в питающий ковш.

Норму посадки, глубину заделки клубней и проверку фактической нормы посадки проводят, так же как и у сажалки СН-4Б.



где: 1- туковысевающий аппарат; 2 – натяжная звездочка высаживающего аппарата; 3 – пружинные сбрасыватели; 4 – лоток для скатывания лишних клубней; 5 – питающий ковш;

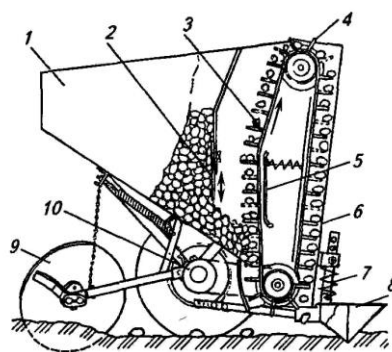
6 – подпружиненный клапан; 7 – подпружиненная заслонка; 8 – транспортер бункера; 9 – стойка стабилизатора; 10 – рыхлитель следа ходовых колес; 11 – стабилизатор; 12 – контакт автоматического включения подачи клубней; 13 – боронка; 14 – заделывающий диск; 15 – ведущая звездочка высаживающего аппарата; 16 – сошник; 17 – ложечка.

Рисунок 6.6 – Вид картофелесажалки САЯ-4

5 Навесная двухрядная картофелесажалка Л – 201

Предназначена для посадки непророщенных клубней картофеля на 1 – бункер; 2 – заслонка; 3 – высаживающий аппарат; 4 – ложечка; 5 – встряхиватель; 6 - клубнепроводящий канал; 7 – штанга; 8 – сошник; 9 – диск; 10 – механизм привода.

Конвейерно-ложечный высаживающий аппарат (рис. 6.7) составлен из бесконечной втулочно-роликовой цепи и закрепленных на ней в шахматном порядке ложечек. Привод высаживающего аппарата осуществляется от опорных колес через цепную передачу, снабженную сменными звездочками.



1 – бункер; 2 – заслонка; 3 – высаживающий аппарат; 4 – ложечка; 5 – встряхиватель; 6 - клубнепроводящий канал; 7 – штанга; 8 – сошник; 9 – диск; 10 – механизм привода.

Рисунок 6.7 – Вид картофелесажалки Л-201

Сажалка высаживает 2 рядка.

Регулировки.

- ширину междурядья (62,5; 70; и 75 см) изменяют, переставляя сошники и высаживающие аппараты по брусу рамы;
- норму посадки регулируют, сменой звездочек на валу контрпривода передачи 10. Шаг посадки 17...37,5 см.

6 Рассадопосадочные машины

Применение рассадной технологии выращивания овощных культур позволяет получать раннюю, а значит имеющую более высокую цену реализации, продукцию. Кроме этого, возделывание некоторых теплолюбивых овощей в открытом грунте невозможно без высадки рассады, особенно в северных регионах.

Данная технология включает в себя два основных этапа: выращивание рассады и ее высадка. Если при выращивании рассады допущенные ошибки могут быть исправлены, то при ее высадке любое нарушение технологии может привести к неправильному развитию или даже к гибели растения. Вот почему

важно использовать рассадопосадочные машины, которые обеспечивают выполнение следующих агротехнических операций:

- высадка рассады на необходимую и одинаковую глубину с точным копированием поверхности почвы, что обеспечивает полное заглубление корней растений
- прикатывание рассады для лучшего и плотного контакта корней с почвой и поддержания устойчивого вертикального положения
- точная расстановка растений в ряду и между рядами для правильного соблюдения нормы высадки и необходимой площади питания
- одновременный полив или укладка ленты капельного орошения для лучшей приживаемости рассады
- внесение удобрений или препаратов для защиты растений в микрогранулированной форме, которые обеспечивают молодые растения всем необходимым в начальный период роста

Рассадопосадочные машины, кроме высокого качества высадки рассады, обладают и высокой производительностью несравнимой с ручным трудом. Кроме того, некоторые модели машин позволяют провести несколько сложных операций за один проход: например, укладка мульчирующей пластиковой пленки и ленты капельного орошения и одновременная посадка рассады через пленку с пробитием в ней отверстий. Производятся многофункциональные модели для работы как по открытой почве, так и на заранее накрытой пленкой, а также машины, которые позволяют накрыть уже высаженную рассаду пленкой, образовав микропарник.

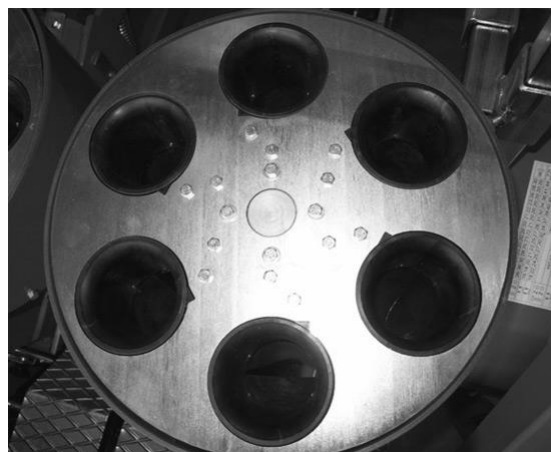
Современные рассадопосадочные машины способны работать с рассадой овощных культур: томата, огурца, перца, баклажана, капусты, лука, салата, бахчевых культур: арбуза, дыни и тыквы, технических культур: сахарной свеклы и табака любых типов: кассетной с ячейками кубической, пирамидальной или конической формы, с голым корнем, с пророщенными клубнями, картофеля, луковицами, семенами и даже небольшими саженцами деревьев.

В настоящее время рассадопосадочные машины выпускаются с высаживающими аппаратами трех типов:

- вертикальный - обеспечивает очень бережную высадку, так как стаканчик с рассадой плавно опускается на цепной передаче до самой поверхности почвы и только тогда открывается
- револьверный - характеризуется высокой производительностью и удобством загрузки рассады
- с зажимами - предназначен для высадки рассады с голым корнем



а



б

Рисунок 6.8 – Вертикальный (а) и револьверный (б) высаживающие аппараты

Производители сельскохозяйственных машин каждый год представляют более совершенное и высокоэффективное оборудование и перечислить все модели довольно затруднительно, поэтому рассмотрим наиболее популярные.

Рассадопосадочная машина РОСТА-2К.

Это высокоэффективное сельскохозяйственное оборудование создано для двухстрочной высадки кассетной рассады. Для одновременной посадки растений можно комплектовать агрегат из нескольких машин. Данная рассадопосадочная техника состоит из следующих основных узлов:

параллелограммная навеска; опорно-приводные колеса; редуктор; сошники; эксцентрики; конвейер; приводной вал со сменными шестернями для изменения шага высадки; передние катки; 4 задних катка; 6 кассетодержателей; 2 кресла для сажателей. При необходимости рассадопосадочное оборудование для посадки капусты может быть доукомплектовано бабинодержателем и укладчиком шлангов систем капельного полива.



Рисунок 6.9 - Машина для посадки рассады РОСТА-2К

В модели РОСТА-2К предусмотрена регулировка шага и глубины высадки растений, сила прикатывания и положение катков относительно сошников.

Технические характеристики. Тип оборудования - навесное. Производительность га/ч – 4. Количество высаживаемых рядов, шт. – 2. Ширина между рядами, мм. – 500. Шаг посадки рассады, мм. - 145-465. Обслуживающий персонал, чел. – 2. Вес оборудования, кг. – 320. Габариты, д/ш/в мм. - 2400/2430/1720. Агрегативность, - кл. 1,4.

Рассадопосадочные машины Practica специально разработаны для работы с кассетной рассадой. Среди самых важных характеристик данного оборудования стоит выделить высокую точность высадки рассады и высокую производительность независимо от типа почвы. Благодаря параллелограммной навеске возможна равномерная высадка растений даже в плохо подготовленную почву.

Оборудование для высадки рассады укомплектовано кассетодержателями, прикатывающими катками и круглым высаживающим устройством на 6 чашек. Каждый высаживающий узел смонтирован на индивидуальной базе с 4 опорными колесами, что обеспечивает равномерную высадку рассады.



Рисунок 6.10 – Рассадопосадочная машина Practicav в работе

Также рассадопосадочная машина для капусты, новая или б/у может оснащаться специальным устройством для укладки шлангов системы капельного полива, аппликатором минудобрений и гранулированных пестицидов, маркерами, а также механизмами одновременного внесения воды в лунки.

Рассадопосадочная машина «Полымя».

При помощи довольно эффективного сельскохозяйственного оборудования «Полымя» стала возможна высадка безгоршечной и горшечной рассады большинства культур в полуавтоматическом и полностью в автоматическом режиме.

Данная техника оснащается параллелограммными секциями, которые позволяют почти идеально копировать рельеф обрабатываемой местности. Регулировка глубины высадки рассады выполняется посредством колес

оборудования. Соединение высаживающих секций с шасси агрегата осуществляется при помощи специальных хомутов, что позволяет регулировать ширину междурядий в зависимости от вида культуры и длины рамы.

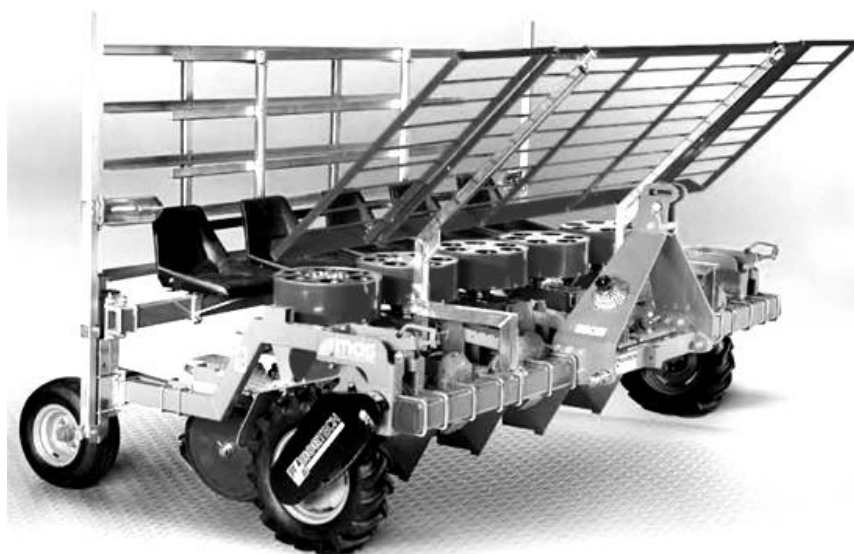


Рисунок 6.11 – Вид рассадопосадочной машины «Полымя»

А возможность присоединения техники к подвижной площадке с кассетами для рассады существенно увеличивает общую производительность и создает экономию.



Рисунок 6.12 – Рассадопосадочная машина РОСТА-2К в работе

Модель DUE MANUAL.

Универсальная рассадопосадочная машина пригодна для высадки рассады из кассет любых типов, а также луковиц, клубней, семян и любых других видов растений, включая декоративные и саженцы в питомниках.



Рисунок 6.13 – Рассадопосадочная машина *DUE MANUAL*

С помощью данной машины возможно высаживать рассаду и/или одновременно мульчировать (накрывать) почву плёнкой или укрывным материалом. Машина для высадки рассады оснащена двойной рамой. К внешней раме, которая имеет четыре опорных колеса, прикреплена на независимой подвеске внутренняя рама. Вертикальные высаживающие элементы с шестью стаканами расположены на внутренней раме.

Список литературы

1. Комбинированные агрегаты для обработки почвы фирмы "Kwerniland". www.kverniland.com
2. Кормо-зерноуборочная техника фирмы "KLAAS" 2006г. www.claas.kom.
3. Корпорация "BEHA" Итальянская фирма "SFODGGIA". www.sfoggia.com
4. Красноярский завод комбайнов. www.krasnojarsk.kom
5. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. М.: Колос, 1989. 672 с.
6. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины: методические указания для самостоятельного изучения дисциплины. Для бакалавров вузов по направлению 110800.62 Агроинженерия. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2015. 30 с.
7. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник тестовых заданий для контроля знаний по дисциплине: методическое пособие. Ч. II. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 137с.
8. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник тестовых заданий для контроля знаний по дисциплине: методическое пособие. Ч. III. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 83 с.
9. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник тестовых заданий для контроля знаний по дисциплине: методическое пособие. Ч. I. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 123 с.
10. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник задач и тестов: учебное пособие. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. 100 с.
11. Кузнецов В.В. Учебное пособие к практическим занятиям по сельскохозяйственным машинам. Ч. 1. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 73 с.
12. Кузнецов В.В. Учебное пособие к практическим занятиям по сельскохозяйственным машинам. Ч. 2. Брянск.: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 99 с.

13. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зотов и др. М.: Колос, 1986. 688 с.
14. Новые агротехнологии. Каталог продукции KUHN. М.: KUHN, 2006. 177 с.
15. Ожерельев В.Н., Ожерельева М.Н. Машины для уборки зерна: учебно-методическое пособие по дисциплине сельскохозяйственные машины: диск. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010.
16. Опрыскиватели ООО "КАЗАНЬСЕЛЬМАШ" www.kazansm.ru
17. Оптимальное сочетание: техника, технологии, финансирование. М.: ЛБР групп, 2008. 138 с.
18. Оптимальные технологии заготовки кормов фирмы "KRONE". www.krone-rus.ru
19. Почвообрабатывающая техника фирмы "KOCKERLING" www.kockerling.de
20. Практикум по сельскохозяйственным машинам / А.И. Любимов, З.И. Воцкий, В.В. Бледных и др. М.: Колос, 1997. 191 с.
21. Пресс-подборщик рулонный ППП-120 «Pelikan»: руководство по эксплуатации, каталог деталей и сборочных единиц. Ростов н/Д., 2012. 157 с.
22. Пресс-подборщик тюковый ППТ-041 «Tukan»: руководство по эксплуатации и каталог запасных частей. Ростов н/Д., 2011. 138 с.
23. Программа продукции DEUTZ FAHR. М.: ЕвроАгропоставка, 43 с.
24. Программа техники фирмы "KRONE на 2013-2014 г. www.krone-rus.ru
25. Сельскохозяйственная техника из Европы. Выборочный каталог. М.: «ЭкоНива-Техника», 2008. 68 с.
26. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учеб. пособие для вузов. М.: Колос, 1994. 751 с.
27. Сельскохозяйственные машины. Практикум / М.Д. Адиньяев, В.Е. Бердышев, И.В. Бумбар и др.; под ред. А.П. Тарасенко. М.: Колос, 2000. 240 с.
28. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах [Техника для растениеводства] : учебное пособие для

студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям: 110301 "Механизация сельского хозяйства" и 110304 "Технология обслуживания и ремонта машин в АПК" / М.А. Новиков, В.А. Смелик, И.З. Теплинский и др.; под ред. М.А. Новикова. СПб.: Проспект Науки, 2011. 207 с.

29. Сельскохозяйственные машины: практикум / М.Д. Адиянов, В.Е. Бердышев, В.А. Головатюк и др.; под ред. А.П. Тарасенко. М.: Колос, 2000. 240 с.

30. Современная техника для сельского хозяйства России. Орёл, 2007. 92 с.

31. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учеб. пособие. М.: Росинформагротех, 2003. 340 с.

32. Тенденции развития сельскохозяйственной техники. Научный аналитический обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 164 с.

33. Техника выпускаемая заводом "ROSTSELMASH".

www.rostselmash.com

34. Техника выпускаемая фирмой "AMAZONE" www.amazone.de

35. Техника торгового центра ЛБР-ГРУПП "CASE" "MORRIS" "KUHN" "UNIA" www.lbr.ru

36. Техника фирмы "KOLNAG". www.kolnag.ru.

37. Техника фирмы "LEMKEN" www.lemken.com.

38. Техника фирмы "VADERSTAD" www.vaderstad.com.

39. Учебные фильмы по технике выпускаемой ПО "Гомсельмаш" www.gomselmash.by.

40. Халанский В.М., Горбачёв И.В. Сельскохозяйственные машины: учебник для высших учебных заведений. СПб.: ООО "Квадро", 2014. 624 с.

Учебное издание

Кузнецов Владимир Васильевич

Сельскохозяйственные машины

Сборник лекций по дисциплине

Часть 3

Методическое пособие для студентов вузов очного и заочного обучения
по направлению бакалавриат 35.03.06 Агроинженерия, профили
образовательной программы «Технические системы в агробизнесе»,
«Технический сервис в АПК»

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 03.04.2018 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л.7,44. Тираж 25 экз. Изд. №5674.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ