

**Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Д.М. Марьин
А.Л. Хохлов
Е.Н. Прошкин
А.А. Хохлов

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИННО- ТРАКТОРНОГО ПАРКА

(учебное пособие)



Ульяновск - 2022

УДК 631.3 (075.3)
ББК 40.72

Марьин, Д.М. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учебное пособие для студентов инженерного факультета, обучающихся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Е.Н. Прошкин, А.А. Хохлов – Ульяновск: УлГАУ, 2022. - 176 с.

Рецензенты: Павлушин Андрей Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»

Мустьякимов Раиль Наильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»

В учебном пособии излагаются вопросы эксплуатации машинно-тракторного парка: производственные процессы и энергетические средства в сельском хозяйстве, теоретические основы работы машинно-тракторных агрегатов, выбор наиболее рациональных способов комплектования и движения агрегатов, обеспечивающих качественное выполнение операций, высокую производительность и экономическую эффективность их работы и даются рекомендации по обоснованию и применению прогрессивных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.

Печатается по решению методической комиссии инженерного факультета. Протокол № 1 от 29.08.2022 г.

© Марьин Д.М., Хохлов А.Л., Прошкин Е.Н., Хохлов А.А., 2022
© ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Социально-экономические преобразования, произошедшие в стране в последние годы, определяют новейшие требования к организации и управлению агропромышленными предприятиями. Множество объектов агропромышленного комплекса в регионах России к сегодняшнему времени приватизированы, появилось достаточно большое число фермерских хозяйств, занимающихся возделыванием сельскохозяйственных культур.

Основной задачей агропромышленного комплекса является обеспечение населения качественными и недорогими продуктами питания, а перерабатывающей промышленности – необходимыми видами сырья. Большую роль в решении этой задачи играет эффективное использование как отдельно машинно-тракторных агрегатов (МТА), так и всего машинно-тракторного парка (МТП) сельскохозяйственных предприятий. Под эффективным использованием машинно-тракторного парка подразумевается производство сельскохозяйственной продукции необходимого количества и должного качества с низкими трудовыми и денежными затратами.

Целью агропродовольственной политики на современном этапе развития страны является ускорение темпов роста объёмов сельскохозяйственной продукции, повышение её конкурентоспособности, интеграции в мировое сельскохозяйственное производство и рынки продовольствия.

Важным направлением повышения производительности труда в сельском хозяйстве является рост его технического оснащения. В решении задач, стоящих перед сельскохозяйственным производством, большое значение имеет комплексная механизация производственных процессов, которая является основой повышения производительности труда.

Существенное влияние на эффективное использование и качество выполняемых работ оказывают эксплуатационные свойства применяемого машинно-тракторного парка. Знание технических характеристик тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин, закономерностей их изменения позволяет выявлять и использовать резервы повышения производительности МТА и их экономичности.

Производство конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции базируется на использовании прогрессивных машинных технологий, основу которых составляют технические средства. Поэтому выпускники-агроинженеры должны знать технологию производства, устройство и правила производственной и технической эксплуатации машин, методы их эффективного использования в сельском хозяйстве.

Пособие «Эксплуатация машинно-тракторного парка» подготовлено с целью систематизированного, краткого, логического и аргументированного изложения учебного материала с учетом современных достижений в области эксплуатации машинно-тракторного парка.

I. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

1.1 Производственный процесс и его детализация

Получение продукции в растениеводстве связано с выполнением определенных действий со стороны человека, направленных на организацию выполнения производственного процесса и активизацию факторов повышения его эффективности.

Производственный сельскохозяйственный процесс (процесс производства продукта) – это совокупность последовательных естественных (биологических) и технологических процессов, направленные на получение сельскохозяйственной операции (рис. 1.1).

Технологический процесс – совокупность сельскохозяйственных работ (технологических операций), направленных на обработку или переработку материала с помощью рабочих органов машины с целью изменения его свойств до желаемого состояния.

Любой технологический процесс характеризуется качественными, энергетическими и экономическими показателями.

Качественные показатели устанавливаются на основе агротехнических требований (глубины обработки почвы, заделки семян, нормы высева, высоты среза и т. п.). На каждый агрономатив имеются допуски, т.е. разрешенные отклонения в ту или иную сторону.

Энергетические показатели характеризуют расход энергии и топлива на единицу объема выполненной работы.

Экономические показатели оценивают производительность, затраты денежных средств и труда, расход эксплуатационных материалов при осуществлении конкретного процесса.

Основная технологическая операция характеризует воздействие технических средств на объект обработки и обеспечивает изменение состояния, положения или свойства обрабатываемого материала (среды). Например, работа агрегата в борозде при вспашке, где основная операция связана с оборотом и крошением пласта, заделка поворотных полос и т.д.

Вспомогательная операция обеспечивает или облегчает выполнение основной. Она включает подготовительно-заключительные операции (подготовку агрегата и поля к работе, приемку и сдачу выполненной работы) и сопутствующие (регулировку машин, комплектование агрегатов, контроль качества основной операции, выгрузку (загрузку) технологических емкостей агрегата и т. п.).

Транспортные операции связаны с перемещением материалов и могут быть основными и вспомогательными. Так, например, если в ходе транспортной операции зерно перемещается от зерносушилки к месту хранения или переработки, то выполняется основная операция.

Если при обслуживании конкретной сельскохозяйственной работы (подвоз семян, удобрений, рабочей жидкости и т.п.) считают вспомогательной транспортной операцией.

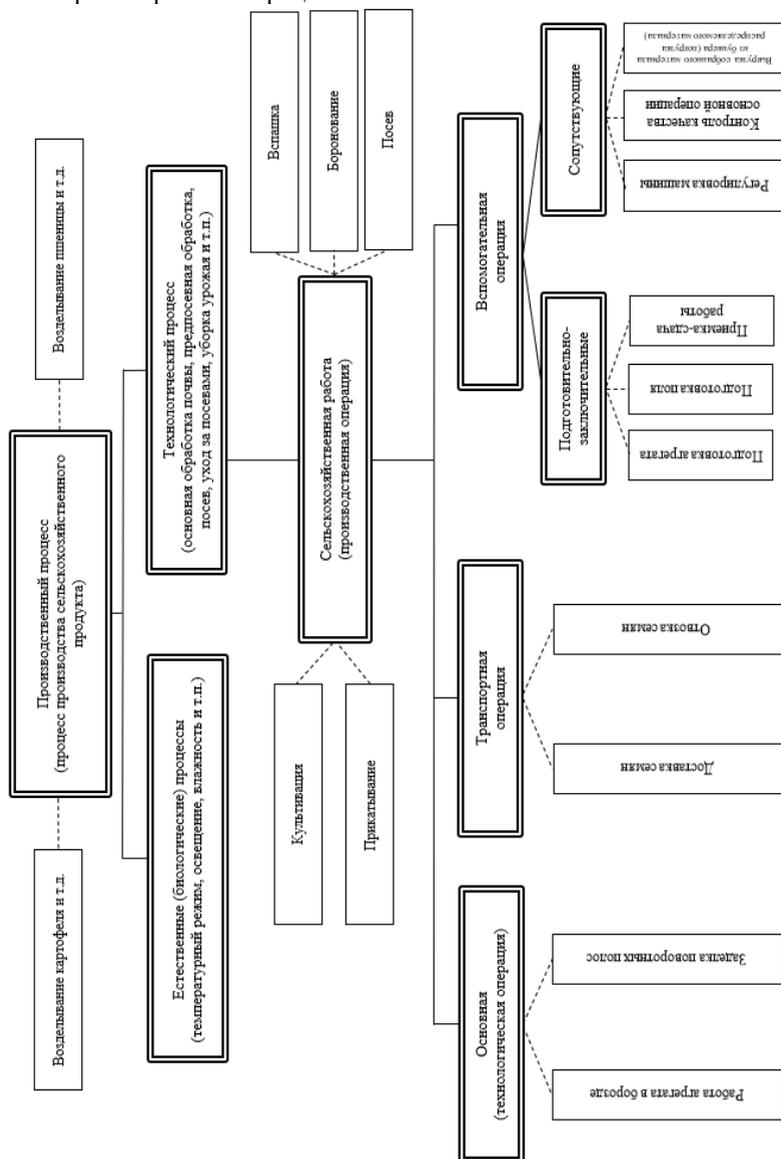


Рис. 1.1 – Структура операций и процессов сельскохозяйственного производства

Виды процессов в зависимости от характера движения обрабатываемого материала: монотонный, непрерывно-пульсирующий, прерывно-поточный и последовательный.

Монотонный процесс характеризуется непрерывным движением обрабатываемого материала. При этом количество и качество материала в отдельных звеньях процесса остаются постоянными в любой момент времени. Например, вспашка, лушение и т. д.

Непрерывно-пульсирующий процесс – это процесс, в котором материал, непрерывно двигаясь, накапливается в одном звене и порцией передается другому. Например, уборка зерновых, когда зерно накапливается в бункере комбайна до его заполнения, а затем перегружается в кузов транспортного средства. К таким процессам относятся уборочные, посевные, посадочные и т. п.

Прерывно-поточный (смешанный) процесс характеризуется тем, что связанные операции разделены во времени. Например, уборка корнеплодов сахарной свеклы по перевалочной технологии состоит из двух связанных операций; выкопка корнеплодов и доставка их на край поля; погрузка из бурта и транспортировка их к месту переработки.

Последовательный процесс – это процесс с разделенными во времени операциями. Например, лушение стерни, внесение удобрений, вспашка зяби и т. д.

Влияние качества работы машинно-тракторных агрегатов (МТА) на основные элементы сельскохозяйственного производства (рис. 1.2) всегда оказывалось решающим. Исходя из необходимости строгого соблюдения заданных качественных показателей, устанавливают допустимую рабочую скорость перемещения агрегата, его рабочий захват и в ряде случаев — способ движения. Эти параметры в основном определяют производительность агрегата, а последняя, в свою очередь, — число МТА. Если агрегатов недостаточно, необходимо продлевать сроки выполнения работ, а это сказывается на урожае; при увеличении же их числа требуются дополнительные капитальные вложения, возрастает число механизаторов, снижается степень их сезонной занятости — в итоге все это отражается на себестоимости продукции.

Значит, в технологических операциях важно добиться сохранения заданных показателей, определяющих урожай, и не допустить потерь или снижения качества продукции. Поэтому главными задачами, решаемыми в технологии производственных операций, являются следующие:

— изучение состояния, свойств и изменчивости обрабатываемых материалов с целью улучшения их характеристик или использования этих знаний при регулировках машин либо для снижения вредного влияния последних;

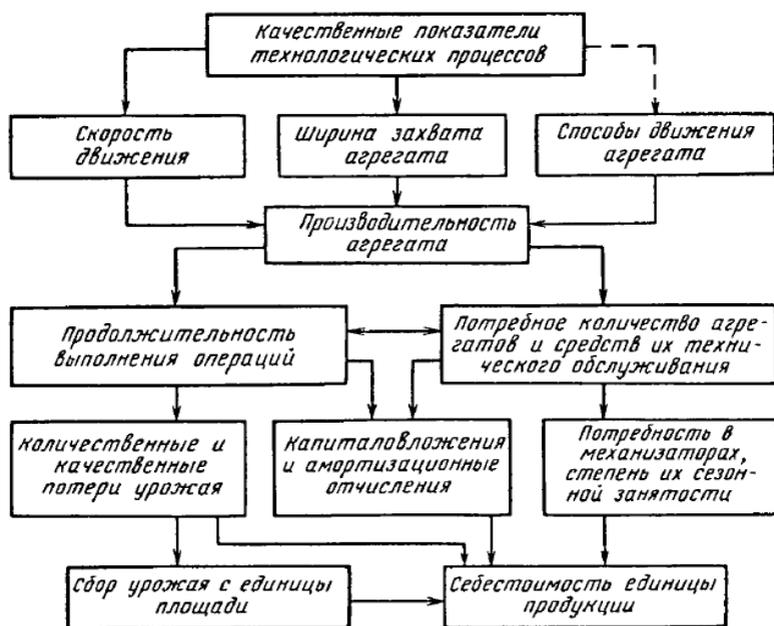


Рис. 1.2 – Влияние показателей качества технологических процессов на основные элементы сельскохозяйственного производства

- анализ факторов, влияющих на качество технологических процессов и урожай;
- выбор и обоснование минимально необходимых операций по возделыванию сельскохозяйственных культур;
- обоснование количества одноименных операций;
- установление начала и продолжительности выполнения операций;
- обоснование и установление агронормативов и допусков на них;
- выбор оптимальных регулировок и режимов работы МТА с целью обеспечения заданных показателей качества при возможных наибольшей производительности и минимальных затратах труда, энергии и средств;
- комплектование и подготовка агрегатов;
- подготовка полей и загонов;
- обоснование и выбор средств технологического и технического обслуживания агрегатов;
- проектирование на оптимум всего комплекса работ и оперативное управление ими;

— разработка методов объективного контроля и оценки качества технологических процессов.

Исходной информацией для решения перечисленных задач служат конкретные данные хозяйств, условия эксплуатации, возможности взаимодействия других подразделений районного агропромышленного объединения и т. п.

Эргономика является составной и очень важной частью любой производственной операции. Эргономика как наука изучает человека (или группу людей) и его деятельность на современном производстве с целью оптимизации машин, условий и процесса труда и регламентирует гигиенические, антропологические и физиологические нормы, учитывает требования инженерной психологии.

Гигиенические нормы применительно к сельскохозяйственному производству определяют допустимый уровень вибрации, загазованности, запыленности, оптимальную температуру, освещенность и подобные показатели на рабочем месте механизатора, обеспечивающие безвредные и безопасные условия труда.

Антропологические нормы характеризуют соответствие рабочего места размерам человека — рациональная поза, осанка, обзорность и некоторые другие факторы, способствующие наиболее эффективному и качественному выполнению производственной операции.

Физиологические нормы характеризуют оптимальные условия функционирования человеческого организма (усилия на педалях и рычагах, перерывы для приема пищи, отдыха и т. п.).

Для творческой, активной работы любого человека важен социально-психологический климат в коллективе, требовательное, но благожелательное, внимательное и чуткое отношение друг к другу и т. п.

Все это необходимо учитывать при организации работы машинно-тракторных агрегатов и их обслуживании.

1.2 Основные факторы, влияющие на качество технологических операций и урожай

Любому культурному растению для развития необходимы благоприятные или оптимальные условия: только тогда оно может дать наивысший урожай, соответствующий данному сорту.

Именно поэтому каждому растению нужно создать одинаковые (идентичные) условия, близкие к оптимальным, на основе информации о их потребностях, запросах и т. п.

Многочисленные факторы, влияющие на рост и развитие растений, качество технологических операций и урожай, объединены в четыре большие группы: биологические, почвенно-климатические, агро-технологические и технические.

Биологические факторы включают в себя посевные качества семян: температуру прорастания, всхожесть, энергию роста; особенности сорта — стойкость к заболеваниям, характер развития корневой системы и наземной части, склонность к полеганию, осыпаемость, продолжительность различных периодов развития растений, определяющих сроки выполнения технологических операций, и т. д.

Данные науки и передовой практики указывают на возможность управления этой группой факторов (применение ультразвука и лазерного луча для предпосевной обработки семян, создание оптимальной плотности почвы, использование биологических стимуляторов роста и т. п.).

Применение достижений биологической науки, выведение высокоурожайных районированных сортов, обладающих лучшими свойствами по сравнению с существующими и в большей степени отвечающих требованиям механизации, является резервом увеличения урожая и способствует улучшению качества технологических операций, особенно уборочных. Например, сорта зерновых культур, дающие однородную и высокую абсолютную массу зерен, меньше повреждаются при обмолоте, а сорта, одновременно созревающие, способствуют сокращению потерь при уборке.

Почвенно-климатические факторы — это типы и свойства почв, их механический состав, а также влажность, плотность; изменчивость свойств почвы и других обрабатываемых материалов под влиянием естественных условий; количество и сроки выпадения осадков, температура воздуха и ее колебания, число солнечных дней в году, направление и сила господствующих ветров и др.

Агротехнологические факторы характеризуются результатом воздействия МТА на материал обработки. К ним относятся: изменчивость свойств обрабатываемых материалов, обусловленная предшествующей операцией; характер микро- и макронеровностей, прямолинейность рядков при посеве, равномерность распределения удобрений по глубине заделки, по площади или длине рядка (или гнезда); соответствие фактических сроков проведения работ оптимальным.

Технические факторы определяются конструктивными особенностями и порядком эксплуатации машин и оборудования. Нарушение режимов эксплуатации, отсутствие обоснованных значений регулировочных параметров или невозможность добиться требуемых регулировок значительно ухудшают качество работы, отрицательно сказываются на урожае и себестоимости продукции. Выявление недостатков в конструкциях машин и устранение их при разработке новых моделей — важная задача испытателей, эксплуатационников, инженерно-технических работников.

Каждая новая машина имеет свои особенности, отличающие ее от аналогичной той же модели, обусловленные технической неоднородностью изготовления сборочных единиц и деталей, точностью их сборки и подгонки, регулировками, а также свойствами эксплуатационных материалов. Поэтому технические факторы подразделяются на конструктивные и эксплуатационные.

Конструктивные факторы определяются, как видно из названия, конструкцией машины и ее техническими данными, и в процессе эксплуатации практически не меняются. К этой группе факторов отнесены: база, колея, расположение центра тяжести, распределение массы по опорам, диаметры ведущих колес или звездочек, конструктивный захват, диапазон регулировок рабочих органов, транспортный и агротехнический просветы, качество материала, его износостойкость и т. п.

Эксплуатационные факторы — это техническое состояние механизмов управления и исполнительных органов машинно-тракторного агрегата, точность начальных и текущих регулировок, скорость и устойчивость движения, особенности кинематики агрегата, надежность сборочных единиц и механизмов, характер и качество выполнения предыдущих технологических, а также вспомогательных операций (точность и правильность разметки загонов, своевременность очистки рабочих органов и пр.).

Важное значение имеет состояние рабочих органов машин.

Например, износ режущих кромок культиваторных лап, лемехов плугов ухудшает подрезание растений и почвенного пласта, увеличивает тяговое сопротивление, нарушает равномерность хода по глубине и ширине захвата. Необходимы постоянный контроль состояния машин и их своевременная регулировка.

За последнее время в сельскохозяйственных организациях получили широкое распространение прогрессивные технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур, разработанные с учетом перечисленных факторов. В результате значительно повышается урожайность растений, снижаются трудоемкость работ и себестоимость продукции.

Контрольные вопросы

1. Пользуясь схемой, приведенной на рисунке 1.1, дайте характеристику производственного процесса и входящих в него операций? 2. Какими элементами определяется технологический процесс и какими показателями он характеризуется? 3. Перечислите и проанализируйте основные факторы, влияющие на качество технологического процесса и урожай? 4. Чем принципиально различаются основная и вспомогательная операция? 5. Перечислите главные задачи, решаемые в технологии производственных операций?

II. ТРАНСПОРТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

2.1 Значение транспорта в сельском хозяйстве

Производство сельскохозяйственной продукции, как растениеводческой, так и животноводческой, связано с большим объемом транспортных работ. Транспортные расходы занимают значительное место в общем объеме затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Эти расходы в себестоимости сельскохозяйственной продукции составляют 15...40 %, а затраты труда 30...70 % в зависимости от природно-производственных условий и вида возделываемой сельскохозяйственной культуры. При этом на транспортных работах занято 20...25 % работников сельского хозяйства.

Основной вид транспорта в сельском хозяйстве – автомобильный, на долю которого приходится до 80 % всего объема перевозок. На долю тракторного транспорта в сельском хозяйстве приходится не более 20...27 % объема перевозок.

Грузоподъемность автомобилей колеблется в широких пределах, поэтому в зависимости от условий работы следует выбирать такой автомобиль, который наиболее полно отвечает требованиям высокой производительности и ресурсосбережения.

2.2 Виды транспортных средств, применяемых в сельском хозяйстве

В сельскохозяйственном производстве используют все основные виды транспорта, включая автомобильный, тракторный, гужевой, авиационный, железнодорожный, водный, трубопроводный, канатный.

Основную часть грузов перевозят *автомобильным* (до 80 %) и *тракторным* (до 20...27 %) транспортом.

Гужевой транспорт. Гужевой транспорт используют в небольшом количестве и в основном на внутриусадебных перевозках, включая подвоз кормов на фермах, перевозку молока и др.

Авиационный транспорт. С помощью авиационной техники в сельском хозяйстве выполняются более 100 видов транспортно-технологических работ по борьбе с вредителями и болезнями растений, по уничтожению сорняков, дефолиации и т. п. Авиация позволяет в сжатые сроки проводить такие работы, которые другими средствами сделать невозможно. В сельскохозяйственном производстве применяют самолеты АН-2, АН-2М, ЯК-12 и ЯК-12М, вертолеты МИ-1, МИ-2, Ка-15, Ка-26 и др.

Железнодорожный транспорт. Железнодорожным транспортом доставляют технику, удобрения и другие материалы, а также вывозят урожай в промышленные центры.

Водный транспорт. Водный транспорт используют для перевозки зерна. По объему морская перевозка зерновых грузов в контейнерах составляет подавляющее большинство от общего объема торговли зерном. Такая популярность объясняется невысокими тарифами на морские перевозки, из-за чего стоимость транспортировки на единицу массы груза здесь минимальная. Кроме того, международные морские перевозки зерновых грузов – это возможность доставить большой объем товара на большие расстояния.

В отличие от услуг грузовых автомобильных перевозок, морские – более продолжительные по срокам, а потому очень важно обеспечить грузу необходимые условия его хранения при транспортировке. Поэтому к выбору транспортного средства для морской перевозки зерновых тоже надо подойти тщательно.

Трубопроводный транспорт. Трубопроводный транспорт находит все большее распространение в народном хозяйстве. Его преимущества по сравнению с механическим — в удобстве и простоте обслуживания, возможности высокой автоматизации, гигиеничности, независимости от рельефа местности и т. п.

В сельском хозяйстве и пищевой промышленности очень широко применяются пневматические и гидравлические транспортеры: для перемещения зерна, удобрений, кормов, соломы, сена и т. п.

Пневматическим транспортером ТПЭ-10А, например, можно перемещать (нагружать) солому и сено в любом виде: россыпью, в снопах, тюках. Этой машиной укладывают грубые корма в скирды или на чердаки коровников, сараев. Транспортер перемещает тюки сена и снопы соломы как по горизонтали, так и под наклоном к горизонту на расстояние до 40 м.

Пневматические транспортеры типа швырялок, к числу которых относится машина ТП-30, подают силосную массу и сенаж в башни, измельченную солому и сено — на чердаки коровников и вторые этажи животноводческих помещений, грузят в хранилища фуражное зерно и сухой жом.

Пневмотранспортер всасывающе-нагнетательный РОМ-Augustow Т-449 навесной (рис. 2.1) предназначен для транспортировки зерна злаковых, стручковых и масличных растений, сыпучих материалов в горизонтальном и вертикальном направлении. Зерно, которое всасывается с помощью всасывающего сопла из зерновых ям, зерновых резервуаров либо силосов, нагнетается на расстояние до 70 метров. Транспортер приводится в действие при помощи шарнирно-телескопического вала от ВОМ трактора. Поэтому он также может использоваться для работы как в поле, так и в хозяйстве, там, где нет доступа к сети электропередач либо невозможно использовать устройства с электрическим приводом.

Всасывающе–нагнетательный транспортёр с трёхступенчатым вентилятором используется для транспортировки прежде всего зерновых и гранулированных материалов по горизонтали и вертикали. Его можно использовать при разгрузочных работах таких как: перегрузка зерна с холмов, с силосной башни или силосов с одновременной загрузкой на транспортные средства и обратно.



Рис. 2.1 - Пневмотранспортер всасывающе-нагнетательный POM-Augustow T-449 навесной

Канатные дороги. В горных условиях автомобили, тракторы и самоходные шасси не везде могут быть использованы для транспортировки сельскохозяйственных грузов. На недоступных участках, переосеченных оврагами, реками, железнодорожными путями, автодорогами и т. п., с успехом могут применяться транспортные средства на канатной тяге (рис. 2.2).

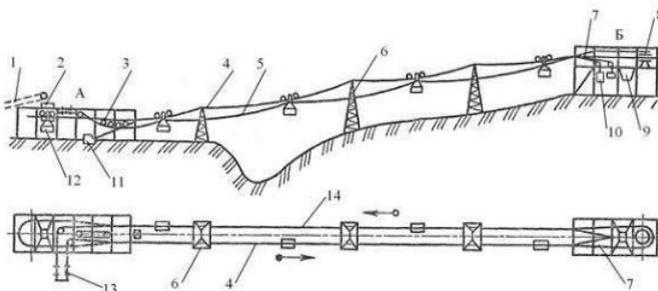


Рис. 2.2 – Схема конструкции двухканатной грузовой подвесной дороги:

1 – загрузочный конвейер; 2, 9 – бункер; 3, 7 – рельсовый путь; 4, 14 – несущие канаты; 5 – тяговый канат; 6 – опоры; 8 – оборотный шкив; 10 – грузы натяжного устройства; 11 – закрепляющие якоря; 12 – вагонетки; 13 – фрикционный привод

2.3 Классификация сельскохозяйственных грузов

Сельскохозяйственные грузы насчитывают более 100 наименований и классифицируют их по физико-механическим свойствам; по степени или коэффициенту использования грузоподъемности транспортных средств; по способу погрузки и разгрузки; по срочности и периодичности перевозок; по массовости и условиям перевозок.

По *физико-механическим свойствам* грузы разделяют на твердые, жидкие и газообразные.

Твердые грузы, в свою очередь, подразделяют по способу погрузки и разгрузки: навалочные, перевозимые навалом без упаковки (овощи, дрова, каменный уголь и др.), сыпучие, или насыпные, перевозимые насыпью (зерно, песок и др.).

К жидким, или наливным, грузам относят воду, молоко, жидкие нефтепродукты, аммиачную воду и др., для перевозки которых требуются специальная тара или цистерны.

Основными газообразными грузами являются кислород, бытовой газ и другие газы, перевозимые в специальных баллонах под большим давлением (кислород, азот, водород, пропан).

По *степени или коэффициенту использования грузоподъемности транспортных средств* все сельскохозяйственные грузы делят на пять классов (Табл. 2.1).

Таблица 2.1

Классы сельскохозяйственных грузов

Класс груза	Расчётная степень использования грузоподъемности транспортных средств	
	пределы изменения	среднее значение
1	1,00	1,00
2	0,99...0,71	0,85
3	0,70...0,51	0,60
4	0,50...0,41	0,45
5	0,40...0,30	0,35

Класс груза зависит от его плотности (t/m^3), т. е. массы данного груза, содержащейся в одном кубическом метре. Чем больше плотность, тем соответственно больше степень использования грузоподъемности транспортных средств.

Плотность сельскохозяйственных грузов изменяется в широком диапазоне [от $120 \text{ кг}/m^3$ (полова) до $1800 \text{ кг}/m^3$ (каменный уголь)], что создает дополнительные трудности при организации перевозок.

Конкретные численные значения плотности и классов всех основных сельскохозяйственных грузов приведены в справочной литера-

туре. Грузы с плотностью более 600 кг/м^3 без упаковки примерно относятся к грузам первого класса.

По способу погрузки-разгрузки грузы подразделяют: на сыпучие и навалочные, которые можно перевозить без тары, а грузить и выгружать сбросом; наливные; штучные; тарные и бестарные. Основную часть сельскохозяйственных грузов (до 70 %) составляют насыпные и навалочные.

По срочности и продолжительности перевозок различают срочные грузы, перевезти которые необходимо в сжатые сроки, определяемые агротехническими сроками, и несрочные грузы, перевозить которые можно в течение более длительного периода. К первой группе относят урожай большинства сельскохозяйственных культур и скоропортящуюся продукцию животноводства, включая молоко, мясо и др. К аварийным относятся грузы, перевозимые при стихийных бедствиях (пожар, прорыв плотины и др.).

По массовости грузы делят на массовые и мелкопартионные. К массовым относят грузы, перевозимые крупными партиями в течение длительного периода (зерно, сахарная свёкла, кукуруза в початках и др.). Мелкопартионные грузы перевозят небольшими партиями, включая отвоз молока после каждого удоя.

По условиям перевозок грузы делят на обычные — не требующие специально приспособленного подвижного состава; скоропортящиеся — требующие соблюдения особых санитарных и температурных режимов; с резким и неприятным запахом — перевозят в специально приспособленных кузовах; антисанитарные — мусор и т.п.; живность — для перевозки необходимы специально приспособленные автомобили (скотовозы, птицевозы и пр.).

По опасности при погрузке, разгрузке и перевозке — малоопасные и опасные.

По размерам — габаритные, крупногабаритные, негабаритные. Габаритные, которые свободно помещаются в стандартный кузов автомобиля; негабаритные (машины, станки, строительные конструкции) шириной свыше 2 м, высотой более 2,5 м и длиной более 3 м, которые требуют специализированных средств или переоборудованного кузова; длинномерные, превышающие длину стандартного кузова более чем на одну треть (трубы, балки). Для перевозки применяются одно- и двухосные прицепы — роспуски или специализированный подвижной состав.

2.4 Классификация автомобильных дорог

Существуют два вида классификации автомобильных дорог — государственная и техническая.

По государственной классификации дороги подразделяют по ведомственной подчиненности, включая общегосударственные, республиканские, областные, районные, курортные и ведомственные.

Техническая классификация автомобильных дорог осуществляется по назначению и интенсивности движения транспортных средств. По этой классификации имеется пять технических категорий дорог.

К дорогам местного значения относят те, по которым выполняют внутрихозяйственные и внехозяйственные перевозки. Дороги для внехозяйственных перевозок соединяют хозяйственные центры с существующей сетью автомобильных дорог. Внутрихозяйственные дороги располагают на территории самого хозяйства.

Классификация сельскохозяйственных дорог при нормировании тракторных транспортных работ. Дороги в данном случае подразделяют на три группы:

первая – обычные грунтовые дороги, сухие, в хорошем состоянии, снежные укатанные дороги и дороги с твердым покрытием (асфальтные и гравийные);

вторая – гравийные и щебенчатые (разбитые), грунтовые и проселочные после дождя (мокрые), слегка оттаивающие после оттепелей, с рыхлым снежным покровом, стерня зерновых, поле после корнеклубнеплодов в сухую погоду;

третья – разбитые дороги с глубокой колеей, оттаивающая или просыхающая снежная целина (при перевозке саями), бездорожье в весеннюю или осеннюю распутицу.

2.5 Классификация перевозок

В зависимости от расстояния и технологии перемещения различают следующие виды перевозок: внутриусадебные, внутрихозяйственные и внехозяйственные.

Внутриусадебные перевозки — это перемещение грузов, например кормов, со складов на фермы, навоза в навозохранилища и т. п. в пределах усадьбы, на расстоянии до 3 км.

Внутрихозяйственные перевозки, например вывоз навоза с усадьбы, фермы на поля, перевозка семенного материала, удобрений, зерна от комбайнов на тока, сельскохозяйственных продуктов с полей к складам, хранилищам и фермам, нефтепродуктов к агрегатам, доставка людей к месту полевых работ и т. п., охватывают территорию в пределах хозяйства на расстоянии до 20 км. Из многообразных внутрихозяйственных перевозок следует выделить в особую группу перевозки, связанные с обслуживанием уборочных, посевных и посадочных агрегатов, а также машин по внесению удобрений и другой сельскохозяйственной техники, выполняющей технологические процессы, состав-

ной частью которых являются транспортные операции. Такие перевозки могут быть названы технологическими.

Внутрихозяйственные технологические перевозки по удельному весу являются основными в сельском хозяйстве и составляют 69 % по объему и 27 % по грузообороту всех сельскохозяйственных перевозок, в том числе 45 % грузов и 16 % транспортной работы приходится на технологические перевозки.

Внехозяйственные перевозки связаны с транспортировкой грузов за пределы хозяйства на расстояние до 100 км: перевозка урожая к местам переработки (зерна на элеваторы, льна-долгунца и сахарной свеклы на перерабатывающие заводы и т.д.), доставка в хозяйство различных грузов (минеральных удобрений) и химикатов, нефтепродуктов, строительных материалов и др.). Для них целесообразно использовать автомобили большой грузоподъемности с высокими техническими скоростями, а в отдельных случаях при сравнительно коротких плечах перевозки (до 20 км) и тракторы К-701, Т-150К.

2.6 Маршруты движения транспортных средств

Эффективность работы транспортных агрегатов в значительной мере зависит от правильной организации движения, распределения транспорта по видам грузов, выбора маршрута, определение режима работы и т. д.

Маршрутом называют порядок следования транспортного агрегата между двумя или несколькими пунктами назначения. Виды маршрутов: маятниковые, радиальные, кольцевые и петлевые (рис. 2.3).

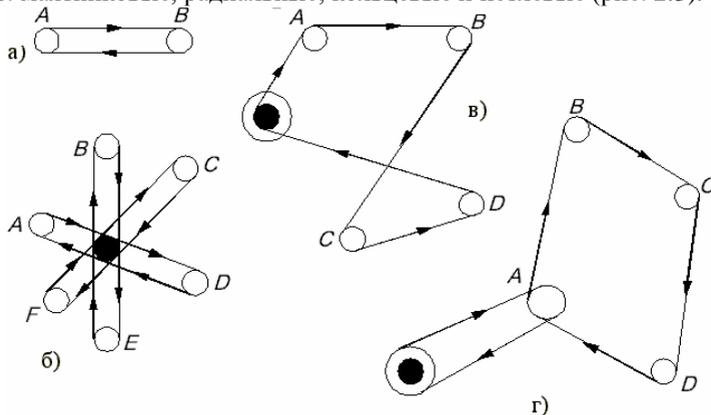


Рис. 2.3 - Схемы видов маршрутов:

а) маятниковый; б) радиальный; в) кольцевой; г) петлевой

Маятниковый – маршрут движения, при котором ездки между двумя пунктами погрузки и разгрузки многократно повторяются (рис. 2.3а). В сельском хозяйстве – это основная форма движения транспортных агрегатов. Ездки могут быть с грузом в обоих направлениях и с холостым пробегом «туда» или «обратно».

Радиальный – маршрут, предусматривающий перевозку грузов из нескольких пунктов отправки в один пункт или наоборот (рис. 2.3б). Радиальные маршруты применяют, например, при перевозке семян или удобрений со склада на различные поля.

Кольцевой – маршрут, при котором транспортные агрегаты движутся по замкнутой траектории с последовательным объединением ряда грузовых потоков в один (рис. 2.3в), его разновидность – петлевой (рис. 2.3г).

Кольцевые маршруты в сельском хозяйстве совершают специализированные транспортные средства (развозка нефтепродуктов, обслуживание бригад ремонтными средствами, диагностирование).

Ездка – транспортный процесс, ограниченный расстоянием между двумя пунктами погрузки и разгрузки.

Рейс – цикл перевозок, по окончании которых транспортный агрегат возвращается к месту припарковывания. При маятниковых маршрутах рейс состоит из двух ездок – «туда» и «обратно».

Путевой лист – основной документ учета работы транспорта, удостоверяющий право водителя работать на линии. На путевом листе должны стоять штамп, печать предприятия (владельца транспорта) и дата выдачи. В нем указывают также марку, государственный номер, фамилию и инициалы водителя, номер водительского удостоверения, класс. При выезде из предприятия или возврата в него в путевом листе соответствующими должностными лицами (диспетчером, механиком, заправщиком топлива, медработником) делаются отметки, удостоверяющие:

- возможность выезда водителя на линию (наличие водительского удостоверения, состояния здоровья, техника безопасности и т. д.);
 - исправность транспорта;
 - время (по графику и фактически) выезда с предприятия и возврата
- после рейса и показания счетчика (расход топлива, мото-ч).

2.7 План перевозок и графики работы транспортных средств

Показатели использования транспортных средств в значительной степени зависят от качества планирования перевозок и оперативной организации работы подвижного состава. При этом различают пер-

спективное (на несколько лет вперед), текущее (на год) и оперативное (на сезон и на каждую смену) планирование транспортных работ.

При перспективном планировании учитывают планы развития всего хозяйства и отдельных его отраслей, а также объемы перевозок основных видов грузов (семян, удобрений, урожая и др.) с учетом расстояний их доставки, а также развития дорожной сети. Определяют и перспективную потребность в транспортных и погрузочно-разгрузочных средствах соответствующих видов (Табл. 2.2).

Таблица 2.2

План работы транспортных средств на 20__ г.

Вид перевозки	Количество груза, т	Среднее расстояние, км	Объем транспортной работы, т · км	Распределение работы по видам транспортных средств				Примечание
				автомобиль		трактор _____		
				марки _____	прицеп _____	_____	_____	
т · км	число машино-смен	т · км	число машино-смен					

Далее перспективные планы уточняют при текущем планировании транспортных работ на предстоящий год, учитывая следующие конкретные исходные данные: структуру и количество грузов; расстояние перевозки каждого вида груза; состояние дорог; календарные сроки перевозок; количество и техническое состояние транспортных и погрузочно-разгрузочных средств и т. д.

На основе указанных данных разрабатывают годовой план работы транспортных средств по прилагаемой примерной форме (Табл. 2.3).

Оперативные планы-графики работы каждого грузового автомобиля разрабатывают примерно на месяц по прилагаемой форме.

Таблица 2.3

План-график работы грузовых автомобилей на _____ месяц 20__ года

Порядковый номер	Инвентарный номер автомобиля	Государственный номер автомобиля	Марка	Ф.И.О. водителя	Число месяца и предполагаемое количество груза для перевозки, т								Всего, т
					01	02	03	04	05	...	31		

Оперативный план каждого транспортного средства на конкретном маршруте составляют и в виде графика движения (рис. 2.4).

По оси абсцисс в соответствующем масштабе откладывают время (t), а по оси ординат – расстояние (l_r) от пункта погрузки до пункта назначения. Время (t_{Π}) соответствует продолжительности погрузки, (t_r) – продолжительности ездки с грузом. Далее следуют время разгрузки – ($t_{\text{раз}}$), время оформления документов – ($t_{\text{оф}}$) и время движения в обратном направлении – ($t_{\text{об}}$). Затем цикл повторяют снова.

Таким образом, в любой i -й момент времени по оси абсцисс можно определить состояние транспортного средства. Проведя из i -й точки вертикальную линию до пересечения с графиком движения, затем горизонтальную до пересечения с осью ординат, определяют местонахождение транспортного средства, как показано стрелками. Тангенсы углов наклона $tg\alpha = l_r/t_r = \vartheta_r$; $tg\beta = l_r/t_{\text{об}} = \vartheta_x$ с учетом расстояния до пункта разгрузки (l_r) соответствуют скоростям движения транспортного средства соответственно в прямом (ϑ_r) и обратном (ϑ_x) направлениях.

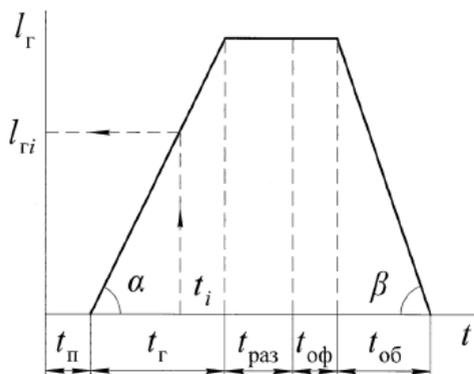


Рис. 2.4 – График движения транспортного средства

2.8 Показатели использования транспортных средств

Использование грузоподъемности. Статический коэффициент использования грузоподъемности:

$$K_r = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} Q_{r_i}}{(Q_{г.н} \cdot n_p)}, \quad (2.1)$$

где Q_{r_i} – масса груза, перевозимая при каждом i -м рейсе, т; $Q_{г.н}$ – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т; n_p – число рейсов.

Класс груза определяют по значению (K_r) (Табл. 2.1).

Использование пробега. Пробеговые показатели транспортных средств оценивают средними значениями расстояния груженой ездки (L_T) и коэффициента использования пробега (ϕ_T) (для условий сельского хозяйства $\phi_T \approx 0,5$), которые рассчитывают по формулам

$$L_T = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} L_{Ti}}{n_p}, \quad (2.2)$$

$$\phi_T = \frac{L_{T\Sigma}}{L_{\Sigma}} = \frac{L_{T\Sigma}}{L_{T\Sigma} + L_{X\Sigma}}, \quad (2.3)$$

где $L_{T\Sigma}$, $L_{X\Sigma}$ – общий пробег транспортного средства соответственно с грузами и без него за рассматриваемый период.

Коэффициент использования пробега (ϕ_T) является одним из важнейших показателей использования транспортных средств. Однако в условиях сельского хозяйства попутные грузы обычно отсутствуют, особенно при перевозке урожая, поэтому значение (ϕ_T) не превышает 0,5, которое и принимают при практических расчетах.

Использование времени. Коэффициент использования времени смены для движения отдельным агрегатом

$$\tau_D = \frac{T_D}{T_{CM}}, \quad (2.4)$$

где T_D – время движения за смену; T_{CM} – время смены.

Коэффициент использования времени смены для полезной работы

$$\tau_T = \frac{T_T}{T_{CM}}, \quad (2.5)$$

где T_T – время движения с грузом за смену.

Коэффициент использования времени смены (τ_T) учитывает все виды непроизводительных потерь времени смены, включая холостой путь транспортного средства, время погрузки и разгрузки, оформления документов и технологических простоев. В зависимости от условий работы, типа транспортного средства, а также его конструктивных особенностей реальные численные значения (τ_T) изменяются до 0,5.

Коэффициент выпуска подвижного состава на линию. Эффективность работы всего парка транспортных средств оценивают коэффициентом выпуска подвижного состава на линию:

$$\alpha_B = \frac{D_{\Sigma}}{(n_{T,П} \cdot D_K)}, \quad (2.6)$$

где D_{Σ} – общее число машинно-дней выпуска транспортных средств на линию за определенный период; $n_{T,П}$ – общее число транс-

портных средств в парке; D_K – число календарных дней за тот же период.

Уровень технической готовности парка. Оценивают его общим коэффициентом технической готовности

$$\alpha_T = \frac{D_{II}}{(n_{T,II} \cdot D_K)}, \quad (2.7)$$

где D_{II} – число машино-дней пребывания транспортных средств в исправном состоянии за рассматриваемый период.

Коэффициент технической готовности парка транспортных средств на данный момент

$$\alpha_{T,M} = \frac{n_{T,II}}{n_{T,II}}, \quad (2.8)$$

где $n_{T,II}$ – число исправных транспортных средств в момент проверки.

Использование скорости транспортных средств. Оценивают ее средней технической (\mathcal{G}_T) и эксплуатационной ($\mathcal{G}_Э$) скоростями, которые вычисляют по формулам

$$\mathcal{G}_T = \frac{(L_{T\Sigma} + L_{X\Sigma})}{(T_{T\Sigma} + T_{X\Sigma})}, \quad (2.9)$$

$$\mathcal{G}_Э = \frac{(L_{T\Sigma} + L_{X\Sigma})}{(T_{T\Sigma} + T_{X\Sigma} + T_{II\Sigma})}, \quad (2.10)$$

где $T_{T\Sigma}$, $T_{X\Sigma}$, $T_{II\Sigma}$ – общее время движения с грузом, без груза и время простоев (погрузка, разгрузка, устранение отказов и др.).

Степень использования технической скорости транспортного средства можно оценить отношением

$$\alpha_{gT} = \frac{\mathcal{G}_Э}{\mathcal{G}_T}, \quad (2.11)$$

2.9 Производительность транспортных средств

Сменную ($W_{Г.СМ}$) (т·км) и часовую (W_G) (т·км/ч) производительности транспортных средств рассчитывают по формулам

$$W_{Г.СМ} = Q_{Г.Н} \cdot K_G \cdot \mathcal{G}_Г \cdot T_{СМ} \cdot \tau_G = Q_{Г.Н} \cdot K_G \cdot \mathcal{G}_Г \cdot T_{СМ}, \quad (2.12)$$

$$W_G = \frac{W_{Г.СМ}}{T_{СМ}} = Q_{Г.Н} \cdot K_G \cdot \mathcal{G}_Г \cdot \tau_G, \quad (2.13)$$

где $Q_{Г.Н}$ – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т; K_G – статический коэффициент использования грузоподъемности транспортных средств; $\mathcal{G}_Г$ – скорость движения с грузом, км/ч; T_G –

время движения с грузом за смену, ч; τ_r – коэффициент использования времени смены для полезной работы.

Соответствующие производительности в тоннах перевезенного груза можно получить путем деления на среднее расстояние перевозки (L_r):

$$W_{r,CM,T} = \frac{W_{r,CM}}{L_r}, \quad (2.14)$$

$$W_{r,T} = \frac{W_r}{L_r}, \quad (2.15)$$

При упрощенных оперативных расчетах значение ($W_{r,T}$) (т/ч) с учетом формулы (2.10) можно вычислить по формуле

$$W_{r,T} = \frac{(Q_{r,H} \cdot K_r)}{(t_r + t_x + t_{II})}, \quad (2.16)$$

где t_r , t_x , t_{II} – среднее время соответственно движения с грузом, без груза, а также время погрузочно-разгрузочных операций, устранения отказов и др. за один рейс, ч.

Равенство (2.16) для удобства практических расчетов с учетом $L_r = L_x$ и формул (2.3), (2.9) можно выразить также в функции (ϕ_r) и (ϑ_r) в виде

$$W_{r,T} = \frac{(Q_{r,H} \cdot K_r)}{\left(\frac{L_r}{\phi_r \cdot \vartheta_r} + t_{II} \right)}, \quad (2.17)$$

Производительность в тонно-километрах за один час получим умножением равенства (2.17) на расстояние перевозки (L_r).

Пути повышения производительности транспортных средств:

1. Увеличение коэффициента использования грузоподъемности при перевозке легковесных грузов за счет наращивания бортов, упаковки и уплотнения груза.

2. Увеличение коэффициента использования времени смены за счет лучшей организации работы водителя и агрегатов, а также всего обслуживающего персонала.

3. Увеличение средней технической скорости за счет улучшения состояния дорог и использования автопоездов.

4. Уменьшение времени простоев, особенно при погрузке и разгрузке, за счет использования соответствующих высокопроизводительных средств.

5. Увеличение коэффициента использования пробега существенно ограничено из-за отсутствия попутных грузов, особенно при внутривозвратных перевозках.

В каждом конкретном случае выбирают те пути повышения производительности транспортных средств, которые требуют меньших затрат средств и сроков.

2.10 Расчёт потребности в транспортных средствах

Требуемое число транспортных средств данного вида для перевозки груза с общей массой ($Q_{г\sum}$) на расстояние (L_r) с учетом формулы (2.17)

$$n = \frac{(Q_{г\sum} \cdot L_r)}{(D_K \cdot \alpha_K \cdot W_{ч} \cdot T_D)} = \frac{Q_{г\sum}}{(D_K \cdot \alpha_K \cdot W_{ч,Т} \cdot T_D)}, \quad (2.18)$$

где $Q_{г\sum}$ – масса груза, подлежащего перевозке, т; D_K – календарные сроки выполнения работы, сут; α_K – коэффициент использования календарного времени ($\alpha_K \approx 0,90$); $W_{ч}$ – часовая производительность транспортных средств, т·км/ч; $W_{ч,Т}$ – часовая производительность в тоннах перевозимого груза, т/ч; T_D – продолжительность рабочего дня, ч.

Массу технологического груза для соответствующих полевых работ (внесение удобрений, посев и посадка сельскохозяйственных культур, защита растений, уборка урожая и др.) определяют по формуле

$$Q_{г\sum} = F_{п} \cdot U, \quad (2.19)$$

где $F_{п}$ – площадь соответствующего поля, га; U – доза внесения удобрений, или норма высева, или урожайность, т/га.

При технологическом обслуживании посевных, уборочных и других агрегатов требуемое число транспортных средств упрощенно можно вычислить из равенства (2.20). Желательно при этом, чтобы вместимость кузова транспортного средства была равной или кратной вместимости бункера соответствующего технологического агрегата.

Требуемое число транспортных средств при групповой работе в составе посевных, уборочно-транспортных звеньев или комплексов

$$n = \frac{(m \cdot W_u)}{W_n}, \quad (2.20)$$

где m , n – число соответственно уборочных и транспортных агрегатов; W_u , W_n – соответственно их производительности, т/ч.

2.11 Классификация погрузочно-разгрузочных средств

Показатели использования транспортных средств в значительной степени зависят от уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Погрузочно-разгрузочные средства классифицируют по мобильности (подвижности) и по принципу действия.

По мобильности погрузочно-разгрузочные средства подразделяют на стационарные, полустационарные и мобильные.

Стационарные погрузочно-разгрузочные средства - не имеющие ходового оборудования, или передвигающиеся только в пределах одного погрузочно-разгрузочного пункта (настенные, мостовые, козловые, башенные краны, краны-штабелеры и т.п.)

Полустационарные средства типа ленточных транспортеров на зернотоках могут периодически перемещаться, для чего они снабжены неприводными ходовыми колесами.

Мобильные погрузочно-разгрузочные средства типа автокранов, экскаваторов и т. д. имеют ходовую часть с приводом от двигателя и перемещаются самостоятельно на требуемое расстояние.

По принципу действия различают погрузочно-разгрузочные средства циклического и непрерывного действия.

При циклическом принципе работы (экскаваторы, автокраны и др.) грузят и разгружают груз отдельными порциями или штуками (твердый, крупногабаритный грузы).

Погрузочно-разгрузочные средства непрерывного действия имеют непрерывно движущиеся гибкие рабочие органы типа ленточных транспортеров, перемещающие груз непрерывным потоком.

Рассмотренные типы погрузочно-разгрузочных средств могут быть как универсальными (для нескольких видов грузов), так и специальными (для отдельного вида груза) – зернопогрузчик, свеклопогрузчик и т. д.

2.12 Производительность погрузочно-разгрузочных средств

Техническая производительность всех погрузочно-разгрузочных средств циклического действия, т/ч:

$$W_{np.ц} = \frac{3,6 \cdot Q_{z.ц}}{t_{ц}}, \quad (2.21)$$

где $Q_{z.ц}$ – масса груза, погружаемого (разгружаемого) за один цикл, кг; $t_{ц}$ – продолжительность одного цикла, с.

Усредненное значение ($Q_{z.ц}$) можно рассчитать по формуле

$$Q_{z.ц} = \Omega_K \cdot K_o \cdot \rho, \quad (2.22)$$

где Ω_K – вместимость рабочего органа, например ковша, м³; K_6 – коэффициент наполнения (использования вместимости); ρ – плотность (насыпная) груза, кг/м³.

Техническая производительность (т/ч) любых погрузочно-разгрузочных средств непрерывного действия:

$$W_{пр.н} = 3,6 \cdot q_n \cdot \vartheta, \quad (2.23)$$

где q_n – масса груза на длине 1 м рабочего органа (транспортера), кг/м; ϑ – линейная скорость рабочего органа (транспортера), м/с.

Численные значения (q_n) и (ϑ) приводятся в технической характеристике каждой машины или их можно определить непосредственно в условиях работы.

Полученные зависимости позволяют обеспечить эффективную взаимосвязанную работу транспортных и погрузочно-разгрузочных средств.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит суть транспортного процесса, его значение для сельскохозяйственного производства? 2. По каким показателям оценивают эффективность использования транспорта? 3. Дайте классификацию и характеристику каждого вида маршрутов движения транспортных агрегатов? 4. Какие виды транспорта применяются в сельском хозяйстве? 5. По каким признакам классифицируются сельскохозяйственные грузы? 6. Как классифицируются дороги? Как определить производительность транспортного агрегата?

III. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА. КЛАССИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

3.1 Классификация тракторов

Тракторы широко применяются во всех областях народного хозяйства. Именно с появлением промышленного производства тракторов в нашей стране началось освоение целины, строительство крупных электростанций, освоение крупных месторождений нефти и газа и т.п.

Слово трактор происходит от латинского слова и означает «тягач», то есть машина с низкой скоростью и большой силой тяги.

Трактор — колесное или гусеничное энергетическое средство, приводимое в движение установленным на ней двигателем, предназначенное для перемещения и приведения в действие различных сельскохозяйственных машин и орудий, тележек, а также для привода стационарных машин от вала отбора мощности или приводного шкива.

Основные параметры, по которым можно классифицировать тракторы (рис. 3.1).

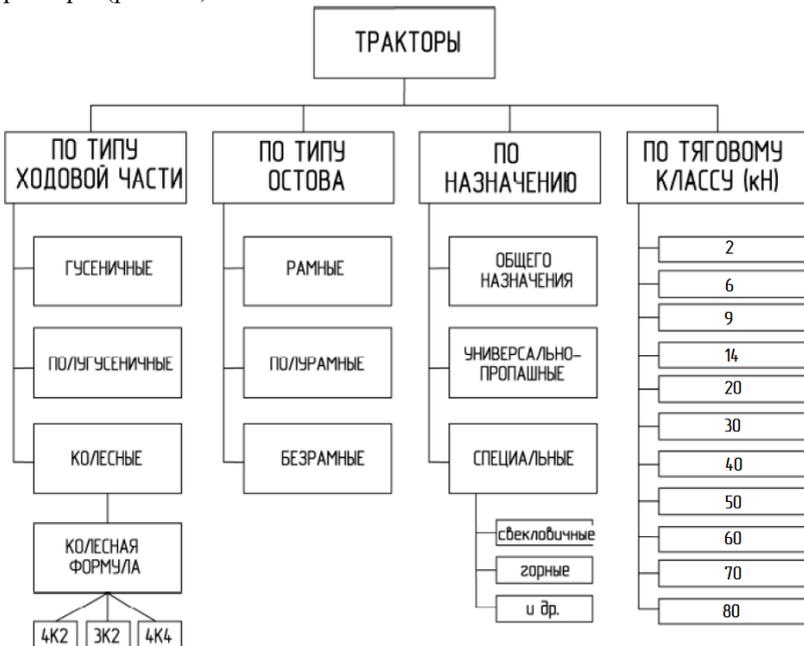


Рис. 3.1 – Классификация тракторов сельскохозяйственного назначения

1) по области назначения существуют три группы: общего назначения, универсально-пропашные и специализированные.

Группа общего назначения включает в себя тракторы, применяемые для основных работ в сельском хозяйстве, возделывание и обработка земляных угодий (дискование, боронование, вспашка, посев, культивация, уборка). Тракторы этой группы (ДТ - 75М, Беларусь - 2022, Т - 402А, Т- 150 - 05- 09, К- 744Р) имеют небольшое значение дорожного просвета и двигатель повышенной мощности. Они используются для пахоты, посева, культивации, уборки зерновых культур и т. д.

Группа универсально-пропашных тракторов (МТЗ – 80/82, Беларусь-1221), это машины, применяемые при выполнении общих работ по возделыванию сельскохозяйственных культур (пахоте, бороновании, посеве) и других сельскохозяйственных работ, связанных с пропашными культурами (прореживание, окучивание и т. д.). Поэтому такие тракторы имеют большее значение дорожного просвета, а также возможность смены колес - широкие на узкие в зависимости от характера работ (или междурядий).

Группа специализированных тракторов предназначены для работы в специфических условиях – например, в болотистой или горной местности и т.д. Конструкционные особенности таких машин ключевым образом зависят от их назначения; например, в болотистой местности применяется трактор ДТ-75Б (болотоходный) с увеличенной шириной гусеницы с целью уменьшения удельного давления на опорную поверхность, работы по сбору хлопка, винограда, либо в соответствии с условиями работы (в горах, на болотах) используется трактор МТЗ-80Х (хлопковый), Т-16 ММЧ применяется для производства чая, винограда, хмеля.

2) по типу устройства ходовой части тракторы делятся на колёсные, гусеничные и полугусеничные.

Гусеничный трактор с широкой площадью опоры на поверхность почвы незначительно сминает и уплотняет ее. Имеет высокие показатели проходимости и повышенное тяговое усилие.

Колесный трактор является более универсальным, однако на переувлажненных и рыхлых почвах он не столь эффективен в использовании, как гусеничный.

Колесные тракторы можно использовать на дорогах общего пользования, где они могут развивать большую скорость по сравнению с гусеничным. Для снижения давления на почву ширина шин тракторов последнее время увеличиваются (особо тяжелые модели оснащаются двоячными колесами (рис. 3.2)).



Рис. 3.2 – Трактор John Deere оснащенный сдвоенными колесами

Колесные тракторы могут иметь два ведущих колеса, т. е. один ведущий мост, например МТЗ-80.1, и четыре ведущих колеса (два ведущих моста) для улучшения тяговых свойств и повышения проходимости, например, Беларус-1221, ВТЗ-2032А.

Колесный трактор по сравнению с гусеничным универсален, дешевле в изготовлении и эксплуатации.

Полугусеничные, в которых используются колесные и гусеничные движители одновременно (рис. 3.3).



Рис. 3.3 – Трактор AXION 900 TERRA TRAC

3) по типу остова: рамные, полурамные и безрамные.

Остов является несущей частью трактора, его основанием. Он нагружен весом агрегатов и воспринимает динамические эксплуатационные нагрузки. Остов должен иметь необходимую жесткость и прочность, а также работать без замены весь срок службы трактора.

Рамный остов образуют основные продольные балки, которые связываются поперечинами. Такой остов облегчает доступ к отдельным агрегатам и их замену, но имеет относительно большую массу.

Рамный остов применяют на гусеничных тракторах (ДТ-75М), а также на колесных с шарнирно-сочлененной рамой (Т-150К, К-525) (рис. 4.3). Такая конструкция служит для разгрузки рамы от дополнительных скручивающих нагрузок при движении по пересеченной местности.

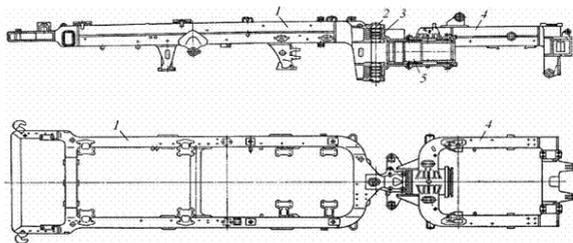


Рис. 4.3 – Рамный остов трактора:

1 – передняя полурама; 4 – задняя полурама; 3 – шарнирное устройство; 2 – вертикальный шарнир; 5 – горизонтальный шарнир

Полурамный остов образован корпусами силовой передачи трактора, соединенных с лонжеронами полурамы, на которую установлен двигатель (рис. 3.5). Такой остов удобен для навески машин, демонтажа двигателя, легче рамного, однако доступ к отдельным механизмам затруднен. Полурамный остов получил широкое распространение на сельскохозяйственных универсально-пропашных тракторах общего назначения.

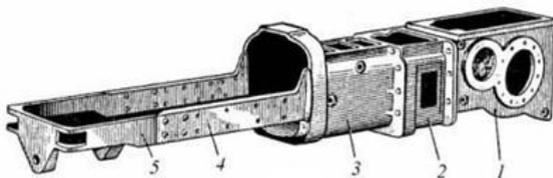


Рис. 3.5 – Полурамный остов трактора:

1,2,3 – литые корпуса центральной передачи, коробки передач и сцепления, соединенные жестко между собой; 4 и 5 – полурама и опорный брус двигателя и переднего моста соответственно.

Безрамные – корпус которого, представляет собой соединённые воедино составляющие его механизмы и элементы (рис. 3.6). Безрамный остов имеют тракторы с групповой упругой или жесткой подвеской опорных катков. Преимущество безрамного остова - высокая жесткость, позволяющая отказаться от упругих соединительных муфт между валами агрегатов. Недостаток безрамного остова - сложность крепления на нем навесных систем и оборудования трактора. Агрегаты тракторов с полурамным и безрамным остовом имеют в стенках картеров люки, позволяющие осматривать и ремонтировать отдельные механизмы и системы без разбора всего трактора.



Рис. 3.6 – Безрамный остов трактора

Классификация тракторов по тяговому классу разделяет их на несколько групп, что позволяет определять, для какой работы подойдет та или иная модель, с учетом технических характеристик. Тяговые классы сельскохозяйственных тракторов определяются путем измерения максимального тягового усилия, развиваемого на стерне при нормальной влажности, твердости, и буксовании (не более 3% для гусеничных моделей, и не более 15% для колесных).

Класс «тяги» тракторов служит одним из основных критериев при выборе техники. Чем выше этот показатель, тем в более сложных условиях сможет работать трактор. Однако не всегда необходима самая мощная из всех существующих машин. При небольшом сопротивлении почвы для работы достаточно и трактора с небольшой «тягой». Более мощная модель потребляет и больше топлива и других технических жидкостей. Таким образом, если вся полезная мощность трактора не идет на выполнение поставленных задач и часть просто растрачивается «впустую», это приводит к финансовым убыткам. Необходимо выбирать модель, наиболее подходящую к эксплуатации в определенных условиях, что позволит получить максимальную производительность и даст возможность избежать неоправданных затрат.

Тяговый показатель исчисляется в килоньютонах (кН) или тонна-силах (тс.), где 1 тс. = 10 кН. Обычно в технических характеристиках для указания значения тягового усилия используют килоньютоны, а усилие в тонна-силах как значение, непосредственно отражающее тяговый класс. Например, МТЗ 80 имеет тяговое усилие на крюке 14 кН с тяговым классом 1.4 тс.

Наибольшее применение в сельскохозяйственном производстве получили тракторы девяти тяговых классов: 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 с соответствующими значениями тяговых усилий: 2; 6; 9; 14; 20; 30; 40; 50; 60, 70; 80 кН.

Классификацию тракторов по тяговому усилию (тяговому классу) следует рассмотреть подробнее на конкретных примерах.

Минитракторы тягового класса 0,2 (МТЗ – 082 (рис. 3.7), МТ-15, Т-012, АМЖК-8 и др.). Техника данного тягового класса обладает очень низким уровнем проходимости, поэтому для нормальной работы требует хорошо укатанного дорожного покрытия. Предназначены для решения простейших задач и работ на легких типах грунта, используются на небольших фермерских хозяйствах.



Рис. 3.7 – Трактор МТЗ - 082

Тракторы тягового класса 0,6 и 0,9 используют для предпосевной и междурядной обработки, посадки овощных культур, посева и ухода за ним, уборки сена, для выполнения транспортных работ и качестве привода для стационарных машин.

Самоходные шасси являются разновидностью трактора тягового класса 0,6, которые имеет грузовую платформу на раме, предназначенную для перевозки грузов, а также для навески различных агрегатов, орудий и машин для работы в сельском или коммунальном хозяйстве. Самоходные шасси Т- 16МГ и СШ-25 (рис. 3.8) применяются в садоводстве, животноводстве, овощеводстве и полеводстве.



Рис. 3.8 – Самоходное шасси СШ-25

Тракторы тягового класса 1,4 наиболее широко используются для уборки и возделывания овощных и технических культур. Оснащенные навесным, полунавесным и прицепным оборудованием, трактора данного класса могут использоваться для вспашки, боронования, культивации, посева, заготовки кормов, междурядной обработки, перевозки грузов, разбрасывания удобрений и для привода в действие стационарных агрегатов.

К данному классу относятся универсально-пропашные тракторы, которые используют на посевных и овощеуборочных работах, вспашке, перевозке грузов (ЮМЗ-6АКМ (рис. 3.9), МТЗ-80.1, ЮМЗ-6ДМ, МТЗ-82.1, Трактор John Deere 6020). Они с успехом применяются при возделывании овощных и технических культур. К этой группе относятся машины «Беларус», имеющие более 25 модификаций. Различие модификаций между собой заключается в их комплектации.



Рис. 3.9 – Трактор ЮМЗ-6АКМ

Трактора тягового класса 2 представляют линейку моделей, сфера использования которых охватывает сельскохозяйственные работы, а также выполнение вспомогательных задач в жилищно-коммунальном хозяйстве, строительстве промышленных и социальных объектов. При установке соответствующего навесного оборудования трактор может выполнять погрузочно-разгрузочные работы, применяется для транспортных целей. К данному тяговому классу относят трактора Т-90С, Т-70В виноградниковый, Т-70СМ свекловодческий и тракторы на колёсном ходу «Беларус-1221» (рис. 3.10), ЛТЗ-155, а также шасси универсальное «Беларус» Шу-356.



Рис. 3.10 – Трактор Беларус-1221

Трактора тягового класса 3 включает как колесные (ХТЗ-121, Т-150К-09 (рис. 3.11), ВТ-130К, Terrion АТМ-3180, Valtra Т 161), так и

гусеничные модели (ДТ-75Д, ДТ-75Н, ВТ-100, ВТ-130, ДТ-75МЛ, ХТЗ-180Р, ХТЗ-200). Данный вид техники в сельском хозяйстве используют для основной обработки почвы, выполнения транспортных работ, посева и уборки урожая, кроме этого трактора данного тягового класса применяются промышленности и при разработке полезных ископаемых и в горнодобывающей отрасли.



Рис. 3.11 – Трактор Valtra T 161

Тракторы тягового класса 4 (Беларус 2022, БТЗ-246К (рис. 3.12)) используют для выполнения энергоемких работ на полях большой площади. Сюда можно отнести тракторы седьмой серии американских фирм New Holland John Deere и Tertron с моделями АТМ 3180/4200



Рис. 3.12 – Колесный трактор БТЗ-246К

Техника тяговых классов 5 и 6 в обязательном порядке должна быть оборудована полным приводом и огромными колесами с глубоким протектором. Используется в широком спектре сельскохозяйственных работ, включая вспашку, лущение стерни, культивацию, посевные и уборочные работы на большой площади. Она используется как тягач для доставки прицепов к шоссейным дорогам. Из российских машин наиболее востребованы трактора с полным приводом К-701М,

К-744Р, К-700А и RSM 2335/2375 (рис. 3.13). У зарубежных производителей большую популярность получили трактора: Case New Holland с серией Т 8000, STX, TG и Magnum; John Deere с серией JD 8030, JD 8050; корпорация AGCO представлена брендами Valtra (модель Т 191 и S 280), Massey Ferguson (модели MF 8170, MF 8270, MF 8470, MF 8480), Fendt (модели 718 Vario, 920, Favorit 930 Vario TMS, Favorit 936 Vario TMS).



Рис. 3.13 – Трактор RSM 2375

Тракторы тяговых классов 7 и 8 – это наиболее мощные и высокоэнергонасыщенные трактора для аграрного сектора, они применяются для основной обработки почв и решения широкого круга других задач.

Из российских тракторов можно выделить К-742М и RSM 3535/3575, а зарубежных тракторов Versatile Deltatrack DT 500/550, John Deere 9570Т, Challenger MT-800В.



Рис. 3.14 –Трактор John Deere 9570Т

3.2 Классификация сельскохозяйственных машин

Сельскохозяйственные машины делят на группы, в каждой группе сельскохозяйственные машины классифицируют по нескольким признакам (рис. 3.15): назначению, по виду выполняемых работ, роду используемой тяги, способу агрегатирования с трактором и другим признакам.

По назначению машины делят на универсальные (общего назначения для выполнения работ в различных условиях, при возделывании различных культур) и специальные (для выполнения работ в ограниченных условиях и при возделывании одной или ограниченного количества культур).

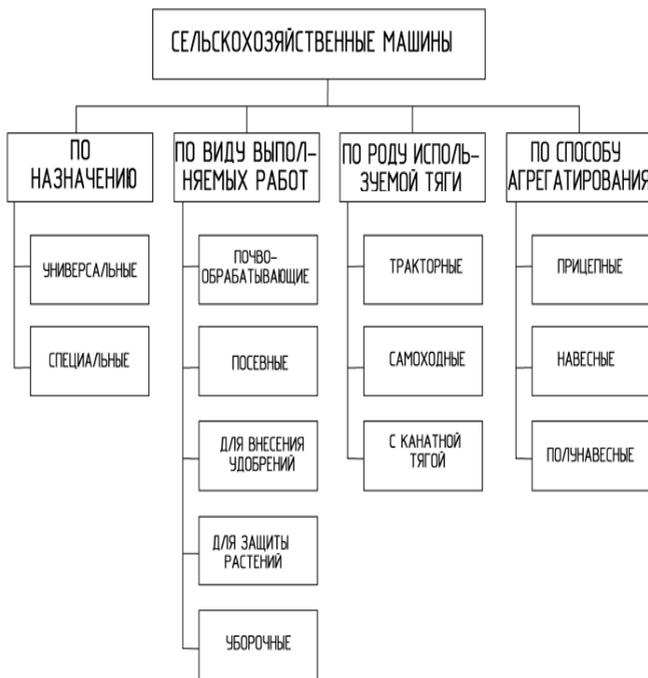


Рис. 3.15 – Классификация сельскохозяйственных машин

По роду используемой тяги машины бывают тракторные, самоходные, с канатной тягой.

По способу агрегатирования с трактором различают прицепные, навесные и полунавесные сельскохозяйственные машины:

- навесная машина - присоединяется к стандартному навесному устройству трактора. Масса машины в транспортном положении полностью воспринимается трактором. Может иметь опорные колеса для

работы. При переводе машины из рабочего положения в транспортное шарнирная точка присоединения к трактору принудительно перемещается в новое положение;

- полунавесная машина – присоединяется к навесному устройству или тягово-сцепному устройству (поперечина без тяговой вилки; поперечина с тяговой вилкой) трактора. Имеет опорные колеса для транспортирования; возможно наличие опорных колес для работы. Масса машины в транспортном положении частично воспринимается трактором и большей частью собственными колесами. При переводе машины из рабочего положения в транспортное шарнирная точка присоединения к трактору принудительно перемещается в новое положение по высоте;

- прицепная машина - имеет опорные колеса. Масса машины в транспортном положении воспринимается ее ходовой системой.

При переводе машины из рабочего положения в транспортное шарнирная точка присоединения к трактору не изменяет своего положения по высоте;

- монтируемая машина - присоединена к навесному устройству трактора и (или) на другие его точки с дополнительным монтажом ряда нестандартных сборочных единиц, входящих в комплект машины.

К монтируемым машинам относится следующее оборудование: экскаваторы, погрузчики, бульдозеры, монтируемые косилки.

Агрегатирование монтируемых машин и оборудования является нестандартным способом применения сельскохозяйственного трактора. Масса машины полностью воспринимается трактором.

В отдельных группах машин могут быть использованы и другие признаки классификации. Например, опрыскиватели делят в зависимости от расхода жидкости, дождевальные машины - от радиуса полива дождевального аппарата и т. д. Машины каждой группы, в свою очередь, подразделяют на типы. Например, среди почвообрабатывающих машин различают машины для основной, поверхностной и специальной обработки; среди уборочных - машины для уборки зерновых, кукурузы, сахарной свеклы и т. д.

Для ориентации в разнообразии сельскохозяйственных машин в маркировке используют буквенные и цифровые индексы. Буквенные индексы обозначают группу, тип машины или рабочих органов, способ соединения с трактором, модификацию и т.д. Причем в буквенной индексации может быть заложено сразу несколько отличительных признаков (группа или тип, способ агрегатирования, тип рабочего органа). Цифровая индексация может обозначать ширину захвата, число рабочих органов, производительность, пропускную способность, модификацию (заводской номер модели).

Сельскохозяйственные машины в зависимости от вида выполняемой работы: почвообрабатывающие; посевные и посадочные; для внесения удобрений; для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков; для заготовки кормов; для уборки зерновых, сахарной свеклы, картофеля и др.; для послеуборочной обработки зерна; мелиоративные.

Почвообрабатывающие машины.

В зависимости от способа обработки почвы различают почвообрабатывающие машины и орудия для основной (рис. 3.16), поверхностной, специальной обработок (это плуги, луцильники, культиваторы, бороны, катки и т.д.).



Рис. 3.16 – МТА для вспашки

Плуги предназначены для основной наиболее глубокой обработки почвы (до 35 см) с крошением и оборотом пласта.

Плуги классифицируются по следующим признакам:

- по типу рабочих органов (лемешные, чизельные, дисковые, ротационные и комбинированные);
- по числу рабочих органов (одно- и многокорпусные);
- по назначению (общего назначения и специальные);
- по способу вспашки (для свально-развальной вспашки, для гладкой вспашки, для ярусной вспашки, для глубокого рыхления без оборота пласта).
- по способу агрегатирования (навесные, полунавесные и прицепные).

Навесные плуги (рис. 3.17) по сравнению с прицепными легче, менее энергоемкие и более производительные, не требуют больших поворотных полос. Однако по качеству вспашки они уступают прицепным и полунавесным плугам. Прицепные плуги обеспечивают лучшее качество вспашки, но более энергоемки и менее производи-

тельны. Полунавесным плугам присущи частично недостатки и преимущества навесного и прицепного плугов.



Рис. 3.17 –Плуг ПЛН-3-35

К рабочим органам плуга относятся корпус, предплужник, нож (и при необходимости почвоуглубитель).

Нож разрезает пласт в вертикальной плоскости, обеспечивая лучшее отделение его от стенки борозды, снижение сопротивления плуга и получение ровной стенки и чистого дна борозды. Нож устанавливают перед последним корпусом плуга. На плугах для вспашки задернелых почв ножи могут быть размещены перед каждым корпусом. На плугах общего назначения и некоторых специальных применяют дисковые ножи.

Почвоуглубитель, устанавливаемый сзади корпуса, служит для рыхления дна борозды без выноса почвы на поверхность поля.

Механизмы плуга обеспечивают перевод его из рабочего положения в транспортное, изменение глубины обработки и ширины захвата.

Бороны применяют для рыхления верхнего слоя почвы, выравнивания поверхности поля, разрушения почвенной корки, комьев почвы, уничтожения сорняков и заделки семян и удобрений (рис. 3.18). Борона подразделяются на зубовые, дисковые, сетчатые, шлейфборона, игольчатые и др.



Рис. 3.18 – МТА для боронования

Зубовые бороны (рис. 3.19) предназначены для рыхления верхнего слоя почвы, разрушения почвенной корки и комьев, выравнивания поверхности поля, заделки семян и удобрений, уничтожения сорняков. Зубовые бороны бывают трех типов: тяжелые, средние и легкие в зависимости от давления, приходящегося на один зуб.



Рис. 3.19 – Борона БЗСС-1,0

Тяжелую борону БЗТС-1,0 применяют для дробления комьев почвы, рыхления ее и выравнивания после вспашки, а также для весеннего боронования зяби.

Среднюю борону БЗСС-1,0 используют для рыхления и выравнивания поверхности поля, уничтожения сорняков, заделки семян и удобрений, боронования всходов.

Легкую посевную борону ЗБП-0,6 применяют для боронования посевов, разрушения поверхностной корки, заделки семян и удобрений, выравнивания поверхности поля перед посевом.

Глубина обработки до 60 мм.

Шлейфбороны ШБ-2,5 (рис. 3.20) предназначена для весеннего рыхления и выравнивания поверхности поля перед посевом.



Рис. 3.20 – Шлейф-бороны ШБ-2,5

Она состоит из ножа для срезания неровностей, зубьев для рыхления и шлейфов для выравнивания и создания мелкокомковатой структуры почвы. Направление движения выбирают под углом к предыдущей обработке.

Сетчатая борона БСО-4А служит для рыхления верхнего слоя почвы, уничтожения почвенной корки в период появления всходов, боронования гребневых посадок картофеля, посевов сахарной свеклы

и других культур. На посевах сахарной свеклы эту борону используют также для прореживания всходов.

Дисковые бороны применяют для послепахотного рыхления почвы, обработки зяби, междурядий в садах, дискования заболоченных почв, обработки лугов и пастбищ. Рабочим органом дисковой бороны служит сферический диск. Сплошные сферические диски применяют на легких боронах, а вырезные диски - на тяжелых. Диски устанавливают на раме батареями в два ряда под углом к направлению движения (углом атаки). Передние батареи работают вразвал, а задние - всвал.

Дисковая навесная борона БДН-3 (полевая) состоит из четырех батарей, в которых можно изменять число дисков, и имеет ширину захвата 3 или 2 м.

Дисковая тяжелая борона БДТ-3 (рис. 3.21) состоит из четырех батарей сферических вырезных дисков, установленных на раме. Борона используется для разделки пластов почвы, измельчения растительных остатков после уборки грубостебельных культур (подсолнечника, кукурузы), разрушения комьев земли после вспашки сухих почв.



Рис. 3.21 – Дисковая борона БДТ-3

Луцильники предназначены для рыхления верхнего слоя почвы, измельчения и заделки пожнивных остатков и семян сорняков (с целью провокации их прорастания). Различают дисковые и лемешные луцильники.

Дисковый гидрофицированный луцильник ЛДГ-15А (рис. 3.22) применяют для лущения почвы после уборки зерновых культур, ухода за парами, разделки пластов и измельчения глыб после вспашки.



Рис. 3.22 – Дисковый луцильник ЛДГ-15А

Полунавесной плуг луцильник ППЛ-10-25 (рис. 3.23) предназначен для лущения стерни, засоренной корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, а также для вспашки легких почв с малым пахотным горизонтом на глубину до 180 мм.

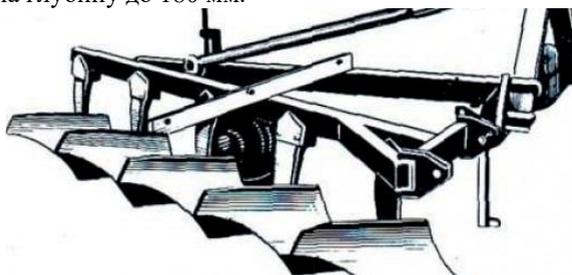


Рис. 3.23 – Лемешный луцильник ППЛ-10-25

Луцильник агрегируют с тракторами класса 30 кН, а без задней секции его можно агрегатировать с тракторами класса 14 кН.

Катки предназначены для дробления комков, разрушения почвенной корки на посевах, уплотнения почвы до и после посева с целью улучшения контакта семян с ней, обеспечивают выравнивание почвы.

Кольчатощпоровый трехсекционный каток ЗККШ-6 (рис. 3.24) применяют для разрушения комков, корки, рыхления верхнего и уплотнения подповерхностного слоя почвы.



Рис. 3.24 – Каток ЗККШ-6

Каждая секция состоит из двух батарей, расположенных одна за другой.

Кольчатозубчатый каток ККН-2,8 предназначен для уплотнения подповерхностного слоя на глубину до 70 мм и рыхления верхнего

слоя на глубину 40 мм. Он состоит из набора клиновидных и зубчатых дисков.

Каток агрегируют с различными тракторами с помощью сцепки или совместно со свекловичными сеялками.

Водоналивной гладкий каток ЗКВГ-1,4 (рис. 3.25) предназначен для поверхностного уплотнения почвы до и после посева.



Рис. 3.25 – Каток ЗКВГ-1,4

Культиваторы предназначены для рыхления поверхности поля, уничтожения сорной растительности, внесения и заделки удобрений, нарезания поливных борозд, окуличивания растений.

Паровые культиваторы применяют для обработки почвы перед посевом и ухода за парами, а пропашные - для обработки пропашных культур, иногда при предпосевной обработке почвы.

Паровой скоростной культиватор КПС-4 (рис. 3.26) предназначен для сплошной обработки паров, предпосевного рыхления почвы и подрезания сорняков с одновременным боронованием.



Рис. 3.26 – Культиватор КПС-4

Для междурядной обработки четырехрядных посевов пропашных культур, посеянных с междурядьем 70 см, применяют культиваторы КОН-2,8, а с междурядьем 45 см - КМС (УСМК)-5,4 (рис. 3.27).



Рис. 3.27 – Культиватор КМС-5,4

Наряду с междурядной обработкой их применяют для окучивания, глубокого рыхления, подкормки, боронования.

Междурядную обработку и окучивание картофеля выполняют культиваторами КОН-2,8 (рис. 3.28), к которым прилагается необходимый набор сменных рабочих органов (стрельчатые лапы, односторонняя плоскорежущая лапа, долотообразная рыхлительная лапа и подкормочный нож, ротационные боронки т.п.).



Рис. 3.28 – Культиватор КОН-2,8

Машины для посева и посадки.

Для посадки различных сельскохозяйственных культур используют сеялки, сажалки и рассадопосадочные машины.

В зависимости от назначения сеялки различают универсальные и специальные. Универсальные предназначены для посева семян различных культур. Специальные сеялки (свекловичные, хлопковые, кукурузные, овощные) предназначены для посева семян одной культуры.

В зависимости от способа посева различают следующие виды сеялок: рядовые – для посева различных культур сплошным рядовым, узкорядным, перекрестным, широкорядным и ленточным способами; гнездовые – для размещения групп семян в параллельных рядах; пунктирные – для размещения семян в ряду на одинаковом расстоянии

один от другого; разбросные – для разбрасывания семян по поверхности поля (посев трав);

По способу агрегатирования различают навесные и прицепные сеялки

Для посева зерновых, зернобобовых и крупяных культур используется зернотуковая сеялка СЗ-3,6А (рис. 3.29) предназначенная для рядового посева с одновременным внесением в засеваемые рядки минеральных удобрений. Агрегатируется с тракторами тягового класса 9 и 14 кН в односеялочных агрегатах и тракторами класса 30 кН, в широкозахватных многосеялочных агрегатах с гидрофицированными сцепками СП-11.



Рис. 3.29 – Зерновая сеялка СЗ-3,6

На базе сеялки СЗ-3,6А разработаны и выпускаются модификации СЗУ-3,6, СЗО-3,6, СЗТ-3,6. Для посева пропашных культур используются сеялки СУПН-8 (кукуруза и подсолнечник) (рис. 3.30), ССТ-12Б (сахарная свекла) (рис. 3.31).



Рис. 3.30 – Сеялка СУПН-8

Сеялка универсальная пневматическая навесная СУПН-8 предназначена для посева пунктирным способом семян кукурузы, подсолнечника и других культур с локальным внесением гранулированных минеральных удобрений. Сеялка снабжена электронной системой контроля высева каждым высевальным аппаратом и уровня семян в бункерах.

Сеялка ССТ-12Б свекловичная точного высева предназначена для пунктирного посева калиброванных обычных и дражированных семян сахарной и кормовой свеклы с междурядьем 0,45 см с одновременным внесением минеральных удобрений.

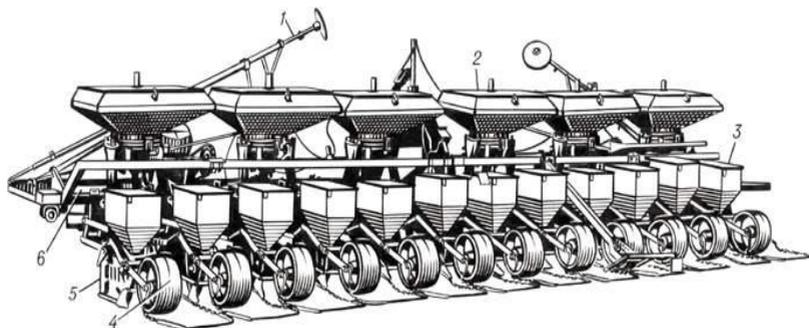


Рис. 3.31 – Сеялка ССТ-12Б

1 — маркёр; 2 — туковывсевающий аппарат; 3 — бункер для семян; 4 — прикатывающий каток; 5 — сошник; 6 — рама

Для посадки картофеля используются картофелесажалки СПК-6 и др.

Машины для внесения удобрений

Удобрения вносят в почву до посева (основное внесение), во время посева или посадки (припосевное) и после посева (подкормка). Основным способом вносят в почву все органические удобрения и большую часть минеральных. Минеральные удобрения при основном способе рассеивают дисковыми разбрасывателями, а заделывают в почву тяжелыми боронами, культиваторами или плугами.

При заделке боронами и культиваторами удобрения располагаются в верхнем слое почвы на глубине до 8 см.

Во время посева и посадки, гранулированные удобрения вносят в рядки комбинированными сеялками и посадочными машинами. В сочетании с предпосевным внесением удобрений этот прием резко повышает урожайность культур.

Машина для внесения минеральных удобрений МВУ - 5 (рис. 3.32). Предназначена для поверхностного внесения минеральных удобрений, слабопылящих известковых материалов и гипса.



Рис. 3.32 – Разбрасыватель МВУ-5

Агрегируется с тракторами тягового класса 14 кН.

Разбрасыватель ПРТ-10 (рис. 3.33) – служит для транспортировки и поверхностного распределения навоза, компостов, торфа, а также других органических удобрений.



Рис. 3.33 – Разбрасыватель ПРТ-10

Агрегируется с тракторами тягового класса 14 кН

Разливщик жидких органических удобрений РЖТ-4 (рис. 3.34) представляет собой цистерну-полуприцеп, передняя часть которого опирается на гидрокрюк трактора, а задняя – на балансирующую тележку. Предназначена для транспортировки, перемешивания и сплошного распределения жидких органических удобрений по поверхности поля. Удобрения распределяются по полю с помощью подающего насоса и отражательного щитка. Агрегируется с тракторами тягового класса 14 кН.



Рис. 3.34 – Разливщик РЖТ-4

Машины для защиты растений.

Для химической защиты растений предусмотрен выпуск и использование отдельных групп машин: опрыскиватели, протравливатели, аэрозольные генераторы, машины для приготовления и заправки опрыскивателей жидкими химикатами.

Опрыскиватели по назначению делят на специальные (для обработки садов, виноградников) и универсальные, по расходу рабочей жидкости – объемные, мало- и ультрамалообъемные; по принципу действия – штанговые и вентиляторные; по виду привода – ранцевые (ручные), тракторные, авиационные.

Опрыскиватели ОП-2000 (рис. 3.35) предназначены для обработки полевых культур и сельскохозяйственных угодий от вредителей, болезней и сорной растительности путем мелкокапельного распыления растворами ядохимикатов, суспензий, минераломасляных эмульсий.



Рис. 3.35 – Опрыскиватель ОП-2000

Опрыскиватели также могут применяться для поверхностного внесения биопрепаратов и регуляторов роста.

В опрыскивателе жидкость из резервуара насосом или сжатым воздухом под давлением подается в распыливающее устройство, из которого выбрасывается через наконечники в мелко распыленном виде и покрывает растения тонким слоем.

Протравливатель семян ПС-10А (рис. 3.36) предназначен для обеззараживания семян зерновых, бобовых и технических культур

водными суспензиями препаратов в зернохранилищах закрытого типа и на токах.



Рис. 3.36 – Протравливатель ПС-10А

Машины для уборки делятся в зависимости от убираемой культуры: для заготовки кормов, уборки зерновых, картофеля, сахарной свеклы и др.

Машины для уборки зерновых культур делят на две группы:

прицепные жатки – для скашивания и укладки хлебной массы в валки; зерноуборочные комбайны – для скашивания и обмолота хлебной массы.

Комбайны классифицируют на самоходные, прицепные и навесные. Комбайны различают по типу молотильно-сепарирующего устройства: с классической и аксиально-роторной схемами молотилки. Наиболее распространены самоходные комбайны с классической схемой молотилки.

Зерноуборочный комбайн Acros - 540 (рис. 3.37) состоит из жатки, молотилки, копнителя или измельчителя соломы, бункера, ходовой части, двигателя, кабины с органами управления и контроля.



Рис. 3.37 – Комбайн ACROS-540

Жатка комбайна предназначена для скашивания хлебной массы, сбора ее и подачи в молотилку.

Молотилка комбайна предназначена для обмолота хлебной массы, отделения зерна от соломы и его очистки.

Копнитель комбайна предназначен для сбора соломы и половы, формирования копны и выгрузки ее на поле.

Бункер предназначен для накопления зерна и выгрузки его в транспортное средство.

Ходовая часть предназначена для перемещения комбайна.

Двигатель служит для привода рабочих органов и ходовой части комбайна.

Кабина оборудована органами управления комбайном, панелью с приборами систем контроля рабочих органов и двигателя.

Комбайн RSM 1401 (рис. 3.38) предназначен для скашивания и измельчения травы, кукурузы и других высокостебельных культур, а также для подбора и измельчения валков сена при заготовке сенажа.



Рис. 3.38 – Комбайн RSM 1401

Контрольные вопросы

1. Какие энергетические средства применяются в сельском хозяйстве? 2. Как классифицируются сельскохозяйственные тракторы? 3. По каким основным признакам классифицируют сельскохозяйственные машины? 4. Дайте характеристику почвообрабатывающим машинам и орудиям для основной обработки почвы? 5. Дайте характеристику машин применяемых для уборки сельскохозяйственных культур? По каким признакам классифицируют плуги?

IV. КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

4.1 Классификация и виды машинно-тракторных агрегатов

Машинно-тракторный агрегат — это совокупность энергетических средств (трактора) и технологических машин (СХМ).

Машинно-тракторные агрегаты комплектуют из машин, входящих в машинно-тракторный парк (МТП) хозяйства, состоящий из тракторов различных моделей, прицепов, навесных, полунавесных и самоходных сельскохозяйственных машин. Состав МТП подбирают для каждого предприятия так, чтобы добиться получения плановых объемов продукции при наименьших затратах труда и материальных ресурсов.

Для обоснования выбора марок тракторов целесообразно сопоставить возможные тяговые сопротивления машин с тяговыми усилиями тракторов, которые предполагается использовать для выполнения сельскохозяйственных работ. Сопоставление тяговых сопротивлений машин и тяговых усилий тракторов позволит установить, на какие марки тракторов приходится большее количество производственных процессов.

Количество машин в агрегате принимается на основе рекомендаций с учетом местных условий так, чтобы обеспечить максимальную производительность агрегата (для агрегатов количество машин следует определить расчетом).

Классификация агрегатов. Большое количество разнообразных МТА в сельском хозяйстве классифицируют по следующим эксплуатационным признакам (рис. 4.1):

- по виду выполняемого технологического процесса (выполняемых работ) - луцильные, бороновальные, уборочные и т. д.;

- по способу производства работ - мобильные, выполняющие технологические операции в процессе движения (пахотные, посевные и т. д.), стационарные, выполняющие технологические операции на стационаре (приготовление травяной муки), и стационарно - передвижные, выполняющие технологические операции на стационаре и в процессе перемещения (машины для полива);

- по виду источника энергии (двигателя) - с тепловым двигателем (механические) и с электрическим двигателем (электрифицированные);

- по составу рабочих машин и числу одновременно выполняемых технологических операций - однородные, когда одна или несколько однотипных машин выполняют одну технологическую операцию, комплексные, состоящие из нескольких машин и выполняющие не-

сколько технологических операций, комбайновые, в состав которых входит одна машина, выполняющая несколько технологических операций, и универсальные, когда агрегат оснащен сменными рабочими органами для выполнения различных операций;

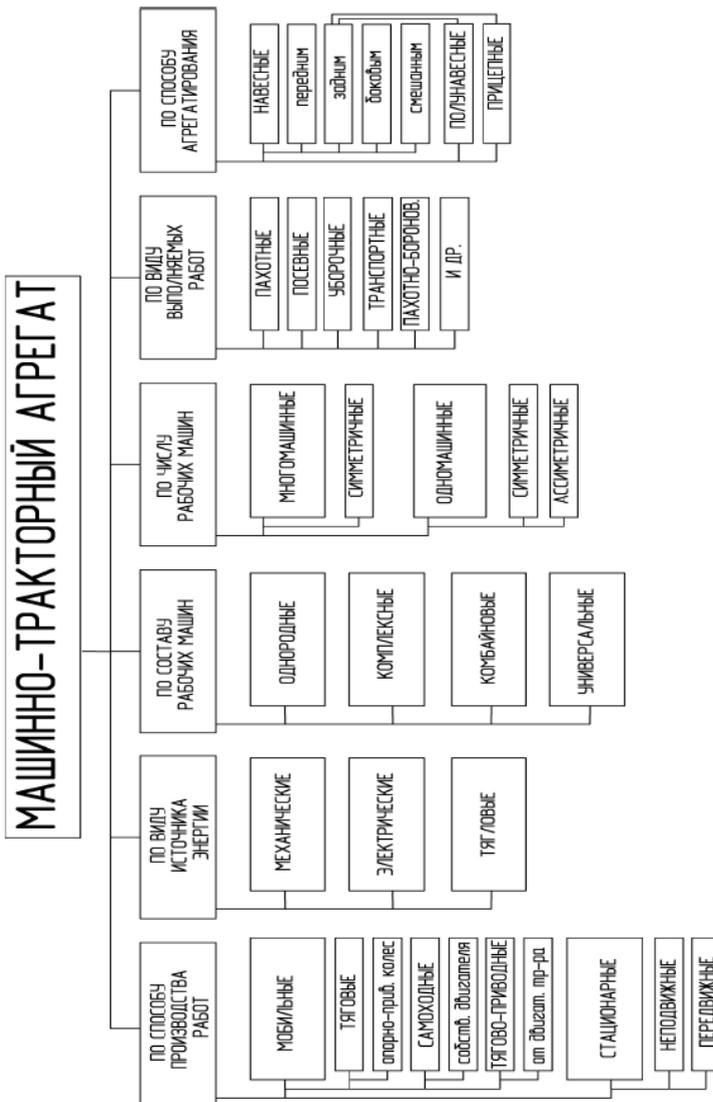


Рис. 4.1 - Классификация машинно-тракторных агрегатов

- по числу машин в агрегате - одно- и многомашинные;
- по расположению рабочих органов машин относительно продольной оси агрегата - симметричные и асимметричные;
- по способу агрегатирования (соединения) рабочих машин с источником энергии - прицепные, когда масса рабочей машины при ее транспортировании приходится на собственный ходовой аппарат, навесные, когда она воспринимается ходовым аппаратом источника энергии, и полунавесные, в которых часть массы приходится на ходовой аппарат источника энергии, а другая часть - на ходовой аппарат рабочей машины;
- по способу привода рабочих органов машин - с приводом от двигателя трактора (самоходного шасси), собственного двигателя и опорно-ходовых колес;
- по расположению рабочих машин в агрегате относительно тяговой машины и водителя - с передним, задним, боковым и смешанным расположениями и т.д. (рис. 4.2).
- по способу использования мощности двигателя трактора подразделяются на тяговые, тягово-приводные и приводные.

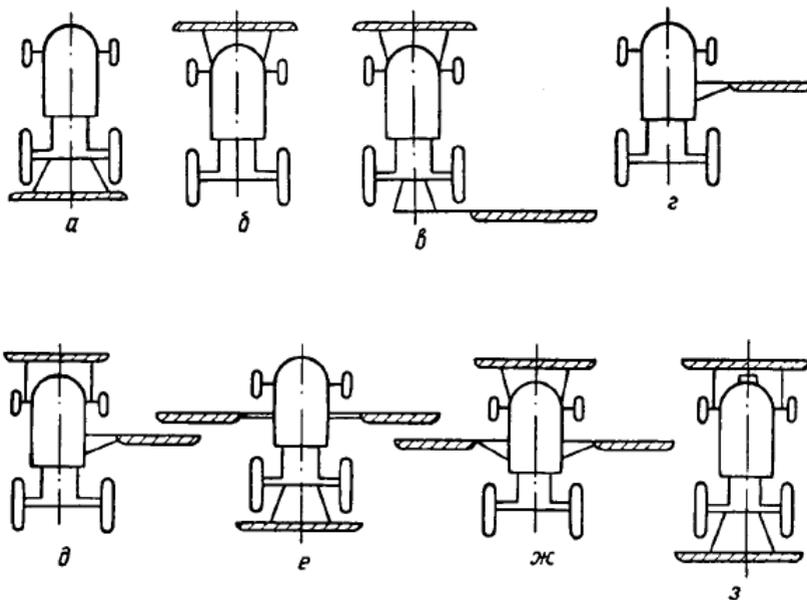


Рис. 4.2 – Схемы навески машин:

а — задняя; б — передняя; в — передняя и задняя боковая, г — боковая срединная, д — передняя и боковая срединная; е — задняя и две боковые срединные; ж — передняя и две боковые срединные; з — передняя и задняя

Навесные машины и орудия не имеют собственной ходовой части и передают весь вес и тяговое усилие на ходовую часть трактора. Примерами навесных машин являются плуг, погрузчик, экскаватор. Некоторые навесные машины и орудия, например плуги, могут иметь опорные колёса, регулирующие глубину обработки почвы, но на них передается лишь незначительная доля веса. По размещению навесной машины относительно трактора различают фронтальную, центральную, боковую, заднюю и комбинированную навеску.

При фронтальной навеске агрегируемая машина или орудие размещаются впереди трактора, например бульдозерный отвал, валковая жатка, фронтальный погрузчик.

При центральной навеске агрегируемая машина размещается под остовом трактора. Это может быть, например культиватор, фреза для удаления асфальта, оборудование для нанесения дорожной разметки.

При боковой навеске агрегируемая машина размещается сбоку трактора. Это может быть косилка, опрыскиватель, каналокопатель.

При задней навеске агрегируемая машина размещается сзади трактора. Это может быть плуг, борона, сеялка.

Ряд машин имеют комбинированную навеску. Например, впереди трактора устанавливается бульдозерный отвал, а сзади экскаваторное оборудование.

Полунавесные (полуприцепные) машины имеют свою ходовую часть, воспринимающую значительную долю веса машины.

Оставшаяся доля веса передается на ходовую часть трактора.

Примерами полунавесных машин могут быть одноосные прицепы, пресподборщики, одноосные прицепные комбайны. Обычно полуприцепные машины агрегируются позади трактора, но встречаются и агрегируемые впереди машины, например погрузчики корнеплодов.

Прицепные машины имеют свою ходовую часть, полностью воспринимающую их вес. Такие машины нагружают трактор только тяговым усилием. Примерами прицепных машин являются двухосные прицепы, фуражиры, волокуши.

Навесная система воспринимает вес и другие силы, создаваемые навесной машиной, и обеспечивает управление ее положением. Навесные системы современных тракторов имеют гидравлический привод и часто называются гидронавесными.

Задняя навесная система сельскохозяйственного трактора как правило имеет многозвенный рычажный механизм с унифицированными точками крепления. Такой механизм состоит из двух нижних продольных тяг, шарнирно прикрепленных к остову трактора, одного или двух верхних рычагов, связанных вертикальными тягами регули-

руемой длины с нижними продольными тягами, гидроцилиндра, связанного с верхними тягами и кронштейн крепления центральной тяги.

Прицепные устройства используются для агрегатирования трактора с прицепными и полуприцепными машинами. Могут быть жесткими и управляемыми. Жесткое прицепное устройство представляет собой крюк, кронштейн, сферическую опору или элемент автоматической сцепки, закрепленные на задней части остова трактора. Жесткое прицепное устройство неудобно при агрегатировании с полуприцепными машинами, так как при сцепке приходится вручную приподнимать дышло этой машины.

Более удобны гидрофицированные сцепные устройства, позволяющие регулировать положение крюка гидроцилиндром.

Тяговые МТА используют для своей работы только тяговое усилие, создаваемое ходовой частью трактора. Примерами машин, использующих только тяговое усилие трактора, являются плуги, бульдозеры, транспортные прицепы.

Тягово-приводные агрегаты используют как тяговое усилие, создаваемое трактором, так и отбор мощности от двигателя через систему отбора мощности минуя ходовую часть. К таким агрегатам относятся различные прицепные и навесные комбайны (например, картофелеуборочные), сеялки, коммунальные машины.

Приводные агрегаты не используют тягового усилия трактора, а приводятся в действие через систему отбора мощности. Это могут быть насосные и генераторные установки, тракторные краны, экскаваторы, подъемники, стационарные сельхозмашины.

4.2 Основные требования к машинно-тракторному агрегату

Для производства сельскохозяйственных работ применяется большое число машинно-тракторных агрегатов различных типов и видов. К ним предъявляются определенные требования (агротехнологические, технические, экономические, по удобству обслуживания, охране труда), которые необходимо соблюдать при комплектовании МТА.

Агротехнологические требования предъявляются к рабочей машине и трактору.

При подборе рабочей машины следует учитывать качественные показатели и агрономативы (глубина пахоты, высота среза, норма высева и т. д.), которым должна удовлетворять выполненная операция: технологические допуски, допустимые потери урожая, повреждения растений и др.

К трактору относятся следующие требования — проходимость в горизонтальной плоскости по значению колеи и ширине движителей; проходимость в вертикальной плоскости по полевому просвету и

наличию обтекателей; проходимость по состоянию почвы — недопустимость образования глубокой колеи, значительных деформаций, распыления, уплотнения и т. п.

Технические требования включают: допустимые скоростные режимы как движения, так и рабочих органов (частота вращения молотильного барабана) машин, кинематические показатели агрегатов, эксплуатационную надежность трактора, машины и агрегата в целом.

К экономическим факторам в первую очередь относится возможно меньшая себестоимость выполненной агрегатом работы при наименьших затратах труда. Исходными данными для определения себестоимости являются: производительность агрегата, расход топлива и эксплуатационных материалов, количество и квалификация личного состава агрегата, затраты на техническое обслуживание и т. д.

Требования по удобству обслуживания агрегата определяются несколькими показателями.

Во-первых, удобство управления агрегатом (обзорность, легкость контроля за рабочими органами, поддержания технологического режима и т. п.).

Во-вторых, удобство технического обслуживания. Оно определяется затратами времени на проведение необходимых операций и зависит от стабильности регулировок, заправочных емкостей, периодичности и числа точек смазывания и др.

В-третьих, удобство технологического обслуживания. Оно характеризуется затратами времени на технологические остановки количеством привлекаемого персонала, трудоемкостью работ.

4.3 Возможные способы соединения трактора и машин в агрегат

В соответствии с общей классификацией различают несколько способов агрегатирования машин:

- навешивание одной или нескольких машин на трактор в различных положениях относительно центра агрегата (рис. 4.2);
- присоединение одной прицепной или полунавесной машины сзади трактора с помощью различных устройств;
- соединение нескольких машин с трактором через различные типы сцепок и других устройств (рис. 4.3).

Для самоходного МГА или шасси разновидностей рабочих агрегатов в зависимости от выполняемых технологических операций получают путем замены одних рабочих органов на другие.

Выбор того или иного способа комплектования МГА зависит от специфики технологической операции, условий работы, конструкций трактора и машин.

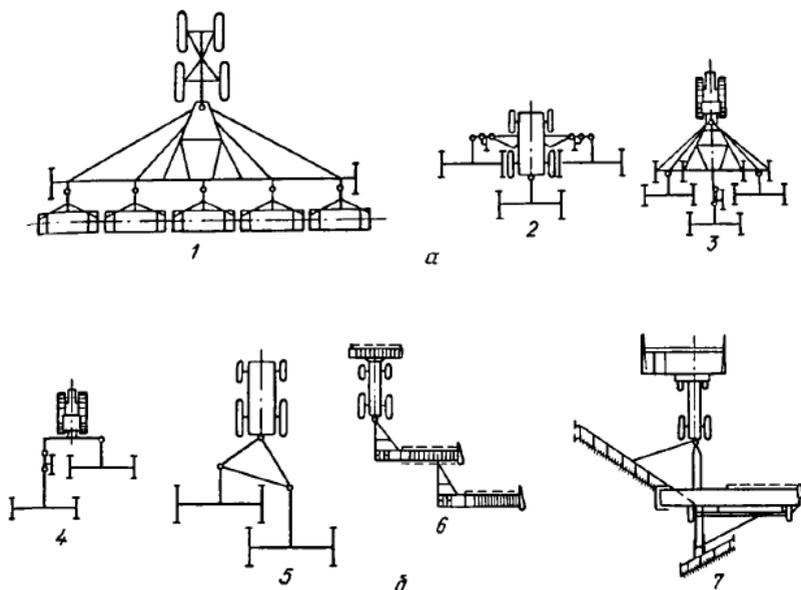


Рис. 4.3 – Расположение машин в агрегате при использовании различных сцепных устройств:

а — фронтальные универсальные сцепки; *б* — специальные сцепки; 1 — прицепная; 2 — шахматная навесная; 3 — шахматная прицепная; 4 — навесная для двух орудий; 5 — прицепная бесколесная для двух орудий; 6 — для жаток при асимметричном расположении; 7 — для жатвенно-луцильного агрегата при уравновешенном расположении

Агрегаты с навесными сельскохозяйственными машинами имеют меньшую металлоемкость, больший сцепной вес и лучшую маневренность.

Если при установке навесных машин нарушаются динамические свойства трактора, устойчивость его управляемого движения, то используют полунавесные машины.

При малых размерах полей и загонов, например, в рисовых чеках, в лесных и лесостепных районах целесообразно использовать одномашинные агрегаты или агрегаты с малогабаритными сцепками.

4.4 Определение числа машин в агрегате

Способы определения числа машин. Для выполнения любой технологической операции принят следующий единый порядок составления агрегата.

1. По агротехническим требованиям к условиям работы выбирают типы тракторов, сцепок и машин (с учетом их эксплуатационных характеристик).

2. По условиям эксплуатации, рабочим параметрам подобранных тракторов и машин, а также рекомендованному диапазону скоростей движения (по показателям качества работы) определяют число машин в агрегате.

3. С учетом указанных требований регулируют трактор, сцепки и машины, а затем формируют агрегат.

Если состав агрегата определяется конструкцией машины, например глубокое рыхление навесным глубокорыхлителем КГ1Г-2-150, то при заданной глубине обработки и известном удельном сопротивлении почв находят среднее сопротивление агрегата. После этого остается подобрать скорость движения и рабочую передачу.

Если же агрегат комплектуется из нескольких машин, то их число подбирают одним из двух способов: опытным или расчетным.

Опытный способ, как видно из названия, базируется на накопленном опыте составления агрегатов. В случае использования новых тракторов и машин агрегат комплектуют на основании заводских инструкций или справочных рекомендаций.

Выбрав сцепку, присоединяют к ней машины и проверяют агрегат в работе. На принятой передаче, соответствующей заданному диапазону скоростей, определяют загрузку двигателя трактора (последнее возможно по показаниям специального прибора, расположенного в кабине, например тахоспидометра). Если такого прибора нет, проверку осуществляют путем перехода на высшую передачу: нормальная работа двигателя на более высокой передаче свидетельствует о том, что до этого он был недогружен. Поэтому необходимо увеличить число машин в агрегате, чтобы достичь требуемых показателей. При перегрузке двигателя число машин надо соответственно уменьшить или перейти на низшую передачу, если скорость движения на ней агротехнически допустима.

Однако при опытном способе теряется слишком много времени на эксперименты. Поэтому удобнее предварительно определить число машин в агрегате расчетным методом, а затем, после проверки МТА в работе, внести уточнения.

Расчетный способ определения числа машин в агрегате, учитывающий конкретные условия, наиболее точный. При готовых графиках, отражающих специфику работы, возможен графический расчет агрегата, когда число машин, передачу, скорость движения, расход топлива, а иногда и сменную производительность берут из графика (рис. 4.5). Если тяговое сопротивление агрегата находят расчетным

методом, а остальные данные для определения состава агрегата берут из графика, то это будет графоаналитический способ расчета агрегата.

Если же состав агрегата определяют только с помощью расчета, это будет аналитический метод.

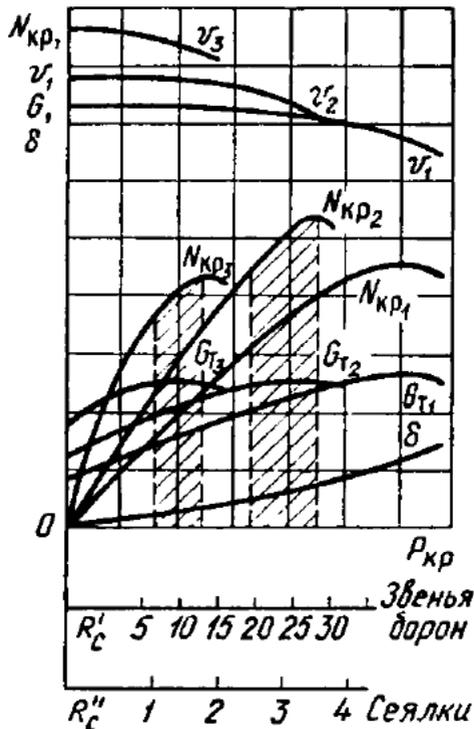


Рис. 4.5 – К графоаналитическому расчету агрегата

При расчете состава простого агрегата аналитическим методом поступают следующим образом.

Для прицепного агрегата в принятом диапазоне скоростей конкретной операции выбирают передачи, обеспечивающие данные скорости движения и соответствующие им нормальные значения усилий на крюке ($P''_{кр}$).

Для горизонтальных участков ($P''_{кр}$) берут из справочных таблиц или по тяговым характеристикам тракторов.

Для участков с подъемами и уклонами в значения ($P''_{кр}$) вносят поправки:

$$P_{кр\alpha} = P''_{кр} \pm G_{ТМ} \cdot i, \quad (4.1)$$

где G_{TM} – вес трактора на горизонтальном участке, Н; i — подъем (уклон) пути движения агрегата в долях единицы.

Определяют максимально возможную ширину захвата агрегата для каждой выбранной передачи:

$$B_{MAX} = \frac{P_{KP}^H}{(K + \Delta R_{nod} + \Delta R_{cu})}, \quad (4.2)$$

где ΔR_{cu} – сопротивление сцепки на 1 м захвата с учетом подъема; ΔR_{nod} – дополнительное тяговое сопротивление на 1 м захвата машины, возникающее при подъеме.

$$\Delta R_{nod} = \frac{G_M \cdot i}{b}, \quad (4.3)$$

где G_M – все машины, Н; b – конструктивная ширина захвата машины, м.

Находят число машин, входящих в агрегат (по вариантам), а для пахотных агрегатов — число корпусов (с округлением до целых чисел в сторону уменьшения):

$$n_M = \frac{B_{MAX}}{b}, \quad (4.4)$$

По полученному числу машин в агрегате и ширине захвата одной машины устанавливают конструктивную ширину захвата агрегата:

$$B_K = n_M \cdot b, \quad (4.5)$$

Для комбинированных агрегатов формула (4.2) имеет вид

$$B_{MAX} = \frac{P_{KP}^H}{\left[\sum_{j=1}^{i=m} (K_j + \Delta R_{nodj}) + \Delta R_{cu} \right]}, \quad (4.6)$$

где j – число типов машин в агрегате; ΔR_{nodj} – дополнительное сопротивление j -го типа машины на подъеме; ΔR_{cu} – сопротивление сцепки на 1 м захвата (с учетом подъема).

$$\Delta R_{cu} = \frac{G_{cu} \cdot (f + i)}{b_{cu}}, \quad (4.7)$$

где G_{cu} – вес сцепки, Н; b_{cu} – ширина захвата сцепки, м.

Определяют расчетное тяговое сопротивление агрегата по каждому варианту (на выбранных передачах):

$$R_{agr} = \sum_{j=1}^{j=m} n_{Mj} \cdot (K_j \cdot b_j + G_{Mj} \cdot i) + R_{cu}, \quad (4.8)$$

Для пахотного агрегата

$$R_{nl} = n_{корп} \cdot K \cdot a \cdot b_k + G_{нл} \cdot i, \quad (4.9)$$

где K – удельное сопротивление почвы для плуга с учетом скорости движения, кПа; a – глубина вспашки, м; b_k – захват одного корпуса, м; $G_{пл}$ – вес плуга, кН.

По каждому варианту агрегата находят коэффициент использования тягового усилия:

$$\eta_T = \frac{R_{агр}}{P_{КР}^n}, \quad (4.10)$$

Нормальные значения этого коэффициента должны быть следующими.

Вспашка легких и средних почв (K до 55 кПа)	0,92...0,95
Вспашка тяжелых почв (K более 55 кПа)	0,88...0,90
Вспашка уплотненных пересохших и каменистых почв	0,80...0,92
Культивация сплошная	0,92...0,94
Боронование	0,93...0,95
Обработка плоскорезами	0,90...0,93
Лущение дисковыми лущильниками	0,94...0,96
Посев дисковыми сеялками	0,95...0,97

Для найденных $R_{агр}$ (или $R_{пл}$) по типовым тяговым характеристикам тракторов определяют рабочие скорости движения и часовые расходы топлива.

При подъемах и уклонах на выбранном участке находят среднюю скорость движения, км/ч:

$$g_{p.c} = \frac{2 \cdot g_{p.n} \cdot g_{p.y}}{(g_{p.n} + g_{p.y})}, \quad (4.11)$$

где $g_{p.n}$ и $g_{p.y}$ – соответственно рабочие скорости движения на подъем и под уклон, км/ч.

Расход топлива, кг/ч:

$$G_{m.c} = \frac{(G_{m.n} \cdot g_{p.y} + G_{m.y} \cdot g_{p.n})}{(g_{p.n} + g_{p.y})}, \quad (4.12)$$

где $G_{m.n}$ и $G_{m.y}$ – соответственно часовой расход топлива при движении на подъем и под уклон.

Окончательно для работы агрегат принимают после определения производительности и расхода топлива на 1 га. Берут агрегат либо по наибольшей производительности, либо по наименьшему расходу топлива с учетом конкретных условий.

Особенности расчета агрегатов с навесными машинами. Расчет ведется по тем же формулам (4.1...4.12), но следует иметь в виду, что навесные машины догружают трактор частью своего веса, вследствие

чего сопротивление его передвижению увеличивается в зависимости от степени этой догрузки, кН:

$$P_{пер} = (1 + \lambda) \cdot f \cdot G_{m.cu}, \quad (4.13)$$

где λ – коэффициент догрузки трактора.

Для пахотных агрегатов $\lambda = 0,05 \dots 0,10$, для посевных и культивируемых — $0,10 \dots 0,15$, для глубокихрыхлителей — $0,5 \dots 0,6$.

Если (P_d) была ограничена сцеплением, то навесные машины увеличивают (P_c). Желательно, чтобы прирост (P_{KP}) в результате увеличения (P_c) был бы больше дополнительного ($\Delta P_{пер}$) за счет возрастания сопротивления передвижению.

Вследствие переноса части веса на трактор удельное сопротивление навесных машин при сравнительных расчетах следует брать $0,85 \dots 0,90$ от удельного сопротивления однотипных прицепных машин.

Особенности расчета тягово-приводных агрегатов. Для таких МТА часть мощности трактора используется на привод рабочих органов машины через вал отбора мощности (ВОМ), например при работе трактора с силосоуборочным, картофелеуборочным комбайнами и т. п. Эту мощность ($N_{ВОМ}$) можно привести условно к силе, как бы расходуемой на привод рабочих органов машин, т. е.

$$R_{ВОМ} = \frac{360 \cdot N_{ВОМ} \cdot \eta_{TP}}{g_p \cdot \eta_{ВОМ}}, \quad (4.14)$$

где η_{TP} – К.П.Д. трансмиссии; g_p – рабочая скорость агрегата, км/ч; $\eta_{ВОМ}$ – К.П.Д. ВОМ (принимается для механических передач равным $0,93$, для гидростатических — $0,85$).

Тогда возможная ширина захвата агрегата определяется по формуле

$$B_{agr} = \frac{[P_{KP}^u - (R_{cu} + R_{ВОМ})]}{K} \quad (4.15)$$

При известном значении мощности на привод (N_{np}) и наличии тяговых характеристик от ($N_{np,max}$) (по передачам) отнимается (N_{np}), а оставшаяся мощность ($N_{np,max} - N_{np}$) определяет соответствующие ей значения (P_{KP}), т. е. тяговые параметры трактора.

Если у приводного агрегата или агрегата с навесными неприводными машинами исключена возможность изменения числа машин или их ширины захвата, то расчет сводится к определению реальной скорости движения и оценке степени загрузки двигателя.

Следует отметить важную особенность агрегатов, в составе которых находятся тягово-приводные машины. Условная составляющая тягового сопротивления ($R_{ВОМ}$) не создает дополнительного буксования, а для почвообрабатывающих машин с активными рабочими орга-

нами в ряде случаев возникающая на них реактивная сила добавляется к движущей силе трактора, если обеспечивается согласование поступательной скорости движения активных рабочих органов и поступательной скорости движения трактора.

Коэффициент полезного действия агрегата. Отношение агротехнически полезной мощности ($N_{a.n.}$), к общей мощности (N_e), израсходованной на выполнение технологической операции, есть К.П.Д. агрегата:

$$\eta_a = \frac{N_{a.n.}}{N_e} = \left(\frac{N_{a.n.}}{N_{KP}} \right) \cdot \left(\frac{N_{KP}}{N_e} \right) = \eta_T \cdot \eta_c \quad (4.16)$$

где η_T – К.П.Д. трактора; η_c – К.П.Д. сельскохозяйственной машины.

Если машин несколько, то берется произведение их К.П.Д.

Значения (η_a) переменны, зависят от многих факторов. Встречаются большие трудности при выделении агротехнически полезной работы машин, поэтому численные значения этого К.П.Д. в технических характеристиках не приводятся. Ориентировочно К.П.Д. разных машин лежит в широких пределах — от 0,20 до 0,80. Чаще получаются меньшие значения.

Повышение К.П.Д. сельскохозяйственных машин возможно при уменьшении их масс, сокращении потерь на трение, совмещении функций движителей и рабочих органов (рабочие органы-двигатели, реактивные плуги и т. д.). Любые пути снижения вредных составляющих тяговых сопротивлений машин способствуют повышению их К.П.Д.

Контрольные вопросы

1. Что такое машинно-тракторный агрегат? 2. По каким признакам классифицируют МТА? 3. Укажите основные схемы агрегатирования прицепных, навесных и полунавесных машин? 4. Назовите возможные способы соединения трактора и машин в агрегат? 5. Назовите основные соединения нескольких машин с трактором через различные типы сцепок и других устройств? 6. От каких частных коэффициентов зависит КПД агрегата?

V. КИНЕМАТИКА МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

5.1 Значение рациональных способов движения агрегатов

Особенность выполнения большинства производственных процессов в сельском хозяйстве — перемещение машинно-тракторных агрегатов по полям. При этом агрегаты проходят значительные расстояния. Например, при вспашке 100 га тракторный агрегат ДТ-75М с плугом ПЛН-4-35 пройдет путь 700...800 км.

Машинно-тракторный агрегат перемещается по полю определенным образом с последовательностью и закономерностью, которые и определяют способ его движения. Часто на одной и той же технологической операции может быть применено несколько различных способов движения.

Из общего пути, проходимого агрегатом, в среднем 8...12 % (а на коротких участках до 40 %) приходится на холостые заезды на загонах, причем для конкретного поля длина холостых заездов зависит от правильного выбора способа движения. Всякий лишний километр, пройденный агрегатом вхолостую — это непроизводительные затраты времени и топлива. Сокращение холостого движения МТА повышает его рабочий путь за смену, что способствует росту производительности труда, снижению затрат энергии.

Иногда выбор способа движения агрегата влияет на качество выполняемой операции. Например (как это подробно будет показано далее), чередование вспашки загонов, расположенных рядом, способом движения всвал-вразвал вдвое уменьшает количество свальных гребней и развальных борозд, сокращает объем дополнительной работы на их разравнивание.

В ряде случаев неудачный выбор способа движения и связанных с ним поворотов агрегата на поворотной полосе приводит к неравномерному износу сборочных единиц управления поворотом и ходовой части.

Таким образом, правильный выбор рациональных способов движения агрегатов имеет большое значение для повышения качественных и технико-экономических показателей их работы.

5.2 Кинематические характеристики рабочего участка и агрегата

Кинематика агрегата — это учение о законах циклично повторяющегося движения при производстве полевых работ. При выполнении полевых работ характерной особенностью агрегата является относительное перемещение составных частей и всего агрегата в целом параллельно ходу его движения. Поэтому для агрегата присуще наличие

вполне определенного периодически повторяющегося движения всего агрегата по поверхности почвы.

Анализ движения агрегатов с производственной точки зрения дает возможность выделить их рабочее движение, или рабочий ход, когда агрегат перемещается по полю с включенными рабочими органами и выполняет данную операцию, и холостое движение, или холостой ход, когда рабочие органы выключены и технологическая операция не осуществляется.

Холостые ходы подразделяются на два основных вида:

а) холостые ходы, связанные с выполнением производственного процесса (повороты, развороты);

б) не связанные с выполнением технологического процесса (перезезды с одного поля на другое).

Чем меньше холостых проездов при обработке участков, тем выше производительность агрегата и ниже себестоимость продукции.

Кинематические характеристики рабочего участка: загон, делянка, поворотная полоса, контрольная линия (рис. 5.1).

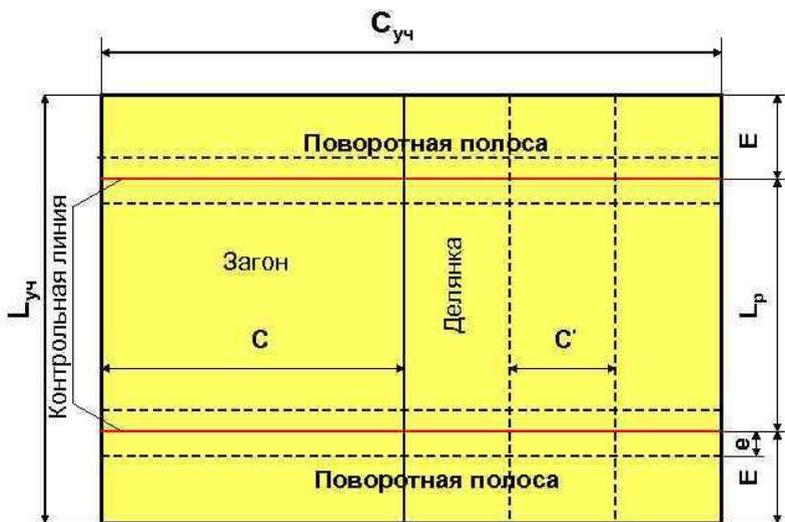


Рис. 5.1 – Схема рабочего участка агрегата

Рабочий участок — это участок или все поле севооборота, находящееся на массиве и отведенное для выполнения определенной сельскохозяйственной работы одному или нескольким агрегатам. Участок характеризуется длиной ($L_{уч}$) и шириной ($C_{уч}$).

Загон — часть рабочего участка, выделяемая для выполнения технологической операции в соответствии с принятым способом дви-

жения. Основные размеры загона: рабочая длина гона (L_p) и ширина (C).

Делянки – это отдельные части загона, которые агрегат проходит по однотипной схеме. Ширину делянки обозначают (C').

При разбивке рабочего участка на загоны размечают границы поворотных полос или наносят контрольные линии.

Поворотная полоса – это часть загона, временно выделяемая для поворотов агрегатов. Она характеризуется шириной (E).

Контрольная линия – линия, разделяющая поворотную полосу и остальную часть загона. Она служит ориентиром для включения и выключения рабочих органов.

Длиной выезда агрегата (e) называют расстояние, на которое перемещается центр агрегата от контрольной линии (границы обрабатываемого участка) по ходу МТА перед началом и в конце поворота. Такое перемещение МТА необходимо для вывода рабочих органов машин последнего ряда на контрольную линию.

При необходимости наносят разделительные линии между соседними загонами, провешивают линию первого прохода агрегата, намечают середину загона, указывают места складирования семян, удобрений, зоны или пункты заправки семенных ящиков или разгрузки бункеров машин, провешивают транспортные магистрали, намечают противопожарные полосы.

Разбивку участка осуществляют заблаговременно, до начала работ (нарезка поворотных полос и контрольных линий, обкосы загонов, прокосы транспортных магистралей и т. д.).

Движение агрегата в зависимости от его геометрических параметров можно разделить на близкое к прямолинейному движению агрегата в пространстве и на криволинейное (повороты). Движение агрегата на поворотах отличается сложностью. Поэтому для практических расчетов необходимо сделать некоторые упрощения, предварительно обозначив кинематические параметры агрегата (рис. 5.2).

Центр поворота агрегата (т. $Ц.А.$) — это точка, относительно которой в данный момент совершается поворот центра агрегата.

Центр агрегата (принят условно) – это точка агрегата, относительно трактории и которой рассматривают кинематику всех других его точек.

Положение точки центра агрегата (т. $Ц.А.$) на кинематических схемах различных тракторов показано на рисунке 5.3.

Точка O_I – точка соединения трактора с машиной.

Расстояние (K) – поперечная база трактора (колея).

Расстояние (L) – продольная база трактора.

Расстояние (l_{TP}) – кинематическая длина трактора.

Расстояние (l_M) – кинематическая длина с/х машины.

Расстояние ($l_{ц}$) – кинематическая длина сцепки.

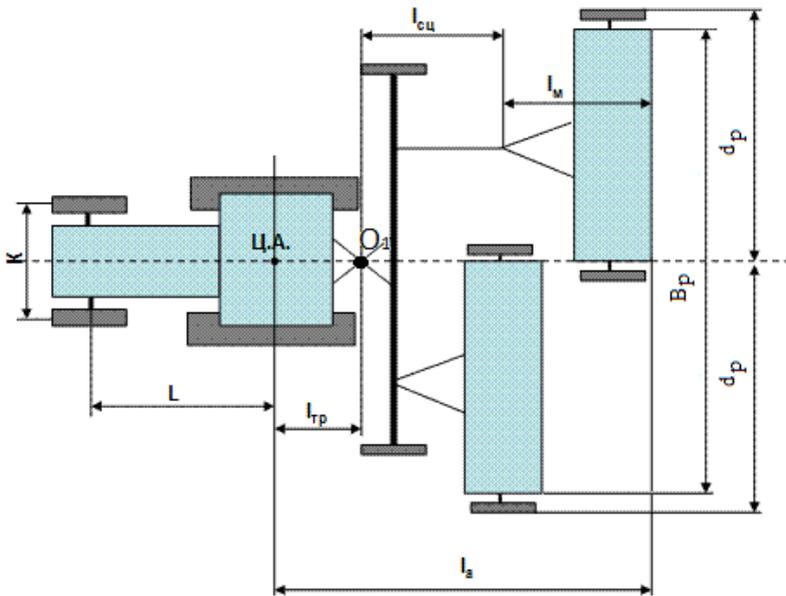


Рис. 5.2 – Основные кинематические характеристики агрегата

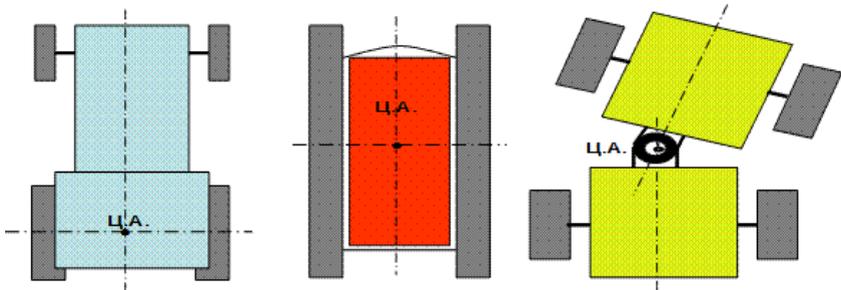


Рис. 5.3 – Положение центра агрегата:
 а – колесный трактор; б – гусеничный трактор; в – колесный трактор с шарнирным остоном

Расстояние $l_a = (l_{TP} + l_M + l_{Ц})$ – кинематическая длина агрегата (т. Ц.А.) до линии расположения наиболее удаленной точки рабочих органов с/х машины при прямолинейном движении;

Расстояние (B_p) – кинематическая ширина агрегата (расстояние между наиболее удаленными по ширине друг от друга точками агрегата).

К кинематическим характеристикам МТА относится и центр поворота, за который принимают условную точку на местности, вокруг которой в данный момент совершается поворот агрегата (т. Ц.П) (рис. 5.4).

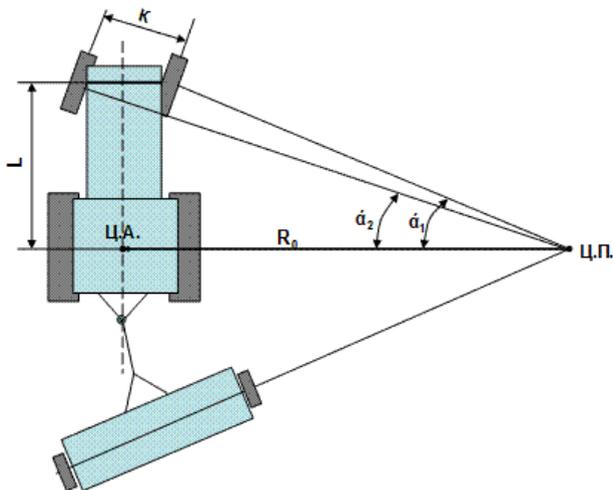


Рис. 5.4 – Определение радиуса поворота R

Расстояние между центром агрегата и центром его поворота называется радиусом поворота агрегата (R_0). При повороте с постоянным радиусом центр поворота не изменяет своего положения.

При правильном повороте, движение агрегата должно проходить без повреждений механизмов; без бокового проскальзывания колес или незначительном проскальзывании; без опасного сближения частей агрегата с гарантийным промежутком между ними для предотвращения поломок.

Иногда при рабочем ходе агрегату приходится копировать рядки растений, посеянные непрямолинейно, или объезжать на поле встречные препятствия. В этом случае агрегат совершает поворот по очень большому радиусу. Чем больше этот радиус, тем лучше, так как его уменьшение отрицательно влияет на качество выполнения работы, на

производительность, расход топлива, на износ рабочих органов, ходовой части и механизма управления поворотом, а также вызывает повышенную утомляемость тракториста-водителя.

При холостом ходе для поворота агрегата следует использовать наименьший допустимый для данных условий радиус поворота. Это обеспечит меньшие участки для поворотных полос и большую долю на рабочие ходы. Однако нужно учитывать то обстоятельство, что с уменьшением радиуса поворота (R_0) общее усилие поворота (P) увеличивается (рис. 5.5).

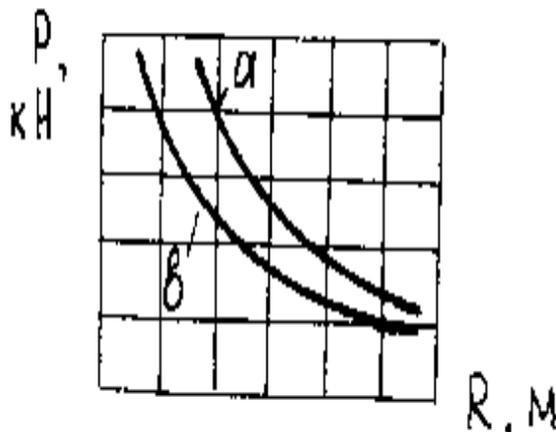


Рис. 5.5 - Зависимость усилия P от радиуса поворота R :
а) действующее на сцепку; б) действующее на рабочую с/х машину.

Радиус поворота зависит от: габаритов агрегата; почвенного фона; скорости движения; от способа соединения машины с трактором; от квалификации механизатора.

5.3 Классификация поворотов агрегата

В зависимости от выполняемых сельскохозяйственных операций машинно-тракторные агрегаты на концах загонов выполняют два основных вида поворотов: на 90° или 180° , а также угловые повороты. Неправильно выбранные и выполняемые повороты вызывают увеличение холостого пути агрегата, ширины поворотной полосы, а иногда ухудшают качество технологической операции. Повороты могут быть беспетлевыми, петлевыми и с задним ходом. Известно большое количество поворотов агрегатов и их разновидностей. Наиболее распространенные из них приведены на рис. 5.6.

Повороты на 180° (при гоновых способах движения)				Повороты на 90° (при круговых способах движения)			
беспетлевые		петлевые		с задним ходом		петлевые	
с прямолинейным участком	грушевидный (открытая петля)	грушевидный (открытая петля)	закрывающаяся петля (навесные агрегаты)	открытая петля	закрывающаяся петля	открытая петля	закрывающаяся петля
Частные случаи				Угловые повороты (при диагональных способах движения)			
				беспетлевой	петлевой	с задним ходом	
Односторонние повороты							
Согнуто-петлевые повороты							
Повороты с прямолинейным задним ходом							

Рис. 5.6 – Схемы и классификация поворотов

Все повороты и развороты осуществляются на поворотных полосах E , которые оставляют при подготовке поля.

5.4 Длина холостого хода агрегата

Одним из наиболее распространенных поворотов на 180 град, является беспетлевой с прямым участком (рис. 5.7). Он состоит из двух поворотов на 90 град, и прямолинейного хода, длина которого зависит от расстояния x .

В точке C агрегат начинает вписываться в поворот. Общая линия холостого хода беспетлевого поворота равна

$$L_x = l_n + 2 \cdot e \quad (5.1)$$

где l_n – длина петли, м; e – длина выезда агрегата, м

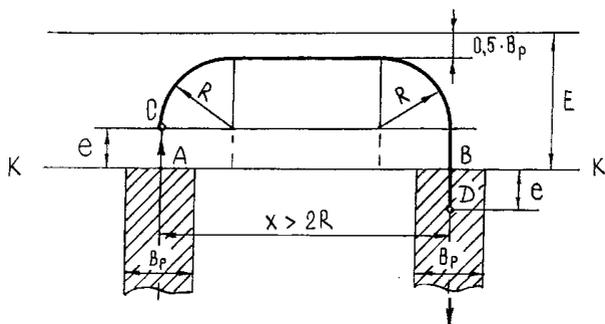


Рис. 5.7 - Беспетлевой поворот на 180 град

Длина петли равна:

$$l_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{4} \cdot 2 + x - 2 \cdot R \quad (5.2)$$

Преобразуем, тогда получится

$$l_n = \pi \cdot R + x - 2 \cdot R \quad (5.3)$$

или

$$l_n = 1,14 \cdot R + x \quad (5.4)$$

Окончательно общая длина холостого хода беспетлевого с прямым участком поворота равна:

$$L_x = 1,14 \cdot R + x + 2 \cdot e. \quad (5.5)$$

Ширина поворотной полосы при условии, что $R = B_p$ будет равна

$$E = 1,5 \cdot R + e. \quad (5.6)$$

Рассмотрим длину холостого хода петлевого грушевидного поворота. Она складывается из значений длин дуг, выраженных через радиус поворота и соответствующие углы (рис.5.8).

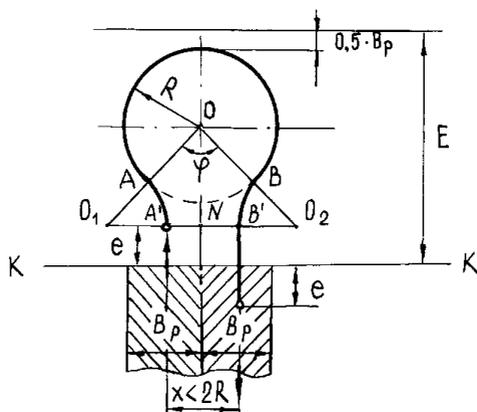


Рис. 5.8 - Схема петлевого грушевидного поворота

Общая длина холостого пути в данном случае равна

$$L_x = l_n + 2e. \quad (5.7)$$

Длина петли определится

$$l_n = 2 \cdot \pi \cdot R - AB + AA' + BB' \quad (5.8)$$

При условии выполнения правильного поворота, когда $OA = AO_1 = R$, выразив все дуги через центральный угол (ϕ) и радиус поворота (R), получим

$$l_n = 2\pi R - \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{360} + \frac{4 \cdot \pi \cdot R}{360} \cdot \left(90 - \frac{\phi}{2}\right) \quad (5.9)$$

Преобразуем уравнение (5.8) и получим

$$l_n = \pi \cdot R \cdot \left(3 - \frac{\phi}{90}\right). \quad (5.10)$$

Из треугольника $O_1 O N$ имеем

$$\sin \frac{\phi}{2} = \frac{2 \cdot R + x}{4 \cdot R} \quad (5.11)$$

Откуда
$$\phi = 2 \arcsin \frac{2R + x}{4R}$$

(5.12)

Подставив это выражение в уравнение (5.9) получим

$$l_n = \pi \cdot R \cdot \left(3 - \frac{1}{45} \cdot \arcsin \frac{2R + x}{4R}\right) \quad (5.13)$$

Для широкозахватного симметричного агрегата при условии, что $R = x = B_p$ длина петли округленно равна

$$l_n = 6 \cdot R.$$

Тогда общая длина холостого пути петлевого грушевидного поворота равна

$$L_x = 6R + 2e \quad (5.14)$$

Для восьмеркообразного поворота длина холостого хода равна

$$L_x = 8,4R + 2e. \quad (5.15)$$

Ширина поворотной полосы рассчитывается по формуле

$$E = 3R + e \quad (5.16)$$

На практике ширина поворотной полосы выбирается кратной ширине захвата агрегата

$$E = K \cdot B_p, \quad (5.17)$$

где $K = 2 \dots 4$ – коэффициент кратности.

Это значит, что поворотная полоса должна быть обработана в 2...4 прохода.

Возможность применения того или иного вида поворота зависит от выполняемой операции, условий работы, состава и типа агрегата (ширина захвата, прицепной или навесной), конструкции трактора как

ведущего звена МТА и присоединенных к нему машин (наличие реверса, обратных рабочих органов на машинах, самоустанавливающихся колес) и других факторов. Главное условие выбора поворота — улучшение технико-экономических показателей и качества работы агрегата.

5.5 Способы движения агрегата

Способ движения агрегата — это закономерно (циклично) повторяющееся чередование рабочих ходов, поворотов и заездов на рабочем участке или загоне.

При изображении схем способов движения наносят траекторию перемещения кинематического центра агрегата по поверхности обрабатываемого участка (рис. 5.9).

Имеется три основных способа движения агрегата

1. Движение в круговую. При этом рабочие ходы агрегата, как правило, параллельны всем сторонам участка, на котором работает агрегат.

Способы кругового движения делятся на: от периферии к центру и от центра к периферии.

При движении от периферии к центру агрегат движется в круговую параллельно сторонам загона по свертывающей спирали, в этом случае не нужна разметка центральной части (рис. 5.9 а, б). В случае обработки участка в виде круга или овала, помимо холостых ходов при обработке центральной площадки, возможны перекрытия рабочих ходов и петли, работа с неполным захватом. Движение по способу (рис. 5.9 в) может быть проведено как с закрытыми, так и открытыми петлями. Способ (рис. 5.9 г, в, д) отличается наличием внутренних поворотных полос, которые либо готовятся заранее (прокашиваются, убираются), либо заделываются после обработки загона или участка. При движении от центра к периферии агрегат начинает движение от центральной площадки загона по развертывающейся спирали.

По причинам неудовлетворительного качества круговые способы движения неприменимы для пахоты и посева. Однако они находят широкое применение при уборке, бороновании, лушении стерни. При этих процессах обычно применяется круговой способ движения от периферии к центру.

Способы движения в круговую (рис. 5.9 а, б, в, г, д) применяются преимущественно на уборочных работах, способ (рис. 5.9 е) при обработке почвы на мелких участках, способ (рис. 5.9 а, б) при бороновании.

2. Гоновое движение. Гоновые способы движения значительно разнообразнее, чем при движении в круговую. При гоновых способах движения холостые заезды проводят на поворотных полосах по кон-

цам гонов. На рис. 5.10 приведены наиболее используемые гоновые способы.

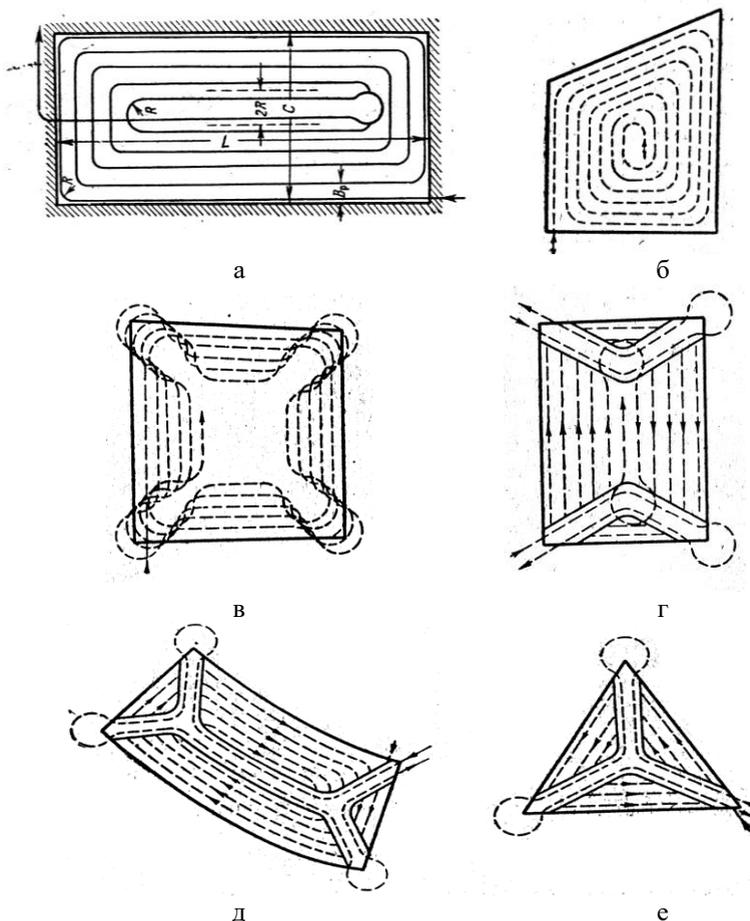


Рис. 5.9 – Круговой способ движения от периферии к центру:
а и б – повороты беспетлевые в рабочем положении; в – повороты с открытой (или закрытой) петлей в транспортном положении; г, д, е – повороты на внутренних поворотных полосах

Гоновые способы движения преимущественно применяются при следующих видах работ: рис. 5.10 а и рис. 5.10 д – на посеве и культивации; рис. 5.10 б – на вспашке; рис. 5.10 в и рис. 5.19 е – при обработке плодово-ягодных насаждений; рис. 5.10 г – на вспашке избыточно-увлажненных участков; рис. 5.10 ж – на вспашке, посеве, культивации и на срезании хлебов.

Принятие того или иного варианта связано с технологическом процессом и конструктивными особенностями агрегата. Может быть также сочетание тех или иных вариантов.

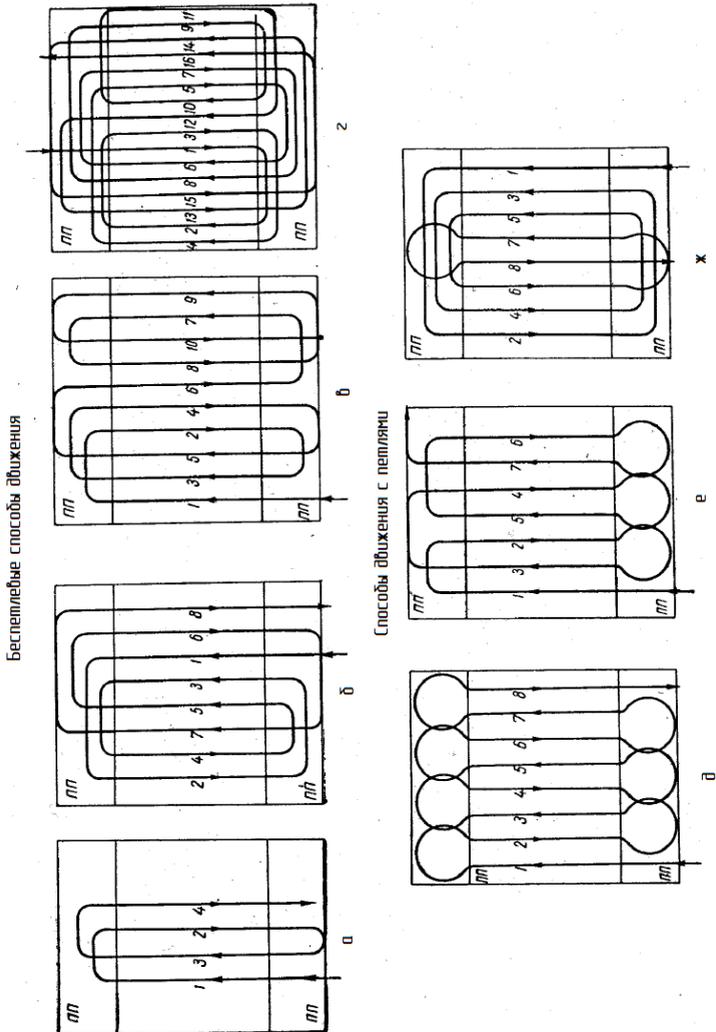


Рис. 5.10 – Гоновые способы движения:

а – перекрытием; *б* – комбинированный; *в* – пропашка; *г* – четырехполосный; *д* – челночный; *е* – односторонним челночный; *ж* – вразвал; ПП – поворотная полоса.

Гоновый способ для симметричных агрегатов (посевной, прика-
тывание, культивация) осуществляется методом «челнока» (рис.5.10д).
Для агрегатов несимметричных (пахотных) гоновый способ осуществ-
ляется «всвал» и «вразвал» (рис. 5.11)

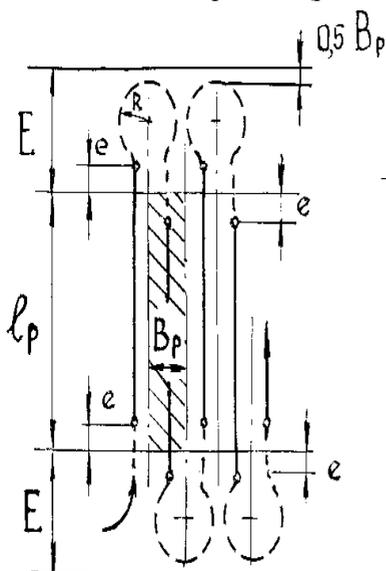


Рис. 5.11 - Движение агрегата способом «Челнок»

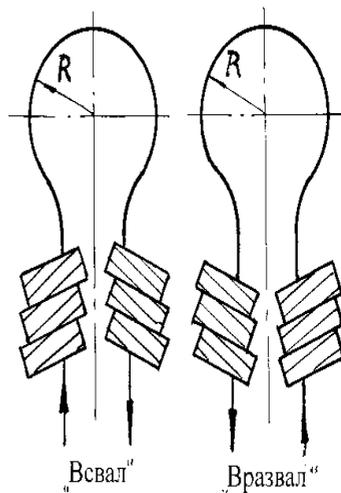


Рис. 5.11 - Движение агрегата «Всвал» «Вразвал»

Количество холостых заездов на загоне шириной (C) при работе «челноком» будет на один заезд меньше количества рабочих ходов (n_p). Если $n_p = C/B_p$, то холостых ходов (n_x) будет равно

$$n_x = \frac{C}{B_p} - 1. \quad (5.18)$$

Общая длина холостых переездов будет равна

$$L_x = (6 \cdot R + 2 \cdot e) \cdot (n_x - 1). \quad (5.19)$$

При работе агрегата методом «вразвал» и числе рабочих ходов при (C/B_p) общая длина холостых ходов в этом случае будет равна

$$L_x = \frac{0,5 \cdot C \cdot (1,14 \cdot R + 2 \cdot e)}{B_p} + C, \quad (5.20)$$

где C – ширина загона, м.

3. Движение по диагонали. Как указывает само название, в этом случае рабочие ходы осуществляются под углом к сторонам участка.

На рис. 5.12 показаны диагональные способы движения, которые применяются преимущественно на следующих работах: на дисковании и бороновании пластов (рис. 5.12 а, рис. 5.12. б) (способ на рис. 5.12 б дает лучшие агротехнические показатели, так как при нем на поворотах лучше разделяется и меньше распыляется почва); при этом в отличие от гоновых поворотные полосы обрабатываются одновременно с основным участком; способ на рис. 5.12 в – на бороновании и посеве.

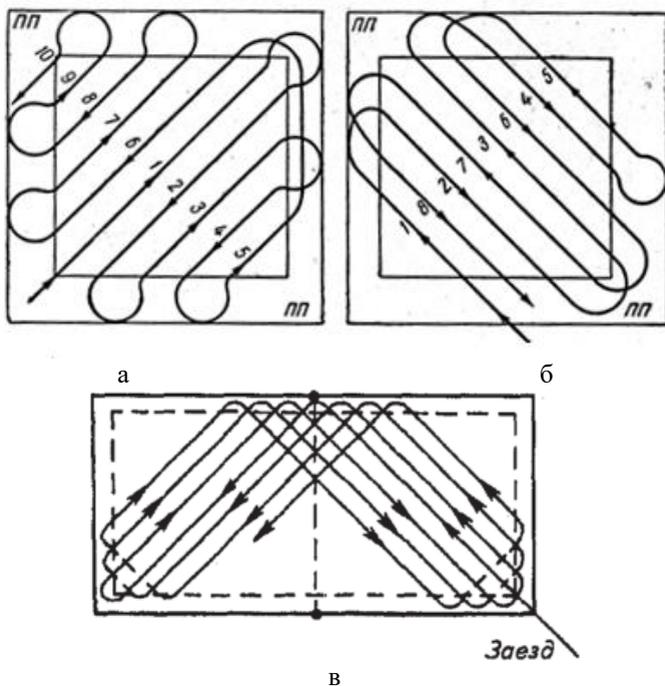


Рис. 5.12 – Диагональные способы движения:
а – диагональный челночный; б – диагональный комбинированный; в – диагонально-перекрестный

Кроме этого, способы движения подразделяются на: загонные и беззагонные, левоповоротные и правоповоротные, петлевые и беспетлевые, однозагонные и многозагонные.

5.6 Оценка кинематики агрегата

Оценка кинематики агрегата, выполняющего конкретный способ движения при выполнении технологических процессов, осуществляется определением наименьших затрат времени на холостое движение агрегата. Сравнение ведут с помощью коэффициента рабочих ходов и

коэффициента использования времени движения. Коэффициент рабочих ходов равен

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}. \quad (5.21)$$

Коэффициент использованного времени определяется

$$\tau_{\text{ис}} = \frac{T_p}{T_p + T_x}, \quad (5.22)$$

где L_p и T_p – путь и время рабочего движения на загоне; L_x и T_x – путь и время холостого движения на загоне.

Эти коэффициенты зависят от:

- а) вида выполняемой работы;
- б) способа движения;
- в) размеров обрабатываемого участка;
- г) квалификации механизатора.

Оптимальное значение $\varphi = 0,75 \dots 0,85$. Чем больше рабочая длина поля, тем выше коэффициент (φ). Коэффициент (φ) зависит от вида агрегата. Для агрегатов с навесными с/х машинами коэффициент (φ) выше, чем с прицепными (рис. 5.13).

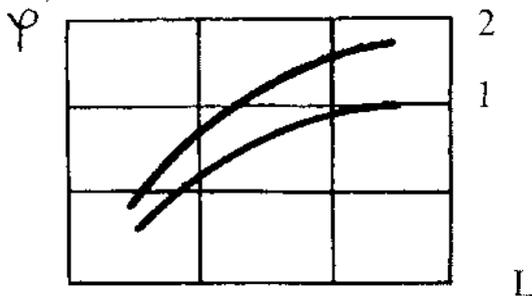


Рис. 5.13 - Пахотный агрегат с прицепным плугом

Для оценки кинематики применяют следующие показатели маневренности агрегата:

поворотливость - особенность агрегата переходить с прямолинейного движения на кривую траекторию и обратно;

устойчивость - способность агрегата сохранять установившееся направление движения;

управляемость - способность агрегата выходить из одного установившегося движения в другое (заданное);

проходимость - способность агрегата преодолевать кратковременные нагрузки своим ходом.

Наиболее важным из перечисленных показателей является поворотливость агрегата. Установлено, что траектория движения агрегата при вписывании в поворот по своим свойствам близка к кривой - кло-тоиде. Эта кривая характеризуется тем, что для любой её точки произведение радиуса поворота (R) на длину дуги (L), считая от начала поворота, есть величина постоянная, называемая показателем поворотливости (K_n)(M^3). Показатель поворотливости равен

$$K_n = R \cdot \vartheta_{cp} \cdot t = R \cdot l,$$

где R – радиус поворота, м; ϑ_{cp} – средняя скорость движения на повороте, м/с; t – время поворота, с; l – длина дуги, м.

Показатель поворотливости зависит от ряда факторов, основными из которых являются: агрофон, скорость движения на повороте, интенсивность управляющего воздействия, тяговое сопротивление агрегата, масса навесной машины.

Повороты характеризуются как кинематическими параметрами, так и параметрами режима движения. Режим движения может быть задан обобщённым безразмерным параметром (n). В общем случае он равен

$$n = \frac{t \cdot V_{cp}}{\sqrt{K_n}}.$$

Для всех видов рациональных поворотов параметр n находится в пределах от 0 до 1,77. По его значению можно судить и о виде поворота.

При выборе рациональных видов поворотов нужно руководствоваться следующими правилами:

- 1) средняя скорость движения на поворотах должна быть равна предельно допустимой, которая обычно не превышает 8,0 ... 9,5 км/ч;
- 2) длительность переменного управляющего воздействия на механизм поворота на участках переменной кривизны должна выбираться таким образом, чтобы возможно более полно использовался конструктивный угол поворота α направляющих колес или полурам трактора, чтобы повороты выполнялись с возможно более высоким значением параметра режима (n) (до 1,5).

Общая оценка кинематики агрегата осуществляется путем определения коэффициента полезного действия технологического процесса.

Общий КПД равен:

$$\eta_{np} = \frac{A_n}{A_3}, \quad (5.23)$$

где A_n – полезная работа, Н·м; A_3 – затраченная работа, Н·м.

Если выразить КПД процесса (η_{np}) через КПД агрегата и коэффициент рабочих ходов, получим

$$\eta_{np} = \eta_a \cdot \varphi \quad (5.24)$$

В свою очередь коэффициент полезного действия агрегата равен:

$$\eta_a = \eta_{np} \cdot \eta_f \cdot \eta_\delta \quad (5.25)$$

Тогда полный коэффициент полезного технологического процесса будет равен

$$\eta_a = \eta_{np} \cdot \eta_f \cdot \eta_\delta \cdot \varphi \quad (5.26)$$

При организации технологического процесса очень важно, чтобы все агрегаты обладали одинаковыми или близкими друг к другу возможностями, т.е. чтобы процесс лучше всего выполнялся тракторами одинаковой мощности.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит значение рациональных способов движения агрегатов?
2. Как определяют кинематический центр агрегата, кинематическую длину и радиус поворота МТА?
3. Дайте классификацию поворотов агрегата?
4. По каким признакам классифицируют способы движения МТА?
5. Какие способы движения применяют на вспашке? Охарактеризуйте показатели маневренности агрегата?
6. Перечислите кинематические характеристики рабочего участка, трактора и агрегата?
7. Как подразделяются способы движения по направлению рабочих ходов?
8. Что такое коэффициент рабочих ходов и как его определять?

VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ПОКАЗАТЕЛИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

6.1 Эксплуатационные показатели и режимы работы тракторных двигателей

Эксплуатационные характеристики агрегатов содержат значения показателей, полученных при испытании машин в конкретных производственных условиях. Эти характеристики используют при выборе рабочей машины и трактора при комплектовании агрегата для заданной технологической операции. В качестве эксплуатационных рассматриваются те характеристики конкретной машины, которые оказывают наибольшее влияние на ее производительность, затраты труда и средств с учетом качества работы и воздействия на окружающую среду.

Показатели, формирующие эксплуатационные характеристики мобильных агрегатов, можно разделить на группы: технологические, экологические, энергетические, экономические, эргономические и показатели надежности.

Технологические показатели характеризуют качество выполнения агрегатом технологической операции в соответствии с научно обоснованными агротехническими требованиями. К этим показателям можно отнести глубину обработки, степень крошения пласта, гребнистость, норму высева семян, дозу внесения удобрений, ширину защитной зоны, потери урожая и т. д.

Экологические показатели характеризуют воздействие агрегатов на окружающую среду (почву, воздух, растительный и животный мир, воду). Например, удельное давление на почву.

Энергетические показатели характеризуют удельный расход энергии в расчете на единицу объема выполненной работы, зависящей от сил сопротивления, создаваемых обрабатываемой средой на рабочих органах машин. К этим показателям относятся удельное сопротивление машин, мощность, передаваемая через ВОМ.

Экономические показатели выражаются производительностью и эксплуатационными затратами в процессе работы машин в составе агрегатов. Это прежде всего производительность агрегата, затраты труда и денежных средств.

Эргономические показатели характеризуют свойства машин и агрегатов, обуславливающие санитарно-физиологические условия труда (тип кабины, удобство сиденья, обогрев, вентиляция), удобство обслуживания, безопасность труда, эстетические показатели и т. п.

Показатели надежности характеризуют в упрощенном изложении способность машины (агрегата) надежно работать в заданных условиях в течение требуемого промежутка времени. Надежность ма-

шины закладывается еще на стадии проектирования и изготовления. На показатели надежности существенно влияют режимы эксплуатации и квалификации механизаторов.

Загрузочные режимы двигателя. Основными показателями, характеризующими эксплуатационные свойства тракторных двигателей, являются:

- эффективная мощность, развиваемая на коленчатом валу, N_e , кВт;

- частота вращения коленчатого вала двигателя n , мин⁻¹;

- часовой расход топлива G_T , кг/ч;

- удельный расход топлива q_e , г/кВт·ч;

- крутящий момент двигателя M_K , Н·м.

Между эксплуатационными показателями двигателя существуют следующие соотношения:

$$N_e = 0,105 \cdot M_K \cdot n, \quad (6.1)$$

$$g_e = \frac{10^3 \cdot G_T}{N_e}. \quad (6.2)$$

Учитывая особенности эксплуатации МТА, для дизеля можно выделить три основных нагрузочных режима: при рабочем ходе агрегата во время выполнения конкретной технологической операции; при холостом ходе агрегата (холостые заезды при поворотах на концах загона, переезды с одного загона на другой); работа вхолостую при кратковременной остановке. Помимо этого, двигатель трактора может иметь и другие нагрузочные режимы, например при трогании агрегата с места (разгон), при холостом движении трактора (без сельскохозяйственных машин), в случае преодоления кратковременных перегрузок во время рабочего хода.

Таким образом, в эксплуатационных условиях двигатель работает на разных режимах; при этом в широких пределах могут изменяться его нагрузка и частота вращения коленчатого вала.

Наиболее эффективный и экономичный режим работы двигателя такой, при котором его загрузка оказывается близкой к номинальной.

Регуляторная характеристика двигателя. Описанные режимы работы двигателя в различных эксплуатационных условиях легко проследить на регуляторной характеристике, приведенной на рисунке 6.1 (для ясности чертежа кривая мощности не показана).

Участок (АВ) характеристики называется регуляторной ветвью, а участок (ВС) — безрегуляторной, или перегрузочной. Характер протекания безрегуляторной ветви определяется особенностями устройства корректора.

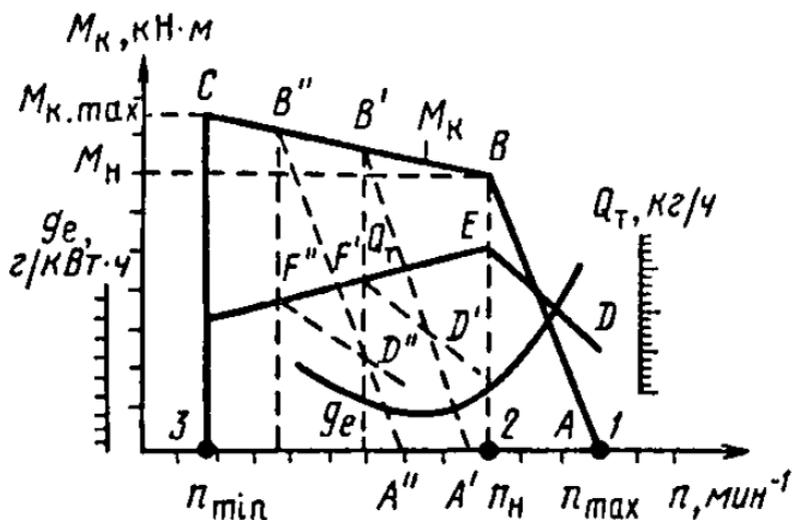


Рис. 6.1 – Регуляторная характеристика двигателя

На характеристике можно выделить характерные точки, соответствующие следующим режимам работы двигателя. Точка (A) соответствует максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу (n_{max}); точка (B) на кривой крутящего момента против (n_n) (номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя) — номинальному крутящему моменту при работе на регуляторе, номинальной мощности и наибольшему часовому расходу топлива; точка (C) на кривой крутящего момента против (n_{min}) (минимальная частота вращения коленчатого вала двигателя на безрегуляторной ветви характеристики) — максимальному крутящему моменту.

Так как на двигателях современных тракторов установлены все-режимные регуляторы, то практически, кроме основного режима, соответствующего полной подаче топлива (участок графика BA по M_k и ED по Q_t), можно иметь промежуточные режимы, из которых для примера на графике показано два — по крутящему моменту $B'A'$ и $B''A''$ и по расходу топлива $E'D'$ и $E''D''$.

Количество промежуточных режимов определяется числом возможных положений рычага подачи топлива, а при плавном регулировании подачи таких режимов получается множество.

Использование все-режимного регулятора позволяет экономить топливо, особенно при работе с недогрузкой. Например, если при движении на установленной передаче на каком-то участке загона нагрузка снижается, а повышение скорости ограничено качеством работы, то

тракторист переходит на промежуточный режим, добиваясь снижения расхода топлива.

Коэффициент приспособляемости двигателя, характеризующий его способность преодолевать кратковременные перегрузки, определяется следующим образом:

$$K_M = \frac{M_{K \max}}{M_{Kn}}, \quad (6.3)$$

Запас крутящего момента при этом будет, %:

$$z_{KM} = \frac{100 \cdot (M_{K \max} - M_{Kn})}{M_{Kn}}, \quad (6.4)$$

У современных двигателей степень неравномерности регулятора находится в пределах 0,06...0,1. Более высокие значения приводят к повышенному износу деталей двигателя и увеличенному расходу топлива при работе на холостом ходу.

Запас крутящего момента позволяет преодолевать кратковременные увеличения внешних сопротивлений агрегата без перехода на низшую передачу трактора. Для тракторных двигателей запас крутящего момента лежит в пределах 15...25 %.

Среднее значение запаса крутящего момента для тракторов составляет: Т-70С, МТЗ-80, МТЗ-82, Т-54В — 12 %; К-700, К-701 — 12...18 %; ДТ-75М, Т-74, Т-4А, Т-150, Т-150К — 15; Т-100М — 10%.

Из-за индивидуальных особенностей конкретных двигателей возможны отклонения от средних значений на 2...5 %.

Коэффициент приспособляемости двигателя по частоте вращения

$$K_n = \frac{n_n}{n_{\min}} \quad (6.5)$$

Для дизелей значения коэффициента приспособляемости по частоте вращения лежат в пределах 1,3...1,6. Чем выше коэффициент, тем лучше двигатель преодолевает перегрузку (большей продолжительности), так как время до достижения M_{max} , т. е. момента начала заглохания двигателя (при прочих равных условиях), увеличивается.

6.2 Уравнение движения агрегата

В динамическом отношении машинно-тракторный агрегат представляет собой систему твердых тел, связанных между собой жесткими и упругими связями.

Движение и работа агрегата происходят в результате взаимодействия сил, действующих на него. Тракторный двигатель, преобразуя энергию топлива в механическую, реализует ее в виде крутящего мо-

мента (M_{KP}) на коленчатом вале. Через трансмиссию весь этот момент (для тягового агрегата) или часть его (для тягово-приводного агрегата) передается движителю трактора, где он создает движущую силу ($P_{ДВ}$) (внешнюю по отношению к агрегату). Сила ($P_{ДВ}$) направлена на создание тягового усилия трактора, обеспечивающего преодоление сопротивления прицепной или навесной части агрегата ($R_{аз}$), а также для преодоления сил сопротивления движению самого энергетического средства (P_f), сопротивления воздушной среды (P_w) и сопротивления подъему (спуску) (P_a). Кроме того, при работе трактора в агрегате с сельскохозяйственными машинами возникает буксование движителей, на что затрачивается часть движущей силы (P_{δ}).

Вертикальная составляющая веса трактора ($G \cdot \cos \alpha$) вызывает реакции почвы на ведущий (R_a) и направляющий (R_H) ходовой аппарат.

На рисунке 6.2 представлена схема внешних сил, действующих на трактор при его движении вверх по уклону поля.

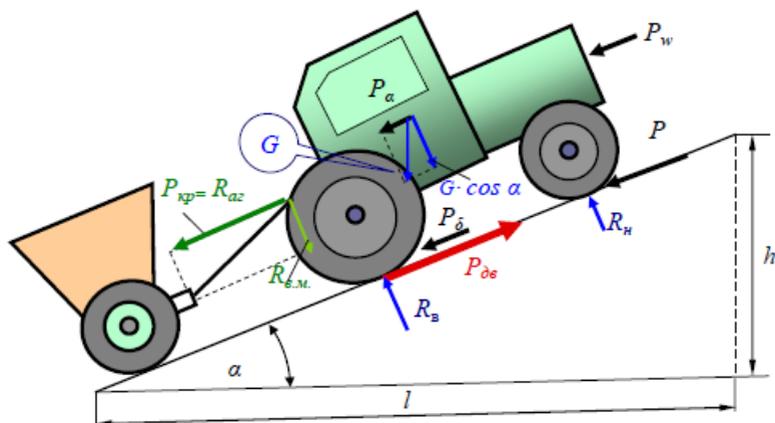


Рис. 6.2 – Схема внешних сил, действующих на трактор при его движении вверх по уклону поля

Согласно закону динамики, движение агрегата будет возможно при условии

$$\frac{dV}{dt} = \frac{P_{ДВ} - P_{KP} - P_{\delta} - P_f - P_a - P_w}{M_a}, \quad (6.6)$$

где $\frac{dV}{dt}$ – ускорение движения агрегата, м/с²; M_a – масса агрегата, приведенная к поступательному движению.

Известно, что $(M_a \frac{dV}{dt})$ есть сила инерции (P_j), поэтому уравнение

движения агрегата можно записать в виде

$$P_{дв} = P_{кр} + P_{\delta} + P_f + P_{\alpha} + P_w + P_j \quad (6.7)$$

Учитывая то обстоятельство, что работа сельскохозяйственных агрегатов происходит при относительно малых скоростях движения, в эксплуатационных расчетах силой сопротивления воздушной среды (P_w) пренебрегают.

Вследствие непрерывного изменения условий работы - (свойств почвы, глубины обработки, микрорельефа и др.), которые имеют случайный (в вероятностном смысле) характер, все величины, входящие в уравнение движения, в процессе работы агрегата непрерывно изменяются. Наибольшим изменениям подвергается сила инерции (P_j). Максимальные свои значения она приобретает в начале движения агрегата и при его остановках. Поэтому в этих случаях сила инерции (P_j) должна быть учтена. При установившемся движении агрегата сила инерции способствует стабилизации технологического процесса. Так при случайном росте сил сопротивления движению ($+\Delta P_c$) ускорение, а значит и сила инерции, приобретают отрицательное значение ($-P_j$), а при снижении сил сопротивления ($-\Delta P_c$) – положительное значение ($+P_j$). Вот почему в обычных эксплуатационных расчетах принято считать, что скорость движения агрегатов при выполнении технологической операции постоянна, т.е. $P_j = 0$. В результате можно записать

$$P_{дв} = P_{кр} + P_{\delta} + P_f \pm P_{\alpha} \quad (6.8)$$

Выражение (6.8) представляет собой тяговый баланс трактора.

6.3 Движущая агрегат сила и ее зависимость от почвенных условий

Как уже отмечалось, движущая сила – это внешняя по отношению к трактору сила, которая образуется в результате взаимодействия с почвой ведущего аппарата (двигателя) трактора, получающего крутящий момент ($M_{кр}$) от двигателя через передаточные механизмы (трансмиссию).

Крутящий момент ($M_{кр}$) можно заменить парой сил (P_K), одна из которых приложена к оси колеса, другая – к месту контакта колеса с почвой. Плечо пары сил равно радиусу колеса (r_k). Сцепной вес трактора ($G_{сч}$) вызывает вертикальную составляющую реакции почвы (R_{θ}) на ведущее колесо (двигатель). Благодаря этому, под действием силы (P_K) (касательной силы), приложенной в зоне контакта колеса с почвой, образуется горизонтальная составляющая реакции почвы (F). Рассмотрим это на схеме (рис. 6.3).

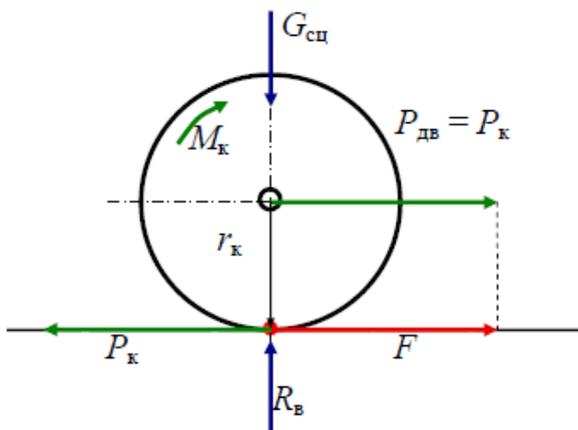


Рис. 6.3 – Схема сил, действующих на ведущее колесо (двигатель)

Если сила (P_K) вызывает равную себе по величине реакцию почвы (F) (сила действия равна силе противодействия), то движущая сила ($P_{дв}$) равна (P_K) (условие достаточного сцепления двигателя трактора с почвой).

Учитывая, что $P_K = M_{KP}/r_k$, а крутящий момент на колесе можно представить в виде:

$$M_{KP} = M_e^n \cdot i_T \cdot \eta_m = \frac{N_e^n \cdot i_T \cdot \eta_m}{n_n}, \text{ Нм} \quad (6.9)$$

окончательная формула для расчета запишется так:

$$P_K = 0,159 \cdot \frac{N_e^n \cdot i_T \cdot \eta_m}{r_k \cdot n_n}, \quad (6.10)$$

или

$$P_K = 3,6 \cdot \frac{N_e^n \cdot \eta_m}{g_T^i}, \quad (6.11)$$

где P_K – касательная сила тяги трактора, кН; N_e^n – номинальная эффективная мощность двигателя, кВт; i_T – общее передаточное число трансмиссии; η_m – механический КПД, учитывающий потери мощности в трансмиссии и гусеницах; для колесных тракторов $\eta_m = 0,91 \dots 0,92$; для гусеничных тракторов $\eta_m = 0,86 \dots 0,88$; n_n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} , r_k – динамический радиус качения ведущего колеса (звездочки), м; g_T^i – теоретическая скорость движения трактора на i -той передаче, км/ч.

Если почва, находящаяся в контакте с движителем трактора, неспособна создать ответную реакцию, равную касательной силы (P_K) (условие недостаточного сцепления движителя с почвой), то движущая сила ($P_{ДВ}$) ограничивается максимально возможной силой сцепления (F_{max}) (рис. 6.4).

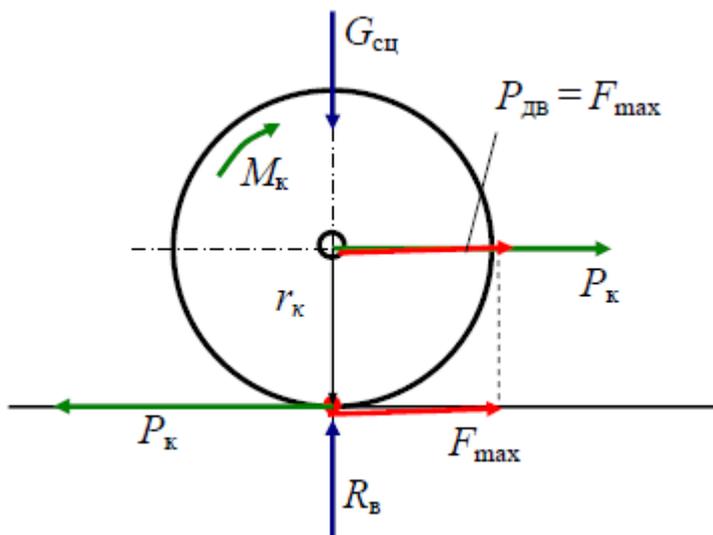


Рис. 6.4 – Схема образования движущей силы при недостаточном сцеплении движителя трактора с почвой

Максимальная сила сцепления движителя трактора с почвой (F_{max}) зависит от величины сцепного веса ($G_{сц}$) трактора (веса, приходящегося на движитель) и коэффициента сцепления движителя трактора с почвой (μ)

$$F_{max} = \lambda \cdot G \cdot \mu, \quad (6.12)$$

где G – эксплуатационный вес трактора, кН; λ - доля веса трактора, приходящаяся на движитель; для гусеничных тракторов и колесных с двумя ведущими осями $\lambda=1$, для колесных с одной ведущей осью $\lambda = 0,67$.

Коэффициент сцепления (μ) определяется при допустимом буксовании. Его величина зависит от почвенного фона и конструктивных особенностей движителя трактора.

Сравнив значения касательной силы (P_K) с максимальной силой сцепления движителя с почвой (F_{max}), определяют величину движущей силы ($P_{ДВ}$).

Если $P_K \leq F_{max}$ (условие *достаточного сцепления* движителя с почвой), то $P_{ДВ}=P_K$; $P_K > F_{max}$ если (условие *недостаточного сцепления* движителя с почвой), то $P_{ДВ}= F_{max}$

Рассмотрим графическое изображение движущей силы в зависимости от почвенных условий, обусловленных величиной коэффициента (μ) (рис. 6.5).

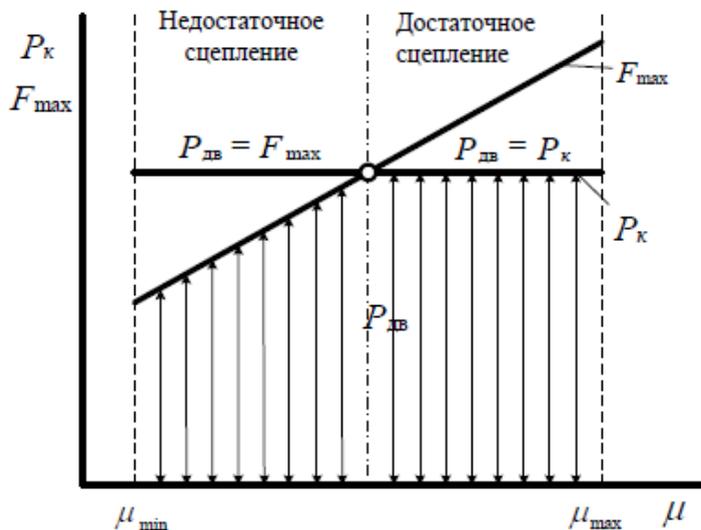


Рис. 6.5 – Зависимость движущей силы от почвенных условий

6.4 Тяговое усилие трактора

Тяговые возможности трактора для работы с сельскохозяйственными машинами в заданных условиях определяются тяговым усилием трактора (P_{KP}).

Из уравнения тягового баланса трактора (6.8) видно, что тяговое усилие (P_{KP}) будет определяться движущей силой ($P_{ДВ}$) за вычетом сил, затрачиваемых на буксование движителей (P_δ) на самопередвижение трактора (P_f), на преодоление подъема (при его наличии) (P_α), т.е.

$$P_{KP} = P_{ДВ} - P_\delta - P_f - P_\alpha \quad (6.13)$$

Воздействие движущей силы на почву вызывает буксование движителей. Затрачиваемая на это сила определяется по формуле

$$P_\delta = P_{ДВ} \cdot \delta \quad (6.14)$$

где δ – коэффициент буксования.

Коэффициент буксования (δ) меняется в зависимости от нагрузки на крюке трактора и от почвенных условий, но во всех случаях он ограничен допустимым значением (δ_δ): для гусеничных тракторов - $\delta_\delta=0,05$; для колесных тракторов с формулой 4К4 - $\delta_\delta=0,15$, с формулой 4К2 - $\delta_\delta=0,18$.

В случае *недостаточного сцепления* движущая сила ограничена сцепными свойствами трактора и допустимым буксованием (δ_δ). Поэтому, с учетом (6.12), можем записать

$$P_\delta = \lambda \cdot G \cdot \mu \cdot \delta_\delta \quad (6.15)$$

При *достаточном сцеплении* движущая сила равна касательной силе трактора. Поэтому, с учетом (6.11), имеем

$$P_\delta = 3,6 \cdot \frac{N_e^n \cdot \eta_m}{g_T^i} \cdot \delta, \quad (6.16)$$

Сила сопротивления передвижению (качению) трактора (P_f) пропорциональна вертикальной составляющей его веса ($G \cdot \cos$) и зависит от почвенного фона и конструктивных особенностей движителя, оцениваемых коэффициентом сопротивления качению (f).

$$P_f = G \cdot \cos \alpha \cdot f, \quad (6.17)$$

При малых углах подъема (α) (до 7...10 градусов) можно считать, что $\alpha=I$. Тогда

$$P_f = G \cdot f, \quad (6.18)$$

На величину коэффициента сопротивления качению (f) влияют тип и состояние почвы, агрофон, распределение веса трактора по ходовому аппарату, тип движителя, скорость движения и т.д.

Сила, затрачиваемая трактором на преодоление подъема (спуска) (P_α), зависит лишь от его веса и величины угла подъема, т.е., $P_\alpha=G \cdot \sin \alpha$.

При малых значениях (α) можно утверждать, что $\sin \alpha = \tan \alpha = h/l=i$. Уклон (i) принято выражать в процентах, поэтому

$$P_\alpha = \pm \frac{G \cdot i}{100}, \quad (6.19)$$

Знак «+» соответствует подъему, знак «-» - спуску.

В сумме (P_α) и (P_f) определяются по выражению

$$P_{\alpha f} = G \left(f \pm \frac{i}{100} \right), \quad (6.20)$$

Исходя из уравнения тягового баланса (6.8), с учетом выражений (6.11-6.20), тяговое усилие трактора определится по формулам:

при *достаточном сцеплении* движителя с почвой

$$P_{кр} = 3,6 \cdot \frac{N_e^u \cdot \eta_m}{g_T^i} \cdot (1 - \delta) - G \left(f \pm \frac{i}{100} \right), \quad (6.21)$$

при *недостаточном сцеплении* движителя с почвой

$$P_{кр} = \lambda \cdot G \cdot \mu \cdot (1 - \delta_0) - G \left(f \pm \frac{i}{100} \right), \quad (6.22)$$

Один из вариантов графиков тягового баланса трактора будет выглядеть так.

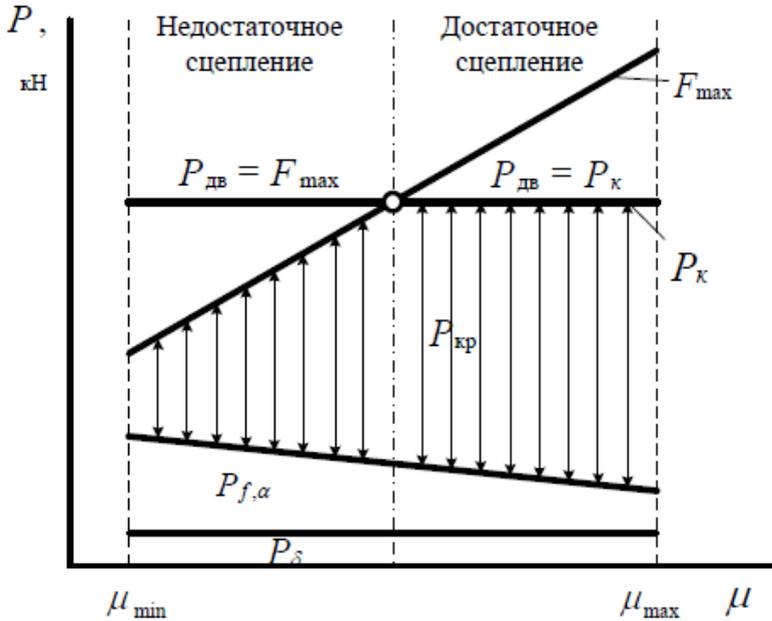


Рис. 6.6 – График тягового баланса трактора при условной скорости движения агрегата в различных почвенных условиях

6.5 Скорость движения агрегата

Скорость движения МТА на полевых сельскохозяйственных работах определяется поступательной скоростью трактора. От её величины зависит количество и качество выполняемой работы. Скорость выбирается не произвольно, а с характером и сущностью выполняемого технологического процесса. В первую очередь она должна удовлетворять агротехническим требованиям, предъявляемым к конкретной работе.

В то же время скоростной диапазон МТА при выполнении различных полевых работ достаточно широкий (от 1 до 30 км/ч). Необходимо выбирать такую скорость движения, при которой достигается требуемое качество работы, высокая производительность при минимальных эксплуатационных затратах.

Различают теоретическую, расчетную и фактическую скорости движения МТА.

Скорость движения определяется из известного выражения

$$g = \omega \cdot r_k \quad (6.23)$$

где ω – угловая скорость колеса, с; r_k – радиус качения, м.

Раскрывая формулу (6.23), получим

$$g = \frac{\pi \cdot n_k \cdot r_k}{30}, \text{ м / с.} \quad (6.24)$$

где n_k – число оборотов колеса, мин⁻¹.

Чтобы получить теоретическую скорость (g_T) в км/ч, преобразуем формулу (6.24). Тогда получим

$$g_T = \frac{3,14 \cdot n_k \cdot r_k \cdot 3600}{30 \cdot 1000} = 0,377 \cdot n_k \cdot r_k \quad (6.25)$$

Выразив (n_k) через частоту вращения коленчатого вала двигателя и передаточное отношение трансмиссии (i_{TP}) окончательно получим

$$g_T = 0,377 \frac{n_g \cdot r_k}{i_{TP}}, \text{ км / ч.} \quad (6.26)$$

Таким образом, теоретическая скорость агрегата — это есть такая скорость, которую он развил бы на данной передаче при данном режиме работы двигателя без учёта буксования.

В отличие от теоретической скорости рабочая скорость — это есть фактическая скорость прохождения агрегатом данного отрезка пути в полевых условиях с учетом величины буксования от действия нагрузки на крюке. Рабочая скорость определяется из выражения

$$g_p = g_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \text{ км / ч.} \quad (6.27)$$

или

$$g_p = 0,377 \frac{n_g}{i_{mp}} \cdot r_k \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (6.28)$$

где δ – коэффициент буксования, %.

Скорость поступательного движения агрегата может изменяться за счет регулирования подачи топлива к двигателю трактора или переключения передач.

К маневрированию скоростями путем переключения передач прибегают в тех случаях, когда сопротивление агрегата в процессе

работы уменьшается или увеличивается. При увеличении сопротивления сверх допустимого предела, определяемого коэффициентом приспособляемости двигателя трактора, переходят на низшую передачу. При снижении сопротивления переходят на повышенную передачу.

6.6 Баланс мощности трактора

Рабочий (мощностной) баланс — это есть распределение эффективной мощности двигателя по отдельным видам сопротивления агрегата. Мощность двигателя распределяется в основном на производительные и непроизводительные затраты.

Производительные затраты мощности непосредственно связаны с выполнением основных технологических процессов.

Непроизводительные затраты мощности идут в основном на переезды с поля на поле, повороты, развороты.

Не вся мощность, развиваемая тракторным двигателем (и называемая эффективной), расходуется на полезную работу агрегата; значительная ее часть идет на преодоление различных сопротивлений.

При равномерном движении трактора ($\mathcal{G}_p = const$) часть мощности расходуется (рис. 6.7) на преодоление сил трения в трансмиссии трактора (N_{TP}), на преодоление подъема (N_h), на самопередвижение трактора (N_{nep}), на буксование движителей (N_δ) и т. п. Остальная часть эффективной мощности используется на полезную работу ($N_{KP}, N_{вом}$).

Для того чтобы трактор мог выполнять полезную работу, эффективная мощность двигателя должна равняться сумме всех мощностей, идущих на преодоление сопротивления и потерь, т. е.

$$N_e = N_{TP} + N_f \pm N_\alpha \pm N_\delta \pm N_W + N_{KP} + N_{вом} \quad (6.29)$$

где N_{TP} — мощность, затрачиваемая на преодоление трения в передаточных механизмах трансмиссии трактора, кВт; N_f — мощность, идущая на передвижение трактора, кВт; N_α — мощность, идущая на преодоление подъема, кВт; N_δ — мощность, идущая на буксование, кВт; N_W — мощность, идущая на преодоление ветровой нагрузки, кВт; N_{KP} — мощность, идущая на выполнение основной работы, кВт; $N_{вом}$ — мощность на валу отбора, мощности, идущая на привод рабочих машин, кВт.

Рассмотрим составляющие рабочего баланса.

Мощность, затрачиваемая на преодоление трения в передаточных механизмах трансмиссии трактора

$$N_{TP} = N_e \cdot (1 - \eta_{mp}), \text{ кВт} \quad (6.30)$$

где N_e — эффективная мощность двигателя, кВт; η_{mp} — К.П.Д. трансмиссии.

Значение (η_{mp}) колеблется для колесных машин в пределах 0,90...0,92, для гусеничных — 0,86...0,88.

Уменьшение (N_{TP}) и соответствующее увеличение (η_{mp}) в опреде-

ленных пределах возможно за счет конструктивного совершенствования механизмов трансмиссии трактора, увеличение качества смазки, а также системы технического обслуживания.

Мощность, затрачивая на самопередвижение трактора, расходует-ся:

- 1) на образование колеи ходовым аппаратом;
- 2) на преодоление трения в подшипниках передних колес колесного трактора или в гусеницах гусеничного трактора;
- 3) на преодоление ударов, возникающие в результате тряски трактора;
- 4) на преодоление сопротивления воздуха во время движения трактора (при скорости до 30 км/ч сопротивление воздуха не учитывают).

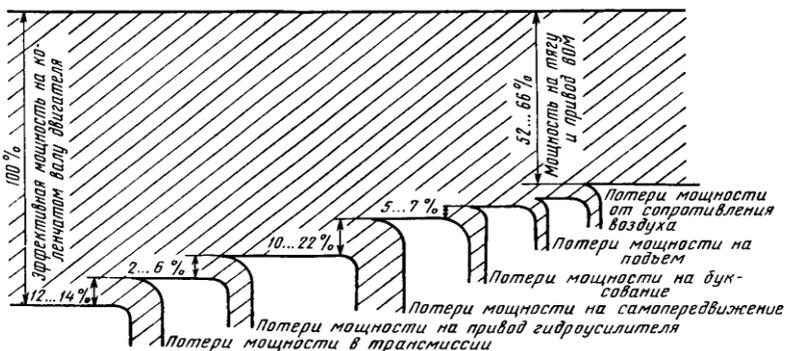


Рис. 6.7 – Баланс мощности трактора

Мощность, идущая на передвижение трактора определяется

$$N_f = \frac{P_f \cdot \mathcal{G}_p}{3,6}, \text{ кВт} \quad (6.31)$$

где P_f – сила, затрачиваемая на самопередвижение трактора, кН;
 \mathcal{G}_p – рабочая скорость, км/ч.

Сила, затрачиваемая на самопередвижение трактора

$$P_f = G_{TP} \cdot f, \text{ кН} \quad (6.32)$$

где G_{TP} – масса трактора, кН; f – коэффициент сопротивления качению.

Мощность, идущая на преодоление подъема, определяется следующим образом.

При движении трактора на подъем возникает сила (P_a), которая ему препятствует. Сопротивление подъему на основании известных законов механики может быть выражено формулой

$$P_{\alpha} = \pm G_{TP} \cdot \sin \alpha, \quad (6.33)$$

где α – угол подъема, град.

Так как при небольших углах подъема практически можно принять $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$ и $\operatorname{tg} \alpha = h/l = i$ (т.е. отношению высоты подъема к основанию), то сопротивление подъему удобно представлять упрощенной формулой

$$P_{\alpha} = \frac{\pm G_{TP} \cdot i}{100}, \quad (6.34)$$

где i – угол подъема, град.

Если известны сила (P_{α}) и скорость движения трактора, то можно определить мощность на преодоление подъема:

$$N_{\alpha} = \frac{P_{\alpha} \cdot g_p}{3,6}, \text{ кВт} \quad (6.35)$$

Потери мощности на буксование трактора возникают как следствие воздействия шин или звеньев гусениц на почву. При этом происходят почвенные сдвиги, сопровождающиеся буксованием и уменьшением поступательной скорости движения трактора. Величину буксования (δ) с достаточной для практических расчетов точностью можно подсчитать по формуле

$$\delta = \frac{(n_p - n_x) \cdot 100}{n_p}, \quad (6.36)$$

где n_p, n_x – соответственно средняя частота вращения ведущих колес (правого и левого) во время движения трактора под нагрузкой и при холостом ходе трактора на определенном пути, где проводят опыт.

Потери мощности на буксование

$$N_{\delta} = N_e \cdot \eta_{mp} \cdot \delta, \text{ кВт} \quad (6.37)$$

Мощность, идущая на преодоление ветровой нагрузки

$$N_w = \pm \frac{P_w \cdot g_p}{3,6}, \text{ кВт} \quad (6.38)$$

или

$$N_w = \pm \frac{c \cdot F_l \cdot g_p^3}{46,8}, \text{ кВт} \quad (6.39)$$

где P_w – сопротивление воздушной среды, кН; C – коэффициент, учитывающий влияние обтекаемости формы машины, вязкости и плотности воздуха, $\text{кг} \cdot \text{ч}^2 / \text{м}^4$. Для сельскохозяйственных агрегатов $C = 0,07 \dots 0,08 \text{ кг} \cdot \text{ч}^2 / \text{м}^4$; F_l – лобовая площадь машины, м^2 .

Сопротивлением воздушной среды при F_l менее 10 м^2 и скоростях менее 30 км/ч практически пренебрегают.

Мощность, идущая на выполнение основной работы, т.е. мощность на крюке (N_{KP}) равна

$$N_{кр} = \frac{P_{кр} \cdot g_p}{3,6}, \text{ кВт или } N_{кр} = \frac{P_a \cdot g_p}{3,6}, \text{ кВт} \quad (6.40)$$

где $R_a = P_{кр}$ – сопротивление агрегата, кН.

Мощность, на валу отбора мощности, идущая на привод рабочих машин ($N_{вом}^e$) равна

$$N_{вом}^e = \frac{N_{вом}}{\eta_{вом}}, \text{ кВт} \quad (6.41)$$

где $N_{вом}$ – мощность фактическая на валу отбора мощности, кВт;
 $\eta_{вом}$ – К.П.Д. вала отбора мощности.

6.7 Пути улучшения сцепных свойств трактора

При выполнении какой-то технологической операции машинно-тракторным агрегатом очень важно полнее использовать тяговые возможности трактора, заложенные в нем конструктивно.

Для этого очень важно обеспечить более высокое значение силы сцепления ходового аппарата трактора с почвой (F_{max}). В целях обеспечения необходимых сцепных свойств трактора на практике идут разными путями:

1) Конструктивно предусмотрена установка на трактор гидроувеличителя сцепного веса (ГСВ), благодаря которому с навесных машин (почвообрабатывающие, посевные, посадочные и др.) как бы снимается часть силы тяжести машины и передается через механизм навески на задние колеса трактора.

При этом увеличение нагрузки на задние колеса трактора может быть достигнуто до 11-37 % и позволяет увеличить тяговое усилие на крюке трактора ($P_{кр}$) на 8...28 %. Данный путь нашел практическое решение еще при конструировании трактора.

2) Использование различных дополнительных устройств (скажем, цепей), которые при необходимости надевают на ведущие колеса трактора.

3) Заполнение ведущих колес водой для увеличения их массы.

4) Снижение давления воздуха в шинах ведущих колес.

5) Выравнивания полей, устранение различного рода препятствий.

6) Выполнять работы (по возможности) при оптимальной влажности почвы.

Применяя на практике данные рекомендации, с учетом конкретных условий и имеющихся возможностей, можно добиться улучшения сцепных свойств тракторов и повышения эффективности работы машинно-тракторных агрегатов, что обеспечит выполнение работ в лучшие агротехнические сроки.

6.8 Сцепки

Для повышения производительности агрегатов, более полной загрузки двигателя и реализации тяговых возможностей трактора к нему присоединяют несколько машин посредством сцепок.

Классификация. Наша промышленность выпускает сцепки нескольких типов, объединяемых в группы по следующим признакам: степени универсальности, способу присоединения к трактору, конструкции рамы, расположению машин.

По степени универсальности различают сцепки универсальные, предназначенные для соединения различных симметричных машин (культиваторов, сеялок, борон), и специальные — для соединения несимметричных машин (прицепных плугов, сенокосилок, боковых граблей, валковых жаток).

В сельском хозяйстве наиболее широко используют универсальные прицепные сцепки СП-11А, С-11У; СП-16А, СГ-21. Их главные преимущества: возможность готовить агрегат заранее; простота соединения с трактором; хорошее копирование отдельными машинами агрегата рельефа почвы.

Недостатки этих сцепок: большое сопротивление сцепки, вызванное ее значительным весом; затрудненность наблюдения тракториста за работой отдельных машин; необходимость выделения больших поворотных полос на рабочем участке; затрудненность перевода агрегата в транспортное положение.

По способу присоединения к трактору сцепки классифицируют на прицепные, навесные и полунавесные. Прицепные сцепки (за исключением тросовых) снабжены собственным колесным ходом, навесные навешиваются на трактор, полунавесные имеют на одном конце опорные колеса, а другим концом навешиваются на трактор.

Из полунавесных сцепок выпускают и пока эксплуатируют сцепку СН-75, которая предназначена для составления трехмашинных агрегатов с тракторами ДТ-75М и Т-150. Навесные сцепки (типа СНУ-11) изготавливают, как правило, в мастерских хозяйствах. Выпускают также прицепные сцепки СПН-11 для агрегатирования двух навесных сеялок СУПН-8 и ССТ-12В или двух междурядных культиваторов КРН-5,6 и УСМК-5,4. Производят и навесную сцепку СП-2 для двух прицепных культиваторов КСО-4 и др.

Применение полунавесных и навесных сцепок позволяет создать компактный агрегат с хорошим обзором машин, обеспечить высокую маневренность агрегата. Тяговое сопротивление таких сцепок незначительное. Однако главный их недостаток — затрудненное управление трактором, вызываемое изменениями тягового сопротивления каждой из машин, включенных в агрегат.

По конструкции рамы различают сцепки с жесткой рамой, с шарнирной рамой и безрамные. Безрамные, тросовые и цепные сцепки применяют для сенокосилок и жаток; сцепки с жесткой рамой используют при небольшой ширине захвата агрегата.

По расположению орудий сцепки делятся на фронтальные, косые и комбинированные.

Эксплуатационные показатели сцепок. К основным эксплуатационным показателям сцепки относятся: фронт, длина выезда, радиус поворота, масса на единицу фронта, тяговое сопротивление.

Фронт сцепки (ширину основного бруса) подсчитывают по формуле

$$\Phi_c = (n_n - 1) \cdot b_m, \quad (6.42)$$

где n_n – число машин, присоединенных к сцепке; b_m – ширина захвата одной машины, м.

С учетом мест крепления машин и осей ходовых колес общая ширина бруса будет на 0,5...0,75 м больше фронта сцепки.

Длина выезда сцепки — это расстояние, на которое выводится агрегат на поворотную полосу за границу контрольной линии до начала поворота.

Тяговое сопротивление сцепки определяют так:

$$R_{сц} = G_{сц} \cdot f, \quad (6.43)$$

где $G_{сц}$ – вес сцепки, кН; f – коэффициент сопротивления качению.

Сопротивление перекачиванию сцепки с учетом подъема i определяют по формуле

$$R_{сц} = G_{сц} \cdot f + G_{сц} \cdot i = G_{сц} \cdot (f + i) \quad (6.44)$$

Контрольные вопросы

1. Что следует относить к главным эксплуатационным свойствам МТА? 2. Назовите основные показатели, характеризующие эксплуатационные свойства тракторных двигателей? 3. Какие представления об эксплуатационных свойствах двигателя дает регуляторная характеристика? 4. Из каких составляющих складывается баланс мощности трактора? 5. Какие силы действуют на трактор? 6. Как образуется движущая сила трактора? 7. Как можно увеличить сцепные свойства тракторов? 8. Проанализируйте уравнение движения агрегата? 9. Что понимают под тяговым балансом трактора? 10. Из каких составляющих состоит баланс тяговых сопротивлений машин? 11. Как классифицируются сцепки? 12. Как определить тяговое сопротивление сцепки?

VII. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

7.1. Производительность труда и ее связь с качеством работы

Производительность труда характеризуется количеством работы определенного качества, выполненной в единицу времени, а в стоимостном выражении — количеством потребительной стоимости, произведенной в единицу времени (для завершенного производства):

$$W = \frac{Q}{t} \quad \text{или} \quad W_c = \frac{П_c}{t} \quad (7.1)$$

где W — производительность труда, га/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{кг}/\text{ч}$); Q — объем выполненной работы, га (кг, т); t — время выполнения работы, ч; $П_c$ — объем выполненной работы в стоимостном выражении, руб.

Чем выше качество выполненной работы, тем больше ее потребительная стоимость. Поэтому для сравнения работ различного качества вводится коэффициент качества (K_K) — безразмерная величина, показывающая степень совпадения фактического качества на всей обработанной площади с заданным эталонным качеством (нормативным).

Тогда производительность труда, га/ч:

$$W_K = \frac{Q \cdot K_K}{t} \quad (7.2)$$

Чем ближе значение коэффициента (K_K) к единице, тем лучше качество выполненной работы. По мере снижения качества соответственно уменьшается и значение (W_K).

Связь производительности труда с качеством выполнения работ выражается через соотношение количественных и качественных сторон потребительской стоимости. Если количество продукции одинаково, но продукция отличается по степени качества, то более производительным считается труд работника, который в одинаковых с другими условиях и равное время выполняет работу (или создает продукт) более высокого качества.

В условиях сельского хозяйства улучшение качества ведет к росту урожая, т. е. повышению производительности труда. Труд более качественный является трудом и более производительным.

В дальнейшем под производительностью труда будем понимать объем работы, выполненной в единицу времени, нормативного качества.

7.2 Производительность машинно-тракторных агрегатов

Производительность агрегата — это количество выполненной им работы (при высоком качестве) за определенный промежуток времени:

час ($W_{ч}$), смену ($W_{см}$), сезон ($W_{сез}$), год ($W_{год}$). В зависимости от вида работ производительность агрегата может выражаться в единицах площади (га), массы (ц или т переработанной продукции), объемных единицах (m^3 перемещенного материала) и т. п.

Различают понятия теоретической, технической и действительной (эксплуатационной) производительности.

Теоретическая производительность. Часовая теоретическая производительность определяется как площадь прямоугольника, у которого одна сторона равна конструктивной ширине захвата агрегата, а другая — длине пути, пройденного агрегатом без буксования трактора за 1 ч непрерывной работы. Путь, пройденный агрегатом $l = \vartheta_T t$, но так как $t = 1$ ч, $l = \vartheta_T$ (рис. 7.1).

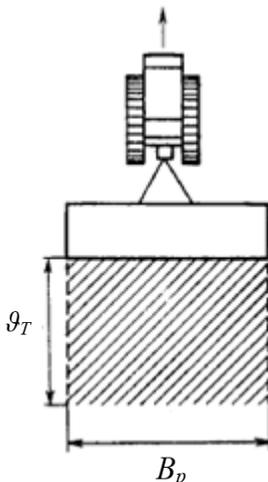


Рис. 7.1 – Схема для определения производительности агрегата

Производительность агрегата, $m^2/ч$, в этом случае будет

$$W_{T,ч} = B_p \cdot l = 10^3 \cdot B_p \cdot \vartheta_T \quad (7.3)$$

где B_p – конструктивная ширина захвата агрегата, м; ϑ_T – теоретическая скорость движения, км/ч.

При оценке производительности агрегата в гектарах формула (7.3) примет вид

$$W_{T,ч} = 0,1 \cdot B_p \cdot \vartheta_T, \quad (7.4)$$

Для определения теоретической сменной производительности, га/см, часовую производительность агрегата умножают на количество часов смены:

$$W_{T,см} = 0,1 \cdot B_p \cdot \vartheta_T \cdot T_{см} \quad (7.5)$$

где T_{CM} – продолжительность смены, ч.

Если скорость движения агрегата принять в м/с, то теоретическая производительность агрегата, га, определяется по формулам

$$W_{T,ч} = 0,36 \cdot B_p \cdot \mathcal{G}_T \quad (7.6)$$

$$W_{T,ч} = 0,36 \cdot B_p \cdot \mathcal{G}_T \cdot T_{CM} \quad (7.7)$$

Техническая производительность. Приведенные выше формулы учитывают лишь ширину конструктивного захвата агрегата, теоретическую скорость и полное время смены, но не отражают изменений этих параметров в процессе работы МТА.

Техническая производительность агрегата определяется с учетом реальных условий работы и технических возможностей машин, Действительная ширина захвата машин, с которыми агрегируется трактор, называется рабочей шириной захвата (B_k). И с пользование ширины захвата агрегата оценивают коэффициентом (β)

$$\beta = \frac{B_k}{B_p} \quad (7.8)$$

Отсюда

$$B_k = B_p \cdot \beta \quad (7.9)$$

Полнота использования конструктивной ширины захвата зависит от точности вождения агрегата (квалификации механизатора), правильности присоединения машин и их технического состояния.

Рабочая скорость агрегата (\mathcal{G}_p) тоже отличается от теоретической (\mathcal{G}_T). На нее влияют буксование движителей трактора, переключение передач, непостоянство частоты вращения вала двигателя, радиуса качения (в связи с деформацией баллонов колесных тракторов в процессе работы на разных почвенных фонах) и т. п. Поэтому при расчетах учитывается коэффициент использования скорости (ε_g):

$$\varepsilon_g = \frac{\mathcal{G}_p}{\mathcal{G}_T} \quad (7.10)$$

откуда

$$\mathcal{G}_p = \varepsilon_g \cdot \mathcal{G}_T \quad (7.11)$$

Очевидно, что чем больше коэффициент использования скорости, тем выше производительность агрегата.

Работа агрегата сопровождается нормативными потерями времени на холостые повороты (на концах загонов), проезды с одного загона или участка на другой, заправку машин удобрениями или посевным материалом, на техническое обслуживание машин и т. п.

Их оценивают коэффициентом использования времени смены (τ), представляющим собой отношение времени (T_p) фактической (чистой) работы агрегатов ко всему времени смены (T_{CM}) т. е.

$$\tau = \frac{T_p}{T_{CM}} \quad (7.12)$$

или

$$T_p = T_{CM} \cdot \tau \quad (7.13)$$

В соответствии с указанными факторами, влияющими на работу мобильного агрегата, техническая производительность МТА определяется следующими формулами:

часовая (га/ч)

$$W_{ч} = 0,1 \cdot B_p \cdot \beta \cdot \mathcal{G}_r \cdot \varepsilon_{\mathcal{G}} \cdot \tau = 0,1 \cdot B_k \cdot \mathcal{G}_p \cdot \tau \quad (7.14)$$

сменная (га/смену)

$$W_{CM} = 0,1 \cdot B_p \cdot \beta \cdot \mathcal{G}_r \cdot \varepsilon_{\mathcal{G}} \cdot \tau \cdot T_{CM} = 0,1 \cdot B_k \cdot \mathcal{G}_p \cdot T_p \quad (7.15)$$

Действительная (эксплуатационная) производительность. Эксплуатационная производительность агрегата — это производительность, которую обеспечил агрегат в реальных условиях при выполнении той или иной операции. Чем лучше скомплектован агрегат и организована его работа, тем в большей мере действительная производительность соответствует технической.

7.3 Баланс времени смены и его составляющие

Баланс времени смены. Производительность машинно-тракторного агрегата во многом зависит от полноты использования времени смены. Вот что представляет собой баланс времени смены:

$$T = T_{ПЗ} + T_p + T_X + T_{OT} + T_{ТО} + T_{ПП} + T_H + T_{OP} + T_M + T_{\Phi} + T_K \quad (7.16)$$

где $T_{ПЗ}$ — подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на сдачу и приемку агрегата, ежесменное техническое обслуживание, комплектование машин, переезд к месту работы и обратно; T_p — чистое время на выполнение операции за время T ; T_X — время холостых заездов на загоне; T_{OT} — время на технологическое обслуживание агрегата (заправка семенами и удобрениями, выгрузка зерна из комбайнов и пр.); $T_{ТО}$ — время на техническое обслуживание агрегата среди смены; $T_{ПП}$ — время для устранения возможных нарушений в ходе технологических процессов (очистка рабочих органов и пр.); T_H — время простоев по техническим неисправностям (и поломкам); T_{OP} — время простоев по организационным причинам (отсутствие топлива, сменных комплектов рабочих органов, обслуживающего персонала и др.); T_M — время простоев по метеорологическим условиям (дождь, туман, избыточная влажность, ветер и др.); T_{Φ} — время простоев по физиологическим и бытовым надобностям; T_K — время простоев при контроле качества выполнения работы.

Значения (T_X), (T_{OT}), (T_{TO}) и (T_{III}) можно считать связанными с чистым рабочим временем (T_P), а (T_M), (T_{OP}), (T_H), и (T_Φ) независимы от времени чистой работы.

Время смены — работа без подготовительно-заключительного времени

$$T_{CM} = T - T_{II} \quad (7.17)$$

Время, затрачиваемое на полезную работу агрегата, оценивается общим коэффициентом использования времени смены (τ):

$$T_P = \tau \cdot T_{CM} \quad (7.18)$$

Для сравнительного анализа составляющих баланса времени смены различных агрегатов следует применять частные коэффициенты:

коэффициент использования времени движения

$$\tau_{ос} = \frac{T_P}{(T_P + T_X)} \quad (7.19)$$

коэффициент использования времени смены, учитывающий время простоев на технологическое обслуживание:

$$\tau_{OT} = \frac{(T_{CM} - T_{OT})}{T_{CM}} \quad (7.20)$$

коэффициент использования времени смены, время простоев на техническое обслуживание:

$$\tau_{TO} = \frac{(T_{CM} - T_{TO})}{T_{CM}} \quad (7.21)$$

коэффициент использования времени смены, учитывающий время простоев из-за неисправности машин:

$$\tau_H = \frac{(T_{CM} - T_H)}{T_{CM}} \quad (7.22)$$

коэффициент использования времени смены, учитывающий время простоев по организационным причинам:

$$\tau_{OP} = \frac{(T_{CM} - T_{OP})}{T_{CM}} \quad (7.23)$$

Между этими коэффициентами существует взаимосвязь

$$\tau = (\tau_{OT} + \tau_{TO} + \tau_H + \tau_{OP} - 3) \cdot \tau_{ос} \quad (7.24)$$

Чем лучше организован технологический процесс, тем выше значение коэффициента τ , что соответствует более эффективному использованию машинно-тракторного парка хозяйства.

7.4 Влияние скорости движения агрегата на коэффициент использования времени смены

Большое влияние на изменение составляющих времени смены оказывает скорость движения агрегата. С ее увеличением (при прочих равных условиях) коэффициент (τ) снижается. Это объясняется следующим: при одной и той же длине рабочего хода агрегата (L_p) время его прохождения (t_p) обратно пропорционально скорости движения

$$t_p = \frac{L_p}{g_p} \quad (7.25)$$

А за одно и то же время работы за смену (T_p) число проходов увеличивается

$$n_p = \frac{T_p}{t_p} \quad (7.26)$$

И, следовательно, общий путь, проходимый агрегатом за смену, м, возрастает

$$S_p = n_p \cdot L_p \quad (7.27)$$

Снижение коэффициента (τ) в зависимости от скорости движения агрегата будет тем больше, чем короче длина гона.

Время одной технологической остановки (t_{OT}) при изменении скорости движения практически остается постоянным, а число остановок пропорционально пройденному пути (S_p):

$$n_{OT} = \frac{S_p}{L_{OT}} \quad (7.28)$$

где L_{OT} – длина пути агрегата между технологическими остановками, м.

Общее время на технологические остановки за смену возрастает

$$T_{OT} = t_{OT} \cdot n_{OT} = \frac{t_{OT} \cdot S_p}{L_{OT}} \quad (7.29)$$

Для снижения времени технологических остановок необходимо удлинить промежутки между остановками. Например, в ряде случаев это возможно за счет увеличения вместимости бункеров машин или заправочных емкостей под семена и удобрения (снижение числа остановок, повышение коэффициента использования времени смены и в конечном итоге увеличение производительности агрегата).

Искажение рабочей траектории из-за естественных препятствий (остатки соломы, незасыпанные ямы и т. д.) или в результате неточного вождения, нарушения регулировок механизмов управления и ходовой части вызывает удлинение пути, проходимого агрегатом. Оно оценивается коэффициентом удлинения пути:

$$K_{\text{УП}} = \frac{(L_{\Phi} - L_{\Pi})}{L_{\Pi}} \quad (7.30)$$

где L_{Φ} – фактическая траектория агрегата, м; L_{Π} – прямолинейная траектория агрегата, м.

Значения ($K_{\text{УП}}$) могут достигать 0,10...0,15, т. е. пропорциональны снижению производительности агрегата:

$$W_{\text{ч}} = 0,1 \cdot B_p \cdot \mathcal{P}_p \cdot (1 - K_{\text{УП}}) \quad (7.31)$$

Большое значение для снижения времени холостых заездов имеет сокращение их длины путем правильного выбора способа движения, ширины поворотных полос и скорости перемещения агрегата на повороте.

7.5 Особенности определения производительности уборочных агрегатов

Производительность уборочных машин зависит (помимо ранее рассмотренных факторов) от урожайности и соломистости срезанной хлебной массы, а также от пропускной способности молотильного аппарата, т. е. от наибольшего количества хлебной массы (кг/с), которую он может переработать без потерь в единицу времени.

Количество хлебной массы, поступающей в комбайн в единицу времени (подача q , кг/с), определяют следующим образом:

$$q = C_W \cdot B_p \cdot \mathcal{P}_p \cdot g = \frac{B_p \cdot \mathcal{P}_p \cdot U}{36} \cdot (1 + \delta_K) \quad (7.32)$$

где C_W – коэффициент, зависящий от того, в каких единицах принята скорость движения \mathcal{P}_p : если в км/ч, $C_W = 0,1$, если в м/с, $C_W = 0,36$ (в дальнейшем скорость движения принимается в км/ч и потому знаменатель равен 36); U – урожайность, т/га; δ_K – отношение массы соломы к массе зерна (обычно $\delta_K = 1 \dots 2$).

Максимальная производительность зерноуборочного комбайна ограничивается наибольшей допустимой скоростью движения по условиям его пропускной способности q_{max} , т. е.

$$q_{\text{max}} \geq \frac{B_p \cdot \mathcal{P}_p \cdot U}{36} \cdot (1 + \delta_K) \quad (7.33)$$

Из этого выражения находят наибольшую скорость движения комбайна:

$$\mathcal{P}_{p \text{ max}} = \frac{36 \cdot q_{\text{max}}}{B_p \cdot U \cdot (1 + \delta_K)} \quad (7.34)$$

Максимально возможная техническая производительность, га/ч, зерноуборочного комбайна по его пропускной способности может быть выражена формулой

$$W_{max} = 0,1 \cdot B_p \cdot g_{max} \cdot \tau = \frac{36 \cdot q_{max}}{U \cdot (1 + \delta_k)} \cdot \tau \quad (7.35)$$

Производительность, га/ч, силосоуборочного комбайна или другой приводной машины по мощности двигателя трактора будет:

$$W_c = \frac{0,36}{k} \cdot (N_e - N_{BOM}) \cdot \xi_{N_e} \cdot \eta_T \cdot \tau \quad (7.36)$$

где k – удельное сопротивление на единицу ширины захвата; N_e – номинальная эффективная мощность двигателя; N_{BOM} – мощность, необходимая для привода рабочих органов; ξ_{N_e} – степень использования эффективной мощности двигателя, η_T – тяговый К.П.Д. трактора; τ – коэффициент использования времени.

7.6 Пути повышения производительности машинно-тракторных агрегатов

Добиться повышения производительности машинно-тракторных агрегатов и всего парка можно за счет следующих мероприятий.

1. Поддержания в процессе эксплуатации высокого уровня реализации мощности на валу двигателя и на крюке за счет своевременного и проведенного в надлежащем объеме технического обслуживания тракторов, применения безразборной диагностики мощностных показателей и устранения неисправностей, восстановления мощностных показателей, моторесурса, эксплуатационной надежности и др.

2. Снижения удельных сопротивлений машин и агрегата благодаря своевременному и высококачественному проведению технического обслуживания, применению комплексных агрегатов, у которых общее сопротивление меньше суммарного сопротивления машин при раздельной работе, использованию наиболее рациональных сцепок, правильной прицепки или навески машин на трактор; осуществления агротехнологических мероприятий по улучшению почв, выполнения работ в оптимальные сроки, например при агротехнической и механической спелости почв и др.

3. Правильного комплектования состава агрегата за счет выбора наиболее рациональных ширины захвата и скоростного режима работы (маневрирования передачами, использования всережимного регулятора, применения маркеров, слепоуказателей и др.).

4. Максимального использования МТА в течение суток в результате лучшей организации работы агрегатов в соответствии с планом-маршрутом в двух- и трехсменном режиме, внедрения прогрессивных способов движения агрегатов, механизированной заправки машин семенами, удобрениями и топливо и смазочными материалами в борозде, улучшения качества подготовки поля (разбивка его на загоны оптимальной ширины, отбивка минимальных поворотных полос и т. п.),

применения в хозяйстве диспетчерской службы, обеспечивающей возможность своевременного контроля выполнения сменных норм выработки, устранения простоев агрегатов, полной ликвидации непроизводительных затрат времени.

Одной из рациональных форм использования МТА является групповая работа агрегатов. Она позволяет завершить выполнение очередной технологической операции на данном поле (часто для одной культуры) в сжатые сроки. Это создает для развития культурных растений почти одинаковые условия, способствует повышению урожая, а при уборке — снижению потерь. Кроме агротехнической выгоды, групповая работа агрегатов облегчает их техническое и технологическое обслуживание, рациональнее и интенсивнее используется высокопроизводительная техника, уменьшается число длительных простоев из-за неисправностей и т. п.

Повышение производительности труда в сельском хозяйстве в значительной мере зависит от применения более совершенной техники — энергонасыщенных тракторов, скоростных, с повышенной надежностью машин, оснащенных автоматами, средств комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, новых технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.

Нельзя забывать и о постоянном росте квалификации кадров, факторах научной организации труда, внедрении прогрессивных методов морального и материального стимулирования по конечным результатам труда коллектива.

7.7 Учет механизированных работ

Объективно оценить работу машинно-тракторного парка можно лишь на основе единой научно обоснованной системы показателей и нормативов.

Объем выполненной машиной работы измеряют в физических (га, м, м², м³, т·км и др.) или в условных единицах, например условных эталонных гектарах (у.э.га).

Условный гектар — это объем работы, соответствующий вспашке одного физического гектара в эталонных условиях, т.е. при глубине 20...22 см (21 см), на стерне колосовых культур, на среднем суглинке при влажности 20...22 %, удельном сопротивлении при вспашке 50 кН/м², скорости движения 5 км/ч, на ровном рельефе (угол склона до 0,017 рад (1°), при высоте над уровнем моря до 200 м, при длине гонов 800 м и правильной (прямоугольной) конфигурации обрабатываемого участка, без каменистости и препятствий.

Объем Ω механизированной полевой работы, выраженной количеством сменных технически обоснованных норм выработки МТА с

трактором данной марки, может быть переведен в условные эталонные гектары по формуле

$$\Omega = W_{н.э} \cdot H \quad (7.37)$$

где $W_{н.э}$ – наработка трактора в эталонных условиях за 7-часовую смену, у.э.га; H – число выполненных сменных норм (нормо-смен).

За условный эталонный трактор принимается трактор с эффективной мощностью двигателя 55 кВт и мощностью на крюке 35 кВт, имеющий наработку, равную 1 у.э.га за 1 ч сменного времени.

Этому требованию примерно соответствуют тракторы ДТ-75.

В основу определения коэффициента перевода физических тракторов в эталонные положено соотношение норм выработки за час сменного времени (или смены) в условных эталонных гектарах данного трактора и эталонного трактора. Для определения объема работ в условных эталонных гектарах необходимо число нормо-часов, отработанных трактором, умножить на этот коэффициент.

Пересчет числа физических тракторов на условные эталонные проводят по формуле

$$m_y = m_\phi \cdot k_y \quad (7.38)$$

где m_y – число условных эталонных тракторов; m_ϕ – число физических тракторов; k_y — коэффициент перевода в условные эталонные тракторы.

Контрольные вопросы и задания

1. Чем характеризуется производительность труда?
2. Как взаимосвязаны качество работ с производительностью труда?
3. Дайте понятия теоретической, технической и эксплуатационной производительности агрегата?
4. Как определить техническую и эксплуатационную производительность агрегата?
5. Какие составляющие входят в уравнение баланса времени смены?
6. Как изменяются составляющие времени смены в зависимости от скорости движения агрегата?
7. В чем состоят особенности определения производительности уборочных агрегатов?
8. Охарактеризуйте основные пути повышения производительности МТА.
9. Как перевести тракторные работы в условные гектары?
11. Что такое эталонный трактор?

VIII. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ ПРИ РАБОТЕ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

8.1. Классификация эксплуатационных затрат

Все стоимостные затраты, связанные с эксплуатацией машин, можно подразделить на прямые производственные затраты, связанные с выполнением той или иной технологической операции и относящиеся к ее себестоимости, и косвенные затраты, которые трудно отнести к отдельным видам технологических операций.

Косвенные затраты — это в основном накладные расходы: содержание административно-управленческого персонала и специалистов, подсобных и вспомогательных рабочих, содержание помещений и сооружений, приобретение инструментов, амортизация основных средств и т. д. Учесть все эти виды затрат при оценке работы агрегата в поле не представляется возможным. Поэтому сравнительную оценку разных агрегатов проводят по прямым эксплуатационным затратам.

Прямые затраты — эксплуатационные затраты, связанные с выполнением технологической операции, исчисляются в рублях на 1 ч работы машин, на 1 га наработки или на 1 т произведенной продукции.

Рассчитывают прямые эксплуатационные денежные затраты за 1 ч работы, руб./ч, по формуле

$$C_A = C_T + C_M + C_{CC} + C_X \quad (8.1)$$

где C_T , C_M и C_{CC} — затраты, связанные с эксплуатацией соответственно трактора, сельскохозяйственной машины и сцепки, руб./ч; C_X — затраты, связанные с хранением трактора, машины и сцепки, руб./ч.

Составляющие формулы (8.1) определяют следующим образом.

Затраты, связанные с эксплуатацией трактора, находят, пользуясь выражением

$$C_T = C_{ч.Т} + C_{Т.Т} + C_{А.Т} + C_{Р.Т} \quad (8.2)$$

где $C_{ч.Т}$ — часовая ставка тракториста-машиниста на данном виде работы; $C_{Т.Т}$ — стоимость топлива и смазочных материалов на 1 ч работы; $C_{А.Т}$ — амортизационные отчисления на полное восстановление трактора; $C_{Р.Т}$ — отчисления на капитальный и текущий ремонты трактора, проведение технического обслуживания на 1 ч работы.

В свою очередь,

$$C_{Т.Т} = W_q \cdot G \cdot Ц_K \quad (8.3)$$

где W_q — производительность агрегата по норме за 1 ч сменного времени, га/ч; G — расход топлива по норме, кг/га; $Ц_K$ — комплексная цена топлива с учетом смазочных материалов, руб./кг.

$$C_{А.Т} = \frac{C_{Б.Т} \cdot A_T}{100 \cdot T_{\phi.Т}} \quad (8.4)$$

где $C_{БТ}$ – балансовая стоимость трактора, руб.; A_T – норма ежегодных амортизационных отчислений, %; $T_{ФТ}$ – фактическая годовая загрузка трактора, но данным хозяйства, ч.

$$C_{P.T} = \frac{C_{БТ} \cdot (P_{К.P} + P_{Т.P} + P_{Т.О})}{100 \cdot T_{HT}} \quad (8.5)$$

где $P_{К.P}$, $P_{Т.P}$, $P_{Т.О}$ – нормы ежегодных отчислений соответственно на капитальный, текущий ремонт и на проведение технического обслуживания, %; T_{HT} – нормативная годовая загрузка трактора, ч.

Прямые затраты, связанные с эксплуатацией машины, за 1 ч их работы:

$$C_M = C_{ч.M} + C_{A.M} + C_{P.M} \quad (8.6)$$

где $C_{ч.M}$ – часовая оплата труда рабочих, занятых на сельскохозяйственных машинах; $C_{A.M}$ – часовые амортизационные отчисления на полное восстановление машин, агрегата; $C_{P.M}$ – часовые отчисления на текущий ремонт и техническое обслуживание.

Составляющие формулы (8.6) находят из следующих выражений:

$$C_{ч.M} = \sum_I^n C_{ч.P} \cdot m_p \quad (8.7)$$

где $C_{ч.P}$ – часовая ставка оплаты труда рабочих, обслуживающих сельскохозяйственные машины, по соответствующей тарифной группе; m_p – число рабочих, оплата труда которых производится по соответствующей тарифной группе; n – число тарифных групп.

$$C_{A.M} = \frac{C_{Б.M} \cdot A_M}{100 \cdot T_{Ф.M}} \quad (8.8)$$

где $C_{Б.M}$ – балансовая стоимость сельскохозяйственных машин, агрегатов, руб.; A_M – норма ежегодных амортизационных отчислений, %; $T_{Ф.M}$ – фактическая годовая загрузка сельскохозяйственных машин, агрегата по данным хозяйства, ч.

$$C_{P.M} = \frac{C_{Б.M} \cdot (P_{P.M} + P_{O.M})}{100 \cdot T_{H.M}} \quad (8.9)$$

где $P_{P.M}$, $P_{O.M}$ – ежегодные отчисления соответственно на текущий ремонт и техническое обслуживание машин, %; $T_{H.M}$ – нормативная годовая загрузка сельскохозяйственных машин, ч.

Прямые затраты, связанные с эксплуатацией сцепки, складываются так:

$$C_{Cц} = C_{A.C} + C_{P.C} \quad (8.10)$$

где $C_{A.C}$ – амортизационные отчисления на полное восстановление сцепки агрегата; $C_{P.C}$ – отчисления на текущий ремонт и техническое обслуживание сцепки.

В свою очередь,

$$C_{AC} = \frac{C_{Б.C} \cdot A_C}{100 \cdot T_{\Phi.C}} \quad (8.11)$$

где $C_{Б.C}$ – балансовая стоимость сцепки, руб.; $T_{\Phi.C}$ – фактическая годовая загрузка сцепки по данным хозяйства, ч.

$$C_{P.C} = \frac{C_{Б.C} \cdot (P_{P.C} + P_{T.C})}{100 \cdot T_{H.C}} \quad (8.12)$$

где $P_{P.C}$, $P_{T.C}$ – нормы ежегодных отчислений соответственно на текущий ремонт и техническое обслуживание сцепки, %; $T_{H.C}$ – нормативная годовая нагрузка сцепки, ч.

Основной путь уменьшения эксплуатационных затрат — повышение сменной, сезонной и годовой наработки МТА за счет внедрения наиболее прогрессивных методов организации труда, рационального комплектования агрегатов, замены прицепных машин навесными, сокращения расходов на топливо и смазочные материалы, на ремонт машин, повышения уровня механизированных работ.

8.2 Затраты труда и пути их снижения

Затраты труда являются одним из основных показателей, характеризующих уровень механизации сельскохозяйственных процессов и определяющих себестоимость их выполнения.

Различают прямые затраты, связанные с непосредственным обслуживанием машины, и общие затраты труда, слагаемые с учетом выполнения всех вспомогательных работ.

Прямые затраты, т. е. затраты труда рабочих, непосредственно обслуживающих агрегат (тракториста и др.), на единицу обрабатываемой площади, чел. ч/га, или единицу продукции, чел. ч/т определяются из выражений

$$Z_T = m_M W_q \quad Z'_T = \frac{m_M}{W_q \cdot U} \quad (8.13)$$

где m_M – численность обслуживающего агрегат персонала, чел.; W_q – производительность агрегата, га/ч; U – урожайность, т/га.

Общие затраты при выполнении того или иного сельскохозяйственного процесса или группы процессов в соответствующих единицах составляют

$$Z = \frac{(m_M + m_B)}{W_q} \quad Z' = \frac{(m_M + m_B)}{W_q \cdot U} \quad (8.14)$$

где m_B – число вспомогательных рабочих, приходящихся на 1 ч эксплуатационного времени работы агрегата.

Снижение затрат труда может быть достигнуто в результате уменьшения числа обслуживающего персонала путем автоматизации управления, использования навесных и самоходных машин и т. п.; повышения энерговооруженности (применения более мощных тракто-

ров) и увеличения скорости движения агрегатов в пределах, допустимых агротехническими требованиями; внедрения прогрессивных технологических процессов, выполняемых комплексами машин; высокого уровня использования техники; повышения производительности агрегатов; внедрения новых форм технического обслуживания МТА; повышения культуры земледелия и урожайности.

8.3 Затраты энергии и пути их снижения

Существенный показатель для оценки энергоемкости технологических операций при работе агрегатов — затраты механической энергии на обработку единицы площади или определенного объема материала.

Различают следующие виды удельных затрат энергии (или энергоемкости): полные, эффективные, тяговые и полезные. При этом энергетический баланс агрегата (кВт) выглядит следующим образом:

$$A = A_{дв} + A_{тр} + A_M + A_O + A_{п} \quad (8.15)$$

где A — общее количество энергии, заключающееся в топливе, сгораемом в двигателе; $A_{дв}$ — потери энергии в двигателе (тепловые и механические); $A_{тр}$ — потери энергии в трансмиссии трактора и при взаимодействии его с почвой; A_M — потери энергии в рабочей машине; A_O — потери энергии при остановке агрегата; $A_{п}$ — количество энергии, затраченное на агротехнически полезную работу.

Для сравнения эффективности работы тракторов различной мощности применяют энергетический показатель. С этой точки зрения важным параметром могут быть удельные затраты энергии, т. е. затраты энергии, отнесенные к единице производительности агрегата, кВт·ч/га:

$$\mathcal{E}_п = \frac{A_i}{W_T} \quad (8.16)$$

где A_i — затраты энергии (любые из входящих в энергетический баланс агрегата), кВт; W_T — производительность агрегата, га/ч.

Основные пути снижения энергозатрат следующие: уменьшение сопротивления агрегатов за счет выполнения работ при оптимальной влажности почвы, поддержания остроты режущих лезвий, точности регулировок и т. п.; выбор таких режимов работы агрегата, которые соответствуют наибольшему значению к. п. д. трактора; выполнение всех мероприятий, направленных на экономию топлива, и др.

8.4 Расход топлива и смазочных материалов.

Пути экономии нефтепродуктов

Расход нефтепродуктов. При выполнении технологических операций топливо расходуется при движении агрегата и под нагрузкой,

при холостых заездах, поворотах и переездах, во время остановок агрегата с работающим двигателем. Общие затраты топлива, кг:

$$G_T = G_P T_P + G_X T_X + G_O T_O \quad (8.17)$$

где G_P , G_X , G_O – средний расход топлива на соответствующих режимах (работа под нагрузкой, при холостых заездах, поворотах и переездах, во время остановки с работающим двигателем), кг/ч; T_P , T_X , T_O – соответственно время работы агрегатов на указанных режимах, ч.

Значения часовых расходов топлива (G_P , G_X) обычно берут из тяговой характеристики трактора, а G_O – из технических данных двигателя; составляющие T_P , T_X , T_O определяют на основе баланса времени смены с учетом конкретных параметров (длина гона, скорость движения, характер выполняемой операции и т. п.).

Расход топлива на гектар выполненной работы определяют из выражения

$$G = \frac{G_{T,CM}}{W_{CM}} = \frac{(G_P T_P + G_X T_X + G_O T_O)}{0,1 \cdot B_p \cdot \vartheta_p \cdot T_p} \quad (8.18)$$

где $G_{T,CM}$ – количество израсходованного топлива за смену, кг; W_{CM} – сменная производительность агрегата, га; B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м; ϑ_p – рабочая скорость движения агрегата, км/ч; T_p – рабочее время, ч.

Для тракторов и самоходных машин рассчитаны соответствующие нормы расхода топлива с учетом природно-климатических условий хозяйств.

Необходимое для работы машинно-тракторных агрегатов количество смазочных материалов и пускового топлива устанавливаются в процентном отношении к расходу основного топлива. Для сельскохозяйственных машин, агрегируемых с тракторами, разработаны нормы затрат смазочных материалов в зависимости от вида работ.

Пути экономии нефтепродуктов. Для производства различных работ в сельском хозяйстве расходуется огромное количество дизельного топлива и бензина, других нефтепродуктов. Поэтому очень важно использовать каждую каплю топлива, не допускать потерь, стараться максимально экономить эти материалы. Большим резервом экономии нефтепродуктов являются правильная эксплуатация МТП, применение оптимальных режимов работы, своевременное и качественное техническое и технологическое обслуживание техники, выполнение регулировок и т. п. Вот, например, как влияет на расход топлива степень использования мощности двигателя трактора: при загрузке на 60 % от номинальной расход топлива на единицу выполненной работы увеличивается на 30 %; недогрузка трактора Т-150К на 10, 20, 30, 40 и 50 % приводит к перерасходу топлива соответственно на 5, 11, 19, 28 и 40 %.

Резервы экономии и в сокращении числа холостых переездов, уменьшении простоев с работающим двигателем, рациональной скорости движения. В хозяйствах необходимо согласно схемам землепользования разрабатывать планы-маршруты перемещения МТА с минимальными холостыми переездами и т. п.

На расход топлива влияют способ движения и поворота агрегата, скоростные и нагрузочные режимы, технологическая настройка.

Например, при вспашке, когда центр сопротивления веса плуга смещен от линии тяги трактора, его тяговое сопротивление может возрасти до 12 %, а это влечет за собой примерно такой же (в процентном отношении) перерасход топлива. При вспашке плохо отрегулированным плугом с затупленными лемехами перерасход топлива на гектар достигает 30 %. С увеличением толщины режущей кромки лемеха до 5 мм расход топлива возрастает на 40...50 %.

Борьба за рациональное и эффективное использование нефтепродуктов дает существенный выигрыш, когда проводится целенаправленно, с учетом всех факторов.

8.5 Приведенные и суммарные затраты

Приведенные затраты имеют важное значение для анализа эффективности применения новой техники и новой технологии в различных условиях эксплуатации. Они учитывают не только непосредственные (прямые) затраты, но и эффективность капитальных вложений.

Приведенные затраты на единицу работы определяют из уравнения

$$C_{\text{прив}} = C + \frac{E}{W_q} \cdot \left(\frac{C_{Б.Т}}{T_{ТР}} + \frac{n \cdot C_{Б.М}}{T_M} + \frac{C_{Б.С}}{T_{СЦ}} \right) \quad (8.19)$$

где C – эксплуатационные затраты на единицу работы, руб.; E – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; W_q – производительность агрегата за сменного времени; га/ч; $C_{Б.Т}$, $C_{Б.М}$, $C_{Б.С}$ – балансовая стоимость соответственно трактора, машины и сцепки; $T_{ТР}$, T_M , $T_{СЦ}$ – годовая загрузка соответственно трактора, машины и сцепки (на данной конкретной работе), ч; n – число машин в агрегате.

Приведенные затраты на 1 ч работы машины:

$$C'_{\text{прив}} = C_{М.Р} + \frac{E \cdot C_{Б.М}}{T_M} \quad (8.20)$$

где $C_{М.Р}$ – затраты на реновацию, ремонты, техническое обслуживание и хранение машин.

Приведенные затраты по отрасли в целом

$$C'_{\text{прив}} = C_{\text{сод}} + E' \cdot K \quad (8.21)$$

где $C_{год}$ – эксплуатационные затраты на годовой объем работы; E' – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений в сельское хозяйство; K – капиталовложения в средства механизации отрасли.

Суммарные затраты в дополнение к приведенным учитывают средние материальные издержки, связанные с содержанием и проживанием механизаторов и их семей в данной сельской местности (в той же размерности, что и приведенные затраты): обеспечение жильем, детскими дошкольными и школьными учреждениями, культурно-спортивными сооружениями и т. д.

Введение суммарных затрат характеризует новый подход к оценке эффективности приобретения и внедрения новой техники с учетом запросов и интересов людей, работающих и обслуживающих эту технику.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются эксплуатационные затраты? 2. Как рассчитывают прямые эксплуатационные затраты? 3. Перечислите основные пути снижения прямых эксплуатационных затрат? 4. Как можно снизить затраты труда при работе МТА? 5. Как рассчитать расход топлива на 1 га выполненной работы? 6. Как устанавливаю норму расхода смазочных масел и пускового топлива? 7. Каковы основные направления экономии нефтепродуктов? 8. Как определить приведенные и суммарные затраты?

IX. ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Под обработкой почвы подразумевают все операции основной и предпосевной обработки, обеспечивающие наиболее благоприятные условия для получения равномерных дружных всходов и высоких урожаев соответствующих сельскохозяйственных культур.

Рассматриваемая группа операций входит в той или иной форме в технологические карты возделывания практически всех сельскохозяйственных культур.

К таким операциям в зависимости от почвенно-климатических условий относят основную обработку почвы, включая вспашку с оборотом пласта, а также безотвальную обработку почв, подверженных ветровой эрозии, плоско-резами-глубокорыхлителями. Поскольку лушение стерни обычно проводят перед вспашкой, то эту операцию также изучают в группе основных.

Основная обработка – составная часть общей системы обработки почвы, которая в зависимости от почвенно-климатических условий включает отвальную, безотвальную и минимальную системы.

Отвальную систему обработки почвы применяют преимущественно в условиях достаточного и избыточного увлажнения, создавая наиболее благоприятные условия для глубокой заделки и уничтожения пожнивных остатков, сорняков и возбудителей болезней.

Безотвальная система предусматривает глубокое рыхление почвы без оборота пласта для сохранения стерни, защищающей почву от ветровой эрозии.

Минимальная система обработки почвы предусматривает существенное сокращение числа обработок и проходов агрегатов по полю с целью уменьшения уплотнения почвы и сокращения сроков ее подготовки к посеву. Для этого используют комбинированные агрегаты, выполняющие несколько операций за один проход, и другие приёмы.

Находит применение и *нулевая система* обработки, при которой обрабатывают не поверхность поля, а только узкие полосы почвы для последующего посева семян.

Выбранная в зависимости от почвенно-климатических условий система обработки почвы должна в наибольшей степени отвечать предъявляемым агротехническим требованиям защиты почвы, ресурсосбережения и охраны окружающей среды.

Составы высокопроизводительных ресурсосберегающих агрегатов определяют методами, рассмотренными в работах.

Подготовка агрегатов предусматривает комплектование ресурсосберегающих агрегатов и проведение необходимых регулировок рабочих органов. Диапазоны ресурсосберегающих мощностей тракторов в зависимости от длины гона приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Диапазоны ресурсосберегающих мощностей двигателей тракторов в зависимости от класса длины гона

Вид работы	Класс длины гона, м			
	300...400	400...600	600...1000	более 1000
Вспашка почв лёгких средних тяжёлых	61...105	65...114	73...132	95...178
	70...124	75...135	84...156	109...213
	76...134	80...145	90...168	117...230
Боронование зубowymi боронами	26...41	32...52	37...61	43...75
Лушение и дискование	61...110	74...138	83...160	106...217
Сплошная культивация	55...95	67...119	84...155	99...187
Прикатывание	30...51	53...62	40...74	47...90
Узкорядный посев зерновых	54...87	59...94	62...101	69...114

Общие агротехнические требования к операциям основной обработки почвы связаны с обеспечением: требуемой глубины вспашки; полной заделки пожнивных остатков, сорняков и вредителей; необходимой степени рыхления почвы и выровненности поверхности поля.

Операционная технология лушения стерни. Под лушением стерни подразумевают обработку почвы на небольшую глубину (5...18 см) с целью рыхления поверхностного слоя почвы и сохранения влаги после уборки зерновых колосовых и других сельскохозяйственных культур; уничтожения вредителей и сорняков как в процессе самого лушения, так и при вспашке (после прорастания семян, заделанных лушильниками); уменьшения силы сопротивления почвы при вспашке (до 35 %) и соответствующего снижения расхода топлива, а также повышения производительности пахотных агрегатов.

Агротехнические требования: глубина лушения дисковыми орудиями 5...10 см с допуском $\pm 1,5$ см и 10...18 см – лемешными лушильниками с допускаемой высотой гребней до 4 см; полное уничтожение сорняков; количество незаделанной стерни – до 4 %; перекрытие смежных проходов для дисковых лушильников – 15...20 см при полном отсутствии огрехов.

Подготовка агрегатов предусматривает выбор соответствующего типа лушильника (дискового или лемешного); комплектование ресурсосберегающих агрегатов и настройку рабочих органов на требуемый режим работы. Выбор типа лушильника зависит от вида сельскохозяй-

ственной культуры – предшественника, состояния почвы и ее засоренности. Лемешными луцильниками обрабатывают преимущественно уплотненные почвы после уборки кукурузы и подсолнечника, а также участки, засоренные корнеотпрысковыми сорняками. В остальных случаях используют дисковые луцильники.

Составы высокопроизводительных ресурсосберегающих агрегатов для лущения стерни и условия их эффективного использования по длине гона в соответствии с табл. 9.1 приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Составы агрегатов и тип луцильника для лущения стерни при ширине захвата, обеспечивающей эффективное использование агрегатов по длине гона

Состав агрегата		Тип луцильника	Ширина захвата, м	Рекомендуемая длина гона, м
МТЗ-80	+ ЛДГ-5А	Дисковый	5,0	До 300
МТЗ-80	+ ППЛ-5-25	Лемешный	1,25	До 300
ДТ-75М	+ ЛДГ-10А	Дисковый	10,0	300...400
Т-150 Т-150К	+ ЛДГ-10А + ЛДГ-10А	Дисковый	10,0	400...600
Т-150 Т-150К	+ ЛДГ-15А + ЛДГ-15А	Дисковый	15,0	500...800
Т-150 Т-150К	+ ППЛ-10-25 + ППЛ-10-25	Лемешный	2,5	400...600
К-701	+ ЛДГ-15А	Дисковый	15,0	700...1000
К-701	+ЛДГ-20	Дисковый	20	Более 1000

Подготовка луцильников к работе заключается в основном в настройке на требуемую глубину обработки почвы, а также в установке соответствующего угла атаки: 30...35° – для лущения стерни; 15...25° – для боронования (дискования); на рыхлых и малозасорённых почвах – 30°; на уплотненных и засоренных почвах – 35°.

Подготовка поля предусматривает удаление с поля всех возможных препятствий, включая остатки соломы, а также разбивку поля на загоны в зависимости от выбранного способа движения.

При работе дисковых луцильников применяют в основном челночный (рис. 9.1, а) и круговой (рис. 9.1, ж) способы движения, при которых не требуется разбивка поля на загоны. Ширину поворотной полосы при челночном способе движения определяют по табл. 9.3, принимая число проходов агрегата за целое (примерно 3...4 прохода). Основной способ движения лемешных луцильников – чередование способов всвал и вразвал (рис. 9.1, г).

Ширина поворотной полосы соответствует примерно 8...12 проходам агрегата.

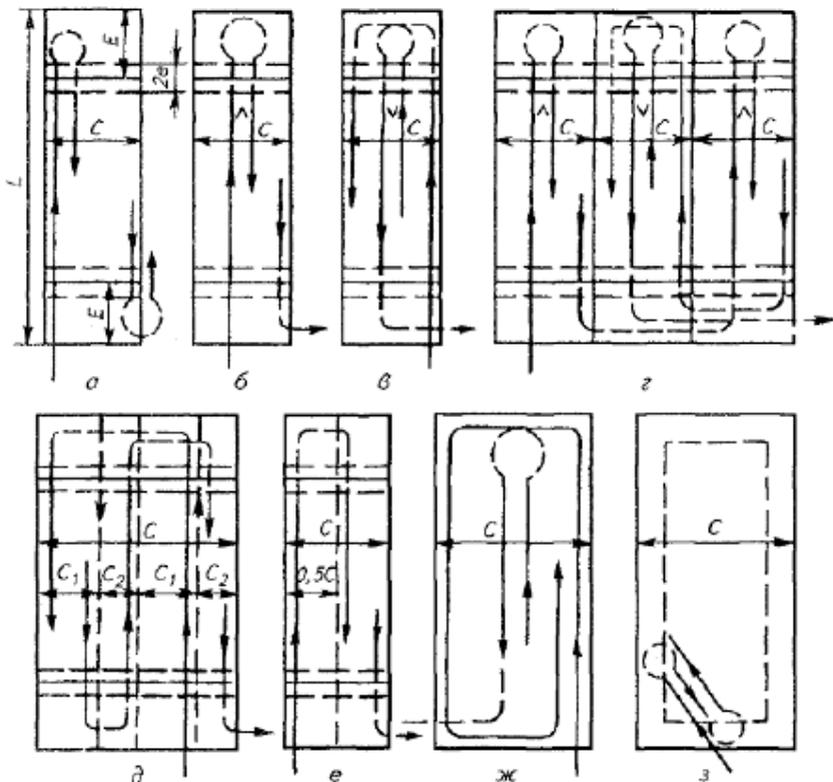


Рис. 9.1. Схемы основных способов движения МТА по направлению рабочих ходов:

гоновые петлевые: а – челночный; б – всвал; в – вразвал; г – чередование способов всвал и вразвал; гоновые беспетлевые: д – комбинированный; е – перекрытием; ж – круговой от периферии к центру; з – диагональный; V – развальная борозда; Л – свальный гребень

Организация работы агрегатов для лущения стерни в соответствии с общими принципами операционной технологии предусматривает: выбор способа и схемы движения агрегата в зависимости от условий работы, определение общего требуемого числа агрегатов и состава технологического комплекса для групповой работы агрегатов.

Таблица 9.3

Зависимости для определения общей длины поворота и ширины поворотной полосы

Вид поворота	L_{Π} , м	E , м
Беспетлевой круговой с прямолинейным участком угловой	$(3,2 \dots 4,0) R+2e$	$1,1R + d_p + e$
	$(1,4 \dots 2,0)$ $R+x_{II}+2e$	$1,1R + d_p + e$
	$(1,6 \dots 1,8) R+2e$	$1,1R + d_p + e$
Петлевой с закрытой петлёй грушевидный односторонний грибовидный с открытой петлёй грибовидный с закрытой петлёй	$(5,0 \dots 6,5) R+2e$	$2R + d_p + e$
	$(6,6 \dots 8,0) R+2e$	$2,8R + d_p + e$
	$(6,0 \dots 7,5) R+2e$	$2,6R + d_p + e$
	$(4,1 \dots 5,0) R+2e$	$1,1R + d_p + e$
	$(5,0 \dots 5,5) R+2e$	$1,1R + d_p + e$

Примечание. x_{II} – прямолинейный участок траектории при повороте; e – длина выезда; R – средний радиус поворота агрегата; d_p – кинематическая ширина агрегата.

Общее требуемое число дисковых и лемешных луцильников рассчитывают по формуле (9.1), подразумевая под (F_{Σ}) площадь для соответствующего вида обработки за наиболее напряженный период:

$$m_{\Sigma} = \frac{F_{\Sigma}}{D_K \cdot \alpha_K \cdot W_q \cdot T_{см} \cdot K_{см}}, \quad (9.1)$$

где F_{Σ} – общая обрабатываемая площадь, га; D_K – установленные агротехническими требованиями календарные сроки выполнения работы, день; α_K – коэффициент использования календарного времени, $\alpha_K = 0,75 \dots 0,9$; W_q – часовая производительность основного агрегата, га/ч; $T_{см}$ – продолжительность смены, ч; $K_{см}$ – коэффициент сменности.

Для сохранения влаги, обработки каждого поля в наиболее сжатые сроки и ускоренного проведения последующих операций более эффективна поточная работа уборочных агрегатов и агрегатов для лушения стерни согласно формулам (9.2), (9.3):

$$n_{\Sigma} = \frac{m_{\Sigma} \cdot W_q \cdot U \cdot K_{смн}}{W_n \cdot K_{смн}}, \quad (9.2)$$

где n_{Σ} – общее требуемое число вспомогательных агрегатов; W_n – производительность вспомогательного агрегата, кг/ч; U – урожайность зерна; $K_{смн}$ – коэффициент сменности основного агрегата; $K_{смн}$ – коэффициент сменности вспомогательного агрегата.

Если агрегаты работают по непрерывному поточному принципу ($K_{смн} = K_{смн}$), то следует пользоваться равенствами (9.3), (9.4):

$$n_{\Sigma} = \frac{m_{\Sigma} \cdot W_q \cdot U}{W_n}, \quad (9.3)$$

Под (n_{Σ}) и (m_{Σ}) при этом подразумевают соответственно число плутильникои и уборочных агрегатов с учетом их производительностей W_q (га/ч) и W_n (га/ч) при $U = 1$.

Более эффективна групповая работа агрегатов в виде технологических комплексов или звеньев. Рациональное число агрегатов в одном звене вычисляют по формуле (9.4). Каждый агрегат при этом должен работать на своем загоне. Необходимо обеспечить также эффективное функционирование всех видов обслуживания, включая техническое, устранения отказов и др.:

$$m = \frac{F_n}{D_{кл} \cdot W_q \cdot T_{см} \cdot K_{см}}, \quad (9.4)$$

где m – число агрегатов в составе МТА; F_n – средняя площадь одного поля, га; $D_{кл}$ – рациональная продолжительность обработки одного поля, сут.; W_q – часовая производительность основного агрегата, га/ч; $T_{см}$ – продолжительность смены, ч; $K_{см}$ – коэффициент сменности.

Контролируют качество работы по трем основным: глубине обработки, подрезанию сорняков и выравниванию поверхности поля, оценивая их в последующем в баллах.

Охрану труда и технику безопасности обеспечивают в соответствии с установленными требованиями, обеспечивающими безопасную работу механизаторов на агрегатах.

Операционная технология вспашки. Под вспашкой подразумевают отвальную обработку почвы (с оборотом и крошением пласта) с целью создания наиболее благоприятных условий для развития культурных растений и последующего получения высокого урожая. При этом происходит накопление, сохранение и эффективное использование влаги атмосферных осадков, а также заделка удобрений, сорной растительности и пожнивных остатков. По влиянию на урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур вспашка занимает одно из первых мест среди других операций.

Одновременно вспашка является одной из самых энергоемких работ, на долю которой приходится до 35 % всех затрат механической энергии и соответственно топлива по возделыванию сельскохозяйственных культур. Высоки и другие эксплуатационные затраты. При строгом соблюдении агротехнических требований и операционной технологии получают качественную вспашку при наименьшем расходе энергии и высокой производительности агрегатов.

Основные агротехнические требования: отклонение от заданной глубины вспашки до ± 5 %; полный оборот пласта; полнота заделки на

требуемую глубину удобрений, пожнивных остатков и сорной растительности не менее 95...98 %; требуемое крошение пласта – глыбы размером более 10 см должны занимать не более 15...20 % поверхности пашни; высота гребней до 5 см, а свальных гребней не более 7 см; отклонение фактической ширины захвата плуга от конструктивной не более ± 10 %.

Подготовка агрегатов заключается в выборе соответствующего типа плуга, комплектовании ресурсосберегающих высокопроизводительных агрегатов и настройке их на требуемый режим работы.

Классифицируют плуги по следующим основным признакам:

- конструкции корпусов (лемешные, дисковые, чизельные, ротационные, комбинированные);

- по способу агрегатирования (прицепные, навесные, полунавесные);

- по технологическому процессу (для свально-развальной и гладкой вспашки оборотными и фронтальными плугами).

Наиболее широко в хозяйствах используют лемешные плуги, поэтому последующее изложение осуществляется применительно к этому типу плугов. При этом из соответствующих конструкций лемешных плугов (общего назначения, кустарниково-болотных, плантажных, садовых, виноградниковых, лесных и ярусных) операционную технологию рассматривают применительно к основному типу лемешных плугов для вспашки старопахотных земель.

На средних почвах (удельное сопротивление плуга 52 кН/м^2) при глубине вспашки 20...22 см и длине гона 150...300 м наиболее эффективны пахотные агрегаты типа МТЗ-80 (82) +ПЛН-3-35 и ДТ-75М+ПЛН-4-35. На длинах гона 300...700 м целесообразно использовать тракторы типа Т-150К, Т-150, Т-4А, ДТ-175С и агрегатируемые с ними плуги типа ПЛП-6-35, ППИ-6-40 (с регулируемой шириной захвата). В более тяжелых условиях тракторы Т-150, Т-150К и Т-4А можно агрегатировать и с пятикорпусными плугами типа ПЛН-5-35 и ПНИ-5-40. Длинам гона более 700 м соответствуют пахотные агрегаты, составляемые на базе трактора К-701 и плугов ПТК-9-35, ПНЛ-8-40, ПНИ-8-40.

Указанным составам пахотных агрегатов соответствуют диапазоны рабочих скоростей 6...9 км/ч.

Подготавливают и соединяют плуги с тракторами в соответствии с имеющимися руководствами. При выборе глубины вспашки следует учитывать, что ее увеличение всего на 1 см повышает расход топлива до 5 %.

Подготовка поля предусматривает: очистку поля от пожнивных остатков; удаление препятствий; выбор направления движения агрегата и разбивку поля на загоны в зависимости от выбранного способа

движения. Наиболее эффективным (при почти вдвое меньшем числе свальных гребней и развальных борозд) для обычной свально-развальной вспашки является способ чередования загонов всвал и вразвал.

Ширину поворотной полосы (E) определяют по табл. 9.3, округляя в большую сторону до значения, кратного ширине захвата плуга. Приблизительно ширина поворотной полосы для способа чередования загонов $E \approx 8B$.

При работе оборотных и фронтальных плугов применяют челночный способ движения, поэтому разбивать поле на загоны не требуется. Не образуются также свальные гребни и развальные борозды, что является основным преимуществом указанных плугов.

Организация работы агрегатов предусматривает: определение общего требуемого числа агрегатов; расчет состава пахотных отрядов или звеньев для групповой работы; выбор рациональных способов и схем движения агрегатов. Наиболее благоприятный период для вспашки – почва в состоянии механической спелости при влажности 18...20 %. При этом имеет место меньшее тяговое сопротивление плуга и соответствующая экономия топлива. Обеспечивается также лучшее крошение пласта и в конечном итоге может быть получен более высокий урожай.

Наиболее высокие показатели производительности и ресурсосбережения получают при групповой работе агрегатов в виде пахотных звеньев или отрядов.

Производительность пахотных звеньев, составляемых на базе мощных тракторов типа Т-150, Т-150К, ДТ-175С, К-701, можно повысить за счет включения в их состав вспомогательных агрегатов типа ДТ-75М+ПЛН-4–35. Задача вспомогательных агрегатов – разбивка поля на загоны с прокладкой первых борозд, заравнивание свальных гребней и развальных борозд, обработка поворотных полос и др. Один такой вспомогательный агрегат требуется примерно на 3...4 основных пахотных агрегата или примерно на одно звено. Каждый агрегат пахотного звена должен работать на отдельном загоне.

Для исключения образования высоких свальных гребней плуг для первого прохода настраивают так, чтобы первый корпус пахал на вдвое меньшую глубину, а последний корпус – на заданную глубину. После завершения первого прохода все корпуса плуга должны пахать на одинаковую глубину при горизонтальном положении рамы. Должны быть выбраны такие схемы движения агрегатов при обработке поворотных полос, а также свальных гребней и развальных борозд, при которых исключаются холостые проходы агрегатов по загону.

Качество вспашки контролируют и оценивают в баллах по трем основным показателям: глубине пахоты, выровненности пашни и

гребнистости. Дополнительно учитывают также заделку сорняков, удобрений и пожнивных остатков, наличие огрехов, качество обработки поворотных полос.

Охрана труда и техника безопасности при вспашке сводятся к соблюдению установленных правил и требований безопасной работы на пахотных агрегатах. Одно из главных требований – проведение регулировочных работ, а также работ по устранению технических и технологических отказов при выключенном двигателе.

Контрольные вопросы

1. Что подразумевают под основной обработкой почвы и какие операции к ней относят? 2. Какие основные задачи решают при лущении стерни? 3. Какие способы движения агрегатов можно использовать при лущении стерни? 4. По каким показателям оценивают лущение стерни и в каких единицах? 5. С какой целью проводят отвальную вспашку почвы? 6. По каким основным признакам классифицируют плуги? 7. По каким показателям оценивают вспашку?

Х. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Основная цель предпосевной обработки почвы – создание после вспашки наиболее благоприятных условий для равномерных дружных всходов и последующего развития культурных растений, чтобы в конечном итоге обеспечить получение высокого урожая. В зависимости от вида возделываемой сельскохозяйственной культуры, физико-механических свойств почвы, климатических и других при- родно-производственных условий выполняют в разных сочетаниях и разной последовательности следующие основные операции предпосевной обработки почвы: сплошную культивацию; боронование; прикатывание; комбинированную обработку, включая фрезерование почвы.

Сплошная культивация. Основная цель сплошной культивации – рыхление почвы на заданную глубину для создания мелкокомковатой структуры, уничтожение сорняков, выравнивание поверхности почвы и сохранение влаги. *Агротехнические требования:* отклонение от заданной глубины обработки почвы (8...10 см) не более ± 1 см; направление обработки почвы выбирают поперек или под углом к направлению вспашки, а на склонах – поперек склона; полное уничтожение сорняков; огрехи не допускаются; высота гребней до 4 см.

Наиболее широко для предпосевной обработки почвы применяют культиваторы типа КПС-4 (ширина захвата 4 м при рабочей скорости до 12 км/ч) со стрелчатыми лапами в сочетании с боронованием. Поэтому последующие задачи операционной технологии сплошной культивации будут рассмотрены на примере культиватора КПС-4 с зубвыми боронами.

Подготовка агрегатов предусматривает комплектование ресурсосберегающих агрегатов рассмотренными ранее методами и проведение необходимых регулировок рабочих органов.

Для сплошной культивации с боронованием рекомендуют следующие составы агрегатов: МТЗ-80+КПС-4+4БЗСС-1, ДТ-75М+СП-11+2КПС-4+8БЗСС-1 при длинах гона 200...400 м; Т-150+СП-16+3КПС-4+12Б-ЗСС-1, Т-150К+СП-11+2КПС-4+8БЗСС-1 – при длинах гона 400...800 м, К-701+СП-16+4КПС-4+16БЗСС-1 – при длинах гона более 800 м. Агрегаты на базе МТЗ-80 применяют и при длинах гона менее 200 м. Рабочие скорости указанных агрегатов составляют 6...10 км/ч, при этом обеспечивается достаточно полная загрузка двигателя. Рабочие органы культиватора настраивают на регулировочной площадке в соответствии с имеющимися рекомендациями. Для установки заданной глубины обработки с учетом усадки почвы под опорные колеса подкладывают бруски толщиной на 3...5 см меньше требуемой глубины обработки. Лапы культиватора устанавливают так, что-

бы они всей режущей кромкой прилежали к горизонтальной поверхности регулировочной площадки. Другие настроечные работы выполняют в соответствии с имеющимися рекомендациями.

Подготовка поля заключается в удалении препятствий и разбивке на загоны в зависимости от принятого способа движения. Если агрегат состоит из одного и двух культиваторов, то рационально движение челночным способом с петлевыми грушевидными поворотами. При большом числе культиваторов целесообразно применить беспетлевой способ движения перекрытием. Челночный способ движения применяют без разбивки поля на загоны. Движению перекрытием соответствуют следующие рациональные значения ширины загона: при одном культиваторе в составе агрегата 64 м; двух, трех и четырех культиваторах – 80, 112, 168 м. Рекомендуемая ширина поворотной полосы должна быть равна 3 и 2 проходам агрегата при движении челночным способом и способом перекрытия соответственно.

Организация работы агрегатов для сплошной культивации предусматривает организацию движения агрегатов на загоне, а также определение требуемого числа агрегатов с обеспечением их эффективной групповой работы. В соответствии с выбранным способом движения (челночным или перекрытием) необходимо обеспечить прямолинейность первого и последующих проходов агрегатов. Проверяют также правильность принятых технологических регулировок, которые при необходимости уточняют.

Качество работы контролируют, оценивая работу в баллах по трем основным показателям: глубине обработки, гребнистости и полноте подрезания сорняков, которые определяют непосредственным измерением, а результаты сравнивают с агротехническими допусками.

Дополнительно при оценке качества работы культиваторов учитывают также наличие огрехов, качество обработки поворотных полос и краёв поля, из-за которых может быть снижена общая оценка независимо от трех основных показателей.

Требования охраны труда должны обеспечить безопасную работу агрегатов и обслуживающего персонала.

Боронование. Предпосевное боронование проводят для рыхления почвы до мелкокомковатого состояния, уменьшения испарения влаги, выравнивания почвы и уничтожения проросших сорняков. В зависимости от вида сельскохозяйственной культуры и почвенно-климатических условий для предпосевной обработки почвы применяют следующие виды борон: зубовые; шлейф-бороны; ротационную мотыгу; дисковые бороны. Зубовые бороны в зависимости от давления на один зуб (определяют делением силы тяжести одного звена на число зубьев) подразделяют на тяжелые, средние и лёгкие с давлениями на один зуб соответственно 20...30, 10...20, 5...10 Н.

Шлейф-бороны типа ШБ-2,5 (ширина захвата 2,5 м при рабочей скорости до 7 км/ч) предназначены для весеннего боронования почв, вспаханных осенью под зябь, с целью выравнивания и рыхления почвы, а также сохранения влаги. Дисковые бороны типа БДН-3,0 (ширина захвата 2 или 3 м в зависимости от числа дисков при рабочей скорости до 8 км/ч) и БД-10 (ширина захвата 10 м при рабочей скорости до 9 км/ч) применяют для предпосевной обработки зяби, а также для лущения стерни.

Зубовые бороны получили наибольшее распространение для предпосевной обработки почвы, особенно средние и скоростные типа БЗСС-1,0. Поэтому операционную технологию боронования рассмотрим на примере этих борон, а для других борон укажем только особенности использования и агрегатирования.

К зубовым боронам предъявляют следующие *агротехнические требования*: отклонение от заданной глубины рыхления (3...5 см) не более ± 1 см; высота гребней до 3 см; диаметр комков до 4 см; перекрытие смежных проходов агрегата 10...15 см; огрехи и необработанные полосы не допускаются; рабочая скорость до 12 км/ч – для тяжелых и средних скоростных борон и до 8 км/ч – для легких борон. *Подготовка агрегатов* предусматривает выбор типа борон, комплектование агрегатов и проведение соответствующих регулировок. Тяжелые бороны типа БЗТС-1,0 применяют на плотных почвах, а средние типа БЗСС-1,0 – на мало- и среднеуплотнённых почвах. Легкие зубовые бороны типа ЗБП-0,6А (ширина захвата 1,77 м при рабочей скорости до 7 км/ч) и З-ОР-0,7 (ширина захвата 2,21 м при рабочей скорости до 8 км/ч) применяют на легких почвах для разрушения почвенной корки.

При раннем весеннем бороновании для уменьшения уплотнения почвы целесообразно использовать гусеничные тракторы. В зависимости от длины гона рекомендуют следующие составы агрегатов с тяжелыми и средними боронами, которые наиболее распространены: Т-40М+СП-11+9БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0) – при длине гона до 400 м; ЮМЗ-6М+СП-11+12БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0) – при длинах гона 400...600 м; МТЗ-80+СП-11+12БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0) – при длинах гона 600...1000 м; ДТ-75М+СГ-21+21БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0), Т-150 (150К) +СП-16+32БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0) в два следа – на длинах гона 1000 м и более. Агрегаты с легкими боронами на базе тракторов Т-40М используют при длинах гона до 400 м.

Ресурсосберегающие агрегаты для боронования дисковыми боронами, включая лущильники с уменьшенным углом атаки (25...30°). Составы агрегатов с дисковыми лущильниками типа ЛДГ-5А, ЛДГ-10А, ЛДГ-15А, ЛДГ-20 в зависимости от длины гона были приведены в табл. 9.2.

Агрегаты с дисковыми боронами рекомендуют использовать при следующих длинах гона: МТЗ-80+БДН-3,0 (шири- на захвата 2 м) – при длине гона до 300 м; ДТ-75М+БДН-3,0 (ширина захвата 3 м) – 300...400; Т-150 (150К) +БД-10– 600... 1000; К-701+БД-10 – при дли- нах гона более 1000 м.

Агрегаты с зубвыми боронами настраивают на регулировочной площадке в таком порядке: размечают на сцепке места для присоеди- нения борон; проверяют исправность и длину зубьев и при необходи- мости выравнивают или заменяют; соединяют бороны между собой планками и цепями.

У дисковых лушительников и дисковых борон устанавливают тре- буемый угол атаки. Глубину обработки регулируют изменением угла атаки в допустимых пределах и балластными грузами.

Подготовка поля зависит от типа бороны и принятого способа движения. Основной способ движения для всех агрегатов – челночный (рис. 9.1, а), а также круговой (рис. 9.1, ж) при малых длинах гона и сложной конфигурации полей. Ширину поворотной полосы в общем случае определяют по табл. 9.3. Ориентировочно она соответствует 3...4 проходам агрегата.

Организация работы агрегатов предусматривает организацию движения, а также выбор как общего требуемого числа агрегатов, так и числа агрегатов в составе одной группы. Бороновальные агрегаты для обеспечения равномерного рыхления почвы должны двигаться попе- рек пахоты или под углом к ней. Односледное боронование зубвыми боронами целесообразно вести челночным или диагональным спосо- бом, а двухследное – диагонально-перекрёстным способом.

Качество работы бороновальных агрегатов контролируют, оце- нивая три основных показателя – глубину рыхления, гребнистость и глыбистость (по диаметру комков). При наличии огрехов работу бра- куют независимо от значений других показателей.

Охрана труда аналогична предыдущим случаям и предусматри- вает обеспечение безопасных условий работы агрегатов и механизато- ров.

Прикатывание почвы. Проводят его как до, так и после посева. Цель предпосевного прикатывания – разрушение глыб, разрушение верхнего и уплотнение предповерхностного слоёв почвы, частичное выравнивание поверхности поля. Прикатывание посевов улучшает контакт семян с почвой и увеличивает приток влаги из нижних гори- зонтов, что способствует более быстрому появлению дружных и рав- номерных всходов. Прикатывание поля повышает также равномер- ность хода агрегатов на последующих операциях при более высокой скорости.

Агротехнические требования: уплотнение почвы на глубину до 7 см и рыхление верхнего слоя на глубину 2...3 см; размер оставшихся комков не более 5 см; огрехи и пропуски не допускаются; перекрытие следов отдельных катков 7...10 см, а между смежными проходами агрегата – 10 см.

Подготовка агрегатов предусматривает выбор соответствующих типов катков, комплектование ресурсосберегающих агрегатов и проведение необходимых регулировок. По конструкции рабочих органов различают кольчато-шпоровые, кольчато-зубчатые, борончатые и водоналивные катки. Кольчато-шпоровые катки типа ЗККШ-6 (прицепной, ширина захвата 6,1 м, рабочая скорость 9...12 км/ч) применяют для предпосевного рыхления верхнего слоя почвы и уплотнения подповерхностного слоя при одновременном разрушении комков и частичного выравнивания вспаханного поля. За счет массы балласта можно изменять удельное давление на почву от 27 до 47 Н/см².

Кольчато-зубчатые катки прицепные односекционные ККН-2,8, двухсекционные 2ККН-2,8 и трёхсекционные 3ККН-2,8 (ширина захвата соответственно 2,8; 5,6; 8,4 м при рабочей скорости до 8 км/ч) предназначены для предпосевного и послепосевного прикатывания почвы.

Навесной борончатый каток типа КБН-3 (ширина захвата 3,25 м при рабочей скорости до 9 км/ч) служит для предпосевного прикатывания почвы, а также для разрушения почвенной корки на посевах.

Гладкие прицепные водоналивные катки типа ЗКВГ-1,4 (ширина захвата 4 м при рабочей скорости до 12 км/ч) применяют для уплотнения поверхностного слоя почвы до и после посева. Давление на почву изменяется от 23 до 60 Н/см² в зависимости от количества воды в цилиндре общей вместимостью 500 л.

Лёгкие водоналивные унифицированные катки типа СКГ-2, СКГ-2-1, СК-2-2, СКГ-2-3 применяют для прикатывания почвы до и после посева сахарной свеклы при вместимости одного цилиндра 100 л воды. Последние цифры в марке каждого катка соответствуют числу секций с шириной захвата 2,7 м при рабочей скорости до 9 км/ч. Лёгкие водоналивные катки используют как самостоятельно, так и со свекловичными сеялками.

Составы ресурсосберегающих агрегатов для прикатывания почвы определяют по табл. 9.1 в зависимости от длины гона. При малых длинах гона (до 400 м) целесообразно использовать агрегаты Т-30+ЗККШ-6, Т-40М+ЗККШ-6, Т-30+ККН-2,8, Т-40М+С-11У+2ККН-2,8, Т-30+ЗКВГ-1,4, Т-40М+ЗКВГ-1,4. При больших значениях длины гона (до 600 м) рекомендуют агрегаты: МТЗ-80+С-11У+2х3 ККШ-6, МТЗ-80+С-11У+2ККН-2,8 (3ККН-2,8), МТЗ-80+С-11У+2КВГ-1,4 (ЗКВГ-1,4). При длинах гона более 600 м применяют широкозахватные агре-

гаты на базе тракторов ДТ-75М, Т-150, Т-150К и К-701 с использованием сцепок СП-16 или СГ-21.

Операции *подготовки агрегатов к работе* предусматривают надежное соединение катков с брусом сцепки и между собой. Требуемое удельное давление катков типа ЗККШ-6 и водоналивных катков на почву устанавливают соответственно массой балласта и количеством воды в цилиндре.

Подготовка поля предусматривает удаление препятствий и соответствующую подготовку загонов. Для прикатывания используют в основном челночный (при больших длинах гона) и круговой способы движения, поэтому разбивка поля на загоны не требуется. При необходимости отбивают также поворотные полосы.

Организация работы агрегатов предусматривает организацию движения агрегатов на загоне, а также определение как общего требуемого числа агрегатов, так и числа агрегатов в составе одного звена при групповой работе. Направление движения агрегата выбирают поперек направления предшествующей обработки или под углом к ней. *Качество работы* контролируют, оценивая наличие комков диаметром более 5 см на площади 0,5 м², степень уплотнения верхнего слоя почвы и наличие огрехов.

Охрана труда предусматривает проведение необходимых мероприятий по обеспечению безопасной работы агрегатов и механизаторов.

Комбинированная предпосевная обработка почвы. Комбинированными, как указано ранее, называют агрегаты, которые за один проход выполняют несколько технологических операций. Основные их преимущества: сокращение числа проходов агрегатов по полю и, как следствие, меньшее уплотнение почвы; сокращение сроков проведения технологических операций, уменьшение затрат труда.

Комбинированные агрегаты одновременно могут выполнять только те операции, которые можно совмещать во времени без нарушения агротехнических требований по качеству и срокам проведения работ.

В целом современные комбинированные машины и агрегаты классифицируют по типу используемых рабочих машин или рабочих органов и по набору выполняемых технологических операций.

По первому признаку выделяют три типа комбинированных машин и агрегатов: агрегаты, составляемые из нескольких рядов простых машин; машины с несколькими рядами разнотипных рабочих органов, закрепленных на общей раме; машины с комбинированным рабочим органом для одновременного выполнения нескольких операций.

В зависимости от видов совмещаемых технологических операций комбинированные машины и агрегаты разделяют на четыре группы: совмещающие основную и дополнительную обработку почвы типа

АКП-2,1; совмещающие операции предпосевной обработки; совмещающие основную или предпосевную обработку почвы с внесением удобрений типа МКП-4; совмещающие операции предпосевной обработки почвы и посев типа КА-3,6 и КФГ-3,6.

Цель предпосевной комбинированной обработки почвы – рыхление почвы на требуемую глубину, уничтожение сорняков, измельчение глыб и комков, а также прикатывание почвы, обеспечивающие создание благоприятных условий для получения равномерных дружных всходов и в итоге высокого урожая.

Основные *агротехнические требования*: качественное рыхление почвы на требуемую глубину (8...16 см) с допустимым отклонением ± 2 см при глубине обработки более 12 см и ± 1 см – при меньшей глубине обработки; полное подрезание сорняков; частицы размером до 4 см должны составлять не менее 80 % общей массы рыхлой почвы; высота гребней и глубина борозд не более 4... 5 см; плотность почвы на глубине заделки семян 1...1,3 г/см³; перекрытие смежных проходов не менее 15 см; огрехи и пропуски не допускаются.

Подготовка агрегатов предусматривает выбор соответствующего заданным условиям типа комбинированной машины, комплектование ресурсосберегающих агрегатов и проведение соответствующих регулировок.

Наиболее широкое применение для предпосевной обработки почвы получили однотипные прицепные комбинированные машины РВК-3,6 (ширина захвата 3,6 м при рабочей скорости 6...8 км/ч), РВК-5,4 (ширина захвата 7,2 м при рабочей скорости 8...11 км/ч), производящие за один проход рыхление почвы, выравнивание микрорельефа и прикатывание. Соответствующие рабочие органы закреплены на общей раме. Применяют также прицепную комбинированную машину ВИП-5,6, включающую три секции, в каждую из которых включены игольчатая ротационная мотыга, выравнивающий брус и кольчатый каток (ширина захвата 5,5 м при рабочей скорости 6...9 км/ч).

Рабочие органы всех рассмотренных машин относятся к пассивному типу. Навесная комбинированная машина АКР-3,6 (ширина захвата 3,6 м при рабочей скорости до 10 км/ч) в качестве рабочих органов имеет пассивные стрелчатые культиваторные лапы и активный фрезерный барабан с приводом от ВОМ. За один проход рыхлит почву на глубину до 12 см, фрезерует с измельчением растительных остатков и мульчирует ими поверхность поля, а также выравнивает почву.

Применяют также навесной фрезерный культиватор КФГ-3,6–01 (ширина захвата 3,6 м при рабочей скорости до 7 км/ч) с приводом от ВОМ, обеспечивающий за один проход предпосевную подготовку почвы.

Все рассмотренные комбинированные машины агрегируют с тракторами конкретных тяговых классов, поэтому задачи комплектования сводятся к соединению машины с конкретным трактором с указанием примерных условий их эффективного использования. При этом рекомендуются следующие составы агрегатов: МТЗ-80+РВК-3,6 – при длинах гона до 400 м; (ДТ-75М, Т-150, Т-150К) +РВК-5,4–300...600; К-701+РВК-7,2 – более 600; ДТ-75М+ВИП-5,6–300...600; (ДТ-75М, Т-150, Т-150К) +АКР-3,6–200...600; Т-150 (Т-150К) +КФГ-3,6–01 – при длинах гона 200...600 м. Естественно, что указанные комбинированные агрегаты могут быть использованы и при других длинах гона, но с несколько меньшей эффективностью.

Регулировочные работы сводятся к правильному соединению машины с трактором и настройке рабочих органов в соответствии с имеющимися рекомендациями.

Подготовка поля предусматривает удаление препятствий и подготовку загонов в соответствии с предполагаемым способом движения. Все рассматриваемые агрегаты имеют сравнительно небольшую ширину захвата при малой кинематической длине, поэтому наиболее эффективен челночный способ движения (рис. 9.1, а), при котором разбивка поля на загоны не требуется. Ширину поворотных полос выбирают кратной ширине захвата агрегата.

Организация работы агрегатов по аналогии с предыдущими случаями предусматривает выбор направления движения (поперек или под углом к предшествующей операции) и определение общего требуемого числа агрегатов по формуле (9.1) и состава звена при групповой работе по формуле (9.4). Каждый агрегат группы при этом должен работать на отдельном загоне.

Качество работы комбинированных агрегатов оценивают по балльной системе с учетом основных показателей: количество комков диаметром более 5 см, глубина рыхления, высота гребней и глубина борозд.

Охрана труда предусматривает комплекс требований и правил по обеспечению безопасной работы агрегатов и механизаторов.

Контрольные вопросы

1. Какие агротехнические требования к сплошной культивации?
2. По каким показателям оценивают качество культивации?
3. В чем заключается проведение предпосевного боронования?
4. В чем заключается цель проведения прикатывания почвы?
5. Цель предпосевной комбинированной обработки почвы?
6. Какие агротехнические требования предъявляют к предпосевной комбинированной обработке почвы?

XI. ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

По виду удобрения подразделяются на органические, минеральные и бактериальные.

Органические удобрения бывают твердые (навоз, торф и др.), жидкие (навозная жижа) и сидеральные (зеленые растения, чаще всего люпин, которые запахивают в почву).

Бактериальные удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин) способствуют накоплению в почве азота и переводят не усвояемые растениями формы фосфорных удобрений в усвояемые.

Ими обрабатываются семена перед посевом, и они с семенами попадают в почву.

Минеральные удобрения различают по принципу действия.

Элементы удобрения прямого действия — азотные, фосфорные, калийные и микроудобрения (железо, хлор, молибден и т. п.) идут на питание растений; удобрения косвенного действия (гипс, известь) улучшают свойства почв, хотя для питания растений не используются.

Минеральные удобрения вносят в твердом (гранулированные и пылевидные) и жидком (аммиачная вода, безводный аммиак) виде. Кроме того, используют различные растворы твердых удобрений.

Классификации удобрений. Удобрения различают по следующим признакам: свойствам, способу внесения, назначению.

По свойствам, влияющим на работу машин, удобрения оцениваются: гигроскопичностью (способностью поглощать влагу); рассеиваемостью; слеживаемостью, углом естественного откоса плотностью. Наилучшими считаются удобрения, не обладающие гигроскопичностью, несслеживающиеся, хорошо и равномерно рассеивающиеся, не создающие сводов и зависания в туковых ящиках и банках.

По способу внесения выделяют: сплошное (разбросное), рядковое, или гнездовое, и с поливной водой.

По назначению различают: основное внесение — перед вспашкой (или одновременно с ней), культивацией, лущением стерни, предпосевное — одновременно с посевом или посадкой; подкормку — в различные периоды роста и развития растений. Каждому способу соответствует своя технология внесения, определенный комплекс агрегатов и машин.

Правильный выбор технологии работы и подбор машин, обеспечивающих при высоком качестве наибольшую производительность, должны основываться на знании особенностей внесения органических и минеральных удобрений, основных регулировок и правил эксплуатации машин.

Операционные технологии внесения удобрений. Внесение удобрений под основную обработку почвы повышенными дозами рассмат-

ривают как основную. Цели основного внесения удобрений – обеспечение растений элементами питания в течение всего вегетационного периода и улучшение физико-механических свойств самой почвы, включая ее структуру.

Дозы внесения удобрений зависят от вида удобрений, почвенно-климатических условий, а также от выноса питательных веществ возделываемых сельскохозяйственных культур, под которые их вносят (Табл. 11.1). Органические и минеральные удобрения чаще вносят в дозах 10...60 т/га и 0,1...1,5 т/га соответственно. Однако возможны и более высокие дозы внесения, примерно до 100 и 2 т/га соответственно.

Таблица 11.1

Урожайность зерновых культур и вынос ими питательных веществ из почвы

Культура	Урожайность, т/га		Вынос из почвы питательных веществ, кг/га		
	зерна	солоты	азота	фосфора	калия
Зерновые	3	4,5...5,0	36	36	84

Агротехнические требования. В качестве основных агротехнических требований в операционных технологических картах указывают конкретные дозы внесения удобрений из приведенных ранее, а также допустимое отклонение от заданной дозы внесения до +10 %; неравномерность распределения удобрений по поверхности поля до ± 25 % и перекрытие предыдущего прохода по ширине захвата – до 5 %.

Подготовка агрегатов. В соответствии с операционной технологией она предусматривает обоснование состава и скоростного режима агрегатов, а также проведение соответствующих настроечных и регулировочных работ, включая настройку на заданную норму внесения удобрений. Агрегаты для сплошного внесения органических и минеральных удобрений являются одномашинными. Агрегаты, отвечающие требованиям ресурсосбережения и высокой производительности, приближенно можно выбрать из табл. 11.2.

Меньшие значения радиусов эффективного использования соответствуют более высоким дозам внесения удобрений и наоборот. Приведенные в табл. 11.2 данные с достаточной точностью могут быть использованы при всех возможных длинах гона и группах дорог.

Для разбрасывателей удобрений различают три скорости движения: скорость движения с грузом (\mathcal{V}_c) при переезде до поля, рабочая скорость при внесении удобрений ($\mathcal{V}_н$) и скорость обратного движения (\mathcal{V}_o) без груза.

Усредненные нормативные значения указанных скоростей для дорог второй группы, которые являются наиболее распространенными в сельском хозяйстве, приведены в табл. 11.3.

Таблица 11.2

Характеристики и состав основных агрегатов для внесения органических и минеральных удобрений

Состав агрегата	Грузоподъемность, т	Ширина разбрасывания, м	Радиус эффективного использования, км
Органические удобрения			
МТЗ-80 + РОУ-6	6	5...6,5	1...2
Т-150К + ПРТ-10	10	6...7	2...4
К-701 + ПРТ-16	15	6...7	4...8
К-701 + МТТ-23	23	6...7	8...22
Минеральные удобрения			
МТЗ-80 + 1РМГ-4	4	6...14	2...12
МТЗ-80 + РУМ-5	5	7...14	4...18
Т-150К + РУМ-8	8	7...14	7...26
К-701 + РУМ-16	16	14...22	16...30

Подготовка поля для работы разбрасывателей органических и минеральных удобрений в соответствии с общими правилами операционной технологии предусматривает удаление препятствий, включая копны соломы и другие остатки непродуктивной части урожая, и соответствующую подготовку участка. Все рассматриваемые агрегаты в процессе разбрасывания удобрений движутся челночным способом (рис. 9.1, а), поэтому разбивать поле на загоны не требуется. Необходимо определить только ширину поворотной полосы в соответствии с данными табл. 11.3 и согласовать длину гона с грузоподъемностью разбрасывателя по формулам

$$Q_{гн} = \frac{B \cdot L_p \cdot U}{10^4}, \quad (11.1)$$

$$L_p = \frac{Q_{гн} \cdot 10^4}{B \cdot U}, \quad (11.2)$$

где $Q_{гн}$ – грузоподъемность разбрасывателя, т; L_p – длина рабочего пути агрегата за время опорожнения технологической емкости, м; U – доза внесения удобрений, т/га.

Если органические удобрения вносят в две фазы с использованием роторного разбрасывателя типа РУН-15А, навешиваемого на трактор типа ДТ-75М, то одной из основных операций подготовки поля является правильное расположение куч удобрений по поверхности поля в зависимости от их массы, обеспечивающее требуемую дозу внесения.

Организация работы агрегатов предусматривает: выбор рациональной технологической схемы внесения удобрений; определение общего требуемого числа основных и вспомогательных агрегатов; расчет состава транспортно-технологических комплексов и обоснование режима взаимосвязанной работы агрегатов; обеспечение необходимых видов обслуживания агрегатов и механизаторов.

В зависимости от наличия техники в хозяйстве, расстояния перевозки и дозы внесения удобрений различают следующие технологические схемы внесения удобрений: прямоточную, перегрузочную, перевалочную и двухфазную (рис. 11.1).

Прямоточная, перегрузочная и перевалочная технологические схемы при наличии соответствующей системы машин принципиально применимы при внесении как органических, так и минеральных удобрений. Однако для применения перегрузочной технологии требуются специальные самосвальные транспортные средства с предварительным подъемом кузова на соответствующую высоту (типа автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-3508). Для использования обычных самосвальных транспортных средств, наоборот, необходимы низкорамные разбрасыватели удобрений. С учетом указанных особенностей перегрузочная технология внесения удобрений не находит широкого применения в хозяйствах, особенно при внесении органических удобрений.

Для использования перевалочной технологии при внесении минеральных удобрений требуются специальные крытые перегрузочные площадки.

Двухфазную технологическую схему применяют только при внесении органических удобрений.

Таким образом, в хозяйственных условиях с учетом изложенных особенностей наибольшее распространение получили прямоточная технология для внесения как органических, так и минеральных удобрений, а также перевалочная и двухфазная технологии – для внесения органических удобрений.

Для погрузки твердых органических удобрений наиболее часто используют погрузчики типа ПЭ-0,8Б, ПЭА-1,0, ПФП- 1,2, ТЛ-3А и другие с производительностью более 60 т/ч, а для погрузки минеральных удобрений – ПЭ-0,8Б, ПФП-1,2, ПФ-0,75. Перевозят и вносят удобрения в почву по прямоточной технологии агрегатами, приведенными в табл. 11.2 и 11.3.

Общее требуемое число основных агрегатов – разбрасывателей удобрений рассчитывают по формуле (9.1), если производительность ($W_{ч}$) в тоннах за час, то общую удобряемую площадь (F) умножают на соответствующую дозу внесения удобрений (U), т/га.

Вспомогательными агрегатами при прямоточной технологической схеме внесения удобрений являются погрузчики, общее число

которых (n) вычисляют по формуле (9.3). По этой же формуле определяют число погрузчиков и транспортных средств при перегрузочной, перевалочной и двухфазной технологических схемах внесения удобрений.

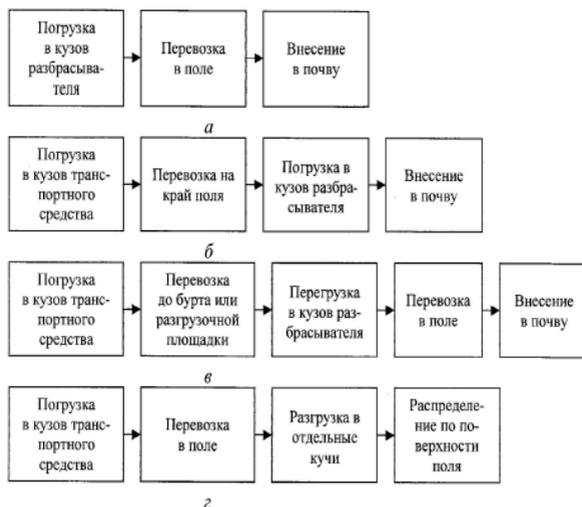


Рис. 11.1. - Технологические схемы внесения удобрений:

*а – прямоточная; б – перегрузочная; в – перевалочная; г – двух-
фазная*

Если удобрения вносят по перевалочной и двухфазной технологическим схемам с разрывом технологической цепи по времени, то на первом участке (погрузка и перевозка удобрений) за основные следует условно принимать транспортные агрегаты, в соответствии с формулами (9.1), (9.3), а за вспомогательные – погрузчики. Затем на втором участке технологической цепи основными будут разбрасыватели удобрений [формула (9.2)].

Состав транспортно-технологического комплекса при внесении удобрений в основном определяется числом разбрасывателей удобрений или транспортных средств, обслуживаемых одним погрузчиком, которое находят по формуле (11.3), подразумевая под ($t_{ин}$) – продолжительность цикла разбрасывателя или транспортного средства, а под (t_m) – продолжительность одной погрузки. Для разбрасывателя удобрений под ($t_{пр}$) следует подразумевать время одного опорожнения кузова, включая холостые повороты, а для транспортных средств – время разгрузки.

$$n_l = \frac{t_{ин}}{t_m} = \frac{L_r / \mathcal{G}_r + L_r / \mathcal{G}_x + t_{пр}}{t_m}, \quad (11.3)$$

При отсутствии более точных хронометражных данных продолжительность одной погрузки (ч) можно вычислить по формуле

$$t_m = \frac{Q_{ГН} \cdot K_G}{W_n}, \quad (11.4)$$

где $Q_{ГН}$ – грузоподъемность разбрасывателя или транспортного средства, т; W_n – эксплуатационная производительность погрузчика, т/ч; K_G – коэффициент использования грузоподъемности. Минеральные удобрения и большую часть органических удобрений относят к грузам первого класса, для которых принимают $K_G = 1$.

Контроль качества работы агрегатов для сплошного внесения органических и минеральных удобрений сводится к проверке соответствия фактических показателей качества работы предъявляемым агротехническим требованиям.

Основной показатель качества работы разбрасывателей в полевых условиях – заданная доза внесения удобрений, которую необходимо соблюдать.

Охрана труда и техника безопасности. При неправильном хранении и применении некоторых минеральных удобрений они представляют большую опасность. Так, хранение аммиачной селитры вместе с органическими материалами (торфом, соломой, жмыхом, опилками и др.) может быть причиной взрыва.

Смесь селитры с древесным углем самовоспламеняется, а бумажные мешки из-под аммиачной селитры загораются под действием солнечных лучей. Выделяющийся из аммиачной селитры аммиак в смеси с воздухом взрывоопасен.

Попадание на кожу жидкого аммиака вызывает ожог, в глаза — слепоту, а вдыхание паров аммиака высокой концентрации может привести к смертельному исходу.

Некоторые виды минеральных удобрений (суперфосфат, хлористый калий, аммофос и т. д.) вызывают раздражение слизистой оболочки носа.

При транспортировке жидкого аммиака и аммиачной воды нужно ежедневно проверять техническое состояние автоцистерн, обращая особое внимание на плотность закрытия всех вентилях, заглушек, показания манометра, уровень жидкости. Каждый автомобиль или трактор, транспортирующий цистерну, должен быть оснащен двумя углекисло-бром-этиловыми огнетушителями, цепочкой для заземления, бачком с водой (не менее 10 л), искрогасителем на выпускной трубе. Во время движения транспорта запрещается курить.

Во избежание несчастных случаев из-за переполнения сосудов их следует заполнять не более чем на 85 % полного объема для жидкого и 93 % — для водного аммиака.

К персоналу, работающему на аммиачных машинах и оборудовании, предъявляются повышенные требования. Все вновь поступающие проходят обучение по 156-часовой программе и сдают экзамен.

Внесение удобрений при производстве корнеплодов. Корнеплоды по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами выносят из почвы относительно большое количество питательных веществ. Поэтому под корнеплоды требуется вносить повышенные дозы как органических, так и минеральных удобрений.

Основную массу удобрений вносят в различных сочетаниях с операциями обработки почвы в зависимости от почвенно-климатических условий и вида культуры.

Лучшим из органических удобрений является навоз, который при дозах внесения 30...40 т/га обеспечивает прибавку урожая от 5 до 25 т/га. Навоз рекомендуется вносить под предшествующую культуру или непосредственно под корнеплоды.

На глинистых и черноземных почвах навоз вносят осенью под зяблевую вспашку. На легких почвах навоз вносят весной или осенью незадолго до заморозков, чтобы он не успел разложиться. Основные минеральные удобрения – азотные, фосфорные и калийные.

Азотные удобрения рекомендуется вносить под предпосевную культивацию, а также при посеве и подкормках.

Фосфорные удобрения в виде гранулированного суперфосфата вносят под зяблевую вспашку или под сплошную культивацию весной.

Калийные удобрения необходимы для нормального роста и развития корнеплодов. Эти удобрения особенно эффективны на легких почвах. Наиболее ценным из калийных удобрений для свеклы является хлористый калий.

Примерные дозы внесения минеральных удобрений под корнеплоды в зависимости от природно-климатических условий составляют 120... 180 кг д.в. на 1 га.

Важное значение, как для повышения урожайности, так и для качества корнеплодов, имеет также внесение микроудобрений. При недостатке в почве бора, меди, марганца и других микроэлементов корнеплоды заболевают. Рекомендуются следующие дозы внесения отдельных микроудобрений, кг/га: бора – до 1,5 (чаще всего под свеклу); медного купороса – 20...25; марганцевого шлама – 300...400. Применение микроудобрений улучшает также лежкость корнеплодов.

Из жидких органических удобрений под корнеплоды вносят жидкий навоз, чаще под зяблевую вспашку или под лушение стерни, до 100 т/га.

Жидкие минеральные удобрения подразделяют на жидкие азотные (жидкий безводный аммиак, аммиакаты, аммиачная вода – водный аммиак) и жидкие комплексные удобрения, содержащие азот и

фосфор. Эти удобрения быстро усваиваются растениями и имеют высокий коэффициент использования.

Жидкие азотные удобрения в зонах недостаточного увлажнения рекомендуют вносить при вспашке с помощью специального приспособления. В зонах достаточного увлажнения жидкие азотные удобрения предпочтительно вносить поздней осенью при обязательной обработке зяби. Для этого плуги оборудуют специальными приспособлениями. Глубина заделки жидких удобрений 10...12 см на суглинистых почвах и 12...15 см – на супесчаных.

Доза внесения жидких минеральных удобрений составляет 400...500 кг/га под глубокую вспашку и 200...400 кг/га – при безотвальном рыхлении зяби. Жидкие комплексные удобрения рекомендуют вносить при посеве в дозе 50...70 кг/га, при подкормке – 100...200 кг/га.

Внесение удобрений при производстве кукурузы. Получение высоких урожаев кукурузы связано с выносом из почвы большого количества питательных веществ. В среднем на 1 т зеленой массы кукурузы приходится 2,53 кг азота, 0,83 кг фосфора и 3,44 кг калия.

Система внесения удобрений при возделывании кукурузы по интенсивной технологии включает основное (под вспашку) и в рядки (при посеве) внесение, а также подкормку растений в период вегетации.

Во всех зонах возделывания кукурузы основным видом удобрений являются органические, которые вносят в основном под зяблевую вспашку. Доза их внесения при этом определяется почвенно-климатическими условиями. На дерново-подзолистых и на других малоплодородных почвах вносят до 40...50 т/га, а на выщелоченных черноземах – 15...20 т/га (Табл. 11.4).

Таблица 11.4

Примерные дозы минеральных удобрений, вносимых под кукурузу, т/га

Почвы	Аммиачная селитра	Гранулированный суперфосфат	40 % калийная соль
Карбонатные и обыкновенные черноземы	0,27	0,30...0,45	0,075...0,15
Типичные черноземы	0,27	0,30	0,15
Выщелоченные черноземы, бурые и серые лесные почвы	0,36	0,30...0,45	0,15

При выращивании кукурузы на силос и зеленый корм ценным органическим удобрением является также жидкий бесподстилочный навоз, содержащий азот, фосфор, калий и микроэлементы.

Минеральные удобрения вносят также при посеве и в период ухода за растениями кукурузы.

Внесение удобрений под однолетние и многолетние травы. Одна из самых ценных и распространенных однолетних трав – вика яровая, в сухой массе которой содержится до 19 % протеина, 1,8...2,4 – кальция, 0,61...0,96 % – фосфора. В 1 кг зеленой массы содержится 56...78, а в 1 кг сена – 37 мг каротина. В условиях Центрального района Нечерноземной зоны получают в среднем 16,1 т/га зеленой массы и 1,56 т/га семян.

Для систематического получения высокого урожая необходимо ежегодное внесение соответствующих органических и минеральных удобрений, примерные дозы которых для основных видов однолетних трав приведены в табл. 11.5. Органические и минеральные удобрения вносят одновременно под зяблевую вспашку.

Таблица 11.5

Примерные дозы внесения удобрений под основные виды однолетних трав, кг д.в./га

Удобрения	Горох кормовой	Вика яровая	Бобы кормовые	Люпин
Органические, т/га	20...30	20...30	40...50	20...30
Азотные	30...40	30...40	50...60	30
Фосфорные	45...60	30...45	60...90	60...70
Калийные	60...90	45...60	90...120	90...120

Многолетние травы обычно высевают под покров других озимых и зерновых культур, лучшими из которых являются озимая пшеница, яровая пшеница и ячмень. Органические и минеральные удобрения обычно вносят под покровные культуры, так как при этом получают наибольшую прибавку урожая многолетних трав. Дозы внесения удобрений зависят от зональных почвенно-климатических условий. Например, в Нечерноземной зоне рекомендуется вносить 30...40 т/га навоза, а в Черноземной зоне – 15...20 т/га. Фосфорные и калийные удобрения вносят из расчета 45...60 кг д. в./га.

Из многолетних бобовых трав наибольшее распространение имеет клевер луговой. Новые интенсивные сорта этой культуры (Московский 1, ВИК-7 и др.) при благоприятных условиях дают до 10 т/га, а при орошении – до 16 т/га сухого вещества и до 2,5 т/га белка.

Контрольные вопросы

1. Какие виды удобрений вы знаете и как они классифицируются?
2. Назовите и охарактеризуйте технологические схемы внесения удобрений?
3. По какому показателю оценивают контроль качества работы?
4. Каковы требования охраны труда при хранении, транспортировке и внесении минеральных удобрений?

ХП. ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЕВА И ПОСАДКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Технология посева зерновых, зернобобовых, крупяных и масличных культур. Зерновые культуры, возделываемые по высокой технологии, высевают комбинированными агрегатами с одновременным внесением стартовой дозы азотных удобрений и гербицидов почвенного действия, оставляя технологическую колею 1800 мм, которая необходима для выполнения операций по уходу за посевами. Для этого оставляют незасеянными рядки семян с двумя полосами шириной 450 или 600 мм в зависимости от имеющегося комплекса машин через 10,8 или 14,4 м.

Первому варианту соответствует ширина захвата опрыскивателей ОВТ-1, ОПШ-15-01, разбрасывателя минеральных удобрений РУМ-5. Для этой схемы посева используют гусеничный трактор класса 3 в агрегате с тремя сеялками шириной захвата 3,6 м со сцепкой СП-11А. Составы агрегатов и условия их эффективного применения приведены в табл. 12.1. Перед посевом отключают высевальные аппараты сошников 6, 7 и 18, 19 путем установки специально изготовленных крышек над высевальными катушками.

Таблица 12.1

Рекомендуемые составы посевных агрегатов

Трактор	Сцепка	Число сеялок	Длина гона, м	Передача трактора
К-701, 700А	СП-16А	4...7	Более 800	II... III
Т-150, Т-150-К, ДТ-175С	СП-11А	3	600...800	II... IV
ДТ-75М	СП-11А	3	300...600	IV... VI
МТЗ-80/82	—	1	До 300	VI... VII

При посеве четырёхсеялочным агрегатом с шириной захвата 14,4 м для создания колеи с незасеянными полосами 600 мм отключают 17, 18, 19-й аппараты второй сеялки и 6, 7, 8-й аппараты третьей сеялки. После посева этим агрегатом для ухода за посевами используют машины для внесения минеральных удобрений РУМ-8, РЖТ-8 со штанговым приспособлением для ЖКУ в агрегате с трактором Т-150К. На полях с малой длиной гона рекомендуют использовать группу из трех односеялочных агрегатов на базе трактора класса 1,4. Первый и третий агрегаты работают, не оставляя колею, а у сеялки второго агрегата отключают высевальные аппараты 6, 7 и 18, 19-го сошников, идущих по следу трактора с колесей 1800 мм.

Зерновые, зернобобовые, крупяные и масличные культуры высевают с помощью технологического адаптера Р-АТП-1,2. Транс-

портировку и загрузку семян осуществляют во всех зонах производства товарного зерна механизированными загрузчиками (ЗАУ).

Для рядового и узкорядного посева с внесением минеральных удобрений используют сеялки СЗ–3,6А с соответствующими модификациями. Сеялкой СЗП-3,6А одновременно с посевом прикапывают засеянные рядки. Зерновые и травы под покров зерновых высевают с внесением удобрений сеялкой СЗТ-3,6А. Для зон, подверженных ветровой эрозии, посев проводят по стерне сеялками СЗС-2,1, СТС-2 с тракторами класса 1,4, СЗС-6 – класса 3 и СЗС-12, СТС-12 – класса 5. Кулисы засевают сеялкой СКН-3 с трактором класса 1,4.

При посеве важно обеспечить прямолинейность хода агрегата, поэтому для первого прохода агрегата обязательно провешивают вешками прямую линию. Последующие проходы агрегата ориентируют по следу маркера. Отклонение ширины стыковых междурядий двух смежных проходов – не более 5 см.

При посеве озимых важно выбрать *сроки проведения работ*. К зимовке необходимо обеспечить образование трех-четырёх продуктивных побегов к моменту перезимовки. Ориентировочные сроки посева: нечерноземная зона – 15...20.08, лесостепная – 20.08...01.09, южная степная, Нижнее Поволжье – 01...20.09.

Подготавливают сеялки на регулировочной площадке со специальной разметкой для расстановки сошников в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

При посеве озимых зерновых в оптимальные сроки при хорошей подготовке почвы норма высева должна обеспечить 4,5...5 млн всходов семян на 1 га. Норма высева на 1 га площади, кг:

$$U = \frac{G \cdot M \cdot 100}{X}, \quad (12.4)$$

где G – густота стояния растений, млн на 1 га; M – масса 100 семян, г; X – хозяйственная годность, %.

Для высева озимой пшеницы Безостая 1 с массой 1000 семян 45 г для обеспечения густоты стояния 5,0 млн семян на 1 га при хозяйственной годности 95 % норма высева $U = (5,0 \cdot 45,0 \cdot 100) / 95 = 236,8$ кг/га.

Норму высева, длину правого и левого маркера устанавливают и проверяют в соответствии с имеющимися рекомендациями.

Качество высева проверяют в поле. Глубину заделки семян проверяют при первом проходе агрегата, затем 2...3 раза в смену измеряют линейкой в раскопанных 5...6 рядках. Отклонение глубины от заданной не более ± 1 см. Ширину стыковых междурядий измеряют в 10 местах по длине гона, отклонение на ровных участках не более ± 5 см, на склонах до 6° – не более 10 см.

Способ движения посевных агрегатов выбирают с учетом длины гона и ширины захвата агрегата. При работе одно- или двухсеялочных агрегатов на полях с длиной гона более 200 м основной способ движения – *челночный* (рис. 9.1, а); для многосеялочных агрегатов на больших полях прямоугольной формы – *вразвал* или *всвал* (рис. 9.1, б, в); на полях квадратной формы при гоне 200 м и на участках шириной до 60...80 м – *перекрестием* (рис. 9.1, е).

Для челночного способа поворотные полосы отмечают вешками с двух сторон и провешивают линию первого прохода. Для гоновых способов на поле отмечают границы загонов.

Заправляют сеялки семенами и удобрениями в конце гона после полного поворота агрегата автопогрузчиками. Требуемое число заправщиков определяют в зависимости от нормы высева, числа сеялок в агрегате, плеча подвоза, грузоподъемности и размеров поля.

При организации работ необходимо соблюдать точность. Длину гона согласовывают с вместимостью семенного бункера по формулам

$$\frac{L_p \cdot B \cdot U}{10^4} = \Omega_\delta \cdot \rho_\delta \cdot \gamma_\delta, \quad (12.4)$$

где L_p – длина рабочего пути агрегата за время опорожнения технологической емкости (длина пути разбрасывания удобрений или высева семян), м; B – рабочая ширина захвата агрегата, м; U – норма внесения (высева или посадки семян), кг/га; Ω_δ – номинальная вместимость технологической емкости, м³; ρ_δ – плотность технологического материала в бункере, кг/м³; γ_δ – коэффициент использования технологической емкости.

Значение γ_δ одновременно учитывает как заполнение, так и опорожнение технологической емкости. Например, при посеве семян для обеспечения равномерности высева не допускается полное опорожнение семенного бункера (ящика).

На основании равенства (12.2) сначала вычисляют

$$L_p = \frac{10^4 \cdot \Omega_\delta \cdot \rho_\delta \cdot \gamma_\delta}{B \cdot U}, \quad (12.4)$$

затем рассчитывают соответствующее число рабочих ходов агрегата в зависимости от длины гона L :

$$n = \frac{L_p}{L}, \quad (12.4)$$

Для определения состава посевного комплекса машин используют табл. 9.1, 12.1.

Технология посева кукурузы. Нормы высева кукурузы зависят от почвенно-климатических условий, сорта, способа высева и назначения урожая. При возделывании кукурузы на зерно число растений на 1 га должно составлять, тыс.: в засушливых юго-восточных районах с

годовой суммой осадков 300...400 мм – 20...25; в степных районах с неустойчивым увлажнением при сумме осадков 400...450 мм – 30...40; в районах достаточного увлажнения – 40...60 при массе семян 10...25 кг/га.

Густота высева для скороспелых сортов и гибридов кукурузы должна быть на 20...25 % больше по сравнению со среднеспелыми сортами и на 15...20 % меньше для позднеспелых сортов.

При возделывании кукурузы на силос с уборкой в фазе молочно-восковой и восковой спелости густота растений должна быть на 10...15 % больше. Густота стояния растений при возделывании кукурузы на зеленый корм должна составлять, тыс.: в засушливых районах – 100...120; в увлажненных районах – 120...200 (в Нечерноземной зоне – 100...120).

Организуют посевные работы в полном соответствии с принципами операционной технологии выполнения механизированных работ, изложенными выше.

Основные агротехнические требования при посеве кукурузы: посев семян в оптимальные сроки при среднесуточной температуре почвы 10...12 °С при общей продолжительности посевных работ до 5...6 дней, а на одном поле – 1...2 дня; глубина заделки семян 5...7 см при достаточной влажности и 12...13 см – в засушливых районах; отклонение от заданной глубины заделки семян – до 1,0 см; отклонение от заданной нормы высева ± 5 % при норме 25...60 тыс. и +8 % – при норме более 60 тыс. растений на 1 га; отклонение от заданной ширины междурядий (70 см) не более 1 см для основных и не более 5 см – для стыковых междурядий; отклонение от заданной нормы (10...15 кг/га) вносимых минеральных удобрений – до 10 %; отклонение семян от осевой линии рядка не более 5 см на длине 50 м.

Подготовку агрегатов начинают с выбора эффективных посевных машин. Кукурузу высевают восьмирядными пунктирными пневматическими сеялками СУПН-8 с шириной междурядий 70 см и шестирядными пунктирными сеялками точного высева (одно-два зерна в гнездо) СПЧ-6М. Ширина междурядий – 70 см. При возделывании кукурузы на силос ширина междурядий может быть 60 и даже 45 см. Агрегируют сеялки с тракторами типа МТЗ-80/82. Основные операции подготовки агрегатов предусматривают: установку длины вылета маркеров; расстановку сошников на заданную ширину междурядий; установку заданной глубины заделки семян; установку заданной нормы высева и дозы удобрений. Длина вылета маркеров у сеялки СУПН-8: 2450 мм – при вождении трактора по следу маркера поочередно правым и левым колесом; 3150 мм – при вождении по следу маркера серединой трактора (пробкой радиатора), а СПЧ-6М – 1750 и 2450 мм соответственно.

К навесному механизму трактора присоединяют рамку автосцепки. Сеялка СУПН-8 оборудована приборами контроля и сигнализации за качеством технологического процесса (уровень семян в бункерах, работа высевающих аппаратов), которые должны находиться в исправном состоянии.

Подготовку поля и организацию работы агрегатов осуществляют с учетом применения челночного способа движения. Для обеспечения прямолинейности рядков вешками высотой 2,5...3 м отмечают линию первого прохода при расстоянии между вешками 50...80 м, чтобы одновременно было видно не менее трех вешек.

При отсутствии свободного выезда на концах загона отбивают поворотные полосы шириной, равной 3...4 захватам сеялки. Посев сеялками СУПН-8 рекомендуется проводить на скоростях не более 8 км/ч, а сеялками СПЧ-6М – до 6 км/ч. Длину гона согласовывают с вместимостью семенного бункера по формулам (12.2) ... (12.4).

Число посевных и транспортных агрегатов рассчитывают по формулам (9.1) ... (9.3), а число агрегатов в группе при работе каждого посевной агрегата на отдельном загоне – (9.4).

Качество работы контролируют по трем основным показателям: отклонение от заданной глубины заделки семян; отклонение числа семян на 1 м рядка от заданного; отклонение семян от оси рядка.

Охрана труда по аналогии с ранее рассмотренными операциями предусматривает проведение необходимых мероприятий по обеспечению безопасности людей и работы агрегатов.

Особенности посева трав. Норма высева семян и способ посева определяются почвенно-климатическими условиями и сортом культуры. Семена трав в зависимости от назначения посевов высевают как в чистом виде, так и в смеси с семенами поддерживающих культур. Например, семена наиболее распространенной однолетней травы вики в отдельных районах Нечерноземной зоны сеют в чистом виде, а в более северных районах – на семена в смеси с поддерживающими культурами, включая овес, ячмень, горчицу.

Норма высева по числу семян в чистом виде составляет 2,0...2,5 млн/га всхожих семян. В смеси с ячменем – 140 кг/га (3,5 млн/га всхожих семян), при среднем фоне плодородия высевают 60 кг/га (1 млн/га всхожих семян) вики.

Численное соотношение между семенами вики и поддерживающей культуры существенно зависит также и от назначения посевов. Например, в смеси с овсом рекомендуют следующие численные соотношения между семенами (вика: овес): 3: 1 – на зеленый корм; 1: 1 – на силос; 2: 1 – на сено.

Семена многолетних трав, как указано ранее, высевают в чистом виде, а также в травосмеси. Соответственно с учетом зоны изменяется

и норма высева. Например, норма высева семян клевера лугового в лесной и лесостепной зонах составляет 15...17 кг/га в чистом посеве и 11...14 кг/га – в двойной травосмеси.

Семена трав высевают сеялками типа СЗТ-3,6 и СЛТ-3,6, агрегируемыми с тракторами типа МТЗ-80/82. В зависимости от сорта, назначения урожая и почвенно-климатических условий семена как однолетних, так и многолетних трав высевают, как указано ранее, осенью, весной и летом. Викоовсяные смеси на зеленый корм высевают в различные сроки, начиная с ранней весны и заканчивая первой декадой июля.

Контрольные вопросы

1. Назовите оптимальные способы движения МТА про посеве сельскохозяйственных культур? 2. Назовите особенности посева трав? 3. Назовите основные агротехнические требования при посеве кукурузы? 4. В чем заключается технология посева зерновых культур? 5. В чем заключается технология посева кукурузы

ХIII. ТЕХНОЛОГИЯ УХОДА ЗА ПОСЕВАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Методы защиты. Эффективная борьба с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур является важной составной частью современных интенсивных технологий.

Современные интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают широкое применение интегрированной системы защиты растений, которая состоит из взаимосвязанного комплекса агротехнических, биологических, физических и химических методов борьбы в сочетании с организационно-хозяйственными мероприятиями.

Агротехнический метод предусматривает применение прогрессивных севооборотов и систем обработки почвы, а также внесение оптимальных доз удобрений; выбор устойчивых к болезням сортов; подготовку семенного материала. *Биологический метод* основан на использовании против вредителей и болезней их естественных врагов и бактериальных препаратов.

Физический метод защиты связан с воздействием на семена и растения высоких или низких температур, ультразвука, магнитных полей, токов высокой частоты, лазерных лучей и т. д.

Химический метод наиболее распространен и связан с применением соответствующих химических средств защиты (пестицидов) растений.

Пестициды по принципу воздействия на вредителей и болезни культурных растений подразделяют на: *инсектициды* – для защиты от вредных насекомых; *фунгициды* – для защиты от болезней; *гербициды* – для защиты от сорняков; *дефолианты* – для опадания листьев растений; *десиканты* – для подсушки растений. Наибольшее распространение получили следующие основные способы химической защиты растений: протравливание семян; опрыскивание и опыливание пестицидами почвы и растений; нанесение аэрозолей на растения; фумигация почвы, растений и семян; разбрасывание отравленных приманок. При этом важно подчеркнуть, что все рассмотренные мероприятия по интегрированной защите растений необходимо проводить с учетом требований охраны окружающей среды.

Агротехнические требования: обработка семян и посевов в оптимальные сроки в соответствии с указаниями службы химической защиты растений; обеспечение однородной концентрации рабочей жидкости с допустимым отклонением $\pm 5\%$ от заданной; равномерное покрытие семян пестицидами с отклонением от заданной дозы до $\pm 3\%$; соблюдение заданной нормы распределения пестицидов по площади поля с отклонением до $\pm 10\%$ при опрыскивании и $\pm 15\%$ – при опыли-

вании; неравномерность распределения рабочих жидкостей по поверхности поля и по ширине захвата агрегата до ± 30 % и до ± 25 % – по длине гона: неравномерность расхода жидкости отдельными распылителями до ± 5 %; скорость ветра до 5 м/с при опрыскивании и до 3 м/с – при опылинии; при температуре воздуха до 23 °С рабочие скорости движения соответствующих агрегатов по полю 1,7...3,3 м/с (6...12 км/ч); химическую обработку не рекомендуется проводить перед ожидаемыми осадками и во время дождя; нельзя проводить опрыскивание в период цветения растений.

Подготовка агрегатов для химической защиты растений предусматривает выбор соответствующих типов машин, комплектование ресурсосберегающих агрегатов и настройку их на требуемый режим работы. Комплекс операций по химической защите растений начинают с протравливания семян для уничтожения возбудителей болезней. При этом используют сухой, полусухой, мокрый, мелкодисперсный и термический способы протравливания семян. При сухом способе семена смешивают пылевидным ядохимикатом. Если перед протравливанием семена увлажняют, то имеет место полусухой способ. Семена при мокром способе протравливания увлажняют раствором формалина, затем высушивают. При термическом способе семена погружают в воду, нагретую до 50 °С, затем семян суспензией в виде механической смеси распыленного ядохимиката с водой.

Составы основных типов агрегатов для опрыскивания полевых культур и их основные технико-экономические показатели приведены в табл. 13.1.

На соответствующий режим работы указанные машины и агрегаты настраивают в соответствии с имеющимися рекомендациями. Агрегат К-701+ОП-3200 рекомендуется использовать на полях с длиной гона более 500 м. Остальные агрегаты на базе трактора МТЗ-80 используют практически на всех полях хозяйств. Для мелкоконтурных полей предназначен агрегат МТЗ-80+ОМ-630–2.

Подготовка поля связана с операциями предварительного осмотра и удаления препятствия. При использовании челночного способа движения поля на отдельные загоны разбивать не требуется. Отбивают только поворотные полосы шириной 5 м для вентиляторных опрыскивателей и 10...12 м – для штанговых опрыскивателей. Оставляют также защитные полосы для исключения сноса гербицидов на соседние посевы.

Организация работы агрегатов предусматривает определение общего требуемого числа агрегатов, состава отдельных технологических комплексов для групповой работы и организацию движения агрегатов. Дополнительно рассчитывают также требуемое количество хи-

мических средств защиты растений (фунгицидов, гербицидов и др.) и воды для составления соответствующих растворов.

Общее требуемое число агрегатов каждого вида рассчитывают для наиболее напряженного периода по формуле (9.1).

Требуемое общее число транспортных средств для перевозки химикатов, воды и других вспомогательных агрегатов определяют по формуле (9.2) или (9.3).

Таблица 13.1

Технико-экономические показатели агрегатов для опрыскивания полевых культур

Состав агрегата	Назначение	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, м/с (км/ч)	Производительность за основное время, га/ч	Расход рабочей жидкости, л/га
МТЗ-80+ОП-200-2-01 (штанговый)	Опрыскивание полевых культур пестицидами и поверхностное внесение жидких минеральных удобрений	18,0...22,5	1,7...3,3 (6...12)	13,5...27,0	75...300
МТЗ-80+ОПШ-15-03 (штанговый)	Борьба с вредителями, сорной растительностью и болезнями растений	10,8...16,2	1,7...2,8 (6...10)	7,72...16,2	45...180
МТЗ-80+ОП-3200 (штанговый)	То же	21,6	2,2...3,3 (8...12)	17,0...25,9	75...300
МТЗ-80+ОМ-630 (вентиляторный)	Малообъемное опрыскивание направленным потоком многолетних насаждений и полевых культур	15...20 (1...2 в садах)	1,7...3,3 (6...12) 1,7...2,2 (6...8)	40...120 (4,8...6,4 в садах)	10...50
МТЗ-80+ОМ-630-2 (штанговый)	Опрыскивание полевых культур на мелко контурных полях	16,2	1,7...2,8 (6...10)	9,7...16,2	75...200
МТЗ-80+ОМ-320 (вентиляторный)	Опрыскивание многолетних насаждений и полевых культур направленным потоком	30 (1...2 в садах)	1,7...2,8 (6...10)	18...30 (4,8...8 в садах)	1...40
МТЗ-80+ ОМ-320-2 (штанговый)	Опрыскивание полевых культур	10...14	1,7...2,8 (6...10)	6...14	1...25
К-701+ОП-3200 (с приспособлением)	Внесение гербицидов с одновременной обработкой почвы боронами типа БМШ-15 (20), БИГ-3А со сцепкой СП-16	15...20	1,7...2,8 (6...10)	9...12	75...300

При групповой работе агрегатов число опрыскивателей рассчитывают по формуле (9.4).

Общее требуемое количество химикатов и воды для всей обрабатываемой площади полей (F_{Σ}) вычисляют по формуле

$$Q_{x.в} = F_{\Sigma} \cdot U_{x.в} \cdot Z_{оп}, \quad (13.4)$$

где $U_{x.в}$ – расход химиката или воды, л/га; $Z_{оп}$ – кратность опрыскивания.

Движение опрыскивателей организуют челночным способом. При этом для обеспечения требуемого качества работы агрегат должен двигаться под углом $45...135^{\circ}$ к направлению ветра.

Качество работы контролируют по качеству приготовления рабочей жидкости и по качеству работы самих опрыскивателей. Контроль осуществляют агроном по защите растений, бригадир или другие специалисты. Качество работы оценивают в баллах, а качество приготовления рабочей жидкости – по отклонению концентрации жидкости от заданной (%) и по неравномерности перемешивания (%).

Качество работы самих опрыскивателей оценивают:

- по отклонению расхода жидкости от нормы, %;
- неравномерности поступления жидкости через распылители, %;
- отклонению от заданной скорости движения, %;
- отклонению от заданной ширины захвата, м.

Охрана труда и окружающей среды предусматривает комплекс мероприятий по безопасному использованию средств защиты растений. Соответствующие работы необходимо производить в строгом соответствии с утвержденными инструкциями. При работе с пестицидами строго соблюдают меры предосторожности, изложенные в «Санитарных правилах по хранению, транспортировке и применению пестицидов в сельском хозяйстве». Способы и порядок обезвреживания и уничтожения химических средств защиты растений определены «Инструкцией по сбору, подготовке и отправке пришедших в негодность и запрещенных к применению в сельском хозяйстве пестицидов и тары из-под них». Ответственность за строгое соблюдение всех правил и инструкций по безопасному применению средств защиты растений возлагают на руководителей соответствующих сельскохозяйственных предприятий.

Уход за посевами зерновых культур и интегрированная система защиты растений. Уход за посевами озимых начинают с осеннего боронования легкими или средними зубowymi боронами в фазе 3...4 листьев для уничтожения сорняков. Зимой в южных районах лесостепной зоны проводят снегозадержание для сохранения растений от вымерзания. В течение зимы не менее 2 раз (зимой и до начала весенней вегетации) отбирают почвенно-растительные монолиты размером 50×70 см и глубиной 15 см для определения сохранности растений во время перезимовки. Весной, если наблюдается вымирание растений, то

при поспевании почвы вместо весеннего боронования посевы прикапывают. Ранневесеннее боронование проводят для сохранения влаги в почве.

Защиту посевов от сорняков, болезней и вредителей проводят в весенне-летний период на основе прогноза появления вредителей и болезней. Для оценки фитосанитарной обстановки, выявления потенциальной опасности поражения растений и необходимости проведения защитных мероприятий проводят визуальное обследование посевов.

Интегрированная система защитных мероприятий включает: агротехнические мероприятия, направленные на повышение устойчивости растений и снижение популяции вредителей (система удобрений, возделывание устойчивых сортов, агротехнические способы борьбы с сорняками и вредителями) и применение пестицидов с учетом фактического распространения и экономических порогов вредоносности болезней, вредителей и сорняков.

Экономический порог вредоносности – плотность популяции вредителя или степень повреждения растений, при которых может быть причинен экономически ощутимый вред урожаю. Экономически ощутимым вредом в сельскохозяйственной практике принято считать потери 3...5 % урожая.

Для химического уничтожения сорняков применяют гербициды. При возделывании озимых зерновых после чистого пара в фазе кущения посевы опрыскивают аминной солью 2,4Д (40 %) – 2 кг/га. При этом расход воды составит 300 л/га. По непаровым предшественникам гербициды вносят осенью в ходе предпосевной обработки во влажную почву, а при возделывании зерновых – весной.

Почвенные гербициды вносят только штанговыми опрыскивателями по выровненной почве в тихую погоду. При этом следят, чтобы препараты не попадали на другие культуры.

Вредители зерновых культур и фазы, при которых происходит наибольшее поражение, требующее химической обработки. Растения от болезней кроме операций по протравливанию семян защищают опрыскиванием, например хлорофосом (80 %) – 1 кг/га с учетом порога вредоносности.

Для проведения работ по химической защите растений используют технологический адаптер Р-АТ-3. Он включает следующие технологические процессы: наблюдение, определение ЭПВ, обработку семенного материала, внесение гербицидов, инсектицидов, фунгицидов, БАБ (биологически активных веществ), биологические методы защиты растений.

Протравливание семян включает следующие операции; приготовление рабочей жидкости; подачу семян в камеру протравливания; протравливание; выгрузку в отсек хранилища или затаривание. Расход

рабочей жидкости до 10 л/т, полнота протравливания 100...200 %. Для протравливания применяют протравливатели ПСШ-5, ПС-10А или КПС-10. При инкрустировании семян для их смачивания и лучшего прилипания пестицидов используют жидкие полимеры.

Полнообъемное опрыскивание сельскохозяйственных культур включает: приготовление рабочей жидкости; транспортировку и заправку опрыскивателей, и опрыскивание. Обработку проводят водными растворами, эмульсиями или инсектицидами, гербицидами, фунгицидами и биопрепаратами. Расход рабочей жидкости: гербицидов, инсектицидов – 200...300 л/га, а фунгицидов – 300...400 л/га. Для приготовления рабочей жидкости и транспортировки применяют машины типа АПЖ-12 или ЗЖВ-3,2.

Приготавливают раствор вблизи обрабатываемых участков на определенном в соответствии с санитарными нормами расстоянии от жилых и животноводческих помещений. Агрегат для приготовления рабочей жидкости АПЖ-12 забирает воду и препараты, смешивает их и выкачивает рабочую жидкость. Привод от ВОМ трактора или от электродвигателя. Производительность не менее 600 л/мин. Неравномерность концентрации не более 5 %. Для транспортировки и заправки опрыскивателей рекомендуют использовать заправщик ЗЖВ-3,2, имеющий бак вместимостью 3200 л. Он работает с трактором класса 1,4 или 0,9.

Опрыскивание проводят в утренние, вечерние или ночные часы при скорости ветра до 3 м/с. Неравномерность расхода жидкости через распылители – не более 5 %, густота покрытия листовой поверхности каплями не менее 70 на 1 см², медианно-массовый диаметр капель 200...300 мкм. Применяют распылители щелевого типа РЩ 110–1,6; РЩ 110–2,5; опрыскиватели типа ОП-2000–2–01, ОМ-630–2, ОПШ-15–01 или ПОМ-630.

Для *малообъемного опрыскивания* служат те же агрегаты, но с меньшим расходом рабочей жидкости, л/га: гербицидов, инсектицидов – 50...100, фунгицидов – 150...200. При этом густота покрытия листовой поверхности каплями не менее 30 на 1 см² и медианно-массовый размер капель 150...350 мкм. Для этого применяют распылители РЩ 110–0,6; РЩ 110–1,0 или РЩ 110–1,6.

Ультрамалообъемные опрыскиватели (УМО) имеют расход жидкости 1...20 л/га и густоту покрытия поверхности листьев не менее 20 на 1 см², размер капель 60...150 мкм. При этом используют дисковые или пневматические распылители и препараты, не разбавляемые водой.

Уход за посевами кукурузы, система защиты растений. Борьбу с вредителями и болезнями растений, а также с сорняками начинают с подготовки почвы, семян и посева и продолжают в процессе ухода за

посевами. Как указывалось ранее, семена кукурузы перед посевом протравливают против вредителей и болезней. До посева почву опрыскивают высокоэффективными гербицидами для уничтожения сорняков. Гербициды заделывают в почву в течение 10...15 мин с момента начала опрыскивания. Для этого используют одновременно опрыскиватель и культиватор или комбинированный агрегат – опрыскиватель-культиватор.

Посевы кукурузы на 4...5-й день боронуют поперек рядков легкими или средними боронами для разрушения почвенной корки и уничтожения прорастающих сорняков. Аналогичное боронование проводят в фазе 2...3 листьев. Последующие мероприятия по уходу предусматривают междурядные культивации в сочетании с подкормками минеральными удобрениями культиваторами-растение питателями КРН-5,6 при восьмирядных посевах и КРН-4,2 – при шестирядных. Культиваторы агрегируют с тракторами типа МТЗ-80/82.

Первую междурядную культивацию проводят в фазе образования 4-го листа на глубину до 10 см, а затем вторую и, если необходимо, третью на глубину 6...7 см. В фазе 3...5 листьев, если требуется, посевы обрабатывают гербицидами в сухую безветренную погоду при температуре воздуха 14...22 °С. Более ранняя обработка гербицидами может повредить растения и, как следствие, снизить урожайность. Отмечено, что если растения кукурузы защитить от сорняков в течение первых 30 суток, то последующее их появление практически не влияет на урожайность.

Важнейшее мероприятие по уходу за посевами кукурузы в засушливых районах – орошение. Первый полив проводят в фазу 5...7 листьев при температуре воздуха 15 °С, второй – в начале вымётывания метелки, третий – в фазе цветения. Для орошения кукурузы применяют среднеструйные широкозахватные машины «Фрегат» и «Днепр», а также короткоструйный агрегат ДДА-100МА.

Особенности ухода за посевами трав. Одна из первых операций по уходу за *однолетними травами* – боронование с целью рыхления почвы и уничтожения проросших сорняков.

Затем проводят боронование по всходам в фазе 2...3 настоящих листьев легкими и сетчатыми боронами во вторую половину суток, когда растения менее ломки. Для борьбы с однолетними сорняками используют гербициды. В частности, сразу после посева вносят прометрин в дозе 2,5...3 кг/га. При обработке смешанных посевов вики с ячменем или овсом дозу гербицида снижают до 1...1,5 кг/га на легких и до 1,5...2 кг/га на тяжелых суглинистых и серых лесных почвах. Если необходимо, то посевы опрыскивают против вредителей и болезней.

Уход за посевами *многолетних трав* заключается в рыхлении почвенной корки ротационными мотыгами и кольчатыми катками до появления всходов.

Важная операция – своевременная уборка покровной культуры, чтобы создать благоприятные условия для развития трав до ухода под зиму. Оптимальной считают высоту среза покровной культуры 15...20 см.

Весной стерню покровной культуры удаляют путем боронования и сгребания. Весеннее боронование проводят для заделки удобрений, рыхления верхнего слоя почвы и уничтожения сорняков. Возможно также скашивание сорняков весной без подкашивания стеблей отрастающих многолетних трав.

В условиях недостатка влаги важнейшая операция ухода за посевами – орошение, позволяющее получать сочный зеленый корм в течение всего вегетационного периода. Полив обычно проводят после первого скашивания.

Контрольные вопросы

1. Назовите методы защиты растений? 2. В чем заключается подготовка агрегатов для химической защиты растений? 3. Какие общие агротехнические требования предъявляются к операциям ухода за растениями? 4. Назовите основные способы химической защиты растений? 5. Что включает интегрированная система защитных мероприятий? 6. Что такое экономический порог вредоносности?

XIV. ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Созревание и характеристика убираемых культур. Процесс формирования зерна имеет три характерные фазы: формирование зерна – 10...12 дней от начала цветения и оплодотворения; налив зерна – 12...18 дней от начала молочной спелости; созревание зерна – 10...20 дней от начала молочно-восковой спелости до полного созревания зерна. Спелое зерно имеет влажность 14...20 %. При перестое хлебов на корню или длительной лежке в валках влажность зерна снижается до 8...7 %, оно становится хрупким и легко дробится. Переспелое зерно теряет товарные, биологические и хлебопекарные качества, самоосыпается, а при дождливой погоде начинает прорастать.

Каждая сельскохозяйственная культура имеет свои особенности генеративного периода. Неравномерность и растянутость созревания различных культур обусловлены недружным появлением всходов, нарушением правил и агротехнических требований, операций по уходу за растениями, неблагоприятными погодными условиями. Созревание убираемых культур оценивают в каждую фазу спелости по 70...75 %-й выборке зерен.

Оценивают спелость органолептическим способом. Для этого по диагонали поля отбирают не менее 100 стеблей. Вручную обмолачивают, перетирая колосья в ладонях. Затем крестообразным делением выделяют 150...200 зерен и, не выбирая, отделяют 100 зерен. По этой выборке устанавливают соотношение фаз между собой и преобладающую фазу развития стеблестоя на данном поле. Момент готовности хлебов к раздельной уборке или прямому комбайнированию характеризуется содержанием 70...75 % зерен в фазе восковой или начале полной спелости. Момент уборки должен быть обоснован с биологической и хозяйственной точек зрения.

Легкообмолачиваемые культуры: овес, горох, озимая рожь – требуют быстрой (в течение 3...5 дней) уборки. Для средне- и труднообмолачиваемых культур сроки уборки могут быть увеличены до 8...10 суток. Затягивание сроков уборки способствует существенному увеличению потерь зерна от осыпания.

Для выбора режимов работы и регулировки уборочной техники важно оценить общее состояние стеблестоя. Каждый вид состояния хлебов оценивают количественно.

Общую влажность хлебной массы считают повышенной, если зерно имеет влажность более 20 %, стебли – 25, а сорняки – 50 %. Засоренность хлебной массы оценивают по степени засоренности: начальная – 6...15 %, средняя – 16...25, повышенная – 26...50 и преобладающая – более 50 %.

Полеглость и пониклость снижают высоту стеблестоя, в результате чего стебли перепутываются, что при уборке приводит к неравномерной загрузке жаток комбайнов.

При повышенной влажности, засоренности и полеглости хлебов производительность уборочных машин резко снижается по сравнению с нормальными условиями. Норму выработки корректируют с учётом поправочных коэффициентов.

Стеблестой считают изреженным при наличии на 1 м² поля менее 280 стеблей, низкорослым – при длине стебля менее 0,5 м, а длинносоломистым – при длине стебля более 1,2 м.

Агротехнические требования к уборке. Определяют их потерями урожая и его качеством. Нормальная высота среза зерновых культур 15...18 см, для высокостебельных и густых хлебов – 18...25 см. При уборке полеглых хлебов высоту среза уменьшают до 10...12 см. Для хлебов с нормальной высотой и густотой стеблей, но имеющих подсев многолетних трав, высота среза соответствует высоте подсева. Отклонение высоты среза от заданной не более ± 1 см.

При скашивании зерновых в валки стерня должна хорошо подерживать срезанную массу для обеспечения ее просыхания и проветривания. Оптимальная толщина валка для юга России – 20...25 см и 10...18 см – для остальных районов. Стебли в валках укладывают параллельно линии движения жатки под небольшим (10...30°) углом к ней. Наклон стеблей должен обеспечивать стекание воды от колоса к корню. Хорошо уложенный валок обеспечит равномерное поступление массы колосьями вперед. При объезде препятствий валок укладывают не далее 1,5 м от необработанной части поля. Потери зерна за жаткой (свободным зерном и в колосе) на скашивании хлебов не должны превышать 1 %, а при скашивании полёглых хлебов – 1,5 %. Потери зерна за подборщиком не более 0,5 %, а за молотилкой не более 1,5 %. Чистота зерна в бункере должна быть не менее 96 %, дробление семенного зерна не более 2 %. Потери соломы при уборке не более 5 %, загрязнение соломы землей не более 2 %.

Основные технологии уборки. Эффективность уборки определяется способом уборки, выбора и подготовки техники, подготовки полей, организации уборочных работ и уровнем профессиональной подготовки, заинтересованностью исполнителей. Поток убираемого зерна по схеме «поле – ток – элеватор» снижает транспортные расходы и простой техники. При этом фуражное зерно и кормовые отходы остаются в хозяйствах. Уборку проводят прямым комбайнированием или раздельным (двухфазным) способом.

Раздельное комбайнирование. Применяют на 55...60 % площади зерновых. При раздельном (двухфазном) способе хлебную массу вначале скашивают и укладывают в ориентированный валок рядковыми

жатками, а затем подбирают и обмолачивают валки зерноуборочными комбайнами, оборудованными подборщиками. Площадь для скашивания стеблестоя в валки должна быть такой, чтобы уложенные на стерню валки были подобраны и обмолочены до начала прямого комбайнирования.

Оптимальный срок начала скашивания хлебов в валки для озимой пшеницы и ячменя – начало восковой спелости, яровой пшеницы и ячменя – середина, а озимой ржи и овса – конец восковой спелости. Оптимальная продолжительность скашивания хлебной массы в валки составляет 3...5 дней для всех культур во всех зонах страны. Скашивание в валки начинают в середине фазы восковой спелости зерна при влажности 25...35 %.

Раздельным способом убирают засоренные, неравномерно созревающие участки, легкоосыпающиеся культуры (озимый ячмень, вику, фасоль и чечевицу, чину и др.). Только раздельным способом убирают поля, подверженные опасности поражения клопом-черепашкой.

В валках зерно дозревает за счет оттока пластических веществ из стеблей. Обмолот валков начинают при полной спелости хлебной массы, которая наступает через 3...6 дней после скашивания. Оптимальный срок уборки раздельным способом ограничен и составляет 6...8 дней в зависимости от зоны и погодных условий.

При неблагоприятных погодных условиях формируют более тонкий валок за счет уменьшения ширины захвата жатки или увеличивают ширину валка. Это улучшает созревание зерна и ускоряет просыхание хлебной массы.

Направление движения уборочного агрегата выбирают таким, чтобы хлебная масса поступала колосом вперед.

Прямое комбайнирование. Его осуществляют зерноуборочным комбайном, оборудованным фронтальным хедером. В процессе работы агрегат скашивает хлебную массу, обмолачивает ее и выделяет зерно. При этом зерно поступает в бункер-накопитель, а незерновая часть урожая в зависимости от принятой технологии – в копнитель, укладывается или измельчается и разбрасывается по полю.

Прямое комбайнирование эффективно при уборке равномерно созревших посевов, полей с подсевом трав. Уборку начинают в фазе полной спелости 70...75 % зерен. Различают выборочное и сплошное комбайнирование. Выборочную уборку проводят на раньше поспевающих участках. Это позволяет раньше на 3...5 суток начинать уборочные работы, что снижает напряженность уборочного периода и уменьшает потери зерна от осыпания. По мере созревания хлебной массы переходят на сплошное комбайнирование низкорослых, изреженных и неполёглых культур, а также в том случае, если скашивание стеблестоя в валки недопустимо.

Для скашивания хлебной массы жатки комбайна оборудуют торпедными делителями. При уборке длинностебельных культур, ячменя, овса на жатку устанавливают центральные стеблеотводы без наружных делителей. В зависимости от состояния хлебостоя применяют другие различные приспособления, улучшающие качество работы комбайна. Особое внимание уделяют обеспечению качества копирования рельефа поля жаткой комбайна. Оптимальный скоростной режим на прямом комбайнировании 3...5 км/ч.

Сочетание раздельной уборки и прямого комбайнирования позволяет снизить общие потери урожая, сократить сроки уборки, повысить производительность агрегатов и качество зерна.

Уборка незерновой части урожая. Это одна из наиболее трудоемких и дорогостоящих производственных операций. Затраты труда и денежных средств на уборку соломы и половы в 2...3 раза больше, чем на уборку зерна. Для уборки соломы на практике используют *копенную, поточную* или *валковую* технологии.

Для уборки незерновой части урожая (соломы, половы) применяют различные технологии. В этом случае комбайн комплектуют в зависимости от способа уборки незерновой части. Для *копённой технологии* комбайн оборудуют копнителем, который собирает солому и полове и по мере заполнения выгружает копны в поле. Копны собирают толкающей волокушей ВНК-11 в стожок либо стягивают тросовой волокушей ВТУ-10 в агрегате с двумя тракторами к месту скирдования. Скирдуют копны погрузчиками ПФ-0,5 в агрегате с трактором класса 1,4. В зонах повышенного увлажнения с малыми размерами полей для уборки копен применяют навесные копновозы типа КНУ-11 и КУН-10, которые свозят копны на край поля и укладывают их в основание скирды. Затем копны оформляют погрузчиком ПФ-0,5.

Копённая технология отличается небольшими затратами труда и средств на уборку соломы. Однако указанная технология имеет и существенные недостатки. Применение копнителев на 10...12 % снижает сменную производительность комбайна и на 30...40 % увеличивает потери зерна при заполнении копнителя комбайна на 75...100 %. Неудобная форма копен и их небольшая масса, разбросанность по полю усложняют проведение работ. Кроме этого, из-за больших потерь соломы затягиваются сроки и затрудняется обработка полей под урожай будущего года, что приводит к снижению урожайности.

Более эффективная технология для уборки незерновой части – *поточная*. Для ее выполнения комбайн СК-5 «Нива» оборудуют приспособлением ПУН-5, СК-6, «Колос» – приспособлением 65–136. Это позволяет подавать незерновую часть в сменные тракторные тележки 2ПТС-4 887А. При удаленности полей от ферм не более 3 км убранный массу отвозят к фермам и укладывают в скирды. При большем

расстоянии перевозки тележку используют как копнитель большой емкости.

Эффективна *раздельная технология* уборки половы и соломы. Для этого полосу собирают в прицеп и отвозят к половохранилищу, а солому укладывают в *валок* за комбайном. Валки убирают с использованием пресс-подборщиков. Если нет острой необходимости в соломе для хозяйственных нужд, ее измельчают и равномерно разбрасывают по поверхности поля. Затем разбросанную солому и стерню запахивают. Этот агротехнический прием улучшает структуру почвы и способствует накоплению гумуса, что сказывается на увеличении урожайности последующих культур.

Выбор и подготовка агрегатов. Для скашивания хлебной массы в валки используют специально разработанные валковые жатки, навешиваемые на зерноуборочный комбайн или самоходную машину КПС-5Г или, в прицепном варианте, агрегатируемые с трактором класса 1,4. Типоразмер жаток обеспечивает полную загрузку комбайна в различных зонах с учетом урожайности хлебов. Для *Южного* и *Центрально-Черноземного* районов с урожайностью хлебов до 4,0 т/га рекомендуют жатки с шириной захвата 6 м. Для регионов *Поволжья*, целинных районов *Сибири* с урожайностью менее 2,0 т/га предпочтительны сдвигивающие и широкозахватные жатки. Технические характеристики жаток приведены в табл. 14.1.

Малоурожайный, низкорослый или разреженный стеблестой убирают способом «валок на валок», а хлебную массу средней урожайности – способом «валок к валку». Высокоурожайные длинностебельные культуры убирают способом укладки скошенной массы в один валок через левое выбросное окно. При этом жатка работает челночным или загонным способом. Формировать сдвоенные валки позволяет и широкозахватная жатка ЖВР-10.

Выбирают жатвенный агрегат в зависимости от урожайности и пропускной способности молотилки зерноуборочного комбайна.

Зерновые жатки ЖВН-6А, ЖНС-6–12, ЖШН-6, ЖВР-10, зернобобовые ЖБР-4,2А навешивают на самоходные зерноуборочные комбайны, а отдельные модификации этих жаток – на самоходную косилку КПС-5Г. Жатку рисовую ЖНУ-4 навешивают фронтально на гусеничный трактор класса 3, а жатки ЖРС-4,9А, ЖВС-6 и ЖВП-6 агрегируют с колесным трактором класса 1,4. Жатка ЖНС-6–12 формирует одинарный или сдвоенный валок по схеме «валок на валок» или «валок к валку».

Краткая техническая характеристика основных моделей зерноуборочных комбайнов приведена в табл. 14.2.

Таблица 14.1

Технические характеристики жаток

Марки жаток	Ширина захвата, м	Рабочая скорость (не более), км/ч	Энергетическое средство	Производительность, га/ч
Зерновые ЖВН-6А	6,0	8	Зерноуборочный комбайн, самоходная косилка КПС-5Г	4
ЖНС-6-12 (сдваивающая)	6,0	8	Комбайн	4
ЖШН-6 (широко-валковая)	6,0	10	Комбайн	4
ЖВР-10	10,0	7	Комбайн, косилка КПС-5Г	6,7
ЖВС-6	6,0	12	Трактор класса 1,4	5,0
Зернобобовые ЖРБ-4,2А	4,2	7	Комбайн, косилка КПС-5Г	1,2
Рисовые ЖРК-5	5,0	7	Комбайн	3,0
ЖНУ-4	4,0	6	Гусеничный трактор класса 3	1,6

Таблица 14.2

Техническая характеристика зерноуборочных комбайнов

Марка комбайна	Пропускная способность $q_{п.н}$, кг/с	Мощность N_e , кВт	Вместимость бункера, м ³	Масса m_k , т	Ширина захвата жатки B_k , м
КЗС-3	3,0...3,5	57,4	2,5	5,8	3,2; 4,1
«Енисей-900»	3,0...3,5	59,0	2,5	6,25	3,2
«Енисей-950»	6,5...7,0	136,0	5,0	10,5	5,0; 6,0; 7,0
«Енисей-1200-ИМ»	6,0...6,6	106,0	4,5	9,0	5,0; 6,0
СК-5М «Нива»	5,0...5,5	103,0	3,0	8,1	4,1; 5,0; 6,0
«Дон-1200»	6,0...7,0	118,0	6,0	11,9	6,0; 7,0; 8,6
«Дон-1500А»	8,0...9,0	162,0	6,0	12,9	6,0; 7,0; 8,6
«Дон-2600»	9,0...10,0	204,0	6,0	14,8	6,0; 7,0; 8,6
СК-10 «Ротор»	10,0...12,0	184,0	6,0	14,3	6,0; 7,0; 8,6

Уборочные работы проводят с соблюдением «Правил по охране труда при производстве продукции растениеводства» ПОТРО-97300-01-95.

Контрольные вопросы

1. Какие способы уборки зерновых культур вам известны?
2. Назовите основные агротехнические требования к уборке зерновых.
3. Каковы преимущества раздельной уборки зерновых? 4. В чем сущность поточного способа уборки? 5. Каким способом определяют спелость и в чем заключается его сущность?

ХV. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

Агротехнические особенности заготовки силоса и сенажа. Силосование – способ консервирования кормов, позволяющий сохранить их исходные свойства с наименьшими потерями. Сохранность *силоса* обеспечивается путем тщательной его изоляции от воздуха и консервирования молочной кислотой, образующейся в результате жизнедеятельности молочно-кислых бактерий.

Для образования молочной кислоты бактерии используют сахар, содержащийся в силосуемой массе, соответственно силосуемость сельскохозяйственных культур определяется содержанием сахара в измельченной массе.

Оптимальная влажность силосуемой массы 60...70 %, при такой влажности теряется наименьшее 5... 10 % количество питательных веществ.

Качество силоса зависит от степени измельчения растений с учетом влажности силосуемой массы. Рекомендуют следующие сочетания влажности и длины частиц силосуемой массы: 65 % и менее – 2...3 см; 70...75 % – 4...5 см; 80 % – 8...10 см; кукуруза в молочно-восковой спелости – 3...4 см.

Для исключения поступления воздуха в силосную массу необходимо ежедневно увеличивать толщину уплотненной силосной массы в траншеях на 80 см, а в башнях – на 2 м. Траншеи глубиной 2,5 и 3,5 м следует заполнять соответственно не более чем за три и пять дней, а башни – до пяти дней. Траншеи заполняют уплотненной массой на 1...1,5 м выше краев, герметично укрывают полиэтиленовой пленкой, которую прижимают к силосной массе землей, опилками, торфом или соломой.

При использовании химических консервантов потери питательных веществ уменьшаются в 2...3 раза по сравнению с обычным силосованием. Такой силос рекомендуется скармливать животным не ранее двух месяцев после закладки.

Общепризнанным показателем хорошего качества силоса является содержание в нем свободных кислот в пределах 2 %, из которых 50...70 % приходится на молочную кислоту и 30 % – на уксусную при полном отсутствии масляной кислоты.

Сенаж представляет собой консервированный корм из трав, хранящийся в анаэробных (без доступа воздуха) условиях при оптимальной влажности массы 45...55 %. Сенаж по кормовым качествам близок к зеленой траве и при хорошем качестве может заменить сено, солому, а также силос.

Процесс заготовки сенажа состоит из следующих последовательно выполняемых операций: скашивание трав; плющение бобовых и

бобово-злаковых трав; провяливание; подбор, измельчение и погрузка в транспортные средства; перевозка и загрузка в хранилище; трамбовка; укрытие.

Самый высококачественный сенаж получают из многолетних трав, включая клевер, люцерну и их смеси со злаковыми, а также из однолетних сеяных трав.

Готовность травяной массы для сенажирования определяют с учетом того, что при средней влажности 55...60 % стебли и листья мягкие, не обламываются и не крошатся. При этом сок из сжатой в руке массы не выделяется.

В измельченной сенажируемой массе количество частиц длиной 3 см должно составлять не менее 80 %. Сенажные башни или траншеи должны быть заполнены за 3...5 дней с ежедневной укладкой утрамбованного слоя толщиной не менее 0,7 м.

Рекомендуются сенажные траншеи вместимостью 500...600 т уплотненной массы с размерами, м: длина – 35...40, ширина – 8...10, глубина – 2,5...3. Качество уплотнения сенажа определяют по температуре, которая не должна превышать 37 °С. Связано такое требование с тем, что при превышении этой температуры на каждые 5 °С переваримость протеина в сенаже уменьшается на 9 %.

После заполнения траншеи уплотненную массу закрывают слоем свежескошенной травы толщиной 30...50 см и трамбуют так, чтобы в центре траншеи образовалось некоторое превышение. Затем траншею плотно закрывают склеенной в полотнище полиэтиленовой пленкой, края которой тщательно заправляют. Траншею после этого укрывают тюками соломы.

Приготовленный по описанной технологии сенаж готов к скармливанию животным через 10... 15 дней после закладки.

Организация уборочно-транспортного процесса заготовки силоса и сенажа. При заготовке силоса необходимо соблюдать ряд агротехнических требований: уборка силосных культур в оптимальные для силосования сроки с учетом влажности и содержания питательных веществ; обеспечение необходимых, указанных выше, сочетаний длины резки и влажности убираемой культуры; высота среза тонкостебельных растений 5...6 см, а толстостебельных – 8... 10 см; продолжительность уборки силосных культур, посеянных одновременно, не более 10 дней; общие потери зеленой массы при уборке и перевозке не более 3 % урожая; закладка силосуемой массы в одно хранилище без перерывов не более 3...4 дней.

Для уборки силосных культур предназначены следующие типы машин и агрегатов:

– прицепной силосоуборочный комбайн КС-1,8 «Вихрь» с шириной захвата 1,8 м, агрегируется с тракторами типа МТЗ-80/82 и ДТ-

75М; прицепной силосоуборочный комбайн скоростной КСС-2,6А с шириной захвата 2,6 м, агрегатируется также с тракторами МТЗ-80/82, ДТ-75М и Т-150К;

– прицепной кормоуборочный комбайн КПИ-2,4 с жатками разной ширины захвата (1,4; 1,8; 2,4 м), агрегатируется с тракторами типа МТЗ-80/82 и МТЗ-100/102; прицепная жатка двухручьевая для уборки кукурузы ЖКР-Ф-2, агрегатируется с теми же тракторами типа МТЗ;

– самоходный кормоуборочный комбайн КСК-100А с шириной захвата жатки для трав 4,2 м и 3,4 м – для кукурузы;

– самоходный кормоуборочный комплекс «Полесье» с шириной захвата жатки для трав 3,4 м и 3 м – для грубостебельных культур;

– самоходный кормоуборочный комбайн Е-281-С (изготовитель – Германия) с шириной захвата жатки 4,27 м для низкостебельных культур и 2,78 м – для высокостебельных культур; самоходный кормоуборочный комбайн Е-282 (изготовитель – Германия) с шириной захвата жатки 4,2 и 5,2 м для скашивания трав и 3,6 м – для высокостебельных культур.

Для уплотнения силосной массы в траншеях рекомендуют гусеничные тракторы типа ДТ-75М и Т-150. Настраивают указанные агрегаты на соответствующий режим работы на основании имеющихся инструкций и рекомендаций.

Для перевозки силосной массы от уборочных агрегатов к местам силосования наиболее часто используют тракторные прицепы типа 2ПТС-4–887, ПСЕ-12,5, агрегируемые с тракторами типа МТЗ-80/82, а также автомобили-самосвалы ГАЗ-САЗ-53Б и ЗИЛ-ММЗ-554М.

Подготовка поля и организация работы агрегатов предусматривают разбивку поля на загоны в соответствии с выбранным способом движения и обеспечение взаимосвязанной эффективной работы уборочных агрегатов, транспортных средств и средств для закладки измельченной массы в траншеи.

Для уборки широкорядных силосных культур типа кукурузы и других культур при правильной конфигурации полей рекомендуют способ движения вразвал (см. рис. 3.1, в), а при сложной конфигурации полей – круговой (см. рис. 3.1, ж) способ движения. Методы подготовки полей аналогичны ранее описанным при уборке кукурузы на зерно, включая обкосы, разделение загонов прокосами и прокладку разгрузочных и транспортных магистралей.

При организации работы агрегатов предварительно рассчитывают общее требуемое число уборочных агрегатов, транспортных средств, а также уплотнителей силосной массы с учетом установленных календарных сроков уборки.

Требуемое число гусеничных тракторов типа ДТ-75М или Т-150 для уплотнения силосной массы зависит от общей сменной производи-

тельности ($W_{см.о}$) группы силосоуборочных агрегатов: $W_{см.о} = 250$ т, $n_T = 2$; $W_{см.о} = 500$ т, $n_T = 4$; $W_{см.о} = 750$ т, $n_T = 6$; $W_{см.о} = 1000$ т, $n_T = 8$.

Качество работы силосоуборочных агрегатов оценивают в баллах по следующим показателям:

- высота среза; потери листостебельной массы, %;
- степень измельчения частиц до заданной длины, %.

Всю работу бракуют, если потери превышают 10 % урожая.

Качество закладки силосуемой массы в хранилище оценивают по продолжительности закладки в днях и по плотности (t/m^3). Хорошая плотность – более 0,6 t/m^3 .

Охрана труда предусматривает обеспечение безопасной работы людей и агрегатов на всех стадиях уборки, включая уборочные агрегаты, транспортные средства и агрегаты, участвующие в закладке измельченной массы в силосохранилище.

При заготовке *сенажа* необходимо соблюдать следующие агротехнические требования:

- оптимальные сроки скашивания трав по фазе развития растений и по продолжительности до 10 дней;

- высота среза 4...5 см – на естественных степных сенокосах, 5...6 см – на заливных лугах, занятых однолетними и многолетними травами; 6...7 см – отавы;

- полнота плющения бобовых трав и бобово-злаковых смесей не менее 90 %;

- длительность провяливания в различных зонах 2...48 ч; влажность травы в конце периода провяливания до 60...70 % в прокосах, до 55...60 % – в валках; плотность валка 4...5 кг/м при умеренном климате, 6...7 кг/м – в южных районах;

- подбор валков при влажности до 55...60 % в южных районах и до 50...55 – в остальных районах;

- измельченные частицы длиной до 20 мм должны составлять при закладке на хранение не менее 75 % всей массы; потери при перегрузке массы до 1 %; продолжительность закладки измельченной массы в траншеи до 4 дней, а в сенажные башни – до 3...4 дней без перерывов;

- при перерыве более 10 ч хранилище временно герметизируют;

- температура внутреннего слоя при заполнении траншеи не более 37 °С;

- плотность массы после заполнения хранилища при влажности 50 % 450...550 kg/m^3 – в траншее и 350...450 kg/m^3 – в башне.

В технологическом процессе заготовки сенажа участвуют агрегаты для скашивания, а также одновременного *скашивания* и *плющения* трав, агрегаты для сгребания в валки и подбора валков, измельчения и загрузки массы в транспортные средства, сами транспортные средства

и агрегаты для закладки измельченной массы в хранилище и уплотнения.

Одновременному плющению при скашивании подвергают бобовые травы, наиболее распространенные из которых – клевер луговой и люцерна, а также бобово-злаковые смеси, например клевер луговой и тимофеевка.

Наиболее распространены следующие агрегаты:

- косилка однобрусная КС-2,1А с тракторами Т-25А и Т-40М/40АМ;

- косилка ротационная однобрусная КРН-2,1 с тракторами Т-40М/40АМ и МТЗ-80/82;

- косилка двухбрусная КД-Ф-4,0 (взамен КПД-4,0) с тракторами Т-40М/40АМ и МТЗ-80/82;

- косилка прицепная трехбрусная КП-Ф-6,0 или КТП-6,0 с трактором МТЗ-80/82;

- косилка-плющилка ротационная КППН-3,0А с трактором МТЗ-80/82;

- косилка-плющилка самоходная КСП-5Б; косилка-плющилка самоходная Е-301 (Германия); грабли-ворошилка ГВР-6,0 с трактором МТЗ-80/80М;

- грабли-валкообразователи ГВК-6,0Г с трактором МТЗ-80/82;

- грабли-валкообразователи ГП-14Г с трактором МТЗ-80/82;

- валкооборачиватель к самоходной косилке-плющилке КПС-5Б;

- валкооборачиватель Е-318 к самоходной косилке-плющилке Е-301 (Германия);

- комбайн самоходный КСК-100А для подбора валков с измельчением;

- комбайн самоходный кормоуборочный Е-281С (Германия) для подбора валков с измельчением;

- комбайн прицепной кормоуборочный для подбора валков с измельчением КПКУ-75 с трактором Т-150К;

- косилка-подборщик-измельчитель-погрузчик КУФ-1,8 с трактором МТЗ-80/82;

- тракторные прицепы типа 2ПТС-4-887А и ПСЕ-12,5 с тракторами МТЗ-80/82, а также автомобили-самосвалы типа ГАЗ-САЗ-53Б и ЗИЛ-ММЗ-554М для перевозки измельченной массы; сенажные башни типа БС-9,15 или траншеи.

Настраивают указанные агрегаты на требуемый режим работы в соответствии с имеющимися рекомендациями.

Подготовка поля и организация работы агрегатов в основном аналогичны таковым при уборке силосных культур. Основные способы движения агрегатов – вразвал и круговой.

Рекомендуют следующее усредненное число ($n_{т.с}$) транспортных средств МТЗ-80+ПСЕ-12,5 для обслуживания одного самоходного кормоуборочного комбайна Е-281С в зависимости от расстояния перевозки L_T : $L_T = 2$ км, $n_{т.с} = 4$; $L_T = 4$ км, $n_{т.с} = 6$; $L_T = 8$ км, $n_{т.с} = 9$; $L_T = 12$ км, $n_{т.с} = 12$.

При обслуживании этого же комбайна Е-281С автомобилем-самосолом типа ГАЗ-САЗ-53Б рекомендуют следующие сочетания: $L_T = 3...5$ км, $n_{т.с} = 3$; $L_T = 7$ км, $n_{т.с} = 4$; $L_T = 9...10$ км, $n_{т.с} = 5$; $L_T = 15$ км, $n_{т.с} = 6$; $L_T = 20$ км, $n_{т.с} = 8$. При двух комбайнах указанные значения $n_{т.с}$ увеличивают в 1,85 раза, а при трех комбайнах – в 2,66 раза.

Для применения всех указанных данных по транспорту к самоходному комбайну КСК-100А их необходимо увеличить в 1,25 раза.

Качество контролируют при скашивании и плющении, ворошении и сгребании, при закладке измельченной массы в хранилище и в заключение оценивают качество сенажного корма. При скашивании проверяют высоту среза растений, которая не должна отклоняться от заданной более чем на 1 см. Степень плющения проверяют 2...3 раза за смену на ощупь. Качество ворошения и сгребания оценивают визуально и на ощупь, а равномерность валка – по массе 1 м взвешиванием. Допустимое отклонение $\pm 0,5$ кг от заданного значения. Качество закладки в хранилище оценивают по температуре, измеряемой термометром, а также по герметичности. Качество сенажного корма проверяют за 10 дней до начала скармливания взятием проб из разных мест хранилища, определяя следующие показатели: содержание сухого протеина в сухом веществе трав, сырой клетчатки, наличие свободной и связанной масляной кислоты, запах и цвет сенажа. По значениям указанных показателей сенаж относят соответственно к первому, второму и третьему классам. Сенаж с неприятным запахом навоза или плесневелый бракуют.

Охрана труда предусматривает по аналогии с силосованием проведение мероприятий, обеспечивающих безопасность людей и агрегатов.

Технология заготовки сена. Основная задача заготовки сена и других видов кормов из трав заключается в сохранении наибольшего количества питательных веществ в заданных условиях.

Различают сено рассыпное, прессованное и измельченное. Высококачественное сено любого вида можно получить только при скашивании трав в оптимальные сроки: бобовых трав – при бутонизации – начале цветения; злаковых – при вымётывании метелки – начале цветения.

Технология приготовления рассыпного сена предусматривает последовательное выполнение следующих операций: кошение трав; ворошение бобовых и бобово-злаковых трав; ворошение злаковых; сгре-

бание массы в валки при влажности 35...45 %; сбор валков в копны при влажности 22...30 %; сволокивание копен и погрузка в транспортные средства; перевозка копен к местам скирдования; скирдование. Масса и размеры скирды зависят от зональных условий. Например, в Нечерноземной зоне рекомендуют скирды массой 30...50 т с размерами, м: 4...4,5 – ширина у основания; 5,5...6,5 – высота; 15...20 – длина. При этом скирду располагают длинной стороной в направлении господствующих ветров. Для скашивания трав, плющения и сгребания в валки используют те же агрегаты, что и для приготовления сенажа.

Собирают валки в копны подборщиком-копнителем типа КУН-10, а грузят копны в транспортные средства погрузчиками ПФ-0,5.

Технология заготовки прессованного сена включает: скашивание; плющение бобовых и бобово-злаковых трав; ворошение, подбор валков с прессованием в тюки при влажности 22...24 % в северных и 28...30 % – в южных районах.

Если предполагается досушивание сена активным вентилированием, то при прессовании допускается влажность 30...35 %. Подбирают и прессуют провяленную массу в обычные тюки пресс-подборщиками ППЛ-Ф-1,6М, агрегируемыми с тракторами типа МТЗ-80/82 (плотность прессования 80...200 кг/м³, размеры тюка 0,5...1,0×0,5×0,36 м при массе 32...36 кг). С учетом конкретных условий используют и рулонный пресс-подборщик ПР-Ф-750, агрегируемый с тракторами МТЗ-80/82 и Т-142. Масса рулона 450...750 кг при диаметре 1,8 м и длине 1,5 м, плотность прессования 120...200 кг/м³. Применяют также пресс-подборщик крупногабаритных тюков прямоугольной формы ПКТ-Ф-2,0, агрегируемый с тракторами МТЗ-100/102 и Т-142. Масса тюка до 500 кг при плотности 70...150 кг/м³.

Заготовка измельченного сена отличается от заготовки рассыпного сена тем, что подбор валков осуществляют при влажности 35...40 % с одновременным измельчением по аналогии с заготовкой сенажа теми же агрегатами, включая КСК-100А.

Измельченную массу перевозят к месту хранения кормораздатчиками, оборудованными оградительной сеткой. Хранят измельченное сено в сараях и в хранилищах башенного типа.

Из описанных трех технологий заготовки сена применяют тот, который больше отвечает местным требованиям надежного обеспечения животных высококачественным сеном с наименьшими затратами труда и средств.

При неблагоприятных условиях для досушивания сена до требуемой влажности используют активное вентилирование. Для надежного хранения сена необходимо поддержание влажности 17...18 %.

Контрольные вопросы

1. По каким показателям оценивают качество работы силосоуборочных агрегатов?
2. Агротехнические особенности заготовки силоса и сенажа?
3. Укажите последовательность операций по заготовки сенажа?
4. В чем заключается подготовка поля и организация работы агрегатов при заготовке силоса?
4. Назовите технологии заготовки сена?
5. По каким показателям оценивают качество сенажа?

ЛИТЕРАТУРА

1. Зангиев, А. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев, А. В. Шпилько, А. Г. Левшин. – М.: КолосС, 2004. – 320 с.
2. Патрин, А. В. Эксплуатация машинно-тракторного парка: курс лекций /А. В. Патрин. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2014. – 118 с.
3. Фортуна, В. И. Технология механизированных сельскохозяйственных работ / В. И. Фортуна, С. К. Миرونюк. — М.: Агропромиздат, 1986. – 304 с.
4. Завражнов, А. И. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учебное пособие / А. И. Завражнов, С. М. Ведищев, Ю. Е. Глазков, А. В. Прохоров, А. В. Милованов, Н. В. Хольшев. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. – 224 с.
5. Курочкин, И.М. Производственно-техническая эксплуатация МТП: учебное пособие / И.М. Курочкин, Д.В. Доровских. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 200 с.
6. Аллилуев, В.А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В.А. Аллилуев, А.Д. Ананьин, В.М. Михеев. – М.: Изд-во Агропромиздат, 1991. – 367 с.
7. Непарко, Т. А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Практикум: учебное пособие / Т. А. Непарко, Д. А. Жданко, И. Н. Шило. – Минск: БГАТУ, 2021. – 192 с.
8. Тарасенко, А.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / А.П. Тарасенко, В.Н. Солнцев, А.П. Дьячков и др.-М.: Колосс, 2002.-552 с.
9. Карабаницкий, А. П. Теоретическое обоснование параметров энергосберегающих машинно-тракторных агрегатов: учеб. пособие / А. П. Карабаницкий, О. А. Левшукова. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 104 с.
10. Холманов, В.М. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учебно-методический комплекс предназначен для подготовки студентов по специальности 230501 «Наземные транспортно-технологические средства», по направлению подготовки 230303 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и по направлению подготовки 350306 «Агроинженерия» / В. М. Холманов, А. А. Глущенко. - Ульяновск: ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. - 384 с

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
I. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	5
1.1 Производственный процесс и его детализация.....	5
1.2 Основные факторы, влияющие на качество технологических операций и урожай.....	9
Контрольные вопросы.....	11
II. ТРАНСПОРТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	12
2.1 Значение транспорта в сельском хозяйстве.....	12
2.2 Виды транспортных средств, применяемых в сельском хозяйстве.....	12
2.3 Классификация сельскохозяйственных грузов.....	15
2.4 Классификация автомобильных дорог.....	16
2.5 Классификация перевозок.....	17
2.6 Маршруты движения транспортных средств.....	18
2.7 План перевозок и графики работы транспортных средств... ..	19
2.8 Показатели использования транспортных средств.....	21
2.9 Производительность транспортных средств.....	23
2.10 Расчёт потребности в транспортных средствах.....	25
2.11 Классификация погрузочно-разгрузочных средств.....	26
2.12 Производительность погрузочно-разгрузочных средств....	26
Контрольные вопросы.....	27
III. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА. КЛАССИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ.....	28
3.1 Классификация тракторов.....	28
3.2 Классификация сельскохозяйственных машин.....	36
Контрольные вопросы.....	51
IV. КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА.....	52
4.1 Классификация и виды машинно-тракторных агрегатов.....	52
4.2 Основные требования к машинно-тракторному агрегату.....	56
4.3 Возможные способы соединения трактора и машин в агрегат.....	57
4.4 Определение числа машин в агрегате.....	58
Контрольные вопросы.....	64
V. КИНЕМАТИКА МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ.....	65
5.1 Значение рациональных способов движения агрегатов.....	65
5.2 Кинематические характеристики рабочего участка и агрегата.....	65

5.3 Классификация поворотов агрегата.....	70
5.4 Длина холостого хода агрегата.....	71
5.5 Способы движения агрегата.....	74
5.6 Оценка кинематики агрегата.....	78
Контрольные вопросы.....	81
VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ПОКАЗАТЕЛИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА.....	82
6.1 Эксплуатационные показатели и режимы работы тракторных двигателей.....	82
6.2 Уравнение движения агрегата.....	85
6.3 Движущая агрегат сила и ее зависимость от почвенных условий.....	87
6.4 Тяговое усилие трактора.....	90
6.5 Скорость движения агрегата.....	92
6.6 Баланс мощности трактора.....	94
6.7 Пути улучшения сцепных свойств трактора.....	97
6.8 Сцепки.....	98
Контрольные вопросы.....	99
VII. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ.....	100
7.1. Производительность труда и ее связь с качеством работы..	100
7.2 Производительность машинно-тракторных агрегатов.....	100
7.3 Баланс времени смены и его составляющие.....	103
7.4 Влияние скорости движения агрегата на коэффициент использования времени смены.....	105
7.5 Особенности определения производительности уборочных агрегатов.....	106
7.6 Пути повышения производительности машинно- тракторных агрегатов.....	107
7.7 Учет механизированных работ.....	108
Контрольные вопросы и задания.....	109
VIII. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ ПРИ РАБОТЕ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ.....	110
8.1. Классификация эксплуатационных затрат.....	110
8.2 Затраты труда и пути их снижения.....	112
8.3 Затраты энергии и пути их снижения.....	113
8.4 Расход топлива и смазочных материалов. Пути экономии нефтепродуктов.....	113
8.5 Приведенные и суммарные затраты.....	115
Контрольные вопросы.....	116
IX. ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....	117
Контрольные вопросы.....	125

X. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ..	126
Контрольные вопросы.....	133
XI. ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ.....	134
Контрольные вопросы.....	142
XII. ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЕВА И ПОСАДКИ СЕЛЬСКОХО- ЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	143
Контрольные вопросы.....	148
XIII. ТЕХНОЛОГИЯ УХОДА ЗА ПОСЕВАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	149
Контрольные вопросы.....	156
XIV. ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР.....	157
Контрольные вопросы.....	163
XV. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ.....	164
Контрольные вопросы.....	171
ЛИТЕРАТУРА.....	172

**Марьин Дмитрий Михайлович
Хохлов Алексей Леонидович
Прошкин Евгений Николаевич
Хохлов Антон Алексеевич**

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА
учебное пособие для студентов инженерного факультета, обучающихся
по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» –
Ульяновск: УлГАУ, 2022. - 176 с.

Подписано в печать 03.10.2022
Формат 60х90/16 Бумага офсетная №1
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 11
Тираж 30 Заказ 63

Адрес издателя: 432017, г. Ульяновск,
бульвар Новый Венец, 1