

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Кафедра технических систем в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве

Кузнецов В.В.

# Основы теории и тенденции развития сельскохозяйственных машин

Часть 3

Учебно-методическое пособие

для обучающихся по направлению подготовки

35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата)



Брянск 2019

УДК 631.3 (076)  
ББК 40.72  
К 89

Кузнецов, В. В. Основы теории и тенденции развития сельскохозяйственных машин: учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата). Ч. 3 / В. В. Кузнецов. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 121 с.

В третьей части учебно-методического пособия приведены: основные направления и тенденции развития научно-технического прогресса в области отечественных и импортных машин для внесения удобрений; назначение, технические характеристики, устройство, технологические и рабочие процессы, достоинства и недостатки; основы теории; особенности механизации процессов растениеводства в условиях рыночной экономики.

Методический материал сопровождается иллюстрациями, позволяющими визуально ознакомиться с компоновкой, дизайном, устройством отдельных систем и рабочих органов современных образцов машин для внесения удобрений и наглядно оценить качество их работы.

Приведенные сведения формируют знания студентов по компетенциям, предусмотренным рабочей программой дисциплины «Основы теории и тенденции развития сельскохозяйственных машин».

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельной работы студентов, полезно магистрантам, аспирантам и может быть использовано в профессиональной деятельности специалистами инженерных служб сельскохозяйственных предприятий.

Рецензент: доцент кафедры технического сервиса, к.т.н., доцент Кузюр В.М..

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол №8 от 28 июня 2019 года.

© Брянский ГАУ, 2019  
© Кузнецов В.В., 2019

## Содержание

1 Общие тенденции развития машин для внесения удобрений.....	4
2 Машины российского производства.....	6
2.1 Машины для внесения органических удобрений.....	6
2.2 Машины для внесения минеральных удобрений.....	14
3 Машины зарубежного производства.....	22
3.1 Машины производства Республики Беларусь.....	22
3.1.1 Машины для внесения органических удобрений.....	22
3.1.2 Машины для внесения минеральных удобрений.....	35
3.2 Машины производства дальнего зарубежья.....	46
3.2.1 Машины немецких производителей.....	46
3.2.2 Машины американского производства.....	87
3.2.3 Разбрасыватели удобрений латвийской компании LMR AZENE...	90
3.2.4 Машины французского производства.....	90
3.2.5 Машины датского производства.....	91
3.2.6 Машины нидерландского производства.....	94
4 Сенсоры машин для внесения удобрений.....	101
5 Основы теории машин для внесения удобрений.....	102
5.1 Расчёт параметров и режима работы машины для внесения твер- дых органических удобрений.....	102
5.2 Расчёт параметров и режима работы машины для внесения твер- дых минеральных удобрений.....	109
Задачи.....	114
Контрольные вопросы.....	115
Список литературы.....	117

## **1 Общие тенденции развития машин для внесения удобрений**

В последние годы существенно возросли требования к качеству внесения органических и минеральных удобрений в твёрдом и жидком виде. 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 с 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 лопастей.

На большинстве машин устанавливаются поддресоренные цельноштампованные съёмные 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.

В настоящее время около 80% от всего количества твердых минеральных удобрений за 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 и 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.

## **2 Машины для внесения удобрений отечественного производства**

### **2.1 Машины для внесения органических удобрений**

Современные машины для внесения различных видов удобрений производят ООО «Казаньсельмаш», ОАО «Радиозавод» (г. Пенза), ООО «Корммаш», «Сибзавод Агро», «Агромашхолдинг», ОАО «Авторемонтный завод «Саранский», ОАО «Башсельмаш», ООО «Осколагро», ПК «Ярославич» и другие производители.

Среди машин для внесения твёрдых органических удобрений отечественного производства следует, прежде всего, отметить линейку продукции ПК «Ярославич». Предприятие выпускает большегрузные разбрасыватели ПСП-20НР Гигант (рис. 1), ПСПД-15 Гигант с донным транспортёром, ПСП-15НР Гигант.

Разбрасыватель ПСП-20НР предназначен для поверхностного внесения в почву твердых органических удобрений (навоз, торф, компост), извести, щепы и опилок, а так же для перевозки различных грузов (зерно, корнеплоды, зеленая масса, силос, сенаж, навоз, торф, сено, удобрения, опилки, снег и др.) по всем типам дорог, в том числе в полевых условиях. Разбрасыватель оборудован ограничительной шторкой. При желании разбрасыватель можно легко переоборудовать в полуприцеп вместимостью до 65 куб. м., а на задний борт установить шнекперегрузчик производительностью до 300 т/ч.

Сертифицирован по европейским стандартам. Может поставляться в страны Евросоюза.



Рисунок 1 – Вид разбрасывателя твёрдых органических удобрений ПСП-20НР Гигант

Высокая функциональность и надежность машин от ПК «Ярославич» обусловлена применением комплектующих изделий ведущих мировых производителей:

- ADR-Spa (Италия) – оси и подвески полуприцепов;
- Camozzi Pneumatic (Италия) – комплекты тормозных систем;
- Bellota (Испания) и INDUSTRIEHOF (Германия) – рабочие органы сельхозмашин;
- FKL (Сербия) – подшипниковые узлы.
- Разбрасывающий узел иностранного производства с ограничительной шторкой (рис. 2). Разбрасыватель устанавливается в задней части полуприцепа ПСП-20 вместо заднего борта.

Высокая производительность достигается благодаря большому объему, высокой скорости вращения ножей и большой ширине разбрасывания (не менее 12 метров).

Таблица 1 – Техническая характеристика разбрасывателей от ПО «Ярославич»

Марка разбрасывателя	ПСП-20НР Ги-гант	ПСП-15НР Ги-гант	ПСПД-15
Грузоподъемность, тонн	18,9	13,9	15
Вместимость кузова без подпрессовки, куб.м	30	23	-

## Продолжение таблицы 1

Вместимость кузова с надставными сетчатыми бортами, куб. м.	40	30	-
Дополнительное увеличение вместимости кузова за счет подпрессовки в зависимости от характера груза, куб. м.	до 65	до 50	-
Глубина кузова, мм	-	1900	2025
Скорость вращения, мин <sup>-1</sup>	до 1000	до 1000	до 1000
Транспортная скорость в снаряженном состоянии, не более, км/ч	-	35	30
— длина, мм	-	8260	8600
— ширина, мм	-	2550	2550
— высота, мм	-	3340	3800
Высота с поднятым задним бортом, мм	-	4550	-
Давление в шинах	0,4 МПа	0,4 МПа	0,4 МПа
Дорожный просвет, мм	400	400	400
Масса, не более, кг	9150	-	9900
Давление жидкости в гидросистеме, не более, МПа	-	-	18
Агрегируется с тракторами класса тяги, л.с.	от 220	от 150	от 220
Привод от ВОМ трактора сквозным карданным валом с предохранительной муфтой со срезным винтом и обгонной муфтой	да	да	да
Ширина разбрасывания, не менее, м	12	от 12	от 12
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1	1

Подача материала для разбрасывания на битера осуществляется при помощи подвижного переднего борта, который выдавливает содержимое назад



Рисунок 2 - Разбрасывающий узел с ограничительной шторкой



Задняя ось снабжена подруливающим механизмом, который помогает облегчить процесс поворота и уменьшает изнашивание шин.

Для предотвращения поломок в случае перегрузки разбрасыватель оборудован аварийной защитой — муфтой со срезным предохранительным болтом и обгонной предохранительной муфтой.

Группа компаний СоюзБелАгро производит разбрасыватели органических удобрений РОУМ-20. Он предназначен для поверхностного внесения в почву твёрдых органических удобрений (торфа, навоза, компоста). при снятии вертикальных битеров может использоваться для транспортировки зеленой массы и сыпучих материалов.

Днище прицепа изготовлено из нержавеющей стали толщиной 3мм, что позволяет значительно продлить срок службы зоны выгрузки прицепа, а дополнительно установленные опорные пластины из нержавеющей стали (по всей длине движения скребков транспортера) повысить износостойкость и сократить эффект трения при движении материала.



Рисунок 3 – Вид разбрасывателя РОУМ-20

Вид конструктивных особенностей разбрасывателя представлен на рисунке 4



Рисунок 4 - Вид конструктивных особенностей разбрасывателя РОУМ-20

Функциональные особенности:

- инновационная конструкция бункера со съемными панелями позволяет выбирать материал их исполнения (сталь, нержавеющая сталь, дерево и т.д.). Нижняя часть цепного транспортера открыта, что облегчает работы по очистке и устранению возможных инородных предметов;
- двухдорожечный транспортер выполнен из круглозвенной высокопрочной цепи (используется в горно-шахтном оборудовании), которая состоит из элементов, соединенных скобами. Такая конструкция позволяет значительно снизить трудозатраты при наладке и техническом обслуживании транспортера, а так же вручную демонтировать цепь для разделения или замены элементов. Конструкция транспортера позволяет удалять возможные предметы засорения через звенья и зубья шестерни тяги;
- гидравлический натяжитель цепей выгрузного транспортера обеспечивает простоту и скорость обслуживания;
- широкоугольный карданный вал снабжен предохранительной муфтой от перегрузки узла привода битеров и муфтой свободного хода, чтобы избежать пассивного проворачивания валов в трансмиссии трактора;

- управляемые оси (ADR) с шарниром на 9°: Гидравлическое блокирующее устройство управляемых осей для использования во время движения по дорогам общего пользования и движения задним ходом:
  - обеспечивают высокую устойчивость при движении прицепа даже на скользких поверхностях;
  - повышают маневренность на ограниченных участках, не повреждая колесами верхний слой почвы;
  - увеличивают срок службы шин;
  - балансирная подвеска осей с параболическими рессорами обеспечивает равномерное распределение нагрузки на все колеса и снижает динамические нагрузки на буксирующее транспортное средство;
  - два битера большого диаметра оснащены ножами и лопастями. Битеры работают на низких оборотах и используют периферийную скорость шнека, что обеспечивает равномерное центральное и боковое распределение материала. Общая ширина эффективного распределения составляет 10-12м, что позволяет сократить количество прогонов машины по возделываемой площади;

Таблица 2 - Технические характеристики разбрасывателя РОУМ-20

Грузоподъемность, т	20
Объём перевозимой органики (м <sup>3</sup> )/ зеленой массы с наращенными бортами	21/30/35
Скорость транспортировки, км/ч	25
Ширина разбрасывания, м	10-12
Рабочая скорость, км/ч не более	15
Масса с разбрасывающим устройством, кг	7 500
Размеры, мм: <ul style="list-style-type: none"> <li>• длина</li> <li>• ширина</li> <li>• высота по разбрасывающему устройству</li> </ul>	9260 2550 3500
Размеры шин	24,0/50- R22,5

## Продолжение таблицы

Ширина колеи, мм	1920
Привод тормозов	пневматический
Задний гидроборт	есть
Привод транспортера	гидравлический
Выходные обороты ВОМ, об/мин	1000
Мощность трактора, min, л.с. - при перевозке зеленой массы - при разбрасывании	240 350

- шины больших размеров препятствуют чрезмерной утрамбовке обрабатываемой почвы и повышают проходимость прицепа по бездорожью.
  - Частота вращения ВОМ трактора 1000 об/мин;
  - Передаточное число привода шнеков 2,5.

*Машина ПРТ-7А.*

Машина ПРТ-7А предназначена для транспортировки, сплошного поверхностного внесения твердых органических удобрений, а также для транспортировки различных сельскохозяйственных грузов. Машина агрегируется с тракторами класса 1,4. Все управление осуществляется из кабины трактора. Машины семейства ПРТ долговечны и надежны: имеют прочные борта, герметичную защиту подшипников разбрасывающего устройства, в них применена усиленная балансирная подвеска ходовой системы. Низкое удельное давление балансирной ходовой системы обеспечивает надежную работу машины на переувлажненных почвах. Машины обладают хорошим сцеплением с грунтом, плавным ходом.

Привод транспортера - гидравлический реверсивный от гидросистемы трактора, что позволяет в случае необходимости, например, при заклинивании разбрасывающих битеров, производить их разгрузку. Машина может комплектоваться надставными бортами и задним бортом-клапаном для перевозки измельченной массы от кормоуборочных комбайнов.



Рисунок 5 - Компоновка машины ПРТ-7А

Таблица 3 - Техническая характеристика машины ПРТ-7А

Грузоподъемность, т	7,3
Вместимость кузова, куб. м	5,3(17,5)*
Ширина внесения удобрений, м	5-8
Дозы внесения, т/га	10-60
Габаритные размеры, м	
длина	6,5
ширина	2,5
высота	1,9
Масса, т	3,0
Трактор, класса т. с.	1,4

В машинах *МЖТ-Ф-6/6А/6Ш*, *МЖТ-Ф-11* ОАО «Бобруйскагромаш» (Республика Беларусь) загрузка удобрений внутрь машины производится вакуумной системой через заправочный рукав. Внесение удобрений осуществляется с помощью центробежного насоса, он же производит перемешивание удобрений при их транспортировке. Внутри цистерн установлены перегородки, обеспечивающие гашение гидравлических ударов и жесткость конструкции цистерны. Управление рабочими органами гидрофицировано и осуществляется из кабины трактора.

В качестве рабочих органов в машинах *МЖТ-Ф-6/6А* и *МЖТ-Ф-11* используется разливочное устройство, в модели *МЖТ-Ф-6Ш* - штанга с жижеподводящими штангами, обеспечивающая более точное поверхностное внесение удобрений с минимальным загрязнением окружающей среды (рис. 6).



Рисунок 6 - Машина МЖТ-Ф-6Ш для внесения жидких органических удобрений

## 2.2 Машины для внесения минеральных удобрений

Техническая характеристика машин для внесения твердых минеральных удобрений некоторых российских производителей представлена в таблице 4. УРМ-10М.

В линейку продукции ПК «Ярославич» входит также универсальный распределитель доломитовой муки и минеральных удобрений УРМ-10М. Он может применяться с весны до осени. Может вносить доломитовую муку как до посадки урожая, так и после.

УРМ-10М это современный высокопроизводительный разбрасыватель минеральных удобрений.

В его состав входят:

- двухосная подкатная тележка с параболическими рессорами;
- система охлаждения масла, которая позволит работать без лишних остановок;
- надежный транспортер с безвтулочной «П»-образной цепью, которая не требует обслуживания и рассчитана на весь срок службы;
- система регулировки ширины и плотности внесения удобрений;
- новые цельнокованные оси ТЕКНОАХ, изготовленные без сварных швов;



Рисунок 7 – Вид разбрасывателя УРМ-10М

- автономная гидростанция, которая работает от ВОМ трактора;
- система весового контроля (опция);
- система подкачки шин (опция);
- тент для защиты груза (опция);
- двухконтурная тормозная система.

Основные характеристики УРМ-10М:

- вместимость 8 куб. м.;
- грузоподъемность 12 тонн;
- ширина распределения известковых материалов до 12 метров, минеральных удобрений - до 30 метров, масса 5000 кг, плотность посыпки 10...500 г/м<sup>2</sup>, транспортная скорость 35 км/ч, агрегируется с тракторами 3 т. с.

Разбрасыватели удобрений МВУ-1200, производимые на авторемонтном заводе «Саранский», отличаются возможностью регулирования ширины разбрасывания удобрений путем изменения положения лопастей на разбрасывающем диске (рис. 8). Установка подачи удобрений производится рычагом рядом с механизмом навески. Для увеличения подачи рычаг перемещают вниз, а для уменьшения - вверх. Доза внесения регулируется размером выпускного окна посредством механизма регулировки.



Рисунок 8 - Разбрасыватель удобрений МВУ-1200

Повышению качественных характеристик разбрасывателей и в целом их технического уровня способствует совместное их производство с зарубежными фирмами. Примером такого сотрудничества является разбрасыватель РМУ-900, изготавливаемый ОАО «Сибзавод-Агро» по чертежам фирмы «Rauch» (Германия) и с использованием немецких приводных механизмов (рис. 9). Основой разбрасывателя является прочный и надежный привод, не требующий обслуживания. Быстро вращающиеся рассеивающие диски ( $980 \text{ мин}^{-1}$ ) сообщают с помощью лопаток гранулам удобрений оптимальную скорость рассеивания, благодаря этому осуществляется равномерное распределение удобрений с большими зонами перекрытия.



Рисунок 9 - Разбрасыватель РМУ-900

Медленно вращающийся палец-ворошитель ( $180 \text{ мин}^{-1}$ ) полностью пере-



крывает выгрузные отверстия бункера, дно которого изготовлено из высококачественной нержавеющей стали, препятствует забиванию дозирующих окон, обеспечивает свободный, без разрушений гранул выход удобрений из бункера. В серийном исполнении разбрасыватель имеет два цилиндра для дистанционного управления. Благодаря этому по выбору можно варьировать дозирующими шиберами справа и слева. Установка нормы внесения производится бесступенчато от 3 кг/га по специальной шкале и может быть различной для правой и левой сторон.

Защитное покрытие дисков из хромированной стали предупреждает повреждение деталей агрегата быстролетающими гранулами удобрений.

Немаловажным фактором повышения надежности машины является изготовление всех ответственных деталей из нержавеющей стали и только в проверенных местах – из пластика. Дно бункера, дозирующие шиберы, рассеивающие диски, лопатки, угловые шарниры изготовлены из хромированной стали.

Благодаря безинструментальному изменению длины и положения лопатки рассеивающего диска обеспечивается быстрая и точная настройка как на различные виды удобрений и самые различные посевные материалы, так и на необходимую рабочую ширину внесения. РМУ-900 обеспечивает также одностороннее внесение, внесение на границе и на узких полевых участках.



Рисунок 10 – Вид разбрасывателя РУН-1,0Н



Рисунок 11 - Сдвоенные (а) и одинарные (б) емкости для перевозки безводного аммиака

Для обеспечения такой равномерности все чаще используются медленно вращающиеся пальцевые ворошители, обеспечивающие бесперебойную подачу удобрений, применяются шибберные заслонки специальной формы, совершенствуется конструкция разбрасывающих дисков и их лопаток, увеличивается (максимально до  $980 \text{ мин}^{-1}$ ) частота вращения дисков, расширяется использование средств автоматизации технологического процесса.

Технические данные разбрасывателей удобрений приведены в табл. 4.

Таблица 4 - Техническая характеристика машин для внесения твердых минеральных удобрений российского производства

Марка	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Число разбрасывающих дисков	Вместимость бункера, тыс. л	Доза внесения, кг/га	Рабочая скорость, км/ч	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
<b>ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ</b>								
<i>ОАО «Авторемонтный завод «Саранский», ОАО «Баисельмаш»</i>								
МВУ-1200	20	18-36	2	1,2	36,8-1780	7,34-8,4	1330x2300x1050	310
<i>ООО «Осколагро»</i>								
РУН-0,5Н	8-16	8-24	1	0,5	50-300	До 10	1160x1350x1450	200
РУН-1,ОН	8-16	8-24	1	1	50-300	До 10	1160x1350x1900	250
<i>ОАО «Корммаш»</i>								
РУН-0,8К	4-12	8-20	1	0,8	40-300	6-15	1150x1150x1540	150
<i>ОАО «Баисельмаш»</i>								
МВУ-5	14-16	8-20	2	6	100-10000	До 15	5350x2152x2000	2100
<i>ОАО «Сибзавод-Агро»</i>								
РМУ-900	Н.д.	10-24	2	0,9	Н.д.	Н.д.	Н.д.	210

Для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений в гранулированном и кристаллическом виде с последующей заделкой их почвообрабатывающими орудиями, а также для подкормки зерновых и пропашных культур, лугов и пастбищ ОАО «Корммаш» предлагает навесной разбрасыватель минеральных удобрений РУН-0,8К, отличающийся простотой конструкции, наличием импортного редуктора с повышенным ресурсом работы и двух регулировок рассева удобрений.

Аналогичные однодисковые разбрасыватели удобрений РУН-0,5Н и РУН-1,0Н (рис. 10) производит ООО «Осколагро» (Белгородская обл.). Но они обеспечивают большие ширину захвата и производительность.

ОАО «Башсельмаш» (г. Нефтекамск, Республики Башкортостан) выпускает двухдисковые разбрасыватели для внесения минеральных удобрений и извести МВУ-5, а также МВУ-1200, который работает с различными типами удобрений, семян, соли и гранулированных материалов. Ширина захвата машины составляет 18, 24, 28, 32 и 36 м. Система контроля потока удобрений благодаря, микрометрической створке обеспечивает большую точность дозирования и разбрасывания. Машина оснащена механизмом дозирования с регулировочной шкалой.

Наряду со специализированными разбрасывателями твердые минеральные удобрения можно вносить одновременно с посевом, используя посевные машины. Одной из последних отечественных разработок в этой области является сеялка С-6ПМ.1 (изготовитель – ОАО «Радиозавод», г. Пенза). Предназначена для рядового посева зерновых, средне- и мелкосеменных зернобобовых культур, трав и их смесей, овощей и одновременного внесения твердых минеральных удобрений (рис. 12).



Рисунок 12 - Сеялка С-6ПМ.1 для внесения твердых минеральных удобрений одновременно с посевом

Вместимость тукового бункера сеялки  $400 \text{ дм}^3$ . Настройка глубины высева производится централизованно на все сошники, настройка на норму высева осуществляется за 1-1,5 мин путем регулировки винта на дозирующей катушке, сеялка снабжена тремя дозирующими системами и имеет маркеры следа.

Процесс высева производится через систему центрального дозирования. Семена и удобрения поступают в инжектор. Под воздействием воздушного потока, поступающего в инжектор от вентилятора, происходит подъем и смешивание семян и туков в вертикальной гофрированной трубе. Полученная смесь подается в распределитель. Затем семена и туки из распределителя по гибким трубкам подаются непосредственно к сошникам. Комплект крышек распределителя обеспечивает подачу продукта на 24, 12 и 6 сошников, что позволяет регулировать ширину рядков в больших пределах. Сеялка оснащена унифицированной системой контроля наличия семян в бункере и работы высевающей системы.

Жидкие минеральные удобрения, жидкий и водный аммиак вносятся с помощью специально оборудованных цистерн, позволяющих разбрызгивать жидкость по поверхности поля или вносить ее в почву на заданную глубину для предотвращения испарения и ближе к корневой системе растений.

Жидкий безводный аммиак – эффективное, высококонцентрированное азотное удобрение, содержащее 82,2% азота. Для его транспортировки используют цистерны, выдерживающие давление 20 атм.

### **3 Машины зарубежного производства**

#### **3.1 Машины производства Республики Беларусь**

##### **3.1.1 Машины для внесения органических удобрений**

###### *Машина МЖТ-Ф-6.*

Машина для внесения жидких органических удобрений МЖТ-Ф-6 предназначена для самозагрузки, транспортирования, перемешивания и сплошного поверхностного распределения жидких органических удобрений, а также для перевозки технической воды и мойки машин, при пожаротушении, мойки дорог и т.д.

Загрузка удобрений внутрь машины производится вакуумной системой через заправочный рукав. Внесение удобрений осуществляется центробежным насосом, он же производит перемешивание удобрений при их транспортировке.

Машина изготавливается в трех исполнениях:

- 1) МЖТ-Ф-6 - машина грузоподъемностью 6 т;
- 2) МЖТ-Ф-6-1 - машина грузоподъемностью 7 т;
- 3) МЖТ-Ф-6-2 - машина грузоподъемностью 6 т. на шинах низкого давления.

###### *Машина МЖТ-Ф-11.*

Машина МЖТ-Ф-11 предназначена для самозагрузки, транспортирования, перемешивания и сплошного поверхностного распределения жидких органических удобрений, а также для перевозки технической воды и мойки машин, при пожаротушении, мойке дорог и т.д.

Машина оборудована вакуумной системой и люком для загрузки машины автономными средствами.



Рисунок 13 – Компоновка машины МЖТ-Φ-6



Рисунок 14 – Вид машины МЖТ-Φ-6 в работе в базовой комплектации



Рисунок 15 – Работа машины МЖТ-Φ-6 с бранспойтом



Рисунок 16 – Компоновка машины МЖТ-Φ-6-2



Рисунок 17 – Вид машины МЖТ-Ф-11

*Машина МЖУ-16.*

Машина МЖУ-16 предназначена для самозагрузки, транспортирования, перемешивания и сплошного поверхностного распределения жидких органических удобрений, а также для перевозки других неагрессивных жидкостей, кроме пищевых и нефтепродуктов.

Внесение удобрений производится при помощи центробежного насоса и разливочного устройства.

Загрузка удобрений производится вакуумной системой через заправочный рукав или автономными средствами через загрузочный люк.



Рисунок 18 - Вид машины МЖУ-16



Рисунок 19 – Рабочий орган машины МЖУ-16



Таблица 5 – Технические характеристики машин серии МЖТ

Технические характеристики	МЖТ-Ф-6, МЖТ-Ф-6А, МЖТ-6-2	МЖТ-Ф-11	МЖУ-16
Грузоподъемность, т.	6,0/7,0	11	16
Время самозагрузки, не более, мин.	7	8	12
Ширина внесения удобрений, м.		6 ... 12	
Дозы внесения, т/га.		10 ... 60	
Глубина забора жидкости при самозагрузке, м.	2,5	3,5	
Габаритные размеры, м.			
Длина	6,5/7,3	8,0	8,9
Ширина	2,5	2,5	2,8
Высота	3,5	3,4	3,6
Масса, т.	2,88/3,92/2,72	3,95	5,0
Трактор, тяг. кл.	1,4	3,0	5,0
Производительность, т/ч.	20/23	40	54
Тип тягово-сцепного устройства трактора	ТСУ-2/ТС	У-2В	ТСУ-2В



Рисунок 20 - Вид машины МЖУ-16 в работе

#### *Машина МЖУ-20.*

Машина для внесения жидких органических удобрений МЖУ-20 предназначена для самозагрузки, транспортирования и внесения жидких органических удобрений. Машина может изготавливаться в трех исполнениях:

- для поверхностного разбросного внесения;

- для поверхностного внесения с помощью штанговых распределителей;
- для внутрипочвенного внесения.



Рисунок 21 – Компоновка машины МЖУ-16

*Адаптеры для внесения жидких органических удобрений АВУ-6, АЖУ-12.*

Адаптер для внутрипочвенного внесения удобрений АВУ-6 применяется в агрегате с машиной для внесения жидких органических удобрений МЖУ-20.

Предназначен для внесения в почву жидких органических удобрений по стерневым фонам.

Адаптер штанговый для поверхностного внесения жидких органических удобрений АЖУ-12 применяется в агрегате с машиной для внесения жидких органических удобрений МЖУ-20.



Рисунок 22 – Вид адаптера АЖУ-12

Таблица 6 - Технические характеристики разбрасывателей жидких органических удобрений

Технические характеристики МЖУ-20		Технические характеристики АВУ-6		АЖУ-12
Грузоподъемность, т.	20	Ширина захвата, м.	6,0	12
Время самозагрузки, не более, мин.	10 ... 12	Стабильность дозы внесения, %	10	10
Глубина забора при самозагрузке, м.	3,5	Количество рабочих органов, шт.	13	40
Дозы внесения, т/га.	от 10 до 80	Дозы внесения, т/га.	от 10 до 100	от 10 до 100
Габаритные размеры, м.		Габаритные размеры, м.		
Длина	9,6	Длина	2,25	1,4
Ширина	2,84	Ширина	3,7	12.
Высота	3,6	Высота	1,4	1,8
Масса, т.	7,6	Масса, т.	1,16	0.95
Трактор, тяг. кл.	5,0	Трактор, тяг. кл.	5,0	5,0
Производительность, т/ч. Тип тягово-сцепного устройства трактора	ДО 65 ГСУ-2/ТСУ-2В	Производительность, т/ч.	1,8 ... 4,5	6 ... 10



Рисунок 23 – Компоновка адаптера АВУ-6



Рисунок 24 – Рабочие органы адаптеров АЖУ-12 и АВУ-6

### *Машина ПРТ-7А.*

Машина ПРТ-7А предназначена для транспортировки и сплошного поверхностного внесения твердых органических удобрений и перевозки различных сельскохозяйственных грузов с разгрузкой конвейером назад.

Машина для внесения твердых органических удобрений ПРТ-7А имеет целый ряд очевидных преимуществ по сравнению с ранее выпускаемыми машинами: за счет изменения разбрасывающего устройства лучше измельчает вносимые удобрения; применение гидравлического реверсивного привода рабочего транспортера обеспечивает плавное бесступенчатое регулирование его скорости, а соответственно и дозы внесения удобрений; реверсивный гидропривод транспортера позволяет одним переключением рычага гидрораспределителя трактора включить обратный ход в случае заклинивания разбрасывающих барабанов посторонними предметами; применение в конструкции подпружиненных натяжных звездочек повышает надежность привода и обеспечивает автоматическое натяжение цепей привода разбрасывающих барабанов и общее улучшение условий труда механизатора; повышена поперечная устойчивость.



Рисунок 25 - Компоновка машины ПРТ-6А



Рисунок 26 – Рабочие органы машины ПРТ-6А

### *Машина МТТ-9.*

Машина МТТ-9 предназначена для транспортировки и сплошного поверхностного внесения твердых органических удобрений и перевозки различных сельскохозяйственных грузов с разгрузкой конвейером назад.

Новая серия машин, сохранив все лучшие технические решения и качество производства, обеспечивает оптимальное качество внесения твердых органических удобрений и максимально комфортные условия труда для механизаторов. Машина оборудована реверсивным гидроприводом транспортера обеспечивающим плавное бесступенчатое регулирование дозы внесения удобрений.

Таблица 7 –Технические характеристики машин ПРТ-7А и МП-9

Технические характеристики	ПРТ-7А	МП-9
Грузоподъемность, т.	7,5	9,5
Погрузочная высота по бортам, м.	1,8	2,0
Габаритные размеры, м.		
Длина	6,5	6,5
Ширина	2,5	2,5
Высота	1,9	2,0
Масса, т.	3,07	3,35
Дозы внесения, т/га.	10 ... 60	
Ширина внесения, м.	4... 8	
Трактор, тягового класса	1,4	2,0
Производительность, т/ч.	60	75
Тип тягово-сцепного устройства трактора	ТСУ-2	



Рисунок 27 – Компоновка и рабочие органы машины МТТ-9

#### *Машина МТУ-11.*

Машина МТУ-11 предназначена для транспортировки и сплошного поверхностного внесения твердых органических удобрений, а при снятом разбрасывающем органе - для перевозки других сельскохозяйственных грузов с разгрузкой конвейером назад.

Разбрасывающий орган, по выбору потребителя, может быть установлен в виде двух вертикальных барабанов (шнеков) или двух горизонтальных барабанов и двух роторов (дисков).

Для перевозки измельченной травы и других грузов с малым объемным весом предусмотрены в качестве опции надставные борта.



Рисунок 28 – Вид машины МТУ-11

### *Машина МТУ-15.*

Машина МТУ-15 предназначена для транспортировки и сплошного поверхностного внесения твердых органических удобрений, а при снятом разбрасывающем органе - для перевозки других сельскохозяйственных грузов с разгрузкой конвейером назад.

Разбрасывающий орган, по выбору потребителя, может быть установлен в виде двух вертикальных барабанов (шнеков) или двух горизонтальных барабанов и двух роторов (дисков).

Для перевозки измельченной травы и других грузов с малым объемным весом предусмотрены в качестве опции надставные борта.



Рисунок 29 – Разбрасывающий рабочий орган машины МТУ-11



Рисунок 30 – Подающий транспортёр машины МТУ-11



Рисунок 31 – Компоновка машины МТУ-15



Рисунок 32 – Машина МТУ-15 в работе



Рисунок 33 – Вид ходовой системы машины МТУ-15

*Машины МТУ-18 и МТУ-20А.*

Машины МТУ-15, МТУ-18А предназначены для транспортировки и сплошного поверхностного внесения твердых органических удобрений, а при снятом разбрасывающем органе - для перевозки других сельскохозяйственных грузов с разгрузкой конвейером назад.



Разбрасывающий орган, по выбору потребителя, может быть установлен в виде двух вертикальных барабанов (шнеков) или двух горизонтальных барабанов и двух роторов (дисков).

Для перевозки измельченной травы и других грузов с малым объемным весом предусмотрены в качестве опции надставные борта.



Рисунок 34 - Компоновка машины МТУ-18



Рисунок 35 – Рабочие органы машины МТУ-18



Рисунок 36 – Вид сбоку машины МТУ-18



Рисунок 37 - Компоновка машины МТУ-20А

*Машина МТУ-24.*

Машина МТУ-24 предназначена для транспортировки и сплошного поверхностного внесения твердых органических удобрений, а при снятом разбрасывающем органе - для перевозки других сельскохозяйственных грузов с разгрузкой конвейером назад.

Разбрасывающий орган, по выбору потребителя, может быть установлен в виде двух вертикальных барабанов (шнеков) или двух горизонтальных барабанов и двух роторов (дисков).

Для перевозки измельченной травы и других грузов с малым объемным весом предусмотрены дополнительные надставные борта.



Рисунок 38 - Компоновка машины МТУ-24

Таблица 8 - Технические характеристики машин семейства МТУ

Технические характеристики	МТУ-11	МТУ-15 МТУ-15-1	МТУ-18 МТУ-18-1	МТУ-20 МТУ-20-1	МТУ-24 МТУ-24-1
Грузоподъемность, т.	12,0	15,0	18,0	20,0	24,0
Погрузочная высота по бортам, м	2,2	2,75	3,1	2,75	2,95
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	15,0	15,0	21,0	16,7	20,0
Вместимость кузова (с надставными бортами), м <sup>3</sup>	-	-	-	28,0	28,0
Длина	8,15	8,5	8,5	10,635	10,635
Ширина	2,55	2,55	2,55	2,75	2,75
Высота	3,2	3,2	3,2	3,5	3,5
Масса, т.	5,5	5,8	6,2	6,8	7,0
Дозы внесения, т/га.	10-60	10-60	10-60	10-60	10-60
Ширина внесения, м.	8-12	8-12	8-12	8-12	8-12
Производительность за час основного времени (сменного / эксплуатационного), т.	100 (40/35)		115 (46/40)	120 (60/50)	140 (70/60)
Трактор, тяг. кл.	3,0	5	5	5	5
Тип тягово-сцепного устройства трактора	<b>ТСУ-2В</b>	<b>ТСУ-2В</b>	<b>ТСУ-2В</b>	<b>ТСУ-2В</b>	<b>ТСУ-2В</b>

### 3.1.2 Машины для внесения минеральных удобрений

Среди машин из ближнего зарубежья представляют интерес разбрасыватели семейства РУ (РУ-1000, РУ-1600, РУ-3000, производимые ОАО «Бобруйск-агромаш» (рис. 39). Они предназначены для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений в гранулированном либо кристаллическом виде и посева семян зерновых культур и трав на полях и в садах с последующей заделкой их почвообрабатывающими орудиями, а также для подкормки озимых зерновых культур (в ранней стадии развития), лугов и пастбищ.

Ко всем машинам предлагаются настроенные таблицы доз внесения

удобрений на 12 видов минеральных удобрений и фотографии идентификации удобрений. В таблицах указаны настройки на внесение основных доз удобрений, подкормку, внесение удобрений на краю поля и на узких полосах. Все механизмы и детали, обеспечивающие подачу, дозирование и рассеивание удобрений, выполнены из антикоррозионного материала или пластмассы. Настройка дозирующего механизма осуществляется вручную, а управление шибером для отсечения подачи удобрений - с помощью гидросистемы из кабины трактора. Для предотвращения образования свода над отверстиями дозирующей заслонки в днище бункера в каждой из двух камер предусмотрен ворошитель.

*Рассеиватели минеральных удобрений РУ-1000, РУ-1600, РУ-3000*

Рассеиватель РУ-1000 предназначен для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений в гранулированном и кристаллическом виде, а также для подкормки озимых зерновых культур (в ранней стадии развития), лугов и пастбищ.



Рисунок 39 -Рассеиватель минеральных удобрений РУ-1000

Рассеиватель минеральных удобрений РУ-1600 предназначен для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений в гранулированном либо кристаллическом виде, а также для подкормки озимых зерновых культур, лугов и пастбищ.



Рисунок 40 -Рассеиватель минеральных удобрений РУ-1600

Рассеиватель минеральных удобрений РУ-3000 предназначен для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений в гранулированном либо кристаллическом виде, а также для подкормки озимых зерновых культур (в ранней стадии развития), лугов и пастбищ.



Рисунок 41 - Разбрасыватель минеральных удобрений РУ-3000

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» представил самоходную машину химизации МХС-10, предназначенную для транспортировки и поверхностного внесения пылевидных химических мелиорантов, а также внесения основных доз твердых минеральных удобрений (рис. 42).



Рисунок 42 - Самоходная машина химизации МХС-10

Высокопроизводительная машина за 1 ч работы может внести 36 т пылевидных химических мелиорантов, гранулированные минеральные удобрения на 20 га, кристаллические – на 15 га. Машина имеет штанговые рабочие органы для внесения химмелиорантов шириной захвата 10 м и дисковые – для внесения минеральных удобрений захватом до 24 м.

Таблица 9 – Техническая характеристика самоходных машин химизации семейства МХС

Грузоподъемность, т.	1,0	1,6	3,0
Рабочая ширина внесения, м.	до 28		
Дозы внесения, т/га.	40 ... 1100		
Габаритные размеры, м.			
Длина	1,1	1,2	3,1
Ширина	2,0	2,6	2,6
Высота	1,2	1,42	2,54
Масса, т.	0,5	0,5	1,25
Трактор, тягового кл.	1,4	2,0	0,9 ... 1,4
Производительность, т/ч.		ДО 25	
Тип тягово-сцепного устройства трактора	НУ-2	НУ-2	ТСУ-1Ж

Преимуществом является и то, что она может быть установлена на любом шасси большегрузного автомобиля высокой проходимости. В Беларуси это может быть МАЗ, а в России – «Урал» или КамАЗ.

Распределитель минеральных удобрений РУ-7000, РУ-7000-1.

Распределитель удобрений предназначен для транспортирования и поверхностного внесения твердых минеральных удобрений, известковых материалов и химических мелиорантов.

Машина имеет привод подающего транспортера как от колеса машины,

что обеспечивает синхронизацию подачи рабочего продукта от скорости движения машины, так и от ВОМ трактора. Машина имеет ручную настройку на вид рабочего продукта и требуемую дозу внесения.

РУ-7000-1 имеет механический привод (от ВОМ-трактора) распределяющих центробежных органов (тарелок).

Таблица 10 – Техническая характеристика разбрасывателей РУ

Технические характеристики	РУ-7000	РУ-7000-1
Грузоподъемность, т.	до 8,0	
Погрузочная высота по бортам, м.	12 ... 24	
Габаритные размеры, м.		
Длина	6,7	
Ширина	2,7	
Высота	3,12	
Масса, т.	5,0	4,6
Дозы внесения, т/га.	40 ... 6000	50 ... 70000
Трактор, тяг. кл.	3,0	3,0
Производительность, т/ч.	8 ... 25,7	8 ... 25,7
Тип тягово-сцепного устройства трактора	ТСУ-3В	ТСУ-3В



Рисунок 43 – Вид агрегата с разбрасывателем РУ-7000-1



Рисунок 44 - Вид рабочих органов разбрасывателя РУ-7000-1

*Машина химизации самоходная МХС-10.*

Автомобиль с платформой для внесения известковых материалов и минеральных удобрений на базе самоходного шасси МАЗ 631 705-264 со съемным кузовом предназначена для транспортирования и поверхностного внесения пылевидных химических мелиорантов. Может также использоваться для внесения основных доз твердых минеральных удобрений.

Самоходное шасси обеспечивает повышенную мобильность в использовании.



Рисунок 45 – Вид машины химизации самоходной МХС-10 при внесении химических мелиорантов





Рисунок 46 - Вид машины химизации самоходной МХС-10 при внесении минеральных удобрений

Таблица 11 - Техническая характеристика МХС-10

Технические характеристики	МХС-10
Грузоподъемность, т	10
Рабочая ширина захвата, м	
- при внесении изв. материалов	10
- при внесении мин. удобрений	8-22
Производительность, га/ч	
- при внесении изв. материалов	3,76
- при внесении мин. удобрений	20,0
Рабочая скорость, км/ч	6 ... 12
Транспортная скорость, км/ч	не более 50

Машина для внесения минеральных удобрений МТТ-4У.

Машина предназначена для поверхностного внесения основных доз твердых минеральных удобрений в гранулированном или кристаллическом виде. Возможно применение для внесения пылевидных химикатов (доломитная мука, известь), а также для разбрасывания песчано-соляных смесей на дорогах общего пользования.

Привод транспортера и разбрасывающих дисков - механический от ВОМ трактора.

Таблица 12 - Техническая характеристика разбрасывателей МТТ-4У и МТТ-4У-1

Техническая характеристика	МТТ-4У	МТТ-4У-1
Грузоподъемность, т.	4,0	
Рабочая ширина внесения, м.	8 ... 22	
Дозы внесения, т/га.	0,1 ... 2,55	



Рисунок 47 – Вид разбрасывателя МТТ-4У



Рисунок 48 - Вид рабочего органа разбрасывателя МТТ-4У

*Распределители минеральных удобрений РУ-7000/РУ-7000А.*

Данные распределители предназначены для транспортирования и поверхностного внесения твердых минеральных удобрений, известковых материалов и химических мелиорантов.

РУ-7000 - имеет привод подающего транспортера как от колеса машины, что обеспечивает синхронизацию подачи рабочего продукта от скорости движения машины, так и от ВОМ трактора. Машина имеет ручную настройку на вид рабочего продукта и требуемую дозу внесения.

РУ-7000А - имеет автономную гидросистему для привода подающих транспортеров и распределяющих рабочих органов центробежного типа. Программирование машины на вид распределяемого продукта и требуемую дозу внесения, а также управление и контроль заданных параметров осуществляются с помощью бортового компьютера.



Рисунок 49 – Вид разбрасывателя РУ-7000

Таблица 13 -Технические характеристики

Модель	РУ-7000	РУ-7000А
Грузоподъемность, т	7,0	7,0
Производительность, га (гранулированных)/(кристаллических)	16-24/10	до 24/10
Рабочая ширина внесения, м	15-24	15-36
Габаритные размеры, м		
длина	6,3	6,3
ширина	2,86	2,86
высота	2,71	2,71
Масса, т	3,9	3,9
Трактор, кл. т. с.	1,4-2,0	1,4-2,0

### *Машина МТТ-4У.*

Машина МТТ-4У предназначена для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений в гранулированном и кристаллическом виде на полях и в садах, подкормки озимых культур, лугов и пастбищ. Возможно использование в дорожно-коммунальном хозяйстве для распределения песчано-солевых смесей на дорогах общего пользования. Высевающий орган состоит из двух дисков, что значительно снижает неравномерность внесения удобрений по сравнению с однодисковым рабочим органом.



Рисунок 50 – Вид разбрасывателя МТТ-4У

Таблица 14 - Техническая характеристика

Грузоподъемность, т	4,5
Производительность за час сменного времени, не менее, га	8-16
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	3,9
Ширина распоеделения, м	8-24
Неравномерность внесения, %	
по рабочей ширине захвата	22
по ходу движения агрегата	10
Дозы внесения удобрений, кг/га	40-1000
Габаритные размеры, м	
длина	5,4
высота	2,5
ширина	1,9
Масса, т	2,5
Трактор, кл. т. с.	1,4

Таблица 15 - Техническая характеристика белорусских машин для внесения твердых минеральных удобрений

Марка	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Число разбрасывающих дисков	Вместимость бункера, тыс. л	Доза внесения, кг/га	Рабочая скорость, км/ч	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
<b>ЗАРУБЕЖНЫЕ ФИРМЫ</b>								
<i>ОАО «Лидсельмаш» (Республика Беларусь)</i>								
Л-116	8-16	18-24	1	300 кг	40-1000	6-15	1300x1160x1400	200
<i>ОАО «Бобруйскагромаш» (Республика Беларусь)</i>								
РУ-3000	До 25	До 28	2	2,47	40-1100	8-12	3100x2620x2540	1250
РУ-1600	До 25	До 28	2	1,38	40-1100	8-12	1210x2620x1420	550
РУ-1000	До 25	12-28	2	0,87	40-1100	8-12	1150x1150x1140	450

## 3.2 Машины производства дальнего зарубежья

### 3.2.1 Машины немецких производителей

*Фирма «Amazone».*

Разбрасыватели удобрений зарубежных фирм отличаются конструктивными особенностями рабочих органов, позволяющими осуществлять более качественное внесение удобрений, и наличием различных дополнительных приспособлений, позволяющих повысить удобство обслуживания машин или расширить их технологические возможности. Большинство зарубежных моделей оснащается современными системами автоматике, в их конструкции все чаще используется оборудование для использования разбрасывателей в технологиях точного земледелия.

Широкую номенклатуру центробежных разбрасывателей предлагает фирма «Amazone» (Германия),

*Разбрасыватель удобрений Amazone ZA-M 900 («Авион»).*

Amazone презентовал новый двухдисковый разбрасыватель удобрений Amazone ZA-M 900, которым комплектуются свежие модели от компании «Авион» («АВИОН 44-01» и «АВИОН-АГРО»). Эта техника в своем сегменте претендует на звание самой производительной – за день она способна обрабатывать до 1000 га площади.



Рисунок 51 – Вид разбрасывателя ZA-M 900 («Авион»)

При рабочей скорости от 28 до 40 км/ч и впечатляющей ширине захвата до 40 метров полностью сохраняется качество внесения удобрений, причем это касается и равномерности распределения гранул, и сохранения их целостности, и соблюдения заданной дозировки.

Бункер Amazone ZA-M 900 вмещает целую тонну удобрения, а расход колеблется от 50 до 300 кг на гектар. При этом в бункере имеется специальная двойная воронка, благодаря которой можно визуальнo контролировать ход работы. Доступ в бункер облегчается за счет системы двойных заслонок, что облегчает процесс внесения удобрения и просто позволяет быстрее открывать и закрывать его при необходимости. Наконец, еще одна деталь, о которой стоит упомянуть – система сетчатой фильтрации, защищающая бункер от попадания мусора, которая снимается и закрепляется буквально двумя движениями.

В линейку продукции фирмы входят также навесные центробежные разбрасыватели серии ZA-M и прицепные разбрасыватели серии ZG-B.

Разбрасыватели серии ZA-M обеспечивают высокую равномерность разбрасывания удобрений благодаря системе Omnia-Set, оснащенной двумя разбрасывающими дисками, каждый из которых имеет по две лопасти с простой и надежной безинструментальной регулировкой. Устройство для разбрасывания на границах Limiter, которое целенаправленно вносит удобрения вплоть до границы, вводится в действие на краю поля непосредственно из кабины трактора. Двойной воронкообразный бункер позволяет при низкой высоте загрузки (от 98 см) устанавливать стенки с оптимальным наклоном, что обеспечивает равномерную подачу удобрений даже на склонах и уменьшение до минимума остатков удобрений. Возможно увеличение вместимости бункера благодаря прочным дополнительным насадкам. Причем вставки задней стенки могут выниматься, чтобы сохранять низкий уровень загрузки.



Рисунок 52 - Разбрасыватель удобрений TWS 7000: а – вид сбоку; б – вид спереди

Гидравлическое дистанционное управление отдельными шиберными заслонками для правой и левой сторон способствует удобному управлению распределителем удобрений.



Рисунок 53 - Диск разбрасывателей фирмы «Amazone» для работы на границах или краях полей

Диск типа Tele-Set (рис. 53) используется для разбрасывания удобрений на  $1/2$  расстояния между технологической колеей и краем поля. Посредством смены дисков, без применения каких-либо инструментов производится перестановка с нормального режима внесения удобрений на режим работы на границах или краях поля.

Высокопроизводительные спиральные медленно вращающиеся (196 мин<sup>1</sup>) мешалки обеспечивают равномерный поток удобрений благодаря постоянному освобождению выпускного отверстия.

Модель ZA-M 1500 оснащена взвешивающим устройством и пакетом



программ ZA-M Tronic, благодаря чему разбрасыватель быстро настраивается на нужный режим работы, и уже во время разбрасывания количество вносимого удобрения постоянно сравнивается с заданным параметром, что повышает эффективность и точность распределения удобрений.

Модели серии ZG-B – это прицепные разбрасыватели, предназначенные для больших площадей, с бункером вместимостью до 12 тыс. л. Оснащаются универсальным двухдисковым распределяющим устройством со специальными разбрасывающими дисками Omnia-Set для внесения минеральных удобрений или влажных материалов (извести) (рис. 54).



Рисунок 54 - Прицепной разбрасыватель удобрений серии ZG-B

Выборочно может использоваться фронтальный шнек для пылевидных удобрений. Разбрасыватели имеют прочную ходовую часть, которая в зависимости от оснастки рассчитана на скорость до 60 км/ч. Тяговое дышло или дышло для прицепного устройства типа Hitch имеет вертикальную регулировку и поддрессирование для повышения комфортабельности при движении. Износостойкий ленточный транспортер с автоматическим управлением центрируется даже при неравномерной загрузке. Большой дорожный просвет машины обеспечивает щадящую для растений работу. Узлы, подверженные сильному износу из-за контакта с удобрениями, выполнены из высококачественной стали. Для распределения известняка и удобрений имеются на выбор варианты оснащения Drive и PreciS. Бункер оснащен защитным тентом, который открывается и за-

крывается посредством гидравлической системы. ZG-B может быть оснащен системой распределения на границе поля Limiter. На выбор предлагаются также Komfort-Paket (дополнительное управление всеми гидравлическими функциями через бортовой компьютер) или Hydro-Paket (гидравлический привод дисков разбрасывания и мешалок).

Все разбрасыватели серий ZA-M и ZG-B оборудованы современным бортовым компьютером Amatron, позволяющим производить автоматическую регулировку заданной нормы внесения удобрения. Компьютер совместим с системой Isobus, имеет последовательный интерфейс для подключения терминала GPS и датчиков азота Hydro-N или Yara, что позволяет использовать разбрасыватели в системе точного земледелия.

*Двухдисковый распределитель удобрений ZA-X Perfect.*



Рисунок 55 – Компонировка рабочих органов распределителя удобрений ZA-X Perfect

Не требующий технического обслуживания редуктор, работающий в масляной ванне, является крепким сердцем всех двухдисковых распределителей AMAZONE и уже отлично зарекомендовал себя 500.000 раз.

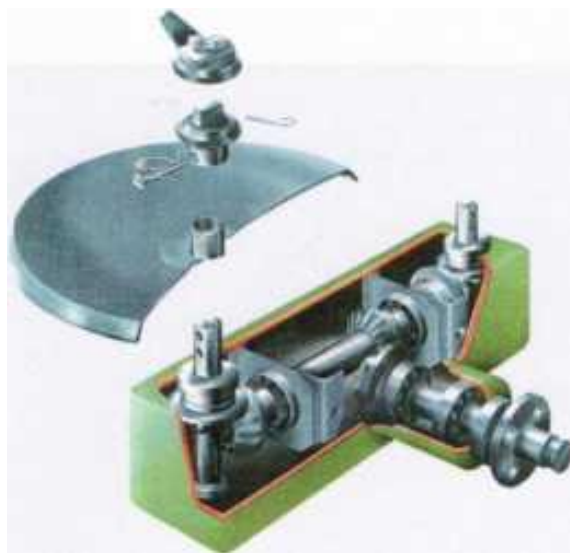


Рисунок 56 - Не требующий технического обслуживания редуктор распределителей AMAZONE

*Двухдисковый центробежный распределитель удобрений ZA-X Perfect.*

Двухдисковый центробежный распределитель удобрений для малых и средних сельскохозяйственных и животноводческих предприятий с пастбищным выгулом. ZA-X Perfect легко настраивается и позволяет производить точное распределение всех стандартных удобрений на ширину до 18 м, а мочевины до 15 м.



Рисунок 57 – Вид распределителя удобрений и его рабочего органа для малых и средних предприятий

Небольшая общая ширина распределителя (всего один метр) предотвращает повреждение лозы в винограднике (рис. 58).



Рисунок 58 – Работа двухдискового центробежного распределителя удобрений ZA-X Perfect в междурядьях виноградника

Диски OmniaSet с поворотными распределительными лопастями позволяют вносить удобрения с повышенной точностью.

Вертикальные стенки двух воронок бункера обеспечивают равномерный выход удобрений из бункера даже на склонах.

Небольшая общая ширина распределителя (всего один метр) предотвращает повреждение лозы в винограднике.

Таблица 16 – Техническая характеристика ZA-X Perfect

Объём бункера	500 л/600 л/900 л/ 1250 л/1400 л/1750 л
Ширина захвата	от 10 м до 18 м

*Распределитель удобрений ZA-M.*

Распределитель удобрений ZA-M фирма считает апофеозом техники для внесения удобрений.



Рисунок 59 – Вид распределителя удобрений ZA-M



Рисунок 60 – Вид рабочих органов распределителя удобрений ZA-M

Высококачественное катодное погружное нанесение лакокрасочного покрытия (автомобильный стандарт) на бункер и раму, а также распределительное устройство, полностью изготовленное из нержавеющей стали, гарантируют долгий срок службы распределителя и его высокую стоимость при перепродаже.

Профессиональный двухдисковый распределитель удобрений с шириной захвата до 36 м для сельскохозяйственных предприятий и МТС. Медленно вращающиеся высокопроизводительные мешалки и низкое число оборотов дисков способствуют равномерному, щадящему потоку удобрений.



Двухдисковый распределитель ZA-M

Рисунок 61 – Вид двухдисковых распределителей удобрений ZA-M

В распределителе ZA-M Control с AMADOS<sup>+</sup> для регулировки объёма распределения в зависимости от скорости движения всё находится под автоматическим контролем (рис. 62)



Рисунок 62 – Вид бортового блока управления AMADOS<sup>+</sup>

Блок управления AMATRON 3 (рис. 63) предназначен для управления одной рукой при взвешивании в режиме онлайн, включении устройства Limiter, регулировки распределяемого количества в зависимости от скорости движения.



Рисунок 63 – Вид бортового блока управления AMATRON 3

При распределении по краям поля, по границам и в пределах дренажных канав с гидравлически управляемым распределительным устройством LIMITER (рис. 64) не нужно останавливаться и выходить из кабины трактора.

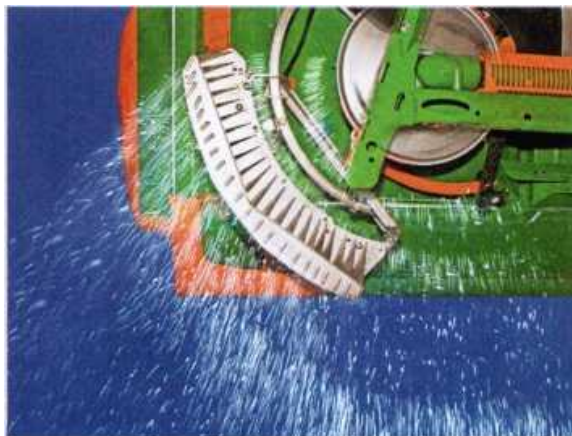


Рисунок 64 – Вид распределительного устройством LIMITER

Таблица 17 –Техническая характеристика распределителя ZA-M

Объём бункера	1000 л/1200 л/1500 л/ 1700 л/2000 л/2200 л/ 2500 л/2700 л/3000 л
Ширина захвата	от 10 м до 36 м

*Распределитель ZA-M Profis.*

Распределитель ZA-M Profis с взвешивающим устройством (рис. 65) эффективен при внесении дорогостоящих удобрений.

Система взвешивания предлагает контролируемый комфорт и больше надежности. Она определяет в режиме реального времени посредством взвешивающей ячейки различные свойства распределяемого материала - и все это с максимальной точностью измерения. Система автоматически сравнивает фактически внесённое количество с заданной нормой внесения.



Рисунок 65 - Распределитель со взвешивающим устройством ZA-M Profis

Профессиональный распределитель со взвешивающим устройством с полезной нагрузкой от 2100 до 3100 кг и шириной захвата 36 м. Точность и надежность благодаря простой настройке нормы внесения и ширины захвата без проведения калибровки. Это экономит время!



Рисунок 66 - Распределитель ZA-M 1501 Profis с рамой взвешивающего устройства

Это стоит того - объемный бункер, большая ширина захвата, высокая точность благодаря точным распределительным дискам OmniaSet.





Рисунок 67 – Вид распределительных дисков OmniaSet.

DungeService: На сайте в Интернете [www.amazone.de](http://www.amazone.de) можно в любое время суток бесплатно запросить актуальные настроечные значения для поперечного распределения и нормы внесения для распределителей удобрений AMAZONE из базы данных фирмы в виде приложений для iPhone и других мобильных платформ.

Для пропорционального обеспечения питательными веществами норма внесения может быть изменена нажатием кнопки на бортовом компьютере АМАТРОН 3. Полностью автоматизированная адаптация нормы внесения может осуществляться с помощью дополнительной сенсорной техники в режиме реального времени.

Таблица 18 – Техническая характеристика

Объём бункера	1000 л/1500 л/2000 л/ 2500 л/3000 л
Ширина захвата	от 10 м до 36 м

*Распределитель ZA-M Hydro.*

Распределитель ZA-M Hydro имеет рекордную производительность на любом поле.



Рисунок 68 – Вид распределителя удобрений ZA-M Hydro

На всех распределителях ZA-M-Hydro с AMATRON 3 и гидравлическим приводом частота вращения распределительных дисков переключается с обычного распределения на распределение на границах без остановки. Автоматизированное включение на разворотной полосе и 6-тикратное переключение секций GPS-Switch гарантирует точность, комфорт и безопасность. Вы экономите удобрения и дополнительно бережёте окружающую среду. А механизатор может полностью сконцентрироваться на контроле.



Рисунок 69 – Бортовой компьютер с функцией переключения секций GPS-Switch

Эта компьютерная система с поддержкой GPS автоматически включает машину на разворотной полосе, уступах и клиньях с учётом GPS-координат. Автоматическое переключение секций GPS-Switch гарантирует точность, комфорт и безопасность: нужно всего лишь выбрать нужный процент перекрытия и запустить включение автоматики.



Рисунок 70 - 6-тикратное переключение секций на распределителе ZA-M Hydro

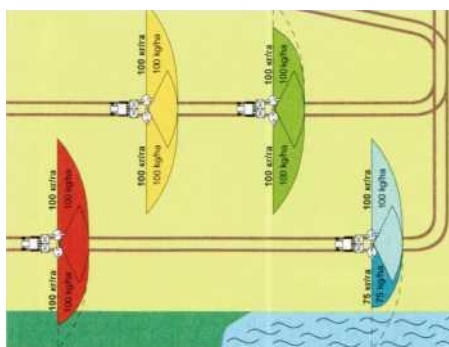


Рисунок 71 - GPS-Switch - самый удобный способ внесения удобрений.

Распределители со взвешивающим устройством ZA-M Profis Hydro с гидравлическим приводом распределительных дисков предлагают абсолютную независимость от числа оборотов мотора и скорости. Число оборотов распределительных дисков регулируется и контролируется электрогидравлически (рис. 72).

Основным эффектом такой системы привода является переменная регулировка ширины захвата на краю поля, а также при работе на клиньях

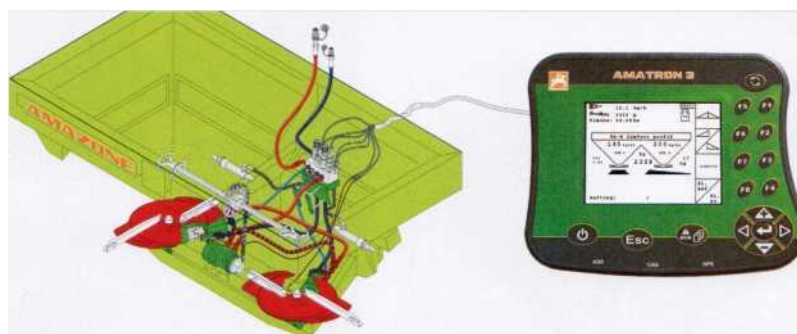


Рисунок 72 – Электрогидравлическая система контроля и регулировки числа оборотов распределительных дисков

## *Распределитель ZA-TS.*

Новый высокопроизводительный распределитель с системой Top Speed



Рисунок 73 - Распределитель ZA-TS с системой Top Speed

Основной бункер глубокой вытяжки без углов и сварных швов. Это обеспечивает непрерывное и равномерное соскальзывание удобрений.

### *Высокопроизводительный распределитель ZA-TS 4200.*

Высокопроизводительный распределитель ZA-TS с шириной захвата от 15 до 54 м имеет точное распределительное устройство с интегрированным приспособлением для пограничного внесения удобрений AutoTS (рис. 74).

Функция пограничного распределения AutoTS позволяет пользователю надёжно получать обрывистые картины пограничного распределения и создавать оптимальные условия для развития растений вплоть до границ поля.



Рисунок 74 – Рабочие органы высокопроизводительного распределителя ZA-TS 2000

Основной бункер у ZA-TS 2000 глубокой вытяжки без углов и сварных швов (рис. 75). Это обеспечивает непрерывное и равномерное соскальзывание удобрений



Рисунок 75 - Основной бункер у ZA-TS 2000

Распределительное устройство TS с интегрированной системой пограничного распределения AutoTS с электромеханическим управлением: для нормального и пограничного распределения активируются различные лопатки на распределительных дисках. За счёт такой системы достигается идеальная картина распределения без замены дисков - дистанционно, из кабины трактора во время движения.



Рисунок 76 - Распределительное устройство TS с интегрированной системой пограничного распределения AutoTS с электромеханическим управлением

За счет особой формы и наклона распределительных лопаток при работе с ZA-TS образуются участки распределения. Так, участки распределения от длинных и коротких лопаток не влияют друг на друга и формируют свою оптимальную траекторию.

Гидравлический защитный тент позволяет вносить удобрения даже при неблагоприятных погодных условиях.



Рисунок 77 – Распределитель ZA-TS 2000 с гидравлическим защитным тентом

*Высокопроизводительный распределитель ZA-TS 3200 Profis Hydro.*

Распределители ZA-TS 3200 Profis Hydro имеют объём бункера 1700 л/2000 л/2200 л/2700 л/3200 л/4200 л.

Ширина захвата от 15 м до 54 м



Рисунок 78 – Вид высокопроизводительного распределителя ZA-TS 3200 Profis Hydro

Распределяющая система (рис. 79), включающая звездообразную мешалку с сервоприводом в воронках, обеспечивает равномерную подачу удобрений на распределительные диски. Медленно вращающиеся звездообразные сегменты мешалки способствуют равномерному потоку удобрений к выпускному отверстию.



Рисунок 79 - Распределяющая система ZA-TS 3200 Profis Hydro

Система взвешивания на ZA-TS Profis с опциональными интегрированными датчиками наклона гарантирует точную регулировку нормы внесения даже на склонах.



Рисунок 80 - 8-микратное переключение секций на ZA-TS Hydro с гидравлическим приводом распределительных дисков

Распределитель ZA-TS серийно оснащен функцией 8-микратного переключения секций. На ZA-TS Tronic переключение секций осуществляется путем адаптации нормы внесения. ZA-TS Hydro регулирует секции как обычно, путем изменения нормы внесения и числа оборотов. Управление секциями на распределителе ZA-TS, естественно, может осуществляться через GPS. Экономия удобрений и отсутствие полеглых зерновых за счёт более точного распределения доказана однозначно.

Прочное транспортное приспособление облегчает монтаж и демонтаж распределителя (рис. 81), а также маневрирование во дворе. Ролики транспортного приспособления быстро складываются и раскладываются и оптимально защищены от загрязнений.



Рисунок 81 – Система монтажа и демонтажа распределителя

Распределитель AMAZONE ZA-TS с комплектом оборудования Safety-Set обеспечивает ещё большую безопасность. Охватывающая защитная дуга-бампер (рис. 82) служит для выполнения техники безопасности. Большие предупреждающие знаки сзади, а также осветительная система обеспечивают узнаваемость транспортного средства на дорогах общего пользования.



Рисунок 82 – Устройство приспособлений безопасности

Дополнительные грязевые фартуки препятствуют попаданию грязи с колес трактора на распределительные диски (рис. 83).



Рисунок 83 - Дополнительные грязевые фартуки



*Высокопроизводительный распределитель ZG-TS.*

Невероятная точность для самых высоких требований.

ZG-TS - это высокопроизводительный распределитель для быстрого и точного внесения минеральных удобрений. Он убеждает своей идеальной точностью и высокой производительностью за счет распределительного устройства TS, управляется комфортно через ISOBUS-терминалы управления, такие КАМАТРОН 3, ССИ 100 и АМАРАД, и предлагается с объемом бункера 5500 л и 8200 л.



Рисунок 84 - Высокопроизводительный распределитель ZG-TS 8200 Profis Hydro

Изготовленные из нержавеющей стали пластины выдерживают даже сильный износ под действием удобрений. Высокопроизводительный распределитель ZG-TS имеет механический привод распределительных дисков, а ZG-TS Hydro - гидравлический привод распределительных дисков.



Рисунок 85 – Вид распределительных дисков



Рисунок 86 - Высокопроизводительный распределитель ZG-TS 5500

В качестве «щадящего пакета для удобрений» AMAZONE серийно устанавливает систему Soft Ballistic System pro для навесных распределителей ZA-TS и прицепных распределителей ZG-TS. Мешалка, дозирующие элементы и распределительные диски оптимально адаптированы друг к другу и обеспечивают равномерное распределение.



Рисунок 87 - Система Soft Ballistic System pro для навесных распределителей ZA-TS и прицепных распределителей ZG-TS

Звездообразные мешалки с сервоприводом (рис. 88), расположенные в воронках бункера, обеспечивают равномерную подачу удобрений к распределительным дискам. Они автоматически отключаются с одной стороны или независимо друг от друга, пока не закроется шиберная заслонка.



Рисунок 88 - Звездообразные мешалки с сервоприводом

Большие шины (рис. 89) снижают давление на почву и позволяют эксплуатацию даже при тяжелейших условиях. При использовании шин с профилем AS возможна ширина колеи от 1,8 до 2,25 м.



Рисунок 89 – Вид ходовых колёс большого диаметра

Таблица 19 – Техническая характеристика распределителей ZG-TS

Объём бункера	5500 л/8200 л
Ширина захвата	от 15 м до 54 м

*Высокопроизводительный распределитель удобрений ZG-B.*



Рисунок 90 - Высокопроизводительный распределитель удобрений ZG-B Super

Высокопроизводительный распределитель удобрений ZG-B (рис. 90), предназначенный для крупных предприятий и руководителей МТС, обладает бункером большого объема и прочной ходовой частью для развития скорости до 50 км/ч.

Крупные шины снижают давление на почву. Бункер легко заполняется из элеватора или с погрузчика.



Рисунок 91 – Устройство для заполнения бункера распределителя удобрений

Донный ленточный транспортёр легко вынимается из рамы основания для проведения технического обслуживания. Кроме того, донный транспортёр центруется автоматически.

Агрегаты ZG-B оснащены универсальным механизмом, предназначенным

для распределения влажных материалов и извести на ширину до 15 метров и минеральных удобрений на ширину до 36 метров (рис. 92).



Рисунок 92 – Вид универсального разбрасывающего устройства

Распределитель удобрений ZG-B Drive регулирует норму внесения в зависимости от скорости движения посредством резинового донного транспортера с электрогидравлической регулировкой через AMATRON 3.



Рисунок 93 – Вид блока управления AMATRON 3

Распределитель ZG-B Drive с AMATRON 3 оснащен дисками OmniaSet для точного внесения минеральных удобрений.



Рисунок 94 – Вид распределяющих дисков ZG-B Drive

Таблица 20 – Техническая характеристика

ZG-B	
Объём бункера	5500 л/8200 л
Ширина захвата	от 10 м до 36 м

Среди машин зарубежного производства представляет интерес продукция фирм «Fliegl» (Германия) и «Challenger» корпорации «Agco».

Для внесения жидких органических удобрений и аммиачной воды фирма «Fliegl» выпускает одно-, двух- и трехосные насосные цистерны вместимостью от 5 до 25 тыс. л.

В качестве рабочего органа для поверхностного внесения органических удобрений может использоваться эжекторный (рис. 95а), регулируемый механический (рис. 95б) или комбинированный распределитель (рис. 95в).

а)



б)

в)



Рисунок 95 - Распределители органических удобрений жижестерн фирмы «Fliegl»: а – эжекторный; б – механический; в – комбинированный

Оцинкованные изнутри и снаружи цистерны оснащены шнековой мешал-

кой, универсальным прицепным устройством для верхней и нижней сцепки, распределителем давления для правого, левого и заднего выходов, показателем уровня, механическим приводом загрузочного люка.

Для облегчения управления цистерной фирма «Fliegl» разработала электронный блок управления гидравлической системой из кабины трактора через компьютер с операционной системой Windows, к которому можно подключить принтер.

Для расширения технологических возможностей фирма оснащает свои цистерны оборудованием для прикорневого и внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений. Оригинальной разработкой фирмы является шнековый распределитель с гидромотором Garant шириной захвата от 6 до 24 м, с помощью которого удобрения вносятся непосредственно к корневой системе растений (рис. 96).



Рисунок 96 - Шнековый распределитель Garant

Он состоит из корпуса, шнекового транспортера и гидродвигателя. Нижняя часть корпуса выполнена из нержавеющей стали, верхняя часть стальная, оцинкованная, имеет камеру для жидких удобрений; в конце корпуса установлена емкость для инородных материалов.

Шнековый транспортер выполнен из нержавеющей стали, идеально отцентрирован и имеет заточенную под углом спираль, приводится в движение от гидродвигателя. Крепится одним концом к корпусу, другой конец лежит прямо

на дне нержавеющей корпуса, за счет чего происходит качественное измельчение и автоматическая очистка от инородных материалов. От шнекового распределителя удобрения поступают к поверхности почвы с помощью гибких пластмассовых шлагов, закрепленных на стальной штанге с шагом 25 см.

Для подкормки многолетних злаковых трав используется дисковый культиватор SSG шириной захвата 3 м, оснащенный распределителем Garant (рис. 97а). Расстояние между полосами внесения 2 см.

Лаповый культиватор (рис. 97б) используют для сплошного внесения навозной жижи и аммиачной воды, подкормки посевов сельскохозяйственных культур, а также многолетних трав. Лапы культиватора расположены в шахматном порядке в два ряда. Расстояние между лапами регулируется, что позволяет подкармливать практически все широкорядные культуры.

Анкерная насадка распределителя Profi SP 60 с меняющимся вылетом (рис. 97в) используется для наземного прикорневого внесения ЖОУ. В передней части насадки находится маркер, который делает небольшую борозду шириной 2 см и глубиной 1 см, в нее через анкерную насадку попадает навозная жижа. Отличается от шнекового распределителя «Гарант» тем, что при использовании анкерной насадки исключено попадание жижи на листья растений и внесение происходит более равномерно, непосредственно в борозду.



Рисунок 97 - Оборудование для внутрпочвенного и прикорневого внесения ЖОУ фирмы «Fliegl»: а - распределитель Garant; б - лаповый культиватор; в - анкерная насадка распределителя Profi SP 60

*Тракторные прицепы - разбрасыватели органических удобрений серии PTU германской фирмы DLG*



Грузоподъемность прицепов - разбрасывателей органических удобрений серии PTU находится в диапазоне 5-20 т. Пять типов разбрасывающих органов (все типы изготавливаются и применяются в ЕС). Сертифицированы в Германии фирмой DLG. Установка различных типов разбрасывающих органов позволяет оптимально подобрать их для различных видов органики: компоста, перепревшего или свежего навоза, куриного помета, отходов сахарного производства и т. д. При этом рабочая ширина внесения органических удобрений составляет от 8 до 20 м. Рабочие скорости - до 12 км/ч. Транспортная скорость в зависимости от комплектации - от 30 до 50 км/ч. Комплектация от лучших европейских фирм. Ходовая часть от GKN FAD, BPW, ADR. Тяговые цепи транспортера 5-го класса - калиброванные, термообработанные (поставка из ЕС). Разбрасывающие органы (производство Италии) укомплектованы сменными ножами с поверхностной закалкой и возможностью переустановки в 4 положениях. Все разбрасыватели оснащены гидравлическим приводом транспортера с возможностью регулирования его скорости из кабины трактора (производство Италии, Англии). Такое управление гарантирует высокие показатели равномерности по длине разбрасывания. Оригинальная конструкция кузова с использованием гнутых профилей позволяет значительно снизить собственный вес машин, который на 15-20% меньше аналогов, выпускаемых другими производителями. Этот показатель, а также комплектация машин шинами низкого давления, которые значительно снижают давление на почву, не только положительно сказывается на экономии затрат при использовании нашей техники, но и значительно повышает урожайность (увеличение урожайности до 12-18%). 10-, 14- и 20-тонные разбрасыватели возможно применять для перевозки зеленой массы. Для этого они комплектуются дополнительными бортами. Разгрузка производится штатным транспортером. Время разгрузки - соответственно 3, 5, 8 мин. Возможно применение этой техники и для известкования полей. Все это позволяет использовать технику в течение 8-9 месяцев.

Таблица 21 –Характеристика прицепов-разбрасывателей

Модель	Грузоподъёмность, т (объем, м <sup>3</sup> ) с комплектом переоборудования	Тип разбрасывателя
PTU -4.0/1 3А	5	Вертикальное с 4 вертикальными барабанами
PTU -6.0/1 3А	8	Вертикальное с 4 вертикальными барабанами
PTU -6.0/1 3В	8	Вертикальное с 2 вертикальными барабанами
PTU -6.0/13S	8	Вертикальное с 4 вертикальными барабанами
PTU -6.0/14 А	10	Вертикальное с 4 вертикальными барабанами
PTU -6.0/14 В	10	Вертикальное с 2 вертикальными барабанами
PTU -6.0/14 D	10	Верт, с 2 гориз. барабанами и 2 разбрас. дисками
PTN-1210	10	Вертикальное с 2 вертикальными барабанами
PTU -6.0/14S	10 (25 м <sup>3</sup> )	Вертикальное с 4 вертикальными барабанами
PTU-14	14	Вертикальное с 2 вертикальными барабанами
PTU-14S	14 (30 м <sup>3</sup> )	Вертикальное с 2 вертикальными барабанами
PTU-14D	14	Верт, с 2 гориз. барабанами и 2 разбрас. дисками
PTU-14DS	14 (30 м <sup>3</sup> )	Верт, с 2 гориз. барабанами и 2 разбрас. дисками
PTU-17	17	Вертикальное с 2 вертикальными барабанами
PTU-17S	17 (36 м <sup>3</sup> )	Вертикальное с 2 вертикальными барабанами
PTU-17D	17	Верт, с 2 гориз. барабанами и 2 разбрас. дисками
PTU-17DS	17 (36 м <sup>3</sup> )	Верт, с 2 гориз. барабанами и 2 разбрас. дисками
PTU -20	20	Вертикальное с 2 вертикальными барабанами
PTU -20S	20(42 м <sup>3</sup> )	Вертикальное с 2 вертикальными барабанами
PTU -20D	20	Верт., с 2 гориз. барабанами и 2 разбрас. дисками
PTU -20DS	20 (42 м <sup>3</sup> )	Верт, с 2 гориз. барабанами и 2 разбрас. дисками

### ***Фирма Bauer.***

Инновационной разработкой фирмы «Bauer» (Германия) является машина для внесения твердых органических удобрений на базе вертикального кормосмесителя (рис. 100). Она оснащена системой газонепроницаемой герметичной шнековой загрузки (патент фирмы «Bauer»), которая позволяет в несколько раз повысить рентабельность машины.



Рисунок 98 - Компоновка машины RTU-20



Рисунок 99 – Рабочие органы машины RTU-20

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.



Рисунок 100 - Разбрасыватель твердых органических удобрений фирмы «Бауер» на базе вертикального кормосмесителя со шнековой загрузкой

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.

#### ***Фирма «Strautmann».***

Фирма «Strautmann» (Германия) за последние четыре года усовершенствовала весь спектр предлагаемых разбрасывателей твердых органических удобрений 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 разбрасывателей твердых органических удобрений, в том числе и с использованием системы GPS.

#### ***Фирма «Rauch».***

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 «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 при позднем внесении удобрений и неблагоприятных почвенных условиях.

Особенности конструкции позволяют использовать 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 регулировки потока удобрений. Разбрасыватель автоматически приспосабливается к изменению характера течения удобрений и одновременно с высокой точностью регистрирует массу разбрасываемого материала (в килограммах).

Фирма «Rauch» предлагает также двухдисковые разбрасыватели серий MDS, «Axis» и мод. TWS 7000 для работы на больших площадях.

В разбрасывателях серии MDS определенная длина и регулируемое положение лопаток разбрасывающего диска устанавливаются на необходимую ширину захвата согласно сорту вносимого удобрения. Медленно вращающийся палец-ворошитель ( $180 \text{ мин}^{-1}$ ) обеспечивает бесперебойную, бережную подачу удобрений; дозирующая заслонка специальной формы точно подает удобрения и мелкосеменной материал согласно норме внесения (от 3 кг/га); быстро вращающиеся разбрасывающие диски ( $980 \text{ мин}^{-1}$ ) придают гранулам оптимальную скорость выброса, чем обеспечивают точную картину распределения.



Рисунок 101 - Двухдисковый разбрасыватель удобрений серии «Махі»

Разбрасыватели оснащены дозирующим прибором Quantron-M, с помощью которого вид удобрения, вносимая норма и рабочая ширина захвата программируются простым нажатием клавиш, системой Telimat T1 для дистанционного управления распределением по краю или на границе поля из первой технологической колеи, оборудованием для пограничного внесения (GSE 7), ограничителем ширины захвата RV2M, направляющим поток удобрения в ряд, оборудованием для рядового внесения удобрений RFZ 7.

В серии «Axis» диапазон рабочей ширины разбрасывания увеличен до 42 м. Они оснащены новой системой дозирования CDA, которая с помощью оптимизированных форм дозирующих отверстий и волнообразного профиля затвора позволяет осуществлять постоянное точное внесение удобрений с соблюдением заданного интервала, а также электронной системой Quantron-E, обеспечивающей внесение заданной нормы в зависимости от скорости движения; точное внесение по краям и на границе поля обеспечивается с помощью системы Telimat T25.

Отличительной особенностью модели TWS 7000 является то, что она основывается на комбинации стандартного разбрасывателя минеральных удобрений с трехточечной навеской (например, «Axera-N» EMC) с транспортной тележкой вместимостью, увеличенной до 7 тыс. л (рис. 102). Благодаря подвесной конструкции происходит распределение массы на три оси. Это позволяет снизить удельное давление на почву и использовать разбрасыватель при позднем внесении удобрений при неблагоприятных почвенных условиях.



Рисунок 102 - Двухдисковый разбрасыватель минеральных удобрений TWS 7000 фирмы «Rauch» (Германия)

Итальянская фирма «Agrex» выпуска 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 серии XPI. Наиболее совершенной является двухдисковая модель Pull Type, отличающаяся наличием медленно вращающейся ворошилки рабочего бункера, не допускающая дробления гранул удобрений, системы автоматического поддержания заданной до: внесения удобрений, в том числе и с возможностью подключения к спутниковой навигационной системе GPS, сменных бункеров широким диапазоном вместимости, широкопрофильных шин ходовой части, позволяющих снизить удельное давление на почву.

#### **Фирма «Annaburger».**

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 модели MultiLandPlus. Эта модель позволяет повысить универсальность машины и эффективность ее использования благодаря быстрому (в течение 20 мин) переоборудованию самосвала в универсальный навозоразбрасыватель.

#### **Фирма «Bergmann».**

Программа фирмы «Bergmann» (Германия) пополнилась новыми навозо-

разбрасывателями 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. 103).



Рисунок 103 - Разбрасыватель твердых органических удобрений серии TSW фирмы «Bergmann»

Сначала материал измельчается на мелкие кусочки двух- или трёхбарабанными 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 «Muller Elektronik». 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 ползковыми жижераспределителями.

#### **Фирма «Bruns».**

Машины для внесения ЖОУ фирмы «Bruns» (Германия) отличаются наличием универсальной комбинированной системы рабочих органов, которую можно использовать как волокушно-шланговую или ползково-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.

**Фирма «Brii».**

Широкий модельный ряд машин для внесения ЖОУ с волокушно-штанговыми рабочими органами представлен фирмой «Brii» (Германия). Это одно-, двух- и трехосные вакуумные и нагнетательные цистерны с оцинкованным покрытием и индикатором уровня заполнения вместимостью 3000-26200 л (табл. 22).

Одно- и двухосные цистерны оснащены прочными емкостями с оцинкованным покрытием и смотровым глазком в задней части; пятиметровым заборным шлангом диаметром 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, автоматическим регулятором тормозных сил и тяжелым мостом (аналогично обеспечивающим уменьшение радиуса поворота).

Таблица 22 - Техническая характеристика цистерн для внесения жидкого навоза фирмы «Brii» (Германия)

Вместимость, л	Диаметр, мм	Длина, мм	Толщина стенки, мм
Одноосные			
3000	1250	2400	4
4000	1250	3000	4
5000	1400	3000	5
6000	1400	3600	5
7000	1500	3700	5
8000	1500	4300	5
8000	1600	3700	5
10 000	1600	4800	5

10 500	1600	5050	5
11 300	1600	5300	56
10 700	1750	4200	6
12 000	1750	4650	6
Двухосные			
6000	1400	3600	5
7000	1500	3700	5
8000	1500	4300	5
8000	1600	3700	5
10 000	1600	4800	5
12 000	1750	4650	6
14 000	1750	6200	6
15 500	1750	7100	6
16 500	2000	4650	6
17 500	2000	5250	6
18 500	2000	5500	6
20 500	2000	6200	6
Трехосные			
18 500	2000	5500	Н.д.
20 500	2000	6200	Н.д.
22 400	2000	68000	Н.д.
22 000	1900	7550	Н.д.
25 000	2100	7550	Н.д.
24 500	2000	7000	Н.д.
26 000	2100	8000	Н.д.
26 200	2000	7300	Н.д.

Отличительными особенностями цистерн являются управляемый мост Voogge с качающимися полуосями и система упругой подвески с устройством компенсации колебаний центрального балансира, повышающие надежность машин (рис. 104).

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.

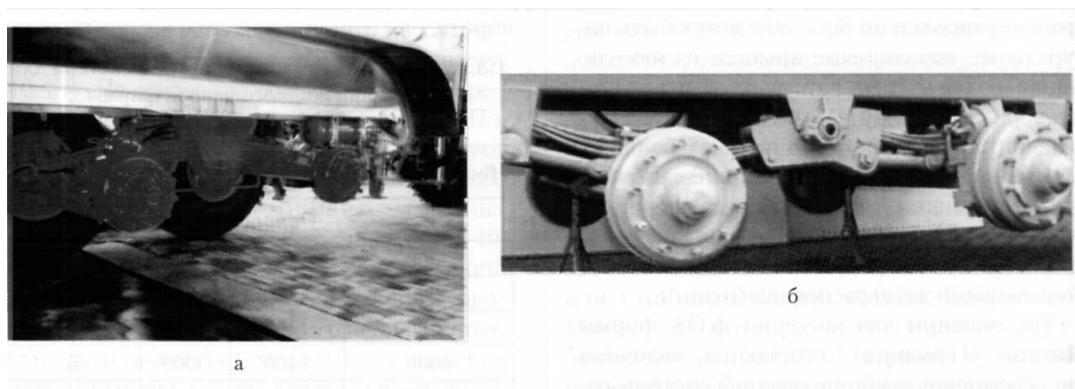


Рисунок 104 - Оснащение одно- и двухосных цистерн фирмы «Vgiri» (Германия): а - управляемый мост Vooggie с качающимися полуосями; б - упругая подвеска с устройством компенсации колебаний центрального балансира

Они оснащены также 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. 105).



Рисунок 105 - Трехосная цистерна для внесения ЖОУ фирмы «Vgiri» (Германия) с волокушно-шланговыми жижераспределителями

Модель PRTW вместимостью 25 тыс. литров и шириной захвата 18-30 м снабжена также системами автоматического измерения и регулирования расхода рабочей жидкости, отключения насоса при заполнении объема цистерны, ре-

гулирования давления в шинах, централизованной смазки. В агрегате с культиватором шириной захвата 4,5 м она может осуществлять внутрпочвенное внесение ЖОУ.

Быстрое и бесперебойное заполнение вакуумных цистерн обеспечивает устройство турбо загрузки, 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 турбозагрузчика вакуум-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.

#### ***Фирма «Stapel».***

Фирма «Stapel» (Германия) выпустила первую жижецистерну из полиэфира вместимостью 19 тыс. л. (рис. 106), преимущество которой в том, что при максимальном полезном объеме она имеет значительно меньшую массу.



Рисунок 106 - 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.

**Фирма «Lehner».**

Представляет интерес компактный навесной однодисковый разбрасыватель удобрений Super Vario фирмы «Lehner» (Германия) (рис. 107). Его отличительными особенностями являются многофункциональность и наличие электроуправления с помощью кабеля 0 25 мм и длиной 6 м. Наряду с разбрасыванием гранулированных удобрений Super Vario может использоваться для внесения консервантов в скошенную растительную массу, разбрасывания кормов для дичи, семян трав, турнепса, масличного рапса, зерна, отравленных приманок.

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



Рисунок 107 - Электроуправляемый навесной разбрасыватель удобрений Super Vario фирмы «Lehner» (Германия)

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

### 3.2.2 Машины американского производства

#### *Фирма «Ag-Chem».*

Фирма «Ag-Chem» корпорации «Agco» представила мощную высокопроизводительную самоходную машину для внесения ЖОУ «Terra-Gator 9205 NMS» (рис. 108), которая оснащена системой автоматического дозирования питательных веществ NMS. В своем наиболее совершенном варианте система NMS использует результаты анализа проб грунта, данные об урожайности и характеристики почв для создания карт, точно показывающих, сколько навоза и на каких зонах участка должно быть внесено для получения высокого урожая.

Особенностью машины является новая загрузочная система, которая может заполнить бак для удобрений вместимостью 20 м<sup>3</sup> за 1,44 мин, что на 70% быстрее обычной насосной системы.



Рисунок 108 - Самоходная машина для внесения ЖОУ «Terra-Gator 9205 NMS»

Такая производительность загрузочной системы достигается применением механического насоса, работающего в паре с центробежным насосом повышенной производительности. Это позволяет на 20% за 1 ч увеличить объем загружаемых удобрений и достичь производительности их внесения до 150 м<sup>3</sup>/ч.

Еще одной ключевой особенностью машины является наличие двигателя

Caterpillar С 13 мощностью 342 кВт и трансмиссии с 16 передачами с автоматической коробкой передач Cat Powershift, которая всегда обеспечивает оптимальное передаточное отношение для выбранного диапазона скорости движения. Трансмиссия специально разработана для передачи большей мощности двигателя на колеса высокой проходимости. Уникальная конструкция шасси с пятью колесами рассчитана на работу с высокой производительностью под большой нагрузкой и в любых условиях.

Машина оснащена также комфортабельной кабиной, в которой поддерживается избыточное давление, имеются трехуровневая система фильтрации воздуха, кондиционер, кресла с пневмоподвеской, системой амортизации и «плавающим» подлокотником, стекла с панорамной обзорностью. Выполненный в современном стиле щиток приборов оборудован аналоговыми индикаторами скорости движения, частоты вращения двигателя, количества топлива в баке, температуры охлаждающей жидкости, давления масла, а также вольтметром. На цифровом терминале Falcon VT непрерывно выводится информация о состоянии различных узлов машины, например, двигателя, трансмиссии, текущей передаче. Джойстик системы NMS, встроенный в подлокотник, позволяет управлять работой всех орудий и систем простым нажатием кнопки. По заказу машина может быть оснащена централизованной системой смазки, электроподогревом и электроприводом зеркал, видеокамерой обзора, системами параллельного или автоматического вождения.

### ***Фирмы Dalton, Blue Jet, DMI.3.***

Компания «ООО «Планета «Юнион» предлагает комплексную поставку оборудования североамериканских производителей Dalton, Blue Jet, DMI.3 для перехода на технологию ленточного внесения жидкого безводного аммиака. Применение данной технологии за рубежом обеспечивает более высокую прибавку урожая зерна кукурузы (4,4 ц/га) и пшеницы (2-3,5 ц/га), ярового ячменя и рапса по сравнению с традиционным разбрасыванием, позволяет снизить затраты по внесению удобрений на 60-70% по сравнению с традиционными технологиями.



Комбинированные агрегаты для внесения безводного аммиака серии «Dalton» (рис. 109) соответствуют современным требованиям по щадящей обработке земли. Агрегаты оснащаются регуляторами-дозаторами, контрольными и отсечными клапанами, а также датчиками расхода безводного аммиака.



Рисунок 109 - Культиваторы-инжекторы «Dalton»: а – DW-6037; б – DW-6042

Агрегаты являются безопасными в использовании, однако требуют повышенных мер безопасности при эксплуатации и хранении.

Основными преимуществами культиваторов-инжекторов серии «Dalton» являются возможность заделывания пожнивных остатков для уменьшения эрозии и сохранения влаги между рядками; создание однородной структуры грунта в области посева и обеспечение лучшего контакта почвы и семян для равномерного прорастания; формирование валков и обеспечение более быстрого просыхания и прогревания почвы для раннего посева; простота и надежность эксплуатации; возможность агрегатирования как с одинарными, так и со сдвоенными рабочими емкостями, использование датчика скорости на базе системы GPS.

Конструкция машин для внесения жидких органических удобрений (ЖОУ), выполненных в виде вакуумных или насосных цистерн с рабочим оборудованием, предусматривает самозагрузку, транспортировку, перемешивание, сплошное поверхностное или внутрипочвенное распределение специально подготовленных удобрений. В России производство таких машин отсутствует.

### **3.2.3 Разбрасыватели удобрений латвийской компании LMR AZENE**

Компания LMR AZENE, созданная на базе завода «Ригасельмаш», имеет более чем 30-летний опыт проектирования и производства разбрасывателей органических удобрений. Применение комплектации ведущих европейских фирм, высокая квалификация производственного персонала, а также простота в обслуживании гарантируют успешную работу в хозяйствах. Экспортируются в Финляндию, Швецию, Германию, страны Балтии, Венгрию, Францию и т. д. С 2003 года начались поставки в Россию.

### **3.2.4 Машины французского производства**

#### ***Фирма «DeLaval».***

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 «МиПег Elektronik» 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.

#### ***Фирма «Kotte».***

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 м<sup>3</sup>, повысить эффективность их использования, существенно снизить давление на почву.

### **3.2.5 Машины датского производства**

#### ***Фирма «Samson».***

Фирма «Samson» (Дания), являющаяся первым в мире производителем разбрасывателей твёрдых органических удобрений 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.

### ***Фирма «Vogballe».***

Новые разбрасыватели серии L фирмы «Vogballe» (Дания) шириной захвата 10-24 м отличаются большим диапазоном вместимости рабочих бункеров 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 позволит вносить различные виды удобрений, в том числе кристаллические, а также высевать семена (пшеницу, ячмень, рожь, горох, рапс, рис и др.).

### ***Самоходный разбрасыватель TERRA-GATOR 3244.***

В новом Terra-Gator 3244 сочетается эффективность нового двигателя и трансмиссии Caterpillar с точностью оборудования для внесения химикатов компании Ag-Chem. Эта машина пришла на смену модели 3104, обеспечивая более высокую продуктивность благодаря двигателю в 364 л. с. и новому шасси, - их комбинация позволяет устанавливать на 3244 цистерну объемом 18 м<sup>3</sup> для жидких или же 18-ти тонный бункер для сухих удобрений.

Двигатель последнего поколения Caterpillar C11 объемом 11,3 л с турбонаддувом и интеркулером, дает мощность в 364 л. с. при 2,100 об./мин. и развивает пиковую мощность в 395 л. с. при 1,900 об./мин.



Рисунок 110 - Самоходный разбрасыватель TERRA-GATOR 3244

В комбинации с максимальным крутящим моментом в 1,752Nm на 1,400 об./мин. двигатель с легкостью обеспечивает мощность, необходимую при пиковых нагрузках.

Созданная на той же базе, что и на гусеничном тракторе Challenger MT 765, трансмиссия 16 передач вперед и 3 назад. Скорости переключаются без сцепления, для этой операции просто используется переключатель "вверх-вниз", находящийся на джойстике управления, который теперь встроен на подлокотнике сиденья.

Таблица 23 - Технические характеристики

Модель	Terra-Gator 3244
Двигатель	Caterpillar C-11 11,1л, Acert Tier III/stage
Номинальная мощность, л.с.	364
Максимальная мощность, л.с.	395
Объем топливного бака, л	2x378
Транспортная скорость, км/ч	40
Емкость для органики, м <sup>3</sup>	18
Помпа, л	6000 (9000 опционально)
Ширина разбрасывания, м	до 24
Общая длина, м	9,08
Колесная база, м	5,72
Полная масса, кг	13100

Система автоматического переключения передач позволяет оператору задать высокую передачу, после чего она сама выбирает передачу, необходимую в зависимости от текущей нагрузки двигателя и рабочей скорости.

Тормозная система тоже усовершенствована: быстрое торможение теперь достигается за счет использования мультидисковых тормозов с масляным охлаждением.

Система накачивания шин позволяет "на ходу" регулировать давление в шинах в зависимости от состояния почвы. При правильном использовании она может свести к минимуму износ шин, предотвратить повреждение почвы, сэкономить топливо.

Система Terra-Gator Dogwalk гарантирует, что каждое колесо машины движется по своей колее - это позволяет более равномерно распределить нагрузку, снижая при этом уплотнение почвы. Буксировка агрегируемого оборудования всегда осуществляется по прямой, поэтому не требуется система подруливания сцепки. Система NMS для жидких веществ может оснащаться горизонтальным рукавом контейнера, центробежным загрузочным рукавом или вертикальным всасывающим рукавом для очень быстрой и эффективной загрузки удобрений в резервуар. При использовании уникального рукава дополнительной загрузки SuperLoad для сокращения времени наполнения общая производительность может увеличиваться на 20%. SuperLoad сразу же начинает работать, заставляя отдельный поршневой насос загружать систему менее чем за 10 секунд.

Terra-Gator может оснащаться системой автоматического рулевого управления Auto-Guide™, которая позволяет улучшить производительность работы и точность движения, одновременно снижая утомляемость оператора.

### **3.2.6 Машины нидерландского производства**

***Фирма «Vicon» («Kverneland group».***

Фирма «Vicon» («Kverneland group», Нидерланды) продолжает выпуск

хорошо зарекомендовавшей себя серии разбрасывателей удобрений RotaFlow. 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 постоянную 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

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. 11), позволяющая вносить удобрения в соответствии с картограммой поля при работе в условиях точного земледелия. Этой системой оснащена модель разбрасывателя RS-EDW. При этом обеспечивается непрерывная связь всех компонентов системы ProFas с системой GPS.



Рисунок 111 - Структурная схема системы ProFas фирмы «Vicon» («Kverneland group», Нидерланды) для использования разбрасывателей удобрений в точном земледелии

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 Basic Terminal фирмы «Muller Elektronik» (Германия).



### *Разбрасыватели минеральных удобрений Eхаста.*

Разбрасыватели удобрений Eхаста имеют уникальную систему внесения минеральных удобрений CentreFlow: гранулы удобрений уже находятся в состоянии вращения, когда поступают на разбрасывающие лопатки. Это исключает дробление гранул удобрений, а также обеспечивает равномерное распределение удобрений по ширине разбрасывания. Дополнительно возможно оборудование электронной системой контроля за нормой внесения. Имеются навесные и прицепные варианты комплектации.



Рисунок 112 – Вид разбрасывателя минеральных удобрений Eхаста

Стандартная комплектация включает:

- 8 лопаток на каждый диск;
- комплект для установки внесения малых доз;
- нержавеющие стальные передние пластины;
- прибор для настройки точного внесения;
- 2 прочных, с высокой пропускной способностью решета;
- предохраняющая от перегрузки муфта;
- калибровочный контейнер.

Система разбрасывания Centre-Flow. Гранулы удобрений уже находятся в состоянии вращения, когда поступают на разбрасывающие лопатки, что сохраняет качество удобрений и обеспечивает требуемую ширину внесения.

Таблица 24 - Технические характеристики

Модель	Ехаста EL	Ехаста CL	Ехаста HL
Способ агрегатирования	навесной	навесной	прицепной
Ширина захвата, м	21	28	до 42
Производительность, га/ч	до 21	до 28	до 42
Рабочая скорость, км/ч	до 14	до 14	до 14
Объем бункера , л	1400	1550	3450
Высота заполнения, м	1,18	1,19	1,67
Частота вращения ВОМ, об./мин.	540	540	540
Масса (без тележки), кг	290	350	585
Требуемая мощность, л.с.	80	80	80
Страна-производитель		Нидерланды	

*Разбрасыватели минеральных удобрений Ехаста.*

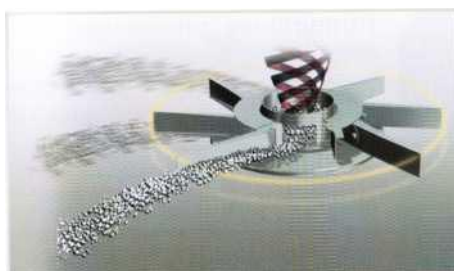


Рисунок 2 – Рабочий орган разбрасывателя минеральных удобрений Ехаста.

Таблица 25 - Техническая характеристика машин для внесения твердых минеральных удобрений фирм дальнего зарубежья

Марка	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Число разбрасывающих дисков	Вместимость бункера, тыс. л	Доза внесения, кг/га	Рабочая скорость, км/ч	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>«Agrex» (Италия)</i>								
XPL 800	Н.д.	12-42	2	0,8	Н.д.	Н.д.	1200x2150x1050	230
XPL 1000	Н.д.	12-24	2	1	Н.д.	Н.д.	1200x2150x1150	247
XPL 1200	Н.д.	12-24	2	1,2	Н.д.	Н.д.	1200x2150x1250	264
«Maxi» 4000	Н.д.	12-28	2	4	Н.д.	Н.д.	6000x2360x1960	1520
«Maxi»6000	Н.д.	12-28	2	6	Н.д.	Н.д.	6000x2360x2250	1820
«Maxi»8000	Н.д.	12-28	2	8	Н.д.	Н.д.	6000x2360x2300	2550
«Maxi» 10000	Н.д.	12-28	2	10	Н.д.	Н.д.	6000x2360x1530	2700
DDL1500+CX30	Н.д.	12-32	2	1,5	Н.д.	Н.д.	3040x2400x1950	755
DDL2000+CX30	Н.д.	12-32	2	2	Н.д.	Н.д.	3090x2500x2080	780
DDL3000+CX30	Н.д.	12-32	2	3	Н.д.	Н.д.	3090x2500x2350	825

<i>«Rausr» (Германия)</i>								
MDS 935M	Н.д.	18-24	2	0,9	Н.д.	Н.д.	Н.д.	250
«Axis» 20.1	8,3	12-28	2	1	Н.д.	Н.д.	Н.д.	295
«Axis» 30.1	Н.д.	12-42	2	1,2	Н.д.	Н.д.	Н.д.	320
«Axis» 30.1 W	Н.д.	12-42	2	1,2	Н.д.	Н.д.	Н.д.	395
TWS 7000	11,6	12-42	2	7	Н.д.	40	6600x2700x3150	3440
<i>«Amazon» (Германия)</i>								
ZA-M900	До 35	10-36	2	0,9-1,7	2-1000	Н.д.	2080x1350x1120	375
ZA-M1200	До 35	10-36	2	1,2-2,7	2-1500	Н.д.	2180x1350x1120	382
ZA-M1500	До 35	10-36	2	1,5-3	2-1500	Н.д.	1350x2300x1470	433
ZA-M1500 «profis»	До 35	10-36	2	1,5-3	2-1500	Н.д.	Н.д.	460
ZA-M1800 «ultra»	До 35	15-48	2	1,8-3,6	2-1500	Н.д.	Н.д.	520
ZA-M3000 «ultra»	До 35	15-48	2	1,8-3,6	2-1500	Н.д.	2950x1750x1490	605
ZG-B 5500	Н.д.	24-48	2	8-10	2-1500	18	6500x2350x2100	2000
ZG-B 8200	Н.д.	24-48	2	8-12	2-1500	25	Н.д.	2200

#### 4 Сенсоры машин для внесения удобрений

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 - «on-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 которым затем 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. 113).



Рисунок 113 - N-сенсор ALS фирмы «Yara» (Германия)

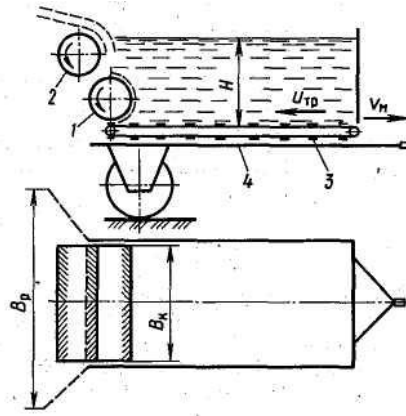
В качестве источника света используется ксеноновая лампа-вспышка, освещающая растения мультиспектральным светом высокой интенсивности, что позволяет использовать N-сенсор круглосуточно. После получения отраженного светового сигнала он передает информацию бортовому компьютеру, установленному в кабине 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 Mini Veg 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).

## **5 Основы теории машин для внесения удобрений**

### **5.1 Расчёт параметров и режима работы машины для внесения твердых органических удобрений**

Разновидности, общая схема рабочего процесса. Машины для внесения твердых органических удобрений подразделяют на кузовные разбрасыватели и разбрасыватели из куч. Наиболее пространены 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. 114) 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.



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

Рисунок 114 – Схема рабочего процесса разбрасывателя твёрдых органических удобрений

При этом лопасти барабана 1 интенсивно, измельчают солоmistые включения и направляют разрыхленную и измельченную массу на барабан 2, который разбрасывает её 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  $u_w$  и ширины  $B_k$ , толщины  $H$  слоя удобрений (высоты кузова) и плотности  $\rho$

$$q = \rho u_{mp} B_k H \quad (1)$$

$$q_3 = Q B_p v_m \quad (2)$$

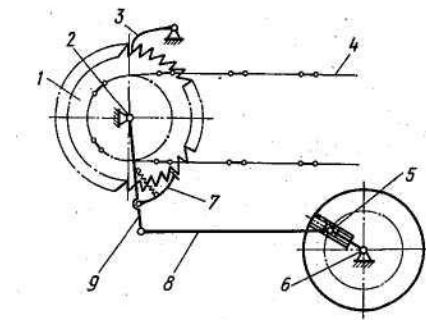
Так как величины  $B_k$ ,  $H$  и  $B_p$  для конкретного разбрасывателя постоянны,

то, чтобы настроить его на заданную дозу  $Q$  при определенном значении  $\rho$ , нужно изменить скорость  $u_{\text{тр}}$  или  $v_m$ . Так как при настройке  $q = q_3$ , то, приравняв правые части формул (1) и (2) и решив полученное выражение относительно  $u_{\text{тр}}$ , найдем

$$u_{\text{тр}} = QB_p v_m / (\rho B_K H) \quad (3)$$

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

Транспортер приводится кривошипно-ползунным и храповым механизмами (рис. 115).



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 115 - 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  $u_{\text{тр}}$  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 удобрений 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  $\gamma_0$  (рис. 116), и характеризуется движением частиц в вертикальной плоскости вдоль лопасти. При этом на частицу массой  $m$  действуют сила тяжести  $G=mg$ , центробежная сила инерции  $F_{ц}=m\omega^2 r_i$ , кориолисова сила  $F_k = 2m\omega \dot{r}_i$ , 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  $\gamma \leq \pi/2$ :

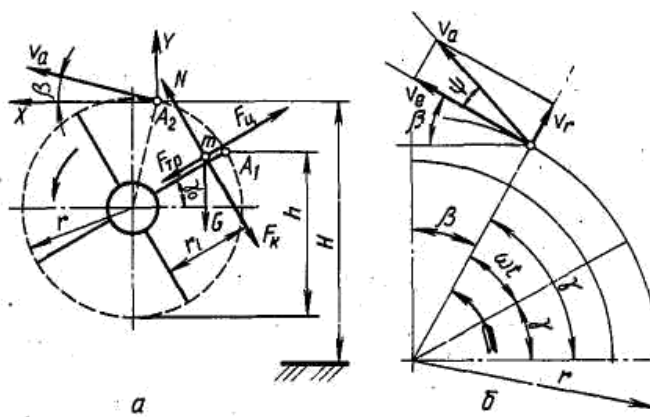
$$m\omega^2 r - mg \sin \gamma \geq F = f (mg \cos \gamma + 2m\omega v_r) \quad (4)$$

Из этого уравнения можно определить относительную скорость частицы вдоль лопасти  $v_r$  и ее конечное значение, т. е. при  $r_i = r$ .

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 разбрасывателей твердых органических удобрений  $v_r \approx 4,0...4,2$  м/с,  $v_e \approx 12,0...12,5$ ,  $v_a \approx 12,8...13,2$  м/с. Угол  $\Psi \approx \arctg(v_r/v_e) \approx 16... 19^\circ$ . 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 твердых органических удобрений отбрасывались дальше, они должны сходиться с лопасти в первом квадранте, т. е. при  $\gamma_0 + \omega t < 90^\circ$ , что зависит от толщины  $h$  слоя удобрений: чем он больше, тем больше угол  $\gamma_0$ , при

котором удобрения начинают сходиться с лопасти. У разбрасывателей твёрдых органических удобрений угол  $\gamma_0 \approx 30^\circ$ .



а - действующие силы; б - схемы движения

Рисунок 116 - Схемы к расчету процесса разбрасывания органических удобрений роторным аппаратом с горизонтальной осью вращения

*Вторая фаза* представляет собой движение тела, брошенного со скоростью  $v_a \approx v_c = \omega r$  под углом  $\beta$  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

$$x = v_a t \cos \beta; y = v_a t \sin \beta - gt^2/2. \quad (5)$$

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

$$-H = v_a t_{\text{п}} \sin \beta - gt_{\text{п}}^2/2, \quad (6)$$

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

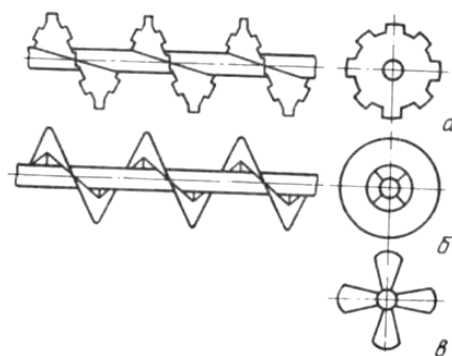
Так как время не может быть отрицательным, то в выражении (7) принято

лишь первое значение корня, со знаком «плюс». Подставив значение  $t_{\text{п}}$  из выражения (7) в первое параметрическое уравнение, определим дальность полета частицы

$$x = v_a^2 \sin 2\beta / (2g) + v_a \cos \beta \sqrt{v_a^2 \sin^2 \beta + 2gH} / g \quad (7)$$

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<sup>-1</sup>, частота вращения барабана 500 мин<sup>-1</sup>, дальность полета удобрений до 12 м.

Во втором случае в качестве основного рабочего органа используется барабан (битер), представляющий собой полу трубу, на которой рабочие элементы (лопатки, лента и т. п.) размещены влево и вправо от центра ее по винтовой линии (рис. 117) с левой и правой навивками.



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

Рисунок 117 - Типы разбрасывающих барабанов.

Так как рабочие поверхности лопаток, зубьев или лент располагаются под углом  $\alpha$  к оси вращения барабана (углом подъема винтовой линии), то возникает боковая составляющая скорости  $v_6 = v_a \cos \alpha \sin \alpha$  (рис. 118).

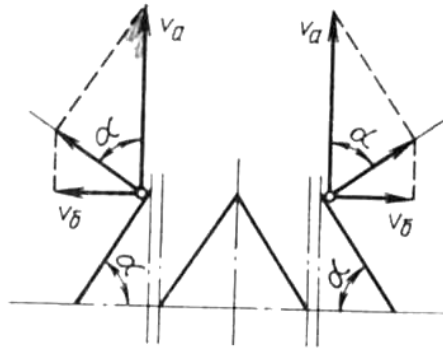


Рисунок 118 - Схема размещения рабочих элементов разбрасывающих барабанов и составляющие начальной скорости полета частиц удобрений.

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  $v_b = \max$ , 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

$$B_p = 2l + B_k \quad (9)$$

где  $l = v_b t_n$ .

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  $B_k$ .

Разбрасыватели твёрдых органических удобрений работают надёжно (без забивания), если производительность разбрасывающего устройства превышает секундную подачу транспортера, т. е.  $q_p \geq q_{тр}$  или

$$z b h n \pi d_{\delta} n_{\delta} \geq H B_k u_{тр} \quad (10)$$

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;

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

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

$$zbhn\pi d_6 n_6 \geq HB_k u_{тр} / (zbhn\pi d_6) \quad (11)$$

## 5.2 Расчёт параметров и режима работы машины для внесения твердых 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 ло-

пастями, 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 удобней до встречи с лопастью

$$m\omega^2 r > fmg, \text{ или } \omega > \sqrt{fg/r}, \quad (12)$$

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

$$n > 30\omega / \pi = 30 \sqrt{fg/r} / \pi \quad (13)$$

Расчеты показывают, что  $\omega^2 r$  достигает 200...400 м/с<sup>2</sup>, что в 20...40 раз больше  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>. 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. 119, 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  $\omega$  - 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;

$\Psi$  - 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  $\omega$ , а сила  $2m\omega_i v_r$  - в обратную сторону.

Условие скольжения гранулы вдоль лопасти

$$\omega^2 r_i \cos \Psi_i > fg + f(2m\omega_i v_r - \omega^2 r_i \sin \Psi_i). \quad (14)$$

Из формулы (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

$$V_a = \sqrt{(v_e \pm v_r \sin \Psi_\kappa)^2 + (v_r \cos \Psi_\kappa)^2} \quad (15)$$

где  $\Psi_\kappa$  - конечное значение угла между лопастью и радиусом.

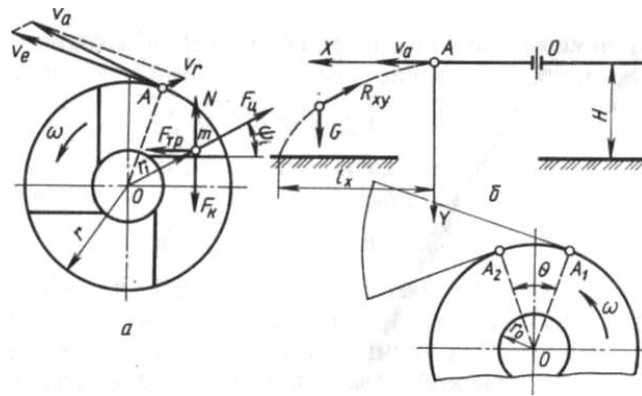
Согласно (рис. 119 а), в выражении (15) перед  $v_r \sin \Psi_\kappa$  знак «плюс», если лопасти отклонены вперед, и «минус», если отклонены назад. При радиальном расположении лопастей  $\Psi_\kappa = 0$  и  $v_a = \sqrt{v_e^2 + v_r^2}$ .

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  $\kappa_n$  - коэффициент парусности. При малых значениях  $\kappa_n$  (гранулы, кристаллы и т. п.) сопротивление воздуха можно не учитывать и для расчета дальности полета гранул пользоваться уравнениями

$$x = v_a t_n; \quad y = g t_n^2 / 2 \quad (16)$$

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. 119,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 119 - 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. 119, б).

$$x = v_a \sqrt{2y/g} \approx \omega r \sqrt{2y/g} \quad (17)$$

Дальность полета гранулы для данного разбрасывающего устройства определим, подставив в выражение (17) значение  $y = H$ , т. е.



$$x = l_x = \omega r \sqrt{2H / g} \quad (18)$$

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. 119, в) для различных гранул будет неодинаковым. Из-за разброса значений  $r_i$  гранулы сходят с диска на некоторой дуге  $A_1A_2$  (рис. 119, в), а их распределение по поверхности поля фиксируется пучком траекторий. Соответствующий этой дуге центральный угол  $\theta = 60...150^\circ$ . Для двухдискового аппарата ширина рассеивания

$$B_p \approx 2 \omega r \sqrt{2H / g} = A \quad (19)$$

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<sup>-1</sup>,  $v_e = 6...14$  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.

### Задачи

#### Задача 1.

Определите передаточное отношение от оси ходового колеса к валу тарельчатого туковысевающего аппарата, если известно, что норма высева удобрений  $\Omega = 100$  кг/га, диаметр ходового колеса  $D = 1,2$  м, объёмная масса туков  $\gamma = 800$  кг/м<sup>3</sup>, объём туков, высеваемых за один оборот тарелки  $V_0 = 1500$  см<sup>3</sup>.

#### Задача 2.

Определите ширину захвата центробежного разбрасывающего аппарата, если известно, что диск расположен горизонтально на высоте  $H = 0,7$  м, частота вращения диска высевающего аппарата  $n = 800$  мин<sup>-1</sup>, наибольший диаметр диска  $D = 500$  мм.

#### Задача 3.

Начертите схему сил, действующих на гранулу удобрений, расположенную на разбрасывающем диске, выведите уравнение траектории полёта гранулы и определите ширину разбрасывания минеральных удобрений двухдисковым аппаратом при угловой скорости вращения  $\omega = 28,5$  с<sup>-1</sup> и высоте расположения дисков  $H = 0,6$  м.

#### Задача 4.

Определите передаточное отношение от оси ходового колеса к валу тарельчатого туковысевающего аппарата, если известно, что норма внесения удоб-

рений  $\Omega = 100$  кг/га, диаметр ходового колеса  $D = 1,2$  м, объемная масса туков  $\gamma = 800$  кг/м<sup>3</sup>, объем туков, высеваемых за один оборот тарелки,  $V_0 = 1500$  см<sup>3</sup>.

#### Задача 5.

Определите скорость транспортера-тукоразбрасывателя, если известно, что скорость агрегата  $v = 1,5$  м/с, норма внесения удобрений  $\Omega = 500$  кг/га, высота щели  $H = 0,4$  м, объемная масса туков  $\gamma = 800$  кг/м<sup>3</sup>, угол установки пальцев  $\alpha = 40^\circ$ .

#### Задача 6.

Если на диск центробежного разбрасывающего аппарата, имеющего скорость  $\omega = 1,0$  с<sup>-1</sup>, радиус  $r_0 = 0,10$  м, поступила частица туков массой  $m = 0,2$  г и находится в положении неустойчивого равновесия, то чему равно значение силы трения?

### Контрольные вопросы

1. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения органических удобрений российского производства.

2. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения минеральных удобрений российского производства.

1. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения органических удобрений белорусского производства.

2. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения минеральных удобрений белорусского производства.

3. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения удобрений немецкого производства.

4. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения удобрений французского производства.

5. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения удобрений американского производства.

6. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения удобрений латвийского производства.

7. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения удобрений датского производства.

8. Сформулируйте общие тенденции развития машин для внесения удобрений нидерландского производства.

9. Какие функции осуществляют сенсорные системы машин для внесения удобрений

## Список литературы

1. Золотая осень достижения в сельском хозяйстве на главной аграрной выставке России: материалы мероприятий в рамках деловой программы 12-й Российской агропромышленной выставки, 1-11 октября 2010 г. / под общ. ред. А.В. Петрикова. М.: ФГНУ "Росинформагротех" Минсельхоз России, 2011. 123 с.
2. CLAAS. Урожай успеха. Программа продукции. М.: «КЛААС КГаА мБХ», 2008. 116 с.
3. Neejet Technologies. Каталог 50-RU. США: Спреинг Системс Ко, 2007. 188 с.
4. Белагромаш. Каталог сельхозтехники. Минск: РУП «Промпечать», 2007. 72 с.
5. Лучшие новинки сельхозмашиностроения на Золотой осени – 2008 г. / Н.В. Березенко, О.В. Кондратьева, О.В. Гришина, Л.М. Колчина // Техника и оборудование для села. 2008. № 12. С. 42-44.
6. Выборочный каталог техники John Deere. М.: Эконива, 2008. 39 с.
7. Гаврилов К.Л. Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт: учеб. пособие. Пермь: Звезда, 2010.
8. Инновационное развитие мирового сельскохозяйственного машиностроения: научный аналитический обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 180 с.
9. Инновационное развитие мирового сельскохозяйственного машиностроения: научный аналитический обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 180 с.
10. Использование оборотных плугов фирмы "Kverniland" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.kverniland.com](http://www.kverniland.com).
11. Каталог техники Мастер Агро. М.: Мастер Агро, 2007. 31 с.
12. Каталоги и рекламные описания сельскохозяйственных машин различных зарубежных фирм по материалам ежегодной Международной выставки «Золотая осень».

13. Кленин Н.И., Киселев С.Н. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. М.: КолосС, 2008.
14. Корпорация "ВЕХА" Итальянская фирма "SFODGGIA" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.sfoggia.com](http://www.sfoggia.com).
15. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник лекций по дисциплине: методическое пособие. Ч. 1. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 145 с.
16. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник задач и тестов: учебное пособие. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. 100 с.
17. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник лекций по дисциплине: методическое пособие. Ч. 2. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 145 с.
18. 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.
19. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник тестовых заданий для контроля знаний по дисциплине: методическое пособие. Ч. II. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 137 с.
20. 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.
21. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины: методическое указание для самостоятельной работы по дисциплине студентам вузов очного и заочного обучения по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Технические системы в агробизнесе». Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 44 с.
22. Кузнецов В.В. Учебное пособие к практическим занятиям по сельскохозяйственным машинам. Ч. 1. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 73 с.
23. Кузнецов В.В. Учебное пособие к практическим занятиям по сельскохозяйственным машинам. Ч. 2. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 99 с.

24. Лубков А.Н. Государственная программа развития сельского хозяйства на 2013-2020 годы: цели, задачи, механизмы, инструменты // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2011. № 12. С. 1-4.
25. Новые агротехнологии. Каталог продукции KUHN. М.: KUHN, 2006. 177 с.
26. Оптимальное сочетание: техника, технологии, финансирование. М: ЛБР групп, 2008. 138 с.
27. Почвообрабатывающая техника фирмы "KOCKERLING" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.kockerling.de](http://www.kockerling.de).
28. Программа продукции DEUTZ FAHR. М.: ЕвроАгропоставка, 2008. 43 с.
29. Программа техники фирмы "KRONE на 2013-2014 гг. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.krone-rus.ru](http://www.krone-rus.ru).
30. Ресурсосберегающее земледелие – будущее сельского хозяйства: каталог продукции производственной компании «Ярославич» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www/pkyar.ru](http://www/pkyar.ru).
31. Сельскохозяйственная техника из Европы. Выборочный каталог. М.: «ЭкоНива-Техника», 2008. 68 с.
32. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов. СПб.: Проспект Науки, 2011.
33. Современная техника для сельского хозяйства России. Орёл, 2007. 92 с.
34. Тенденции развития сельскохозяйственной техники: научный аналитический обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 164 с.
35. Техника выпускаемая фирмой "AMAZONE" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.amazone.de](http://www.amazone.de).
- Техника торгового центра ЛБР-ГРУПП "CASE" "MORRIS" "KUHN" "UNIA"[Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.lbr.ru](http://www.lbr.ru).
36. Техника фирмы "KOLNAG" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.kolnag.ru](http://www.kolnag.ru).
37. Техника фирмы "LEMKEN" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.lemken.com](http://www.lemken.com).

38. Техника фирмы "VADERSTAD" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.vaderstad.com](http://www.vaderstad.com).

39. Перспективная техника для АПК: научный аналитический обзор / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, Н.П. Мишуров, И.Г. Голубев, В.Я. Гольдяпин, Л.М. Колсина, Н.Ф. Соловьёва, Т.Н. Кузьмина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 360 с.

40. Халанский В.М., Горбачёв И.В. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. СПб.: ООО Квадро, 2014. 624 с.



Учебное издание

Кузнецов Владимир Васильевич

# Основы теории и тенденции развития сельскохозяйственных машин

Часть 3

Учебно-методическое пособие

для обучающихся по направлению подготовки

35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата)

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 16.09.2019 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 7,03. Тираж 25 экз. Изд. 6473.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии.  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ