

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра «Технический сервис»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Эксплуатация машинно-тракторного парка»**

Направление подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве»

Направленность программы «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель ис-следователь

Нормативный срок обучения 3 года

Форма обучения очная

Оренбург 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	
<b>1.1</b> Лекция № 1 Условия функционирования сельскохозяйственных машин, агрегатов.	3
<b>1.2</b> Лекция № 2 Эксплуатационно-технические свойства рабочих машинно-тракторных агрегатов, тракторов	13
<b>1.3</b> Лекция № Расчет состава и комплектование ресурсосберегающих МТА Кинематика МТА. Производительность МТА.	25
<b>1.4</b> Лекция № Эксплуатационные затраты, оптимизация параметров и режимов работы агрегатов	34
<b>1.5</b> Лекция №5 Механизация производственных процессов в растениеводстве и их оптимальное проектирование	41
<b>1.6</b> Лекция № 6 Операционные технологии выполнения механизированных полевых работ	47
<b>1.7</b> Лекция № 7 Планово- предупредительная система технического обслуживания машин	58
<b>1.8</b> Лекция № 8 Организация и технология технического обслуживания и диагностирования	67
<b>1.9</b> Лекция № 9 Моделирование состава машинно-тракторного парка	70
<b>1.9</b> Лекция № 10 Транспорт в сельском хозяйстве	82
.....	
<b>2. Методические указания по проведению практических занятий</b>	
.....	
<b>2.1</b> Практическое занятие № 1 Агротехническая оценка условий и результатов работы сельскохозяйственных агрегатов.	91
<b>2.2</b> Практическое занятие № 2 Исследование показателей тягово-сцепных свойств трактора для заданных условий.	98
<b>2.3</b> Практическое занятие № 3 Определение рационального состава и режима работы тягового МТА.	106
<b>2.4</b> Практическое занятие № 4 Расчет элементов времени смены при работе МТА.	110
<b>2.5</b> Практическое занятие № 5 Определение эксплуатационных затрат при работе МТА.	112
<b>2.6</b> Практическое занятие № 6 Разработка технологической карты на возделывание сельскохозяйственной культуры.	116
<b>2.7</b> Практическое занятие № 7 Разработка операционно-технологической карты на с/х операцию.	119
<b>2.8</b> Практическое занятие № 8 Методика проведения лабораторных и полевых испытаний сельскохозяйственных машин и их рабочих органов.	122
<b>2.9</b> Практическое занятие № 9 Выбор оптимального варианта маршрутов для перевозок заданного объема грузов.	127
<b>2.10</b> Практическое занятие № 10 Организация перевозок зерна от комбайнов на ток.	133

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### 1.1 Лекция №1 ( 2 часа).

**Тема:** «Условия функционирования сельскохозяйственных машин, агрегатов»

#### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Уровень, состояние и перспективы механизации сельского хозяйства и повышения эффективности использования системы машин
2. Энергетические средства сельскохозяйственного производства. Классификация сельскохозяйственных агрегатов
3. Условия и особенности использования машин в сельскохозяйственном производстве
4. Факторы, влияющие на качество выполнения технологических операций и урожайность сельскохозяйственных культур
5. Определение условий испытаний почвообрабатывающих машин.

#### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Уровень, состояние и перспективы механизации сельского хозяйства и повышения эффективности использования системы машин

Уровень механизации сельскохозяйственного производства за последние годы значительно снизился. Производство тракторов по сравнению с 1985 г. сократилось в 2,44 раза, зерноуборочных комбайнов - в 3. То же можно сказать по плугам, культиваторам и другой сельскохозяйственной технике.

Энерговооруженность труда работников сельского хозяйства составляет 30 л с. на 100 га пашни, что в 1,5 раза меньше потребного. Если для завершения комплексной механизации в России необходимо иметь на 1000 га пашни 16 тракторов и 8 зерноуборочных машин, то сейчас тракторов приходится лишь 11, а комбайнов 5 шт. Нормативные потребности в тракторах, грузовых автомобилях, сеялках, кормоуборочных комбайнах, пресс-подборщиках, плугах и т.д. удовлетворяются только на 50...75%.

В последние годы прекращен выпуск многих машин. Ни в одной отрасли растениеводства комплексная механизация не завершена. Уровень механизации таких культур, как овощи и картофель, не превышает 25 и 43%. *Прежняя* система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства освоена лишь на 60...65%. Не решен до конца вопрос о шлейфе машин и орудий для тракторов К-701 и Т-150. Не выполнены задания по организации производства машин для возделывания зерновых культур по интенсивным технологиям. Из 113 наименований рекомендованных машин было запланировано 59.

Обновление сельского хозяйства техникой осуществляется крайне медленно. Около 20% машин выпускается более 10 лет. Зерноуборочный комбайн «Нива» находится на производстве более 25 лет. Бессистемный завоз техники привел к тому, что зачастую тракторы эксплуатируются в хозяйствах с несоответствующим шлейфом машин. Наличие в составе машинно-тракторного парка (МТП) большого количества устаревших машин вызывает рост материальных затрат на механизированные работы. Неудовлетворительно складывается положение дел и с выпуском техники для зональных условий. Уровень реализации зональных систем машин не превышает 50...60%. Так, например, обновление парка зерноуборочных комбайнов, начиная с 1985 г., снизилось в 5,27 раза. Нагрузка на комбайн увеличилась более чем в 2 раза и составляет 241 га. В общем парке комбайнов 30...35% составляют машины, выработавшие свой амортизационный срок. Выработка за смену достигает всего 4,5 га вместо 12,5 (36%). Общая продолжительность рабочих дней составляет 40...44, а уборка зерновых в целом длится 55-60 дней. Естественно, что при такой продолжительности уборочных работ потери урожая. Низкий технический уровень выпускаемых машин

приводит к преждевременному износу. По данным испытаний и по экспертным оценкам около 70% техники для полеводства не соответствует мировым стандартам.

Из-за невысокого качества изготовления до 30% машин бракуется на контрольных испытаниях. Приемочные испытания успешно проходят только 15...20% опытных образцов новой техники. Мировому уровню соответствуют всего 57,9% выпускаемой машиностроителями сельскохозяйственной продукции. Уже в период обкатки первого года эксплуатации у половины тракторов, вступающих в хозяйства, обнаруживаются дефекты и неисправности, выводящие их из строя на срок от 3 до 10 и более дней. После двух, трех лет эксплуатации надежность техники резко снижается. Многие сельскохозяйственные машины значительно уступают в надежности однотипным зарубежным машинам. Остается достаточно высоким и уровень травматизма при производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Более 60% несчастных случаев с летальным исходом среди механизаторов обусловлено несоответствием тракторов и сельхозмашин показателям по безопасности тупа.

Конструктивные недостатки выпускаемой техники заключаются в следующем:

- недопустимо высокий уровень воздействия ходовых систем на почву;
- недостаточная надежность машин из-за неполной отработанности конструкций, низкого качества материалов и изготовления;
- повышенная трудоемкость технического обслуживания, в том числе, из-за ограниченного применения высококачественного самоконтрящегося крепежа, надежных подшипников качения с одноразовой или сезонной смазкой и др.;
- большая металлоемкость машин, низкая сезонная нагрузка вследствие недостаточной универсализации;
- ограниченное применение в машинах гидропривода в связи с отсутствием ряда необходимых узлов и низкого технического уровня выпускаемых гидроагрегатов;
- недостаточная оснащенность средствами автоматизации и системам протекания технологического процесса, особенно на базе микроэлектроники и микропроцессорной техники;
- недостаточный технический уровень и низкое качество комплектующих изделий общего применения (ремни, подшипники и др.);
- неудовлетворительный внешний вид машин из-за некачественной окраски и плохо проработанного дизайна;
- фактически отсутствует система сертификация сельскохозяйственной продукции.

Проблема нехватки техники усугубляется неудовлетворительной эксплуатацией имеющихся в хозяйствах машин.

Несмотря на критику нашего прошлого система ремонта и технического обслуживания МТП в АПК была в стране довольно стройной и эффективной, имела положительные традиции.

На специализированных предприятиях, ПТО работали высококвалифицированные специалисты ремонтники, строго учитывалась специализация, тщательно подбирались оборудование, были разработаны прогрессивные технологии, внедрялись новейшие разработки.

Однако в годы реформирования экономики сервисная база претерпела существенные изменения. Наблюдается переориентация сервисных предприятий на *другие* работы и обслуживание несельскохозяйственных потребителей. Система комплексного управления сервисной службой нарушена, предприятия технического сервиса реформируются. Некоторые расширяют номенклатуру услуг, изменяют формы взаимоотношения с клиентами, другие перепрофилируются или закрываются. На их базе появляются новые, с другими организационно-правовыми функциями, новыми владельцами.

Качество технического сервиса машин в АПК остается на низком уровне, обслуживание и ремонт проводится с нарушениями требований нормативно-технической документации.

Основными причинами этого являются несоблюдение регламентных работ, отсутствие диагностического и технологического оборудования, запасных частей, топливосмазочных материалов и ремонтно-технических материалов. Организации, проводящие ТО тракторов не укомплектованы мастерами-наладчиками, диагностическое оборудование выработало амортизационный срок и не соответствует требованиям, определяющим качественное проведение диагностирования. Техническое обслуживание и ремонт проводится как правило не в полном объеме из-за отсутствия зап. частей и материалов.

Материально-техническая база проведения ремонта и технического обслуживания сельскохозяйственной техники, автомобилей и оборудования слабая. Поставки низкокачественной техники и высокая ее изношенность требуют колоссальных затрат на поддержание ее в работоспособном состоянии, организацию и реализацию инженерно-технического сервиса, удовлетворение потребностей в сельскохозяйственных машинах

Такое положение во многом определяется утратой своих функций сервисными предприятиями, их перепрофилированием. Поэтому в условиях дефицита с\х техники необходимо искать пути подъема сервисных предприятий, оперативно и качественно выполнять ТО и ремонт, повышать ответственность за их работу.

Учитывая положение дел в сельскохозяйственном машиностроении и оснащении техникой сельских товаропроизводителей, правительством Российской Федерации (РФ) приняты определенные меры. В частности, для решения вопросов оснащения с.-х техники создан Государственный комитет по машиностроению для сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности и сервису. Разработана и утверждена правительством Федеральная государственная программа развития машиностроения для агропромышленного комплекса (АПК) России. В нее входит и раздел по топливно-энергетическому обеспечению АПК. Программой машиностроения предусмотрено увеличить за 5 лет для АПК номенклатуру машин с 691 единиц (1992 г.) до 1190 наименований. Предусмотрено, на Российских машиностроительных заводах и конвертируемых оборонных предприятиях довести выпуск тракторов до 170 тыс. (потребность 262 тыс.). Эти вопросы решаются совместно со странами СНГ и предусмотрены межправительственными соглашениями. В программе машиностроения планируется обеспечить производство и поставку всего комплекса машин для зональных технологий. Зерноуборочных комбайнов планируется довести до 78 тыс. условных единиц (в пересчете на пропускную способность 5 кг/с). Особое место занимает выпуск и поставка техники по послеуборочной обработке зерна (здесь потери наибольшие - 25 млн. т. ежегодно). Увеличение выпуска машин предусматривается и для фермерских хозяйств.

Ученые-аграрники усиленно ищут пути выхода из кризисного состояния инженерной сферы. Предлагаются новые подходы к решению аграрных проблем, разрабатываются направления и концепции развития механизации и электрификации сельского хозяйства, принципы конкурентоспособных конструктивных оформлений машин и др. Создана новая система технологий, машин (СТМ) и инженерно-технического сервиса АПК. В ней предусмотрен комплекс машин для всех технологий от начала до конца производства сельскохозяйственной продукции. При этом большое внимание уделяется новым технологиям, альтернативным и для каждого вида с.-х. продукции. Под все операции и процессы подбираются и разрабатываются технические средства. Кроме этого предусматривается многовариантность и альтернативность технологий с учетом многоукладности с.-х. производства, размеров хозяйств и зональных условий. При разработке региональных машин и технологий необходимо накопление материалов и создание банка данных по существующим и разрабатываемым в стране технологиям и техническим средствам.

## 2. Энергетические средства сельскохозяйственного производства. Классификация сельскохозяйственных агрегатов

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

К энергетическим средствам тягового класса 0,2 относятся тракторы АМЖК-8 “Малыш”; Т-0,8; “Кутайси-718”; “Гольдони-Т18”; МТЗ-050/080 и др., а также мотоблоки различных конструкций. В основном они применяются в арендных коллективах, фермерских и личных подсобных хозяйствах для механизации работ в овоще- и картофелеводстве, кормопроизводстве, а также садоводстве.

Трактор АМЖК-8 “Малыш” предназначен для работ всех видов в личных подсобных хозяйствах и общественном секторе. На нем установлен карбюраторный четырехтактный двухцилиндровый двигатель УД-25Г воздушного охлаждения с запуском от электростартера (12 В) мощностью 7,3 кВт. Трактор может двигаться вперед (пять скоростей) и назад (две скорости) соответственно 2–18 и 4–12 км/ч. Оборудован передним и задним валами отбора мощности. Кроме того, можно использовать промежуточный вал для отбора мощности непосредственно с двигателя.

Также промышленностью выпускаются мотоблоки аналогичного назначения. Основные марки МБ-1, “Крот”, МТЗ-0,5. Двигатель карбюраторный.

Энергетические средства тягового класса 0,6 (Т-16МГ, на его базе шасси Т-16М; СШ-28; Т-25; Т-30) служат для работы в растениеводстве, для междурядной обработки почвы, посева, уборки, погрузочных и транс-

портных работ. Этот класс представлен новым трактором Т-30А-80.

Реверсивный мост управления можно использовать с навесными, полунавесными и прицепными орудиями для всех сельскохозяйственных работ. По сравнению с предшествующей моделью Т-25А трактор Т-30А-80 оборудован регулятором глубины пахоты, гидрофицированным крюком, маятниковым прицепным устройством, передним ведущим мостом. На базе этого трактора создают тепличные низко- и высококлиренсные модели.

Их выгодно агрегатировать с однобрусными косилками, косилкой-подборщиком-погрузчиком Е-0,62, косилкой-измельчителем КИР-1,8, машинами для механизации уборки льна (оборачивателем льна ОСН-1, подборщиком тресты ПТН-1) и химической обработки растений. Вследствие применения трактора Т-30А-80 вместо Т-25А производительность труда увеличивается на 15–30 %, погектарный расход топлива снижается на 10–12 %.

Энергетические средства тягового класса 0,9 служат для основной и поверхностной обработки почвы, сеноуборочных и транспортных работ. Они представлены трактором Т-40М и его модификацией Т-40АМ с передним ведущим мостом. На этих тракторах установлены двигатели Д-144 номинальной мощностью 39 кВт.

Трактористу созданы комфортные условия труда.

Энергетические средства тягового класса 1,4 (МТЗ-80/82; ЮМЗ-6С;

ЮМЗ-6СТ) предназначаются для работ общего назначения на повышенных скоростях: посева, ухода, уборки пропашных культур, внесения удобрений и транспортных работ.

На базе тракторов МТЗ-80/82 созданы новые тракторы МТЗ-100 и МТЗ-102. На них установлен дизель Д-245 мощностью 77,2 кВт с турбокомпрессором ТКР-7С-4. Повышена надежность деталей цилиндропоршневой группы, однако унификация предшествующим двигателем Д-240 составляет 86,4 %. На тракторах применена коробка передач с переключением под нагрузкой.

Для получения малых скоростей установлен ходоуменьшитель.

Коробка имеет шесть диапазонов по четыре скорости в каждом. На этих тракторах установлена система автоматической блокировки заднего моста с помощью фрикционной муфты, управляемой от датчика на рулевом управлении. Муфта выключается при отклонении передних колес более  $12^\circ$  от прямолинейного движения.

У трактора МТЗ-102 при помощи гидроподжимной муфты автоматически включается ведущий передний мост, если буксование задних колес превышает 5 %. В тяжелых дорожных условиях и при необходимости в движении задним ходом передний мост включают принудительно, замыкая гидроподжимную муфту переднего моста.

В раздельно-агрегатной гидравлической системе тракторов использованы все способы регулирования положения навесного орудия:

- силовой,
- позиционный,
- смешанный (позиционно-силовой),
- высотный.

Для этих тракторов разработано переднее навесное устройство, что позволяет комплектовать комбинированный агрегат из серийных машин.

Тракторы оборудованы универсальной пневматической системой для эффективного управления тормозами прицепов как с пневматическим, так и с гидравлическим приводом. Это позволяет формировать тракторные поезда с несколькими прицепами при любых дорожных условиях. В кабине установлен блок фильтрации воздуха с подогревом. Рулевая колонка регулируется по высоте и наклону. Помимо обычных приборов, введены манометры давления масла в гидросистеме коробки передач и воздуха в пневмосистеме, индикатор засоренности воздухоочистителя, контрольные лампы. По сравнению с исходными моделями производительность тракторов увеличилась до 18 %, а на некоторых работах, где скорость не ограничена агротехническими требованиями, на 19–52 %.

Энергетические средства тягового класса 2 (ЛТЗ-155 интегрального типа; Т-70С; Т-90С) – универсально-пропашные колесные и гусеничные тракторы, применяющиеся для обработки почвы, посева, уборки, транспортировки сельскохозяйственных культур.

Гусеничные тракторы Т-70С, Т-90С применяют для возделывания свеклы.

Вариант трактора Т-90С – это модель, унифицированная с трактором МТЗ-80 на 65 % и подверженная модернизации с увеличением мощности дизеля до 66,1 кВт.

Выпускается новый интегральный колесный трактор ЛТЗ-155. Он предназначен для возделывания пропашных культур с междурядьем 45, 70, 90 см. Трактор агрегируется с машинами шириной захвата 18 рядков для свеклы, 12 – для кукурузы и 8 – для картофеля. По сравнению с тракторами МТЗ-82 производительность труда при этом повышается в 1,3–2 раза, удельный расход топлива снижается на 10 %. Можно эффективно работать с комбинированными агрегатами, а также выполнять работы общего назначения. Мощность трактора – 110 кВт.

Модель колесного трактора ЛТЗ-155 отличается от классической формы и компоновки тракторов “Беларусь” тем, что здесь использованы интегральная схема, одинаковые передние и задние колеса. Оба моста ведущие и управляемые, из-за чего радиус поворота трактора невелик. На нем впервые в отечественной практике установлена передняя навеска, что позволяет совмещать операции при выполнении полевых работ. Кабина вынесена вперед, поэтому трактор легче использовать как седельный тягач, можно навесить емкости опрыскивателей, агрегатов для внесения удобрений и т. д.

Энергетические средства тягового класса 3. Большое распространение получили гусеничные тракторы, которые предназначены для работ общего пользования (ДТ-75М; ДТ-75Н; ДТ-175М; Т-150). Колесные модификации Т-150К и Т-151К предназначены для производства работ общего назначения на повышенных скоростях и транспортных работ. Энергетические средства тягового класса 3 представлены и более энергонасыщенными новыми моделями гусеничных тракторов Т-153, ДТ-175С и ВТ-200.

Трактор Т-153 снабжен двигателем СМД-60 (СМД-62) мощностью 110 кВт и предназначен для выполнения основных сельскохозяйственных (пахоты, культивации, сева, боронования и т. д.) и погрузочно-разгрузочных работ. Характеризуется высокой энергонасыщенностью и экономичностью. На нем выполнены:

- трансмиссия с переключением передач под нагрузкой;
- независимый двухскоростной вал отбора мощности (540 и 1000 об/мин);
- упругобалансирная ходовая система;
- пневмосистема, которая предназначена для снижения усилия выключения главной муфты сцепления и привода тормозов прицепа;
- комфортабельная кабина.

По сравнению с трактором Т-74 производительность труда увеличилась на 60–80 % при снижении погектарного расхода топлива на 8–10 %. С целью увеличения ресурса трактора изменен механизм ходоуменьшителя за счет пересмотра скоростного ряда. Скорость движения трактора Т-153 – от 3,8 до 17,5 км/ч.

На тракторе ДТ-175С “Волгарь” установлен двигатель СМД-66 номинальной мощностью 125 кВт. В новых моделях установлен восьмицилиндровый дизель СМД-86 номинальной мощностью 140 кВт

На тракторе ДТ-175С впервые в отечественном тракторостроении использована гидромеханическая трансмиссия.

Гидротрансформатор – принципиально новый узел в трансмиссии.

Он представляет собой гидравлическую лопастную машину, в которой механическая энергия преобразуется в энергию рабочей жидкости и обратно в круге циркуляции. Крутящий момент таким образом передается от ведущего насосного колеса к колесу турбины. Благодаря гидротрансформатору, скорость движения трактора изменяется автоматически бесступенчато в зависимости от тяговой нагрузки на крюке, разрывается жесткая кинематическая связь между дизелем и трансмиссией, демпфируются колебательные процессы, уменьшаются пиковые динамические нагрузки. В результате этого увеличивается ресурс всех механизмов и деталей трансмиссии. Применение гидротрансформатора позволило упростить коробку передач. Существуют две рабочие, две технологические и одна передача заднего хода; скорость движения трактора – от 0,5 (с включенным ходоуменьшителем) до 18 км/ч.

При помощи трансмиссии автоматически поддерживается заданная скорость движения при оптимальном режиме работы двигателя, поэтому механизатор может сосредоточить свое внимание на контроле качества выполняемой работы.

Новый трактор агрегатируется с 205 машинами, практически со всеми машинами предшествующей модели ДТ-75 и трактора Т-150. Производительность трактора ДТ-175С в 1,4–1,7 раза выше, чем трактора ДТ-75, что позволяет уменьшить на  $\frac{1}{3}$  потребность в механизаторах при выполнении основных сельскохозяйственных работ.

Трактор Т-150КМ – модернизированный вариант широко распространенного колесного трактора Т-150К. По сравнению с предшественником мощность его увеличилась с 129 до 147 кВт. При модернизации в конструкции принципиально ничего



не изменилось, все усилия были направлены на увеличение надежности трактора. Производительность модернизированного трактора по сравнению с Т-150К увеличилась на 10–17 %.

Тракторы класса 4 (Т-4; Т-4М) нужны для производства работ общего назначения.

К энергетическим средствам тягового класса 5 относится трактор К-701 (К-700, К-700А).

Модернизация коснулась дизеля ЯМЗ-240БМ. По сравнению с дизелем ЯМЗ-240 его ресурс увеличился на 33 % (с 6 до 8 тыс. мото-ч). Расход топлива на номинальном режиме уменьшился на 3 %. Для повышения на-

дежности на дизеле применены индивидуальные головки блока цилиндров, стык их с блоком уплотнен металлической прокладкой, на масляном кольце выполнены хромированные кромки. Все это позволило повысить ресурс двигателя и снизить расход масла на угар.

Тракторы класса 6 (Т-130) предназначены для выполнения земляных, плантажных и мелиоративных работ. Создана модель трактора К-701М мощностью 370 кВт. Увеличение мощности дизеля ЯМЗ-240БМ достигнуто за счет турбонаддува и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха. Трактор К-701М был испытан с газотурбинным двигателем ГТД-Т701 мощностью 230 кВт при частоте вращения турбины  $34500 \pm 50$  об/мин.

Комплекс средств механизации и система машин для механизации сельского хозяйства включает в себя большое количество разнообразных по технологическому назначению и конструкции агрегатов.

Мобильные агрегаты – агрегаты, выполняющие технологический процесс при движении (примеры).

Стационарные – агрегаты, выполняющие технологические операции в стационаре, неподвижно (примеры).

- 1.2 По виду выполняемых работ:
  - пахотные; - посевные; - уборочные; - ...
- 1.3 По числу одновременно выполняемых операций (по составу):
  - простой (однородный) – одна или несколько однородных машин;
  - комплексный – несколько разнородных машин;
  - комбайновый – одна комбинированная машина (комбайн).
- 1.4 По способу присоединения машин к трактору (энергетическому средству):
  - прицепные;
  - полунавесные;
  - навесные;
  - самоходные.
- 1.5 По взаимному расположению СХМ и энергетического средства (трактора):
  - с передним (фронтальным) расположением;
  - с задним;
  - с боковым;
  - с межосевым;
  - со смешанным (примеры).
- 1.6 По расположению рабочей машины относительно продольной оси агрегата:
  - симметричные (посевные, культиваторные...);
  - асимметричные (сенокосные, пахотные...).
- 1.7 По составу рабочих машин и числу одновременно выполняемых технологических операций:

- однородные (одна или несколько однотипных машин выполняют одну технологическую операцию),
- комплексные (агрегат из нескольких машин проводит несколько технологических операций), комбайновые (агрегат из одной машины выполняет несколько технологических операций),
- универсальные (агрегат имеет сменные рабочие органы для выполнения разных операций).

### 3. Условия и особенности использования машин в сельскохозяйственном производстве

Особенность производственных процессов в сельском хозяйстве (в сравнении с промышленностью) это:

- значительная пространственная протяженность;
- основные технологические процессы выполняются в движении, а потому основные машины в полеводстве должны быть мобильными, что усложняет конструкцию, снижает их надежность и долговечность;
- сезонность выполнения работ – процессы выполняются в определенные сроки, связанные с фазами развития растений;
- неустойчивость погодных условий и влияние на выполнение сельскохозяйственных операций;
- обрабатываемые СХМ материалы подвержены непрерывным изменениям (почва под воздействием естественной осадки, солнца, ветра, дождей, растения - биологическое изменение и т. д.).

### 4. Факторы, влияющие на качество выполнения технологических операций и урожайность сельскохозяйственных культур

Качество выполнения технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур зависит от соответствия фактических показателей качества работы машин и агрегатов предъявляемым агротехническим требованиям.

Факторы, влияющие на качество работы машин и агрегатов, для удобства анализа делят на следующие основные группы: конструктивные, эксплуатационные, природно-климатические, технологические, эргономические.

Первая группа факторов обусловлена конструктивными особенностями машин и агрегатов и характеризует возможность выполнения технологической операции в заданных условиях в соответствии с агротехническими требованиями.

Влияние конструктивных факторов обычно определяют по результатам испытаний машин и агрегатов на машиноиспытательных станциях, на базе которых разрабатывают соответствующие практические рекомендации.

Например, для плугов основными конструктивными факторами, определяющими интенсивность оборота и крошения пласта, являются факторы, характеризующие форму рабочей поверхности отвала и тип всего корпуса (культурный, полувинтовой, винтовой). Факторы, характеризующие весь пахотный агрегат, обусловлены способом соединения плуга с трактором (по двухточечной или трехточечной схеме), конструкцией рамы (жесткая, шарнир-но-сочлененная) и т. д.

Влияние эксплуатационных факторов обусловлено конкретным техническим состоянием рабочих машин и всего агрегата, включая настройку рабочих органов и всего агрегата на заданный режим работы, выбор рабочей скорости и способы движения агрегата, техническое состояние рабочих органов и систем, уровень технического обслуживания и т. д.

Из указанных ранее природно-климатических факторов наибольшее влияние на качество выполнения технологических операций оказывают погодные условия, угол склона и конфигурация полей, наличие препятствий, направление и сила ветра, а также календарные сроки выполнения работ.

Влияние технологических факторов связано с обрабатываемыми технологическими материалами (почва, семена, удобрения, урожай), включая влажность, твердость, плотность, норму внесения удобрений, урожайность, густоту и высоту растений, засоренность и др.

Эргономические факторы характеризуются в целом системой человек — машина. Естественно, если на агрегате не созданы благоприятные условия для работы человека (обзорность, наличие необходимых приборов, удобство управления рабочими органами и т. д.), то это обстоятельство непосредственно отражается на качестве выполнения технологических операций. Качество выполнения каждой технологической операции в итоге влияет и на урожай сельскохозяйственной культуры. Соответственно урожай сельскохозяйственной культуры в значительной степени зависит от всех перечисленных ранее факторов.

Кроме того, урожай сельскохозяйственных культур зависит от сорта и качества семян, нормы и сроков внесения удобрений, календарных сроков выполнения всех технологических операций и т.д. Закономерности влияния всех перечисленных факторов учитываются современными методами программирования урожая сельскохозяйственных культур.

Практическое применение методов программирования урожая обеспечивает получение наибольшего количества сельскохозяйственной продукции в заданных условиях.

#### 5. Определение условий испытаний почвообрабатывающих машин.

1. Для проведения испытаний машин должен быть подобран типичный для зоны участок, размеры которого должны обеспечить проведение работ на всех запланированных режимах.

2. Тип почвы, название по механическому составу, характеристику засоленности почвы берет из почвенной карты хозяйства или района, где проводят испытания (табл. 1)

3. Влажность, твердость почвы, высоту и массу растительных и пожнивных остатков, рельеф и микрорельеф поля, характеристику дернового покрова определяют по ГОСТ 20915.

4. Предшествующую обработку почвы (последний вид сельскохозяйственных работ на данном участке) берут из технологической карты хозяйства.

5. Содержание эрозионно-опасных частиц почвы в слое от 0 до 5 см определяют по пробам, отобранным в пяти точках до и после прохода агрегата расположенных по диагонали участка. Масса каждой пробы должна быть не менее 1 кг. Пробы в лабораторных условиях доводят до воздушно-сухого состояния (рассыпают слоем не более 2 см и сушат), затем просеивают через решето диаметром отверстий 1 мм. Массу фракции – проход решета диаметром 1 мм – взвешивают с погрешностью  $\pm 10$  г.

Содержание эрозионно-опасных частиц  $P_э$ , %, вычисляют по формуле:

$$P_э = \frac{m_э 10^2}{m}, \quad (1)$$

где  $m_э$  – масса эрозионно-опасных частиц, г;

$m$  – общая масса пробы, г.

6. Засоренность почвы камнями определяют на пяти учетных площадках размером 1х1 м, расположенных по диагонали участка. Почву на этих площадках перекапывают на

глубину обработки, извлекают и учитывают все камни размером более 30 мм. Измерение проводят линейкой по наибольшему поперечнику камня и вычисляют средний диаметр камня и их число на 1 м<sup>2</sup>. Погрешность измерений  $\pm 1$  мм. Результаты записывают в форму (табл. 1).

7. Данные по характеристике участка при агротехнической оценке, после обработки записывают в формы.

Таблица 1 – Характеристика условий при испытании плугов плантажных, машин и орудий для ярусной обработки почвы и для обработки солонцовых почв при агротехнической оценке

Наименование показателя	Значение показателя
Дата	
Место испытаний	
Тип почвы и название по механическому составу	
Рельеф	
Микрорельеф	
Название и мощность генетических горизонтов: - надсолонцовый - солонцовый - подсолонцовый	
Структура солонцового горизонта (столбчатая, ореховая, глыбистая)	
Глубина засоления, см	
Степень засоления, %	
Влажность почвы, %, в слоях, см: от 0 до 10 включ. св. 10 » 20 » » 20 » 30 » » 30 » 40 » * » 40 » 50 » * » 50 » 60 » * » 60 » 70 » *	
Твердость почвы, Мпа, в слоях, см: от 0 до 10 включ. св. 10 » 20 » » 20 » 30 » » 30 » 40 » * » 40 » 50 » * » 50 » 60 » * » 60 » 70 » *	
Масса растительных и пожнивных остатков на 1 м <sup>2</sup> , г	
Высота (длина) растительных и пожнивных остатков, см	
Предшествующая обработка почвы	
* Определяют при испытании плантажных плугов	

## 1. 2 Лекция №2 ( 2 часа).

**Тема:** «Эксплуатационно-технические свойства рабочих машинно-тракторных агрегатов, тракторов»

### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Агротехнические свойства рабочих машин.
2. Энергетические свойства рабочих машин:
3. Эксплуатационные характеристики работы тракторного двигателя
4. Тяговая характеристика трактора и ее анализ.
5. Эксплуатационные свойства МТА
6. Уравнение тягового баланса и его анализ.
7. Баланс мощности трактора

### 1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Агротехнические свойства рабочих машин.

Все агротехнические показатели подразделяются на две группы:

Первая группа показателей характеризует технологические возможности машин (условия применимости машин): предельные или рекомендуемые показатели фона, режимов работы, влажность, засоренность, твердость почвы, полеглость и т.д.

Вторая группа показателей оценивает качество работы машин, чаще всего в благоприятных условиях. Например для:

почвообрабатывающих – глубина обработки, выровненность и т.д.

посевных и посадочных – распределение семян по глубине и площади, величина прослойки почвы между семенами и удобрением;

по уходу за посевами – уничтожение сорняков, извлекаемость корневой системы на поверхность, норма внесения ядохимикатов и т.д;

уборочных – потери, дробление, засоренность зерна и т.д;

послеуборочной обработки – потери, повреждение зерна, засоренность.

2. Энергетические свойства рабочих машин:

Сопротивление машин

Основными показателями энергетических свойств является тяговое сопротивление машин, которое при их передвижении, а также потребляемая мощность ( $R, H; N_p, кВт$ ):

в рабочем положении машины –  $R_p, H, кН; N_p, кВт$ ;

в холостом положении –  $R_x, H, кН; N_x$ ;

в транспорте –  $R_{тр}, H, кН; N_{тр}$ ;

Различают общее тяговое сопротивление (полное) и удельное.

- Удельным тяговым сопротивлением является сопротивление единицы ширины захвата машин, если они отличаются друг от друга шириной захвата и имеют единицу измерения Н/м:

$$K = \frac{R_p}{B_p}, \text{ где } B - \text{ширина захвата машины.}$$

- Если же их технологические показатели отличаются не только шириной захвата, но и глубиной обработки, как, например, плуг, глубокорыхлитель и др., то удельное сопротивление такой машины представляет собой сопротивление единицы площади поперечного сечения обрабатываемого пласта за один проход (захват).

В этом случае

$$K_o = \frac{R_m}{B_p * a}, \text{ где } a - \text{глубина обработки почвы.}$$

- Для машин, сопротивление которых пропорционально в основном их весу  $G_m$  удельное сопротивление равно коэффициенту перекачивания  $f_m$ :

$$K_f = \frac{R_m}{G_m} = f_m \quad (\text{при транспортировании агрегата, тележка прицепная и т.д.}).$$

- Для машин, рабочие органы которых приводятся от ВОМ, удельное сопротивление рассчитывается по мощности  $N_m$ , затрачиваемой на привод отнесенной на 1 м ширины захвата при данной скорости  $V_m$  (но это условное удельное тяговое сопротивление)

$$K_{пу} = \frac{N_m}{B * V_m}, \text{ Н/м (жатка комбайна)}$$

Заслуживает внимание на то, что удельное тяговое сопротивление не зависит от усилия на крюке, а зависит от мощности на ВОМ. А это значит, что не зависит от сцепных свойств энергетического средства (трактора), что очень важно при создании и использовании энергонасыщенных тракторов и агрегатов (привести пример на тракторах «Кировец»). Но это мы рассмотрим в дальнейшем разделе баланса силы и мощности трактора.

Исходя из удельного сопротивления, определяют полное тяговое сопротивление машин (кроме плуга и КППГ)

$$R_m = K * V_p, \text{ Н, кН}$$

Удельное тяговое сопротивление определяется экспериментальным путем, с помощью динамометрирования машин, и формируют справочные таблицы, которыми инженеры в своих расчетах пользуются. Эти данные удельного сопротивления имеют средние значения, хотя фактическое их значение отличается, оно имеет стохастический характер.

Стохастический характер сопротивления машин

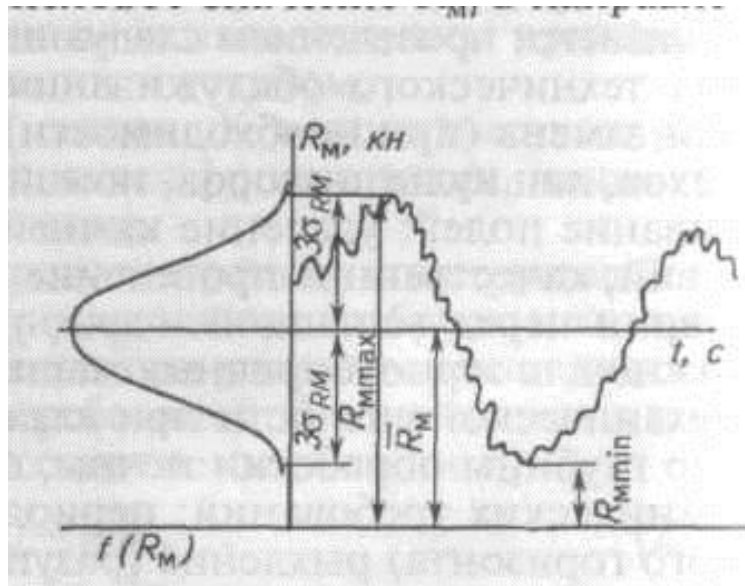


Рис.1 Стохастический характер сопротивления машин.

На рисунке:

- в правой четверти — реализация тягового сопротивления (например лента осциллографа);
- в левой четверти — плотность распределения вероятностей  $f(R)$ , т.е. плотность распределения вероятных значений сопротивления. Например, в т. А значение сопротивления  $R_a$  встретится  $\varphi_a(R)$  раз (или процессов).

$TR$  — период типичных колебаний значений тягового сопротивления, м или с.

Сопротивление машин описывается в этом случае статистической характеристикой, в которую входят такие показатели как

- математическое ожидание  $R_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$ , Н;
- дисперсия  $DR = \frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n}$ , Н<sup>2</sup>;
- среднее квадратическое отклонение  $\sigma R = \sqrt{D_R}$ , Н;
- коэффициент вариации значений тягового сопротивления  $V\% = \frac{\sigma}{\bar{R}} * 100\%$ .

При нормальном законе распределения значений сопротивления (или других параметров, например, глубины пахоты и т.д.)

$$R_{\max} - R_{\min} = 6\sigma R \quad (\text{т.е. } \pm 3\sigma R).$$

Общее уравнение сопротивления машин

В сельском хозяйстве используются сельхозмашины различного назначения, технологического процесса, условий работы и т.д.

Сопротивление любой сельскохозяйственной машины состоит из ряда составляющих (в зависимости от типа, назначения, условий работы машины и др.)

В общем виде уравнение сопротивления сельскохозяйственной машины представляет следующее:

$$R_M = R_f + R_{\text{деф}} + R_{\text{тр.м}} + R_{\text{отб}} + R_{\text{пхк}} + R_{\text{вом}} \pm R_{\text{под}} \pm R_{\text{возд}} \pm R_j, \text{ Н},$$

где:  $R_f$  – сопротивление на перекачивание (протаскивание) машин;

$R_{\text{деф}}$  – сопротивление на деформацию обрабатываемого материала;

$R_{\text{тр.м}}$  – сопротивление на трение обрабатываемого материала о рабочую поверхность;

$R_{\text{отб}}$  – сопротивление на отбрасывание материала в сторону;

$R_{\text{пхк}}$  – потери в приводе рабочего органа от ходового колеса;

$R_{\text{вом}}$  – потери в приводе рабочего органа от ВОМ (вол отбора мощности);

$R_{\text{под}}$  – сопротивление на подъем по неровностям поля;

$R_{\text{возд}}$  – сопротивление воздушной среды;

$R_j$  – сопротивление на преодоление сил инерции машин при переменной скорости движения.

Аналогично составляется и общее уравнение потребной мощности для преодоления сил сопротивления машин:

$$N_M = N_{\text{кр}} + N_{\text{вом}} = N_f + N_{\text{деф}} + N_{\text{тр.м}} + N_{\text{отб}} + N_{\text{пхк}} + N_{\text{вом}} \pm N_{\text{под}} \pm N_{\text{возд}} \pm N_j, \text{ кВт (2)}$$

Тяговое сопротивление плуга и КПП

Общее уравнение тягового сопротивления машин рассмотрим в конкретном виде на примере плуга. Академик В.П. Горячкин предложил учитывать только четыре составляющих формулы (1), т.к. на технологически необходимой скорости все остальные члены не имеют места вообще (равны нулю) или близки к нулю ( $R_j$ ;  $R_{\text{возд}}$ ;...). Кроме того он объединил 2 и 3 члены, после чего формула выглядит:

$$R_M = R_1 + R_2 + R_3, \text{ где:}$$

$R_1$  – сопротивление на протаскивание плуга в открытой борозде;

$$R_1 = G_{\text{пл}} * f, \text{ где } f \text{ – коэффициент протаскивания (0.15...0.40)}$$

R2- сопротивление деформируемой и перемещаемой по лемеху и отвалу почвы

$$R2=a*b*n*k_{пл}, \text{ где}$$

a- глубина обработки почвы, м;

b- ширина захвата рабочего органа, м;

n- количество рабочих органов;

$k_{пл}$ - удельное сопротивление плуга или КПП, Н/м, Па.

$$R3 = \xi abn V_m^2, H,$$

где  $V_m$  – скорость движения машины (агрегата);

$\xi$  - коэффициент, учитывающий форму отвала и скорость движения агрегата

### 3.Эксплуатационные характеристики работы тракторного двигателя

Для оценки того или иного двигателя необходимо знать их свойства.

Свойства тракторного двигателя, как правило, определяются по его характеристикам (скоростной, нагрузочной и др.). Основными показателями работы двигателя являются:

- 1) эффективная мощность  $N_e$ ;
- 2) крутящий момент  $M_e$ ;
- 3) часовой расход топлива  $G_t$ ;
- 4) удельный расход топлива  $g_e$ ;
- 5) частота вращения коленвала двигателя.

Взаимосвязь между ними может быть представлена в графической форме в виде скоростной характеристики двигателя (рис. 1).

Скоростные характеристики строят, пользуясь детерминированными зависимостями, получаемыми на стендах при заданных ступенях загрузки.

Строится характеристика в двухмерных системах координат. По абсциссе откладывается частота вращения двигателя, по оси ординат – один из показателей работы двигателя, например:  $N_e$ ,  $M_e$ ,  $G_t$ ,  $g_e$ .

Так как четыре показателя, для совмещения на одном рисунке всех показателей наносится не одна ось ординат, а параллельно четыре по  $N_e$ ,  $M_e$ ,  $G_t$ ,  $g_e$ .



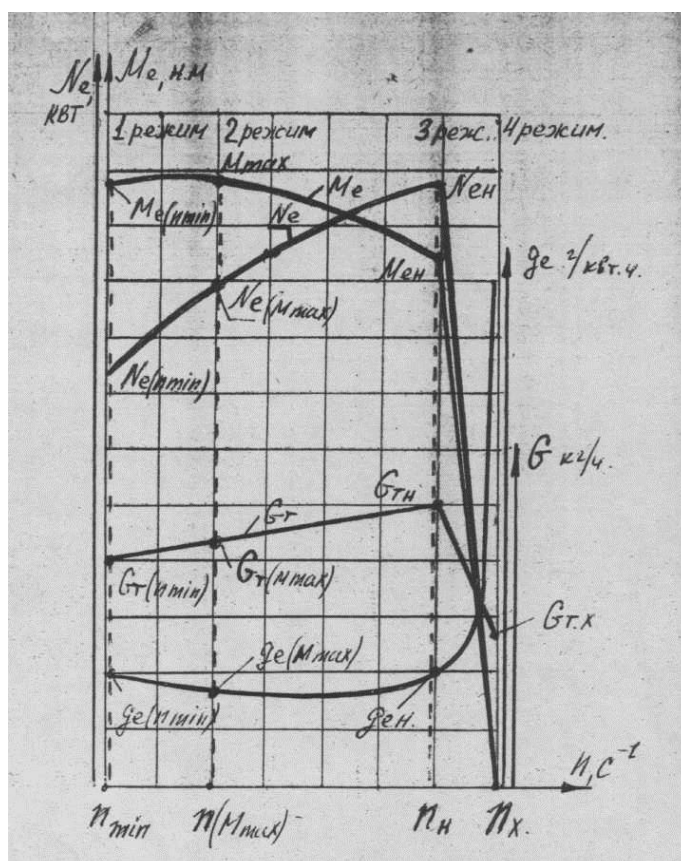


Рис.1 Типовая (стендовая) скоростная характеристика тракторного двигателя  
Основные показатели характеристики двигателя на стендах снимаются на следующих четырёх режимах:

- на номинальной частоте вращения коленвала,  $n_H$ ;
- при режиме холостого хода двигателя,  $n_X$ ;
- при режиме максимального крутящего момента,  $M_{e,max}$ ;
- при минимальных устойчивых оборотах коленвала двигателя,  $n_{min}$ .

#### Анализ скоростной характеристики двигателей.

При номинальной частоте вращения коленвала, которая определяется технической документацией. При этой (номинальной) частоте снимаются номинальные значения показателей:

- номинальная мощность двигателя,  $N_{eH}$ ;
- номинальный крутящий момент,  $M_{eH}$ ;
- номинальный расход топлива,  $G_{tH}$ ;
- номинальный удельный расход топлива,  $g_{eH}$ .

При режиме холостого хода двигателя снимаются:

- мощность холостого хода двигателя,  $N_{eX} = 0$
- крутящий момент холостого хода двигателя,  $M_{eX} = 0$
- расход (часовой) топлива при холостом ходе двигателя,  $G_{tX}$
- удельный расход топлива при холостом ходе двигателя,  $g_{eX} = \infty$

При режиме максимального крутящего момента:

- мощность при максимальном крутящем моменте,  $N_e(M_{max})$ ;
- часовой расход  $G_t(M_{max})$  и удельный расход топлива,  $g_e(M_{max})$ .

При минимально-устойчивых оборотах коленвала снимают:  $N_e(n_{min})$ ;  $M_e(n_{min})$ ;  $G_t(n_{min})$ ;  $g_e(n_{min})$ .

Между этими показателями существуют следующие соотношения:  $Ne = Me \cdot n$ ;  $ge = Gt/Ne$ . (своего рода детерминанты).

Скоростная характеристика представляет полную картину изменения любого показателя свойств двигателя.

Легко определены значения всех показателей при характерных скоростных режимах двигателя: на холостом ходу, на минимально-устойчивых оборотах, на номинальных оборотах (при), при оборотах, соответствующих  $Me = max$ .

По скоростной характеристике можно определять другие показатели работы двигателя, например: запас крутящего момента  $\delta Me_{зап} = Me_{max} - Me_n$ , который может быть использован для преодоления кратковременных случайных перегрузок.

Коэффициент приспособляемости двигателя  $k_{пр} = Me_{max}/Me_n$ . Для тракторных дизелей  $k_{пр} = 1,1 \dots 1,2$ .

Чтобы обеспечить безостановочность работы, необходимо, чтобы момент сопротивления на валу двигателя  $Me_{max}$  (который преодолевается крутящим моментом) не превышал  $0,97 Me_{max}$ , т.е.  $Me_{max} \leq 0,97 Me_{max}$

Коэффициент допустимой загрузки двигателя по крутящему моменту  $\xi_{доп} = M_{ср}/Me_n$ .

Известно, что момент сопротивления, который возникает от тягового сопротивления агрегата (через касательную силу)  $Me = (R_k \cdot r_k) / (i_t \cdot \eta_{mg})$ , где

$r$  – радиус звездочек, колеса;

$i$  – передаточное число трансмиссии;

$\eta$  – КПД трансмиссии и гусениц.

Отсюда, максимальная допустимая касательная сила

$$R_{k,max} = (Me_{max} \cdot i_t \cdot \eta_{mg}) / r_k$$

Запас касательной силы

$$R_{k,зап} = R_{k,max} - R_{kn}$$

По скоростной характеристике можно решать и вопросы экономичности расхода топлива.

Например, недогрузка двигателя по мощности до 85% обуславливает увеличение удельного расхода топлива до 109% от ( $gen$ ) номинального, а загрузка его всего на 50% от  $Ne_n$  обуславливает увеличение удельного расхода топлива до 130%  $gen$ !

Характеристика имеет две зоны: регуляторную, т.е. рабочую (слева от  $nn$ ); безрегуляторную (справа от  $nn$ ).

#### Эксплуатационные характеристики работы двигателя (скоростные)

Эксплуатационные скоростные характеристики работы двигателя довольно значительно отличаются от стендовых. Причины понятны – условия работы двигателя на стендах отличаются от эксплуатационного режима.

Эксплуатационные характеристики строятся подобно стендовым, но с поправочными коэффициентами, т.е. эксплуатационные характеристики двигателей, определяющие их технические возможности, следует устанавливать для указанных выше четырех режимов по типовым скоростным характеристикам с учетом поправочных коэффициентов.

#### 4. Тяговая характеристика трактора и ее анализ.

Подобно двигателю трактор также имеет эксплуатационную оценку его работы, имеет характеристику.

Только эксплуатационные свойства и режимы работы трактора оцениваются чаще всего тяговой характеристикой. В числе основных показателей работы трактора выбраны:

- тяговая (крюковая) мощность  $N_{кр}$ ;
- рабочая скорость  $V_p$ ;
- часовой  $Gt$  и удельный  $ge$  расход топлива ;
- буксование движителей  $\delta$ .

Характеристика представляет собой зависимость каждого из выше перечисленных показателей от загрузки трактора силой тягой в виде графиков (Рис ).

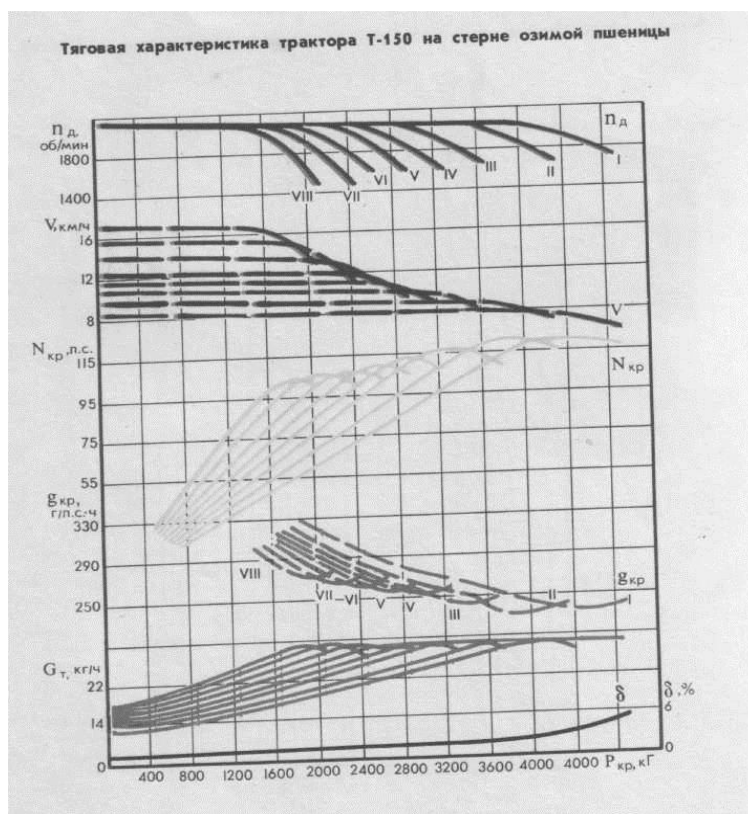


Рис. 2 Тяговая характеристика трактора Т – 150К.

Строятся они в двухмерной системе координат, в которой по оси абсцисс откладывается  $R_{кр}$ , а ординат – один из параметров ( $N_{кр}$ ,  $V_r$ ,  $G_t$ ,  $g_e$ ,  $\delta$ ).

Эти характеристики строятся по данным полевых испытаний тракторов на следующих почвенных фонах:

- целина, многолетняя залежь, пласт многолетних трав;
- стерня однолетних трав, стерня зерновых культур, кукурузы или подсолнечника;
- чистый пар, поле после уборки корнеклубнеплодов;
- свежеспаханное поле и поле, подготовленное к посеву.

Характеристики представляют сначала в виде таблиц по всем четырем видам фонов и передач, а после – в графической форме.

Для удобства пользования характеристиками и для удобства анализа все графические зависимости совмещают и представляют на одном графике (рис.8.5).

Таким образом, тяговая характеристика трактора представляет собой табличную или графическую закономерность изменения тяговой мощности  $N_{кр}$ , рабочей скорости  $V_r$ , часового  $G_t$  и удельного  $g_e$  расхода топлива, а также буксования  $\delta$  движителей по передачам в зависимости от загрузки трактора силой тяги при 1) установившемся режиме, 3) на горизонтальном участке на разных фонах (четырёх типов) почв.

Анализ тяговой характеристики. Можно видеть, что показатели, характеризующие тяговые возможности и режимы работы трактора, связаны между собой следующими соотношениями:

- тяговая мощность (крюковая)

$$N_{кр} = R_{кр} \cdot V_r;$$

- степень загрузки трактора по силе тяги оценивается коэффициентом использования номинальной силы тяги

$$\xi_{N_{кр}} = N_{кр} / (N_{кр\max} - N_{\alpha}), \quad N_{кр} = (R_{\alpha} * V_p) / 3.6, \quad N_{кр\max} = (R_{крн} * V_{рн}) / 3.6, \quad N_{\alpha} = (G_{tg\alpha} * V_p) / 3.6$$

- при правильном выборе состава агрегата должно быть:

$$R_{\alpha} < R_{крн}; \quad V_p \geq V_{рн}$$

поэтому всегда  $\xi_{N_{кр}} > \xi_p$ .

- скорость движения трактора  $V_p$  определяют, исходя из среднего пути, который ведущее колесо проходит за один оборот с учетом буксования и частотой вращения колеса  $n_k$  или коленвала  $n_{дв}$ :

$$V_p = 22.61 * n_k * (1 - \delta), \text{ км/ч}; \quad V_p = 22.61 * (1 - \delta) * (n_{дв} * i);$$

- коэффициент буксования определяется при допущении, что на холостом ходу трактора колеса не пробуксовывают и замеряют число оборотов ведущих колес на холостом  $n'_{кх}$  и на рабочем  $n'_{кр}$  ходу при проходе зачетного в опыте пути

$$\delta = (n'_{кх} - n'_{кр}) / n'_{кр} * 100\%$$

- экономичной работе двигателя и трактора соответствуют такие режимы, при которых максимальная эффективная мощность используется не менее, чем на 70...80%, а номинальная сила тяги  $R_{крн}$  – не менее, чем на 75...90%. Коэффициент использования силы тяги  $\xi_p$  приводится в справочной литературе в зависимости от типа двигателя (по маркам тракторов), вида работы, фона поля и находится в пределах

$$\xi_p = 0.80 \dots 0.94. (\text{вспашка} \dots \text{посев})$$

На разных пределах (как видно из рисунка 8.5) потери мощности различны.

Тяговой характеристикой удобно пользоваться при расчете и комплектовании агрегата. Например, при расчете агрегата сопротивление  $R_a = 25 \text{ кН}$ . По характеристике можно определить на какой передаче эффективнее работать, экономичнее и т.д. Можно сделать заключение, что, например, лучше увеличить ширину захвата, снизить скорость. И так далее (дать примеры анализа и использования тяговой характеристики).

#### Потенциальная характеристика.

На тяговой характеристике по каждому показателю число кривых равно числу передач трактора. Каждая кривая имеет максимум на той или иной передаче. Видно что максимум изменяется в зависимости от загрузки трактора силой тяги. Но при таком представлении кривых не имеем непрерывной зависимости изменения максимумов (например мощности  $N_{кр}$ ).

Для получения такой непрерывной зависимости опишем максимумы кривых  $N_{кр} = f(R_{кр})$  непрерывной кривой (на рис 8.5 – пунктирная кривая).

Линия, соединяющая максимальные значения тяговой мощности (можно и других показателей) на всех передачах, называется потенциальной характеристикой трактора. Она показывает непрерывное изменение максимального значения показателя (мощности), если бы коробка передач была бы бесступенчатой (автобус ЛИАЗ, троллейбус).

Наиболее рациональной является такая потенциальная характеристика, максимум которой, находится между низшей и высшей передачами. Как правило, наиболее рационально работать на тех передачах, где  $N_{кр}$  имеет наибольшее значение, т.е. значение  $N_{кр.пот.мах}$ .

Наиболее низкие передачи по потенциальной характеристике нужно использовать, как резервные при кратковременных перегрузках, а наиболее высокие – в транспорте.

В зависимости от свойств почв (фонов поля) тяговые свойства изменяются в довольно широких пределах (привести примеры из практики создания К-701, его использования на разных работах, К-700 – посев и т.д.).

## 5. Эксплуатационные свойства МТА

Агротехнологические – обуславливают качество выполнения технологических операций (допустимые потери зерна, отклонение от заданной глубины пахоты, заделки семян и т.д.).

Энергетические свойства заключаются в способности МТА потреблять и передавать механическую энергию (сопротивление машин, мощность трактора, КПД и т.д.).

Маневровые свойства – поворотливость, проходимость, устойчивость движения, приспособляемость к транспортированию (миграция на полях) и т.д.

Технические свойства – определяют главным образом надежность агрегатов (долговечность, безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость), а также другие технические показатели: масса, форма, габариты.

Эргономические свойства – определяют санитарно-физиологические условия труда, удобство обслуживания, безопасность труда, эстетические показатели.

Технико-экономические – характеризуются производительностью, необходимыми затратами труда, денежными средствами, расходом топлива, материалоемкостью, энергоемкостью и др.

Экологические – характеризуются способностью охраны природы.

Агротехнические требования к мобильным энергетическим средствам.

Они сводятся в основном к обеспечению:

- проходимости по ровной поверхности, склонам, междурядьям;
- необходимых тягово-сцепных свойств;
- маневренности;
- диапазона скоростей движения;
- минимизации влияния ходовой части на почву;
- высококачественного выполнения технологии.

Буксование допускается не более: гусеничные – 3%, колесные по схеме 4\*4 – 10...12%, по схеме 4\*2 – 18%.

Запас по тяговому усилию: для гусеничных – 25%, для колесных – 15%.

Среднее удельное давление движителей на почву: для гусеничных не более 45 КПа, для колесных – 80...110 КПа (0,8...1,1 кгс/см.кв).

Дорожный просвет тракторов: общего назначения – 300...400 мм, универсально-пропашных (под задним мостом) – 460 мм.

Защитные зоны (от середины рядка до края колеса) – 12...15 см.

Ширина колеи: для гусеничных – 1330...1430 мм, для колесных – 1680...1860 мм, для универсально-пропашных – 1400...2100 мм и за счет проставок при сдвигании колес до 2800 мм.

6. Уравнение тягового баланса и его анализ.

Уравнение движения трактора

Движение и работа агрегата возможны только при определенном соотношении скорости движения, массы агрегата и сил, действующих на него.

Это соотношение записывается в виде уравнения движения агрегата в общем виде:

$$dV/dt = (P_d - \sum P)/m, \text{ где}$$

$P_d$  – движущая агрегат сила, Н;

$\sum P$  – сумма сил сопротивления движению, Н;

$m$  – приведенная масса агрегата, кг.

Уравнение тягового баланса агрегата и его анализ.

При установившемся движении (при равномерном прямолинейном движении) скорость постоянная, т.е.  $V = \text{const}$ , следовательно ускорение

$$dV/dt = 0.$$

Тогда уравнение движения запишется в виде:

$$(P_d - \sum P)/m = 0.$$

Так как  $m \neq 0$ , следовательно

$$P_d - \sum P = 0.$$

Для составления тягового баланса агрегата рассмотрим схему сил, действующих на него (рис.3).

По линии движения агрегата действуют силы:

$R_d$  - движущая сила агрегата (касательная сила);

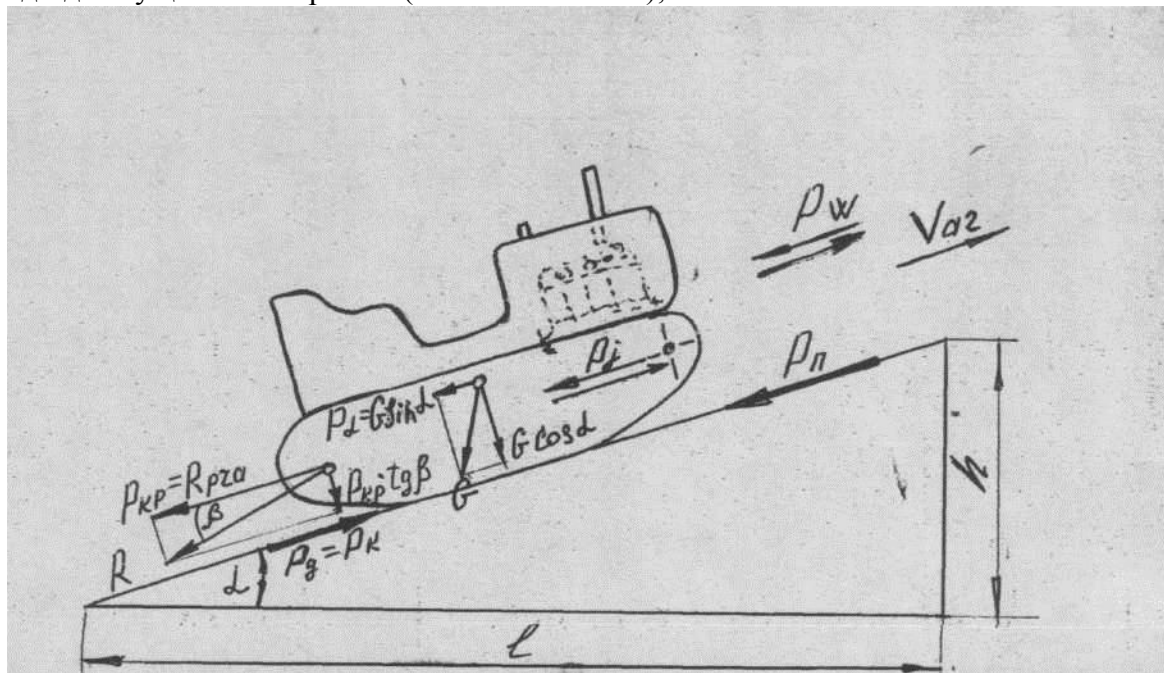


Рис. 3 Схема сил, действующих на трактор, при его движении с агрегатом машин на подъем.

$R_{pra}$  - сила сопротивления рабочей части агрегата (машины, сцепки, маркеры и другие сопротивления);

$P_n$  - сопротивление движению (перемещению) трактора (в связи с деформацией почвы гусеницами, механическими потерями и т.п.);

$R_\alpha$  - «+», «-» сопротивление подъему (спуску) трактора;

$P_w$  - «+», «-» сопротивление воздушной среды;

$P_j$  - силы инерции (при ускоренном, неустановившемся движении).

В направлении перпендикулярном опорной плоскости или, что тоже, перпендикулярном направлению движения  $V$  в продольной вертикальной плоскости действуют силы:

$G \cos \alpha$  - составляющая силы веса трактора;

$R_{гус}$  или  $R_p$  и  $R_z$  – реакции почвы на гусеницы или колеса;

$R_{в.м} = R_{кр} \operatorname{tg} \beta = R_{pra} \operatorname{tg} \beta$  - составляющая (вертикальная) сил сопротивления рабочей части агрегата.

Из рис. 2 и используя уравнение движения:

$$dV/dt = (P_d - \sum P)/m,$$

преобразованное в выражение :

$$P_d - \sum P = 0$$

можно записать уравнение сил, действующих на агрегат в продольной вертикальной плоскости:

$$P_d = R_{pra} + P_n \pm P_\alpha \pm P_w$$

заменив  $R_{pra}$  его значением:

$$P_d = R_m + R_{сц} + R_{доп} \pm R_\alpha \pm P_w + P_n \pm P_\alpha \pm P_w;$$

Это уравнение называют тяговым балансом агрегата (здесь  $P_{jm}$  и  $P_{jсц}$  не учтены ввиду установившегося движения, ввиду рассмотрения агрегата равновесной системой).

Анализ тягового баланса агрегата. Рассмотрим тяговые свойства трактора, которые зависят в основном не только от параметров двигателя ( $N_e$ ,  $M$ ), трансмиссии трактора,

ходовой части (двигателей) трактора, режимов его работы, но и от условий работы (движения): свойств и состояния почвы (грунта), уклона местности и т.д.

При расчете показателей тяговых свойств трактора целью является на основе составленного тягового баланса агрегата определить:

- касательную силу тяги трактора  $R_k$ ;
- наибольшую силу сцепления трактора с почвой  $R_c$ ;
- движущую силу  $R_d$ ;
- сопротивление передвижению трактора  $R_p$ ;
- сопротивление передвижению трактора на подъем  $R_\alpha$ ;
- рабочую скорость движения агрегата  $V_p$ ;
- тяговую мощность  $N$ ;
- тяговый КПД трактора.

#### 1.1 Номинальная касательная сила трактора

$$R_k = 9554 \cdot N_{\text{ен}} \cdot i \cdot \eta_m / r_k \cdot n_n = 10000 \cdot N_{\text{ен}} \cdot i \cdot \eta_m / r_k \cdot n_n \quad (5.7)$$

где  $N_{\text{ен}}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;

$i$  – общее передаточное число трансмиссии трактора;

$\eta_m$  – механический КПД трансмиссии: для колесных тракторов  $\eta_m = 0,91 \dots 0,92$ ;

для гусеничных  $\eta_m = 0,86 \dots 0,88$ ;

$n_n$  – номинальная частота вращения коленвала двигателя, об/мин;

$r_k$  – радиус качения ведущего колеса (звездочки),

для колесного трактора на пневмошинах

$r_{\text{гкк}} = r_{\text{обод}} + h\lambda$ , где

$r_{\text{облд}}$  – радиус обода колеса;

$h$  – высота шины равная ширине;

$\lambda$  – коэффициент усадки, для низкого давления  $\lambda = 0,75 \dots 0,80$ ;

для гусеничного трактора радиус начальной окружности звездочки.

#### 1.2 Номинальная сила сцепления.

$$R_c = \mu_n \cdot G_{\text{сц}}, \text{ где} \quad (5.8)$$

$\mu_n$  – номинальный коэффициент сцепления ведущего механизма с почвой. Он выбирается из нормативных данных в зависимости от состояния поверхности поля, типа двигателей

$G_{\text{сц}}$  – вес агрегата приходящийся на ведущие колеса трактора, Н.

$$G_{\text{сц}} = (G_{\text{тр}} \rho' + G_m \rho'') \cos \alpha, \text{ где} \quad (5.9)$$

$G_{\text{тр}}$  – вес трактора;

$G_m$  – вес СХМ и сцепки;

$\rho'$  и  $\rho''$  – коэффициент, показывающий какая часть веса трактора и СХМ приходится на ведущие колеса (для колесного с одной ведущей осью  $\rho' = 0,6 \dots 0,7$ ; с двумя осями и гусеничный –  $\rho' = 1$ );

$\alpha$  – угол подъема местности.

1.3 Сила  $R_d$ , движущая агрегат (движущая сила), определяется или касательной силой  $R_k$ , или силой сцепления  $R_c$ , смотря какая из них меньше, т.е. в том случае  $R_k < R_c$ , то  $R_d = R_k$ ,  $R_c < R_k$ , то  $R_d = R_c$ . (5.10)

#### 1.4 Сопротивление передвижению трактора $R_p$

$$R_p = f \cdot G_{\text{тр}}, \text{ Н,} \quad f \text{ – коэффициент сопротивления передвижению трактора.} \quad (5.11)$$

#### 1.5 Сопротивление передвижению трактора на подъем с углом $\alpha$

$$R_\alpha = G_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha. \quad (5.11)$$

#### 1.6 Сила тяги на крюке будет равна:

$$R_{\text{кр}} = R_d - R_p \pm R_\alpha \pm R_w \quad \text{вообще-то } \pm R_\alpha, \text{ но берем } - R_\alpha \text{ т.к.} \\ \text{рассчитываем по худшему случаю.} \quad (5.12)$$

### График тягового баланса и его анализ.

По данным расчетов, т.е. по составляющим тягового баланса: 1) касательной силы  $R_k$ ; 2) силы сцепления  $R_c$ ; 4) сопротивление передвижения трактора  $R_p$ ; и 5) силы сопротивления на подъем  $R_\alpha$  построим график тягового баланса в зависимости от коэффициента сцепления движителей с почвой.

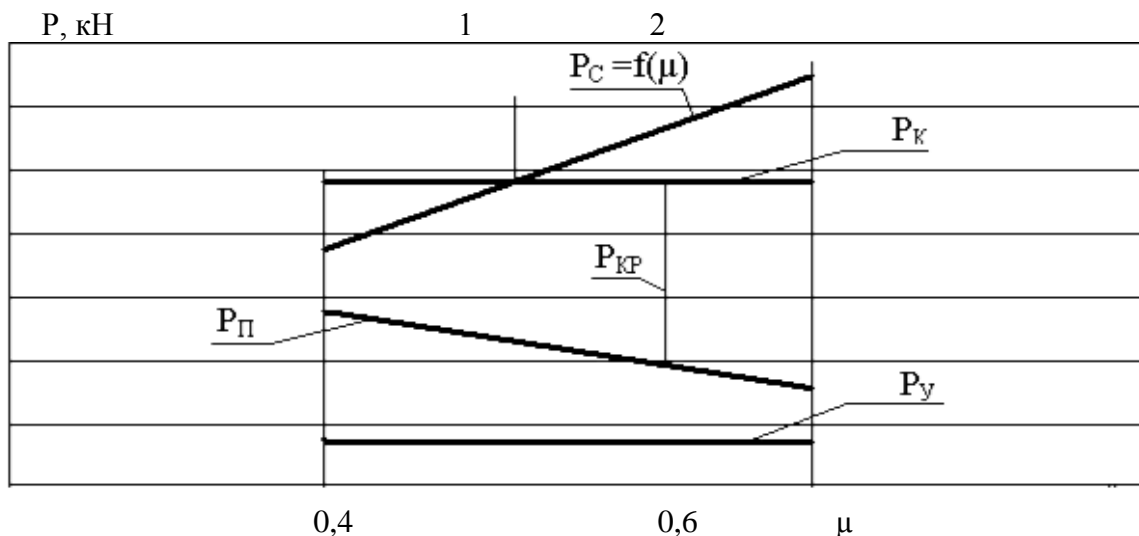


Рис.4 График тягового баланса

По оси абсцисс откладываются значения коэффициента сцепления движителей с почвой  $\mu$ , а по оси ординат – составляющие тягового баланса:  $R_c$ ,  $R_k$ ,  $R_p$ ,  $R_\alpha$ . Как видно из рис.6.1, с увеличением  $\mu$  растет  $R_c$ , а с увеличением  $\mu$  уменьшается  $R_p$ . Составляющие же  $R_k$  и  $R_\alpha$  остаются постоянными. Из графика также видно, что  $R_{кр} = R_d - R_\alpha - R_p$ , где  $R_d$  играет роль  $R_c$  до  $\mu$  крит., а после  $\mu$  крит. составляющая  $R_\alpha$ . До  $\mu$  крит.  $R_c < R_k$ , следовательно  $R_d = R_c$ ; при значениях  $\mu > \mu$  крит.  $R_k < R_c$ , следовательно  $R_d = R_k$ . Следовательно, на графике тягового баланса слева от  $\mu$  крит. (штриховая линия ординаты) находится зона недостаточного сцепления движителей с почвой, а значит – зона недостаточного использования (неполного) мощности (момента) двигателя. Видимо необходим дополнительный сцепной вес, догружатели или дополнительные механизмы сцепления или переключение на большую передачу, уменьшение ширины захвата агрегата.

Зона справа от  $\mu$  крит. – достаточного или излишнего сцепления. Можно 1) увеличивать мощность двигателя при такой конструкции движителей и состоянии почвы, или 2) переключаться на низшую передачу и доиспользовать мощность двигателя через увеличенные крюковые усилия на низшей передаче при большей ширине захвата агрегата.

### 7. Баланс мощности трактора

Энергетические свойства трактора (например, мощность на крюке) зависят от энергетических свойств двигателя (например его эффективная мощность) и потерь в процессе передачи энергии (мощности) от двигателя к крюку трактора или ВОМ.

Основными энергетическими характеристиками трактора являются его показатели (например, мощность) при номинальном режиме, определяемые балансом номинальной мощности

$$N_{крн} = N_{ен} - N_{вомн} - N_{потн}, \text{ где}$$

$N_{крн}$  – номинальная тяговая (крюковая) мощность;

$N_{вомн}$  – мощность трактора, идущая на ВОМ;

$N_{потн}$  – потери мощности при передаче энергии от двигателя на ВОМ и тягу.

Без вала отбора мощности:  $N_{крн} = N_{ен} - N_{потн}$

В свою очередь:  $N_{потн} = N_{мг} + N_{мвом} + N_f + N_\alpha + N_\delta$ , где



$N_{мг}$  – механические потери в трансмиссии и гусеницах;  
 $N_{мв\text{ом}}$  – механические потери при передаче мощности через ВОМ;  $N_f$  – потери мощности на передвижение трактора;

$N_{\alpha}$  – потери мощности на подъем;

$N_{\delta}$  – потери мощности на буксование.

Пути улучшения эксплуатационных свойств энергетических средств.

1. применение сдвоенных или аروحных шин;
2. применение полугусеничного хода на колесных тракторах;
3. выбор и применение колесных тракторов по формуле 4\*4;
4. использование гидродогружателей ведущих колес;
5. разделение передачи мощности на крюковую и ВОМ;
6. использование опорных колес СХМ в качестве ведущих через ВОМ трактора;
7. применение тележек и прицепов с активными (приводными) колесами;
8. в случае использования энергонасыщенных тракторов и невозможности загрузки его однооперационными СХМ – применение комплексных агрегатов;
9. использование сроков выполнения операций, в пределах которых тяговое сопротивление минимально, например, обработку почвы (вспашку) вести в период ее (почвы) спелости (не пересушивать);
10. использование минимальных агротехнически допустимых скоростей агрегата при максимально возможной его ширине захвата.

### **1. 3 Лекция №3 ( 2 часа).**

**Тема:** «Комплектование агрегатов и управление эксплуатационными режимами их работы»

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Задачи расчета и составления МТА.
2. Методы расчета агрегатов. Особенности расчета разных типов агрегатов:
3. Кинематика МТА.
4. Производительность МТА

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Задачи расчета и составления МТА.

Расчет состава агрегата заключается в определении рационального числа машин в агрегате, обеспечивающих наивысшую производительность, а значит и минимум срока выполнения работы, при наименьшем расходе топлива, наименьших затратах труда и средств с обязательным выполнением требований агротехники.

Для расчета агрегата прежде всего нужно знать вид работы, условия ее выполнения и агротехнические требования, предъявляемые к ней.

При этом, на основании требований агротехники, природно-климатических условий, размеров участка необходимо выбрать тип и марку сельхозмашин, сцепку, рабочую скорость движения агрегата, количество сельхозмашин.

Рационально выбрать состав МТА можно лишь с учетом решения общей задачи по определению оптимального состава МТП хозяйства и его подразделений.

Наиболее экономичный режим работы трактора обычно соответствует тем передачам, для которых тяговая мощность и производительность имеют наибольшее значение (см. тяговую характеристику трактора в предыдущей лекции). Эти передачи целесообразнее принимать в качестве рабочих наряду с основной рабочей передачей определяют резервные – пониженную и повышенную, особенно, если агрегат работает на поле с выраженным макро- и мезорельефом или с резко изменяющимися почвенными условиями (твердость непостоянная и выраженный микрорельеф).

## 2. Методы расчета агрегатов

Аналитический.

Расчет ведут в такой последовательности:

- 1) Дают характеристику природно-производственных условий, в которых выполняется заданная работа.
- 2) Излагают агротехнические требования на заданную работу и дают указания по контролю качества ее выполнения.
- 3) Устанавливают диапазон оптимальных значений скорости движения агрегата при выполнении заданной работы (оптимальную технологическую скорость посева, вспашки и т.д.).
- 4) Выбирают трактор и рабочие передачи трактора, обеспечивающие оптимальные технологические скорости агрегата (СХМ), и находят значения силы тяги трактора на выбранных передачах, например,  $R_{кр2}$ ;  $R_{кр3}$ ;  $R_{кр4}$  и т.д., заведомо в расчет не принимается низшая (резервная) и высшая (транспортная) передачи.

Это выполняется в такой последовательности:

По тяговой характеристике выбранного трактора строят потенциальную характеристику по мощности и скорости (рис.). Здесь верхняя кривая – огибающая максимум мощности на тяговой характеристике, нижняя – огибающая кривых скоростей.

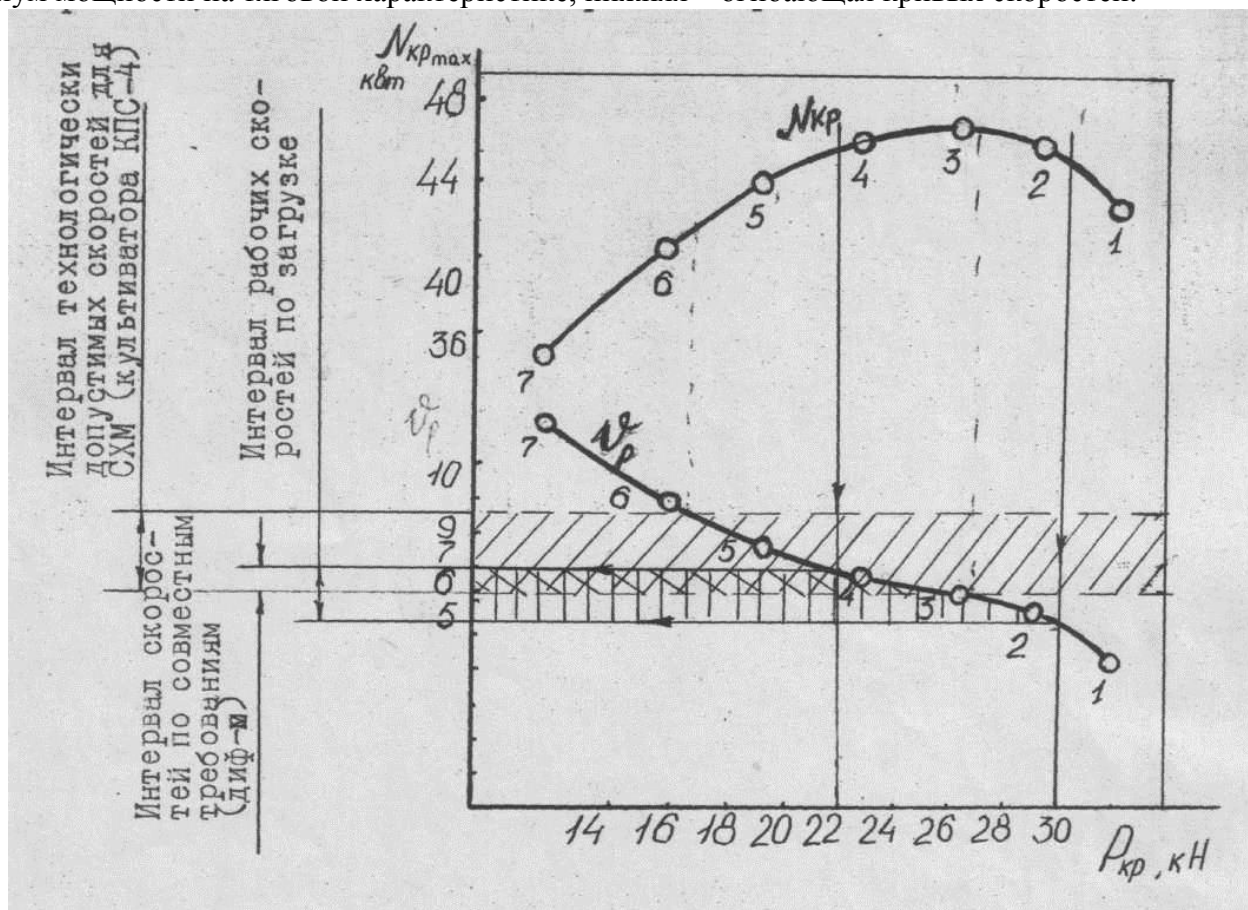


Рис. 1 Анализ состава агрегата и передач трактора ДТ-75М по тяговой характеристике при работе с агрегатом, сопротивление которого  $R_Q = 19,3$  кН;  $R_\alpha = 2$  кН;  $R_{кр} = 23$  кН.

На рисунке 1 откладываются значения технологически необходимых (уже выбранных (п.3) скоростей, в данном случае 6,0...9,5 км/ч). Проектируют их на кривую скоростей – обеспечивается эта скорость 3-5 передачами.

Определяют диапазон скоростей по оптимальной загрузке трактора. Для этого в области максимума потенциальной характеристики выбираем передачи (2-я, 3-я и 4-я). В этом случае за рабочую передачу принимается 3-я передача, за резервные: 2-я в случае резкого возрастания тягового сопротивления, 4-я – снижения тягового сопротивления. Спроецировав точки 2 и 3 на ось ординат (по скорости) определяем диапазон оптимальных скоростей по загрузке трактора (в нашем примере 5...7 км/ч).

Для этого диапазона скоростей, т.е. на 2, 3, 4-й передачах трактора определяем ширину захвата агрегата и количество машин в агрегате.

С учетом уклона местности, т.е. за вычетом усилия на преодоление неровностей крюковое усилие на  $i$ -й передаче будет:

В соответствии с хозяйственными условиями и обоснованной структурой МТП

$$P_{кр.i}^{\alpha} = P_{кр.i} - P_{\alpha} = P_{кр.i} - G_{тр} \sin \alpha$$

выбирают наиболее отвечающую агропотребованиям сельхозмашину (сеялку СЗ-3,6 или СЗС-2,1 или СЗП-3,6).

Определяем силу веса машины, приходящегося на единицу ширины захвата машины

$$q_m = \frac{G_m}{B_m}$$

Определяется дополнительное сопротивление машин на подъем, приходящийся на единицу ширины захвата машины

$$\rho_{\partial m} = q_m \sin \alpha$$

Если машина не одна, а несколько в агрегате, выбирают сцепку и определяют ее сопротивление с учетом уклона

$$R_{сц}^{\alpha} = G f_{сц} + G \sin \alpha \text{ или } R_{сц}^{\alpha} = G_{сц} (f_{сц} + \sin \alpha)$$

Определяем максимальную ширину захвата агрегата на выбранных технологически возможных передачах:

$$B_{\max.i} = \frac{P_{кр.i}^{\alpha} - R_{сц}^{\alpha}}{K + \rho_{\partial \alpha}^{\alpha}},$$

где  $K$  – удельное сопротивление машины (на единицу ширины захвата машин).

### 3. Особенности расчета разных типов агрегатов

Особенность расчета ширины захвата пахотных агрегатов (плуга или КПП).

Максимальная ширина захвата пахотного агрегата:

$$B_{\max.\max.i} = \frac{P_{кр.i}^{\alpha} - G_{пл} f_{пл}}{K_{пл} a + \rho_{\partial m}^{\alpha}}$$

где  $G_{пл}$  – вес плуга;

$f_{пл}$  – коэффициент протаскивания плуга (0,25...0,5);

$a$  – глубина пахоты;

$K_{пл}$  – удельное сопротивление плуга или КПП.

Определяется максимально возможное количество машин (для пахотного агрегата – рабочих органов на выбранных передачах):

$$n_{pi} = \frac{B_{\max .i}}{b},$$

где  $b$  – ширина захвата СХМ, для пахотных агрегатов – ширина захвата корпуса;

$n_{pi}$  – округляется в сторону меньшего значения (6,7 - 6) и получает целое  $n_{pi}$ .

5) Находят рабочую (после округления  $n$ ) ширину захвата агрегата на каждой передаче:

$$B_{pi} = n_{pi} b$$

6) Определяют сопротивление агрегата (по  $B_{pi}$ )

Для СХМ –

$$R_{agr.i} = KB_{pi} + R_{сц}^{\alpha}$$

Для плуга –

$$R_{пл.i} = K_{пл} B_{pi} a + G_{пл} f_{пл} + \zeta a b_{pi} V^2$$

Вычисляется коэффициент использования тягового усилия трактора на всех передачах:

$$\eta_i = \frac{R_{agr.i}^{\alpha}}{P_{кр.i}^{\alpha}}$$

С учетом потенциальной характеристики трактора, ее максимума (зоны максимума) и максимального значения коэффициента использования тягового усилия, выбирают рабочую и резервные передачи.

Расчет состава тягоприводных агрегатов планируется для самостоятельного изучения студентами.

Расчет состава комбинированных агрегатов:

отличается тем, что определяется суммарное удельное сопротивление всех видов машин в агрегате, а также суммарное удельное дополнительное сопротивление на подъем мешин.

Максимальная ширина комбинированного агрегата подсчитывается по формуле с учетом суммарных удельных сопротивлений:

$$B_{\text{max. i. комб}} = \frac{P_{\text{кри}}^{\alpha} - R_{\text{сц}}^{\alpha}}{(K_1 + K_2 + \dots) + (\rho_{\text{м1}}^{\alpha} + \rho_{\text{м2}}^{\alpha} + \dots)}$$

Графический и табличный способы в принципе заключаются в выборе параметров агрегата по номограмме или таблице в зависимости от заданных условий (выбранного трактора, СХМ, тягового сопротивления и т.д.).

Порядок определения числа машин (корпусов) по номограмме.

Выбираем технологически необходимую для вспашки скорость.

Например, 7...9 км/ч. Выбрали 8 км/ч, на тракторе К-700 (двигаясь по стрелке от 8 км/ч к кривой К-700 и от нее вниз до пересечения стрелкой, идущей от глубины пахоты 27 см и от удельного сопротивления 80 кПа. Как второй вариант – трактор К-701. На первом варианте получилось в агрегате примерно 6 корпусов, на тракторе К-701 – 8 корпусов).

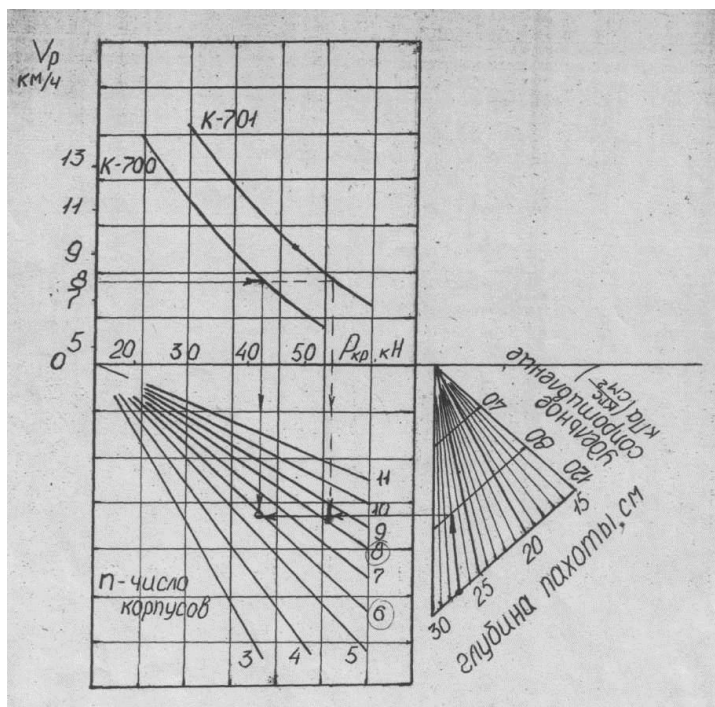


Рис. Графическое определение состава агрегата при пахоте (на глубину 27 см) удельное сопротивление  $K_0 = 80$  кПа.

Эти номограммы и таблицы рассчитаны или аналитическим путем, который мы только что рассмотрели, или путем снятия данных экспериментальным путем.

Графоаналитический метод расчета агрегата совмещает элементы графического (по номограммам или таблицам) и аналитического (по известным формулам).

### 3. Кинематика МТА.

В течение сезона работ агрегаты с трактором проходят большой суммарный путь. На значительной части этого пути отдельные элементы движения агрегата при обработке полей закономерно повторяются, что и является основанием для учения о кинематике агрегата.

Кинематика агрегата – закономерность движения его без учета сил, обуславливающих его (движение).

Рабочий участок – поле или часть поля, отведенное для выполнения работ одному или нескольким агрегатам. Характеризуется длиной и шириной. (рис. 1)

Загон – часть участка определенной ширины, выбранная как правило для одного агрегата в соответствии с принятым способом движения и размерами агрегата.

Поворотная полоса Е – часть загона, выделяемая временно для поворота и разворота агрегатов шириной Е.

Контрольная линия – линия между поворотной полосой и остальной частью загона, ориентируясь которой, включают и выключают рабочие органы. (рис.1)

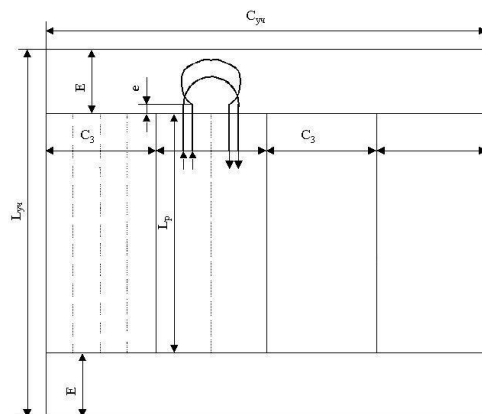


Рис. 1 С

**Агрегат** в эксплуатационных условиях введены некоторые условные понятия и обозначения.

Кинематический центр агрегата (ц.а.) – точка агрегата, относительно которой рассматривают траекторию движения всех других его точек

Кинематическая длина агрегата  $l_a$  – расстояние (проекция) между центром агрегата (ц.а.) и линией расположения заднего ряда рабочих органов задней машины (наиболее удаленной).

Кинематическая ширина  $B_a$  – расстояние между крайними боковыми точками агрегата при прямолинейном движении (рис 11.2).

Продольная база  $L_b$  – расстояние между осями колесного трактора, а у гусеничного – между опорными крайними катками.

Длина выезда агрегата  $e$  – расстояние, на которое агрегат переезжает контрольную линию на поворотной полосе, обеспечивая безогрешность (рис.1).

Центр поворота – точка, относительно которой в данный момент совершается поворот агрегата (рис 11.3).

Радиус поворота  $R_p$  – расстояние между центром поворота и центром агрегата:

$$R_p = L_b \operatorname{ctg} \alpha, \text{ где}$$

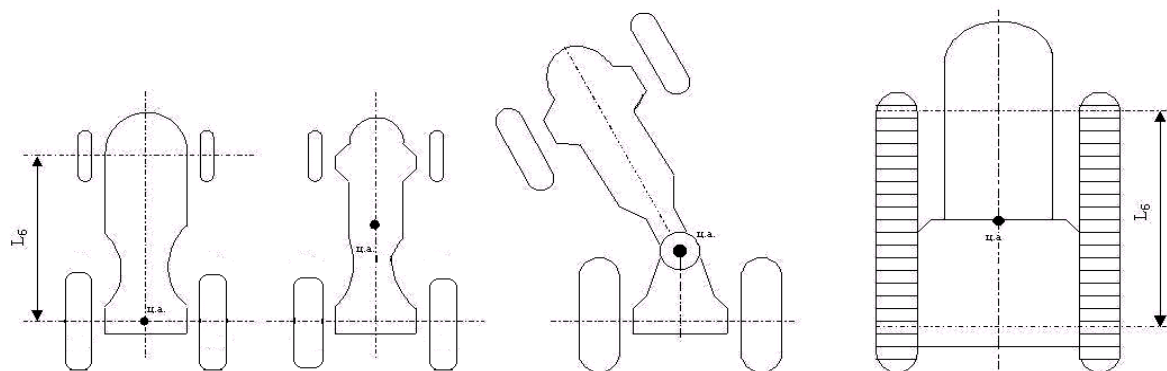
$\alpha$  – средний угол поворота направляющих колес.

Геометрический  $R_p$  не совпадает с фактическим  $R_{пф}$  вследствие увода трактора, который зависит от типа движителей и скорости агрегата на повороте:

$$R_{пф} = R_p + \delta R, \text{ где}$$

$$\delta R = f(V_{агп} * k_p), \text{ где}$$

$k_p$  – конструктивный показатель движителей трактора.



Колёсные с одной  
ведущей осью

Колёсные  
с двумя  
ведущими

Колёсные  
с шарнир.  
составляю  
щей

Гусеничный трактор.  
Точка пересечения  
продольной оси  
серединой гусеницы

Рис. 2 Схемы кинематики агрегатов

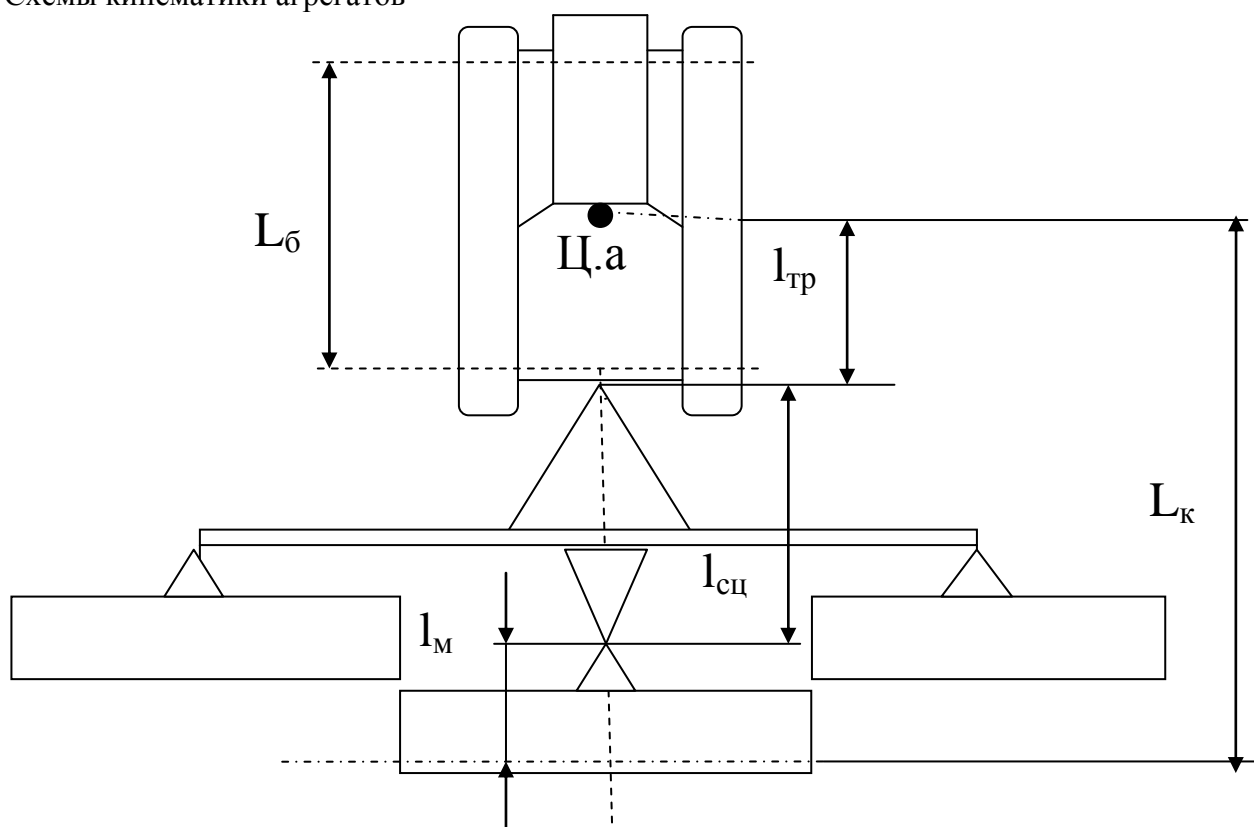


Рис. 3 Кинематическая характеристика агрегата.

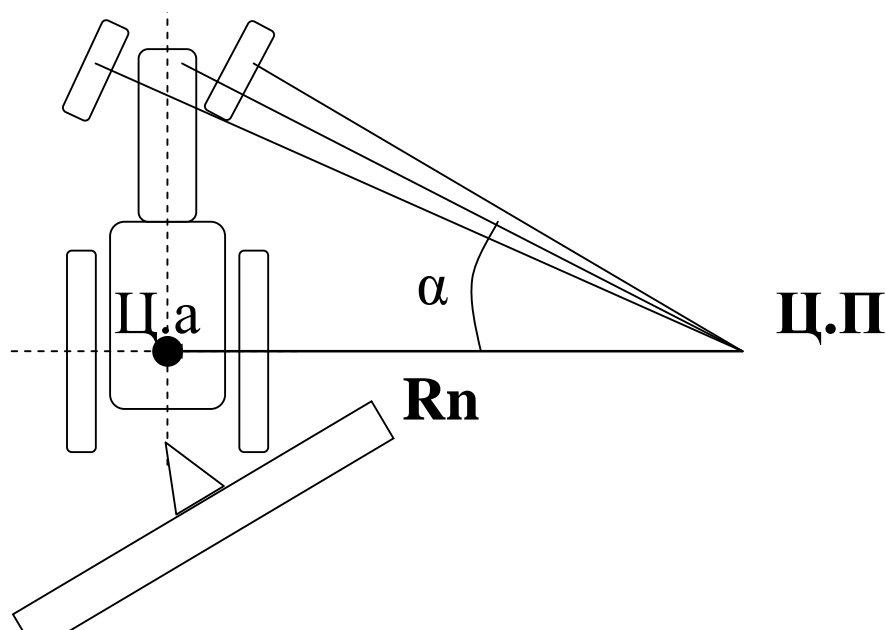


Рис.4 Кинематическая характеристика агрегата на повороте.

#### 4.Производительность МТА

Производительность труда – это плодотворность, продуктивность производственной деятельности людей.

Она выражается: - в качестве продукции, производимой в единицу времени; - в величине затрат рабочего времени на изготовление единицы продукции.

$$W = Q / (t_{ж} + t_{ов})$$

Так экономическая категория производительности труда определяется затратами всего труда, необходимого обществу для изготовления продукции, т.е. труда живого (в данных условиях производства) и овеществленного (ранее затраченного труда):

$$W = Q / (t_{ж} + t_{ов}),$$

где  $Q$  – объем выполненной работы, га;

$t_{ж}$  – затраты живого труда, чел-час;

$t_{ов}$  – затраты овеществленного труда, чел-час.

Связь производительности труда с качеством выполнения работ выражается через соотношение количественных и качественных сторон потребительской стоимости.

Производительность труда в сельском хозяйстве в значительной мере зависит от производительности машинных агрегатов.

Производительностью агрегата называется объем работы в установленных единицах величин (площади, массы продукции, пути и т.д.) или в условных единицах, выполняемой агрегатом в единицу времени (час, смену, сутки, сезон, год и т.д.).

В зависимости от принятой единицы времени производительность бывает: - часовой,

- сменной,
- сезонной, и т. д.

А вся работа, выполненная агрегатом за какой-то период (за несколько часов, смен и т.д.), является его выработкой или наработкой.

Для МТА производительность чаще всего определяют в единицах площади (гектарах), в расчете устанавливаются

- ширина захвата агрегата  $B$ ,
- скорость движения  $V$ ,
- продолжительность работы  $T$ .



для уборочных и аналогичных агрегатов дополнительно выражают производительность в единицах массы собираемой или перерабатываемой продукции.

Для транспортных агрегатов – в тоннах перевезенного груза или тонно-километрах грузовой работы.

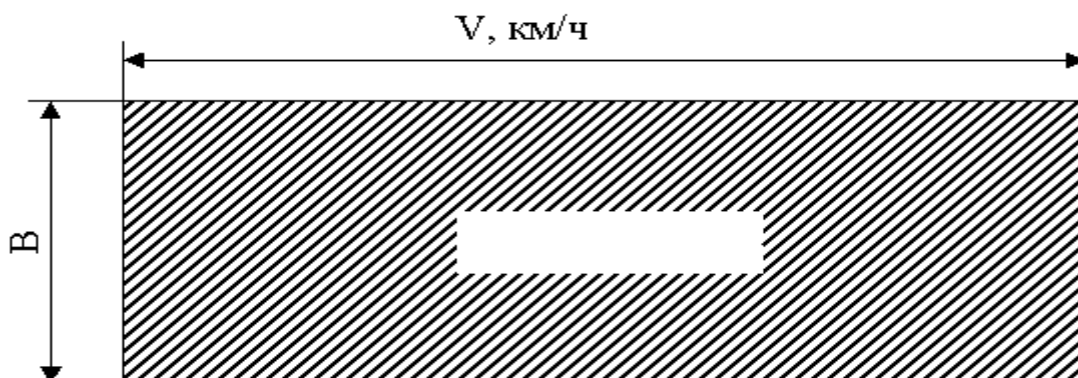
Различают производительность:

Теоретическую  $W$ , определяющую при полном использовании конструктивной ширины захвата  $B$  агрегата, теоретической скорости  $V$  и времени  $T$

Часовая  $W_r = C_w B V$ ;

Сменная  $W_{см} = C_w B V T$ , где

$C_w$  – коэффициент, зависящий от того в каких единицах принята скорость движения  $V$ , если в км/ч – 0,1; если в м/с – 0,36 при этом  $B$ -м,  $T$ - час



площадь прямоугольного участка  $S = v B$ , где

$V$  – скорость, т.е. путь в единицу времени,

$B$  – ширина захвата агрегата.

Следовательно, производительность часовая  $W_r = VB$ , га/ч

фактическую  $W$ - определяют по фактическому объему выполненной работы, т.е. при фактических ширине захвата  $B_p$ , скорости движения  $V_p$  и продолжительности производственной работы  $T_p$ .

Так как теоретическая (конструктивная)

- ширина захвата не равна фактической вследствие неполного ее использования, чтобы не сделать, например, огрех и др.  $B_t \neq B_f$ ;

- скорость не совпадает с фактической вследствие наличия буксования, непрямолинейности движения и др.;

- время смены  $T_{см}$  также не полностью используется для выполнения полезной работы, т.е.  $T_{см} \neq T_p$ .

Следовательно, фактическая производительность часовая

$W_r = C_w B_p V_p$ ,  $W_{см} = C_w B_p V_p$ ,

где –  $V_p$  – рабочая или эксплуатационная скорость,

-  $B_p$  – эксплуатационная или рабочая ширина захвата агрегата, м,

-  $T_p$  – время смены, затраченное на чистую (полезную) работу, час.

$B_p = \beta B$ , м

Где  $\beta$  - коэффициент использования ширины захвата агрегата.

$V_p = V_\gamma$ , км/час, где

$\gamma$  - коэффициент, учитывающий изменение скорости.

$T_p = T_\tau$ , где  $\tau$  - коэффициент использования времени смены, зависящий от баланса времени.

Для данного агрегата, работающего на определенной передаче трактора, теоретическая производительность  $W_{теор}$  – величина постоянная.

Из всех других факторов, влияющих на производительность, важнейшим является степень использования времени  $\tau$ , определяемого балансом времени.

Дневная производительность:

$$W_{\text{дн}} = W_{\text{см}} * K$$

где  $K$  – коэффициент сменности (число смен).

Сезонная производительность:

$$W_{\text{сез}} = W_{\text{дн}} * D_{\text{р}},$$

где  $D_{\text{р}}$  – число рабочих дней в течение сезона.

#### **1. 4 Лекция №4 ( 2 часа).**

**Тема:** «Эксплуатационные затраты, оптимизация параметров и режимов работы агрегатов»

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Энергетические затраты и энергетический КПД агрегата, энергонасыщенность.
2. Расход топлива и смазочных материалов. Пути снижения расхода топлива и ГСМ.
3. Затраты труда и пути их снижения.
4. Эксплуатационные затраты труда и пути их снижения.
5. Оптимальные параметры агрегатов и режимы работы агрегатов. Показатели рациональности агрегата.

##### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Энергетические затраты и энергетический КПД агрегата, энергонасыщенность.

Энергозатраты – это затраты энергии на механическую работу  $A$ .

Работа выражается в джоулях ( $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} * \text{м}$ ).

Удельные энергозатраты – это энергозатраты, отнесенные к единице фактической производительности (обычно к  $1 \text{ га}$ ).

$$a = A_{\text{см}} / W_{\text{см}}, \text{ Дж/га}$$

Фактические, номинальные энергозатраты – это энергозатраты, рассчитанные по фактической и номинальной мощности.

Нормативные – энергозатраты, рассчитанные по нормативной мощности, т.е. по технически возможному (рациональному) использованию мощности.

Различают энергозатраты:

- 1) от режима работы:
  - рабочего хода;
  - холостого хода;
  - остановочные (при остановках);
  - суммарные;
- 2) от принятой в расчет мощности:
  - тяговые;
  - приводные (на ВОМ);
  - эффективные (на валу двигателя);
  - индикаторные;
  - полные (по потенциальной энергии расходуемого топлива);
  - полезные (по энергозатратам трактора топлива, по энергозатратам рабочих машин).

Соответственно этим энергозатратам и расход топлива.

**Расчет энергозатрат.**

В эксплуатационных расчетах используют: полезные, тяговые и эффективные энергозатраты.

1.1 Полезные (по работе трактора) энергозатраты – идущие на преодоление сопротивления СХМ.

а) по работе трактора:

$$a_n = \kappa B_p S_{p.га} \text{ , Дж/га , где}$$

$S_{p.га}$  – суммарный рабочий путь на 1га;

$B_p$  - рабочая ширина захвата СХМ;

$\kappa$  – удельное сопротивление машин.

Так как

$$S_{p.га} = \frac{10^4}{B_p}$$

, то

$$a_n = 10^4 \kappa, \text{ Дж/га}$$

б) по работе машин:

$$a_{n.m.} = a_n \eta_{m.o.},$$

где  $\eta_{m.o.} = N_{т.о.} / N_t$  – КПД рабочей машины (орудия)

1.2 Тяговые удельные затраты а (Дж/га) – определяют, исходя из затрачиваемой мощности и продолжительности работы:

- на рабочем ходу:

$$a_{mp} = a_n \frac{\kappa_a}{\kappa},$$

где  $\kappa_a$  – удельное сопротивление агрегата;

$\kappa$  – удельное сопротивление машины;

- на холостом ходу:

$$a_{m.x} = 10 C_w N_{TX} T_X / W_{CM},$$

где  $C_w$  – коэффициент, приводящий к единицам СИ ( $C_w = 0,1$  – км/час,  $C_w = 0,36$  – м/с);

- суммарные энергозатраты:

$$a_m = a_{mp} + a_{mx}$$

1.3 Эффективные энергозатраты:

- на рабочем ходу:

$$a_{ep} = a_{mp} / \eta_T,$$

где  $\eta_T$  – тяговый КПД трактора;

- на холостом ходу:

$$a_{ex} = a_{mx} / \eta_{mx};$$

- суммарные эффективные энергозатраты:

$$a_e = a_{ep} + a_{ex}.$$

1.4 Полные энергозатраты определяют по удельной теплоте сгорания топлива:

где  $c$  – переводной коэффициент,  
 $H$  – низшая удельная теплота сгорания топлива,  
 $g$  га – расход топлива на 1 га.

1.5 Энергетический КПД агрегата – отношение полезно используемой

$$a_{mon} = cHg_{га},$$

мощности (энергозатрат) к затрачиваемой (удельной) теплоте сгорания расходуемого топлива.

Различают энергетический КПД агрегата и трактора:

- на рабочем режиме:

$$\eta_{aэр} = \frac{a_{nm}}{a_{монр}}; \eta_{тр.эр} = \frac{a_n}{a_{монр}}$$

- среднесменный энергетический КПД:

$$\eta_{aэ} = \frac{a_{nm}}{a_{мон}}; \eta_{тр.э} = \frac{a_n}{a_{мон}},$$

где  $\eta_{aэр}, \eta_{тр.эр}, \eta_{aэ}, \eta_{тр.э}$  – энергетический КПД соответственно агрегата в рабочем режиме, трактора в рабочем режиме, среднесменный (т.е. средний за смену, в течение которой были и рабочие и холостые режимы) агрегата, среднесменный трактора;

$a_{пм}, a_{п}$  – полезные удельные энергозатраты по работе соответственно СХМ и трактора,

$a_{топ}, a_{топр}$  – полные удельные энергозатраты соответственно среднесменные и на рабочем ходу агрегата (или топливные).

Энергетический КПД на рабочем ходу учитывает степень использования энергии на полезную работу (или что тоже степень потерь энергии на не полезную работу).

Энергетический среднесменный КПД учитывает отношение полезно использованной энергии и затраченной на всех режимах (холостом и рабочем) в течение всей смены.

1.6 Уровень энергонасыщенности тракторов.

1.6.1 Энергонасыщенность – мощность, приходящаяся на единицу массы трактора:  $\mathcal{E} = Ne/m_{тр}$

1.6.2 Уровень энергонасыщенности:

$$Уэ = \mathcal{E}/\mathcal{E}_{эт}, \text{ где}$$

$\mathcal{E}$  – энергонасыщенность рассчитываемых тракторов;

$\mathcal{E}_{эт}$  – энергонасыщенность эталонного трактора.

Если  $Уэ > 1$ , то трактор повышенной энергонасыщенности.

Если  $Уэ < 1$  – пониженной.

Близки к эталонному (при которой  $W_{эт} \approx 1 \text{ э.га}$ ) гусеничные тракторы класса 30кН – ДТ-75, Т-74, мощность двигателя которых 55кВт (75л.с.), а энергонасыщенность составляет  $\mathcal{E}_{эт} = 505 \text{ кВт}/5,6 \text{ тонн} = 9,8 \text{ кВт}/\text{т}$ .

Эту или близкую к ней величину 10кВт/т и принимают за эталонную энергонасыщенность для гусеничных тракторов.

По этой величине определяется уровень энергонасыщенности. Например, для Т-150:

$$\mathcal{E} = 110/7,8 = 15 \text{ кВт}/\text{т}; Уэ = 15/10 = 1,5 \text{ – повышенная энергонасыщенность.}$$

Для колесных тракторов эталонной энергонасыщенностью является энергонасыщенность тракторов класса 1,4 кН – МТЗ-50:

$$\text{Ээт} = 36,8 \text{ кВт} / 2,9 \text{ т} = 12,5 \text{ кВт/т}$$

У трактора К-700 также  $\text{Э} = 12,5$  ( $\text{Э} = 147/12 = 12,5$ ), т.е. его тоже можно отнести к эталонным по энергонасыщенности, а трактор К-701 – к повышенной, т.к.  $\text{Э} = 220/12 = 18,4 \text{ кВт/т}$ ,  $\text{Уэ} = 18,4/12,5 = 1,47$ .

## 2. Расход топлива и смазочных материалов. Пути снижения расхода топлива и ГСМ.

В расчетах по ЭМТП используются следующие виды расхода топлива:

часовой : - на рабочем режиме  $G_{\text{тр}}$ ;

- на холостом режиме  $G_{\text{тх}}$ ;

- на остановках агрегата  $G_{\text{то}}$ ;

- на номинальных режимах  $G_{\text{тн}}$ ;

сменный  $G_{\text{тсм}} = G_{\text{тр}} T_{\text{р}} + G_{\text{тх}} T_{\text{х}} + G_{\text{то}} T_{\text{о}}$ ;

удельный: - на единицу мощности двигателя

$$g_e = \frac{G_T}{N_e}; \frac{\text{кг}}{\text{Втч}}$$

- на единицу тяговой мощности трактор

$$g_T = \frac{G_T}{N_T}; \frac{\text{кг}}{\text{Втч}}$$

- на единицу обработанной площади (погектарный)

$$g_{ga} = \frac{G_T}{W_{\text{час}}}; \frac{\text{кг}}{\text{га}}$$

Пути снижения расхода топлива и смазочных материалов.

1. Применение поточно-циклового метода производства механизированных работ в растениеводстве.

2. Увеличение среднесменного энергетического КПД агрегата путем: - повышения эффективности использования времени смены; - повышение степени использования мощности двигателя (снижение удельного расхода топлива  $g_e$ ); - повышение сменной производительности.

3. Применение широкозахватных агрегатов при технологически необходимых скоростях (минимально необходимых).

4. Широкому внедрению почвозащитных технологий, а на их основе минимальных и нулевых технологий возделывания основных в зоне культур (энергосберегающих технологий).

5. Тщательная регулировка топливной системы двигателя, настраивая ее на оптимальные значения часового и удельного расхода топлива, а также другие системы и механизмы двигателя.

6. Грамотная регулировка СХМ на специальных регулировочных бригадных площадках.

7. Умелое маневрирование скоростным режимом, выбирая минимально технологически допустимые значения при максимальной ширине захвата.

8. Оптимизация кинематических параметров агрегата и поля (участка).

### 3. Затраты труда и пути их снижения.

Затраты труда на единицу наработки или единицу продукции – это очень важный самостоятельный показатель ЭМТП, дополняющий комплексный показатель прямых и приведенных затрат.

Затраты труда измеряются затратами рабочего времени одного рабочего на единицу наработки или единицу продукции

- на единицу обработанной площади:

$$Z_{Tga} = \frac{(n_{mex} + n_{всп})}{W_{см}} T_{см}, \frac{\text{чел-час}}{\text{га}}$$

где  $n_{mex}$ ,  $n_{всп}$  – число основных механизаторов и вспомогательных.

Там, где не используются вспомогательные рабочие в формуле они не учитываются.

- на единицу продукции:

$$Z_{my} = \sum_{i=1}^n \frac{Z_{m.гa.i}}{U},$$

где  $i$  – номер производственной операции по возделыванию культуры,

$n$  – число производственных операций при возделывании той или иной культуры,

$U$  – урожайность возделываемой культуры.

Пути снижения затрат труда

- повышение производительности;
- использование поточно-циклового метода и повышение коэффициента сменности;
- применение почвозащитных высокопроизводительных и энергосберегающих технологий;
- широкое внедрение интенсивных технологий;
- улучшение организации труда;
- повышение трудовой производственной и технологической дисциплины.

### 4. Эксплуатационные затраты труда и пути их снижения.

Во многом зависит от уровня использования МТП.

Различают следующие виды затрат:

- прямые эксплуатационные затраты на работу агрегата составляют:  $С_{год} = С_з + С_{эм} + С_а + С_{то} + С_в$  руб/ч.работы, где

$С_з$  – заработная плата рабочих, обслуживающих агрегат;

$С_{эм}$  – стоимость эксплуатационных материалов;

$С_а$  – нормативные годовые амортизационные отчисления;

$С_{то}$  – стоимость ТО;

$С_в$  – стоимость выполнения вспомогательных процессов при работе агрегата (подвоз топлива, семян, воды и т.д.).

$С_а = Б/плет$ , где

$Б$  – балансовая стоимость машин, которая включает не только стоимость – преysкурантную цену, но и торговые наценки, транспортные расходы, остаточную стоимость списываемой машины;

$плет$  – нормативный срок службы машины.

$С_{то} = a_{топ} * W_{год}$ , где

$a_{\text{топ}}$  – нормативные отчисления на ТО машины на 1га наработки;

$W_{\text{год}}$  – годовая наработка машины.

-прямые эксплуатационные затраты на единицу выработки (стоимость единицы выработки):

$C_{\text{га}} = C_{\text{год}} / W_{\text{год}}$ , руб/га, где

$C_{\text{год}}$  – эксплуатационные затраты на один год работы агрегата;

$W_{\text{год}}$  – годовая наработка машины.

-прямые эксплуатационные затраты на единицу продукции:

$C_{\text{у}} = C_{\text{год}} / W_{\text{год}} U$ , руб/ц

-Основные пути снижения прямых эксплуатационных затрат:

увеличение эффективности использования мощности  $N_e$ , степени использования этой мощности;

повышение степени использования времени смены;

увеличение коэффициента сменности работы агрегата;

увеличение числа дней работы агрегата в году (сейчас 150 дней из 305!);

увеличение длины гонов  $L_p$ ;

снижение удельного сопротивления агрегатов к и к.

5.Оптимальные параметры агрегатов и режимы работы агрегатов. Показатели рациональности агрегата.

Общие принципы оптимизации параметров агрегата.

Оптимальная ширина агрегата определяется в зависимости от:

- 1) тягового сопротивления;
- 2) сопротивления передвижению;
- 3) буксования;
- 4) массы агрегата (удельной ширине);
- 5) кинематических показателей агрегата;
- 6) коэффициента использования сменного времени;
- 7) скорости движения агрегата;
- 8) качества работы;
- 9) коэффициента использования тягового усилия и т.д.

Основным критерием оптимизации состава агрегата, количества машин и других вышеперечисленных параметров, всей совокупности факторов при функционировании мобильных агрегатов являются приведенные затраты (издержки) на единицу выработки (площади).

Оптимизация выполняется путем математического моделирования, например, через посредство оптимального планирования и проведения экстремального эксперимента, возможно теоретическое моделирование.

Сущность метода (сводится) состоит в следующем: 1) выбрать объект оптимизации; 2) выделяются структурные и функциональные элементы процесса.

Следуя общей схеме оптимизации, можно отметить следующее:

1.1 Объект оптимизации – параметр агрегата – ширина захвата.

1.2 В качестве структурных и функциональных элементов процесса, например, посева ранних яровых можно отметить прежде всего агротехнические требования, энергетические требования и пр.

1.3 Связи между функциональными элементами могут быть использованы следующие: формула тягового сопротивления, уравнение движения агрегата, элементы тяговой характеристики и др.(используем ниже).

1.4 Выявляются потоки информации, например, выявление факторов, выявляющих ширину захвата и т.д.

1.5 Выявляются критерии оптимизации. Чаще всего за критерий оптимизации принимаются приведенные затраты  $C$  на единицу произведенной продукции или единицу выработки.

1.6 Функция цели  $\Phi_c = C = f(B, V) \rightarrow \min$

1.7 Сводятся ограничения и выполняется их анализ.

1.7.1 Ограничения из тяговых условий.

Удобно пользоваться совмещенными тяговыми характеристиками трактора и СХМ при определении параметров (ширины захвата), Ограничения из условия максимума надежности и производительности агрегата.

Увеличение ширины захвата обуславливает увеличение производительности, но не бесконечно. Можно достигнуть такой ширины агрегата, при которой он будет мало надежный, часто выходить из строя, что в свою очередь повлияет на снижение производительности. На рис. 10.2 показано изменение производительности агрегатов в зависимости от количества машин в агрегате. При заданных значениях коэффициента эксплуатационной надежности наибольшая производительность достигается при определенном числе машин.

1.7.2 Ограничения параметров из условия качества выполняемой работы (копирование рельефа поля).

1.7.3 Ограничения из условий минимизации холостых ходов.

1.7.4 Ограничения из условия максимума надежности и производительности агрегата.

Оптимальные режимы работы агрегата.

Скорость движения – один из основных факторов, определяющих качество технологического процесса, производительность и экономичность мобильных агрегатов.

Скорость определяется из условий двух видов факторов: 1) качественный; 2) энергетический. Качественный показатель включает качество выполненной работы (глубина, равномерность и т.д.), отрицательное воздействие на почву движителями (широкий агрегат – меньше проходов движителями).

Энергетический – расход топлива, производительность и др. Экономический фактор здесь выступает как обобщающий.

Направления совершенствования комплектования МТА

Из вышеизложенного материала не трудно определить основной путь совершенствования машин. Он заключается в создании широкозахватных бесцепочных машин. Расчет количества машин в агрегате в этом случае сведется теперь к выбору широкозахватной бесцепочной машины для агрегатирования с выбранным трактором.

Так в настоящее время разработаны, приняты к производству и выпускаются машины БМШ-15, ЛДГ-15, КТС-10-1, КПШ-9, ПГ-3-5 и др.

Приняты к производству и готовятся к массовому производству БМШ-20, ЛДГ-20, СЗС-12, СЗС-16, КПШ-11, КПШ-15. Готовятся широкозахватные бесцепочные машины шириной до 18...22м.

К агрегату, переведенному для дальнего транспорта предъявляются жесткие требования – ширина переведенной машины (агрегата) в дальний транспорт не должна превышать 4,2м! Не одна машина не будет допущена к массовому производству, если она не складывается до ширины 4,2м!

К этим машинам предъявляются требования перевести их из рабочего положения в транспортное за 20...40 мин.(агрегат из сцепы 4-6 сеялок СЗС-2,1 переводится в дальний транспорт за 3 часа).

В связи со сложившимся направлением создания широкозахватных машин и в результате жестких требований ГИБДД широкозахватные машины исполняются, как правило, теперь в шарнирно-сочлененном состоянии, что позволяет им не только хорошо копировать мезорельеф полей при работе, но переводить их в транспортное положение (дальнего транспорта).



Если внимательно посмотреть заметим, что у широкозахватных машин все элементы конструкции по назначению подразделяются на две части: 1. Для осуществления технологического процесса, куда входят: рама, рабочие органы, механизмы перевода в малый транспорт (для разворота агрегата); 2. Для перевода машины в дальний транспорт (для перевозки их на другое поле, в бригаду, центральный машдвор и др.), куда входят шарнирные сочленения отдельных секций машины, механизмы складывания рамы, дополнительной гидросистемы и т.д.

Однако, к сожалению конструкция устройств для перевода такого агрегата в положение дальнего транспорта значительно усложнила машину, снизила ее эксплуатационную надежность, повысила стоимость машин.

Основное направление решения этой проблемы:

- обосновать транспортную ширину машины в положении дальнего транспорта (до 6...7м), создание и использование механизмов перевода в дальний транспорт и транспортировать без перевода;
- при ширине выше 6...7м создавать сеялки в двух- трехсекционном шарнирном варианте с механизмом перевода в положение дальнего транспорта, переводить в положение дальнего транспорта до ширины 12м.
- При ширине агрегата (машины) выше 12...16м создавать шарнирно-секционный (более трех секций) и транспортировать на платформах;
- В случае невыраженного рельефа и мало пересеченной местности использовать передвижные и стационарные мосты, переезды, плотины и т.д., разрабатывая их оптимальные маршруты (переездов, перемещений) агрегатов;
- Максимальная производительность;
- Минимальные приведенные затраты;
- Максимальная тяговая мощность на данной передаче;
- Минимальные затраты топлива, труда, средств

### **1. 5 Лекция №5 ( 2 часа).**

**Тема:** «Механизация производственных процессов в растениеводстве и их оптимальное проектирование»

#### **1.5.1 Вопросы лекции:**

- 1 Основные понятия и определения. Общие принципы разработки высоких и интенсивных технологий возделывания с.-х. культур.
- 2 Программирование урожая
- 3.Основные принципы построения технологических процессов и организации механизированных работ
- 4 Технологические карты возделывания сельхозкультур и их использование в проектировании производственных процессов

#### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

- 1 Основные понятия и определения. Общие принципы разработки высоких и интенсивных технологий возделывания с.-х. культур.

Понятие о технологии механизированных работ

Под технологией в общем случае подразумевают обоснованную для заданных условий закономерность выполнения соответствующих операций или работ.

Технология возделывания сельскохозяйственных культур — научнообоснованный для конкретных почвенно-климатических условий перечень операций или работ по возделыванию каждой сельскохозяйственной культуры — от подготовки семян и почвы до уборки урожая и закладки его на хранение. При этом предусматривают получение наибольшего возможного урожая в заданных условиях с наименьшими затратами соответствующих ресурсов. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур

разрабатывают для каждой почвенно-климатической зоны соответствующие научно-исследовательские институты на основе результатов многолетних полевых опытов с учетом передового производственного опыта и издают в виде зональных типовых (примерных) технологических карт.

Такие технологические карты в общем случае содержат: полный перечень всех работ по возделыванию каждой сельскохозяйственной культуры, включая различные возможные варианты выполнения отдельных групп операций (гладкая или гребневая посадка картофеля, раздельная уборка зерновых колосовых культур или прямым комбайнированием и т.д.); основные агротехнические требования, включая сроки выполнения каждой операции; составы эффективных машинно-тракторных и других агрегатов; число обслуживающего персонала; производительность агрегатов и эксплуатационные затраты и др.

На основании типовых зональных технологических карт специалисты каждого хозяйства разрабатывают собственные технологические карты с учетом особенностей местных почвенно-климатических условий.

По мере накопления новых данных и производственных достижений технологии возделывания сельскохозяйственных культур и соответствующие технологические карты непрерывно совершенствуют. Такой процесс совершенствования отражается и на названиях технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Технологии, основанные на комплексной механизации работ по возделыванию сельскохозяйственных культур, стали называть индустриальными технологиями.

Дальнейшее развитие технологий возделывания сельскохозяйственных культур с внедрением элементов программирования урожая и других научных методов организации труда было отмечено переходом к интенсивным технологиям.

Однако для повсеместного применения новейших технологий возделывания сельскохозяйственных культур не всегда хватает соответствующих высококвалифицированных кадров, материальной базы и других средств.

Исходя из этого, рекомендованные технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатических и производственных условий каждой зоны и хозяйства подразделяют на три группы, включая высокие, интенсивные и нормальные.

*Высокие технологии* — система получения в конкретных почвенно-климатических условиях (агроландшафтах) наивысшей урожайности соответствующих сельскохозяйственных культур высокого качества, которая в достаточной степени окупает затраты ресурсов на ее получение. Такие технологии предусматривают высокий уровень использования удобрений новейших научных достижений и программирования урожая, новых высокоинтенсивных сортов сельскохозяйственных культур и методов борьбы с болезнями и вредителями культурных растений. При этом обеспечивается реализация потенциала каждого сорта сельскохозяйственной культуры более чем на 80 % с минимальными затратами ресурсов на единицу продукции.

*Интенсивные технологии* — система получения высокоэффективного урожая сельскохозяйственных культур при компенсации соответствующих затрат и выноса из почвы питательных веществ в сочетании с мероприятиями по защите культурных растений от сорняков, болезней и вредителей. Уровень реализации потенциала каждого сорта при этом должен превышать 60 %.

*Нормальные технологии* — система получения урожая с использованием биологических ресурсов агроландшафта, обеспечивающая реализацию потенциала каждого сорта сельскохозяйственной культуры более чем на 40 %.

Практическая реализация каждой из указанных технологий зависит от конкретных почвенно-технологических и производственных условий хозяйства, включая наличие высококвалифицированных кадров, соответствующей системы машин и др.

Важнейшее значение при этом имеет также практическое применение современных научных методов программирования урожаев сельскохозяйственных культур.

## 2 Программирование урожая

В упрощенной форме предусматривает: определение потенциально возможного гарантированного урожая каждой сельскохозяйственной культуры в заданных почвенно-климатических условиях; составление научно обоснованной программы получения расчетного урожая в виде соответствующей технологической карты, корректируемой с учетом изменяющихся почвенно-климатических условий и состояния растений; практическую реализацию разработанной программы и непрерывное ее совершенствование.

Основой программирования урожаев является практическое применение достижений многих смежных наук, включая физиологию растений, земледелие, растениеводство, почвоведение, агрохимию, метеорологию, агрофизику, математику, кибернетику, экономику и др. Поэтому программирование урожаев — довольно сложный процесс как в научном, так и в практическом плане и пока речь идет в основном о принципах его реализации.

Программирование урожая упрощенно представляет собой управление формированием урожая, предусматривающее непрерывный сбор и обработку информации о состоянии посевов и факторов внешней среды, объективную оценку этой информации и принятие соответствующих решений по воздействию на почву и растения с последующей практической реализацией этих решений.

Важнейший первоначальный элемент программирования урожая — определение (расчет) ожидаемого (прогнозируемого) урожая сельскохозяйственной культуры в заданных почвенно-климатических условиях.

На основании многочисленных исследований и практического опыта установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур зависит главным образом от трех факторов: обеспеченности солнечной энергией или фотосинтетически активной радиации (ФАР); биоклиматических показателей продуктивности земли или почвенного питания; влагообеспеченности посевов в течение вегетационного периода.

Наименьшую урожайность, полученную по каждому из указанных факторов, принимают за возможную (потенциальную) урожайность в заданных условиях.

## 3. Основные принципы построения технологических процессов и организации механизированных работ

Основные принципы построения и проектирования технологических процессов и организации механизированных работ обусловлены особенностями сельскохозяйственных производственных процессов.

К основополагающим принципам относятся: комплексная механизация выполнения всех работ, входящих в технологический процесс; выполнение каждого технологического процесса в оптимальные календарные сроки с высоким качеством; эффективная работа агрегатов при высокой производительности и наименьшем удельном расходе соответствующих ресурсов в расчете на единицу объема работы и продукции; уменьшение отрицательного воздействия агрегатов на окружающую среду (почву, воздух, воду, культурные растения); обеспечение условий для длительной и эффективной работы механизаторов, а также вспомогательных рабочих.

*Комплексная механизация* — основная организационная форма машинного производства растениеводческой продукции в требуемых количествах и предусматривает качественное выполнение с помощью машин как основных, так и вспомогательных операций (транспортных, погрузочно-разгрузочных и др.). Комплексная механизация может быть связана как с выполнением одного производственного процесса (внесение

удобрений, уборка сельскохозяйственной культуры), так и с возделыванием отдельной сельскохозяйственной культуры.

Материально-технической базой комплексной механизации является система машин, представляющая собой совокупность соответствующих машин, взаимоувязанных как по технологическому процессу, так и по производительности с учетом конкретных при-родно-производственных условий.

*Оптимальные сроки выполнения* отдельных работ, входящих в технологический процесс, обусловлены природными циклами, а также местными почвенно-климатическими и биологическими особенностями возделываемых сельскохозяйственных культур. Нарушение установленных агротехнических сроков выполнения сельскохозяйственных работ ведет к неизбежным качественным и количественным потерям урожая.

От календарных сроков выполнения работ технологического процесса в значительной степени зависят и используемые принципы организации соответствующих работ. Если все операции технологического процесса выполнять без технологических интервалов, то необходимо соблюдать принцип непрерывности обрабатываемого материала (например, при прямом комбайнировании зерновых колосовых культур).

При наличии технологических разрывов между отдельными операциями технологического процесса должен соблюдаться принцип их согласования во времени и в пространстве. Характерный пример такого согласования — заготовка прессованного сена, при которой технологический разрыв связан с периодом сушки травы, а пространственное согласование — с расположением тюков на поле в определенном порядке.

*Эффективная работа агрегатов* с высокой производительностью при наименьшем расходе используемых ресурсов обеспечивается на основе практического применения всех научных методов, изложенных в части 1.

*Уменьшение отрицательного воздействия агрегатов на окружающую среду* является актуальной проблемой в области механизации сельскохозяйственного производства. Многократные проходы агрегатов по полю в процессе возделывания сельскохозяйственных культур приводят к переуплотнению почвы и существенному уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур. Уменьшение уплотнения может быть достигнуто многими способами, включая уменьшение грузооборота машин и технологических материалов; применение комбинированных агрегатов; использование шин низкого давления; использование единой технологической колеи при возделывании сельскохозяйственных культур и др.

Для исключения попадания топлива и смазочных материалов в почву и воду необходимо строгое соблюдение правил ухода за соответствующими системами и утилизации отработанных смазочных материалов.

*Обеспечение условий для длительной эффективной работы механизаторов* имеет важнейшее значение для эффективного функционирования всей системы механизации сельскохозяйственного производства.

Из-за тяжелых условий работы на агрегатах (вибрация, высокий уровень шума, повышенная загрязненность воздуха в кабинах и др.) подавляющее большинство механизаторов в возрасте 50...55 лет вынуждены переходить на другие виды работ, что связано не только с большими моральными, но и материальными издержками.

Исключить указанное отрицательное явление можно за счет создания более комфортных условий для работы механизаторов с учетом индивидуальных физиологических особенностей, а также установления оптимального режима работы и отдыха.

Приведенный краткий анализ свидетельствует о наличии значительных резервов дальнейшего совершенствования технологических процессов и организации механизированных работ в сельском хозяйстве. Практическая реализация этих резервов — одна из основных обязанностей инженерно-технических работников каждого хозяйства.

#### 4 Технологические карты возделывания сельхозкультур и их использование в проектировании производственных процессов

Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур включают перечень и последовательность всего комплекса работ, агротехнические требования, их нормативы и сроки проведения работ, рациональные составы агрегатов и обслуживающий персонал, примерные нормы выработки и расхода топлива, количество необходимых агрегатов на определенный объем работы, технико-экономические показатели, которые важны для рациональной организации производства

С учетом сложности и трудоемкости составления технологических карт по каждой культуре в помощь специалистам хозяйств разработаны и изданы примерные (типовые) зональные технологические карты на возделывание. В этих картах по каждому виду работ приведены различные варианты рациональных для данной зоны составов агрегатов и все другие технико-экономические показатели.

На основе этих примерных технологических карт в каждом колхозе и совхозе специалисты составляя конкретные технологические карты на возделывание всех сельскохозяйственных культур, учитывающие специфику условий работы и техническую оснащенность данного хозяйства, бригады, отряда или звена. После обсуждения и утверждения технологические карты становятся документом, обязательным для выполнения всеми механизаторами и работниками полеводческих бригад (отделений), а также для необходимых плановых расчетов. Составленные технологические карты по всем культурам и отраслям в каждом хозяйстве могут быть одновременно перспективным планом для внедрения соответствующих им систем машин и индустриальных технологий. В таблице 1 приведены формы технологических карт.

Таблица 1 – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № \_\_\_\_\_ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ \_\_\_\_\_

B \_\_\_\_\_

Норма высева семян - 2 ц/га

Норма внесения минеральных удобрений (с севом) - 0,6 ц/га

Нормы внесения ядохимикатов:

- протравливание семян - 2 кг на тонну

- борьба с вредителями яровой пшеницы - 1 кг на 1 га (35,8 га)

[illegible]

## **1. 6 Лекция №6 ( 2 часа).**

**Тема:** «Технология и правила производства механизированных работ»

### **1.6.1 Вопросы лекции:**

- 1 Операционные технологии внесения удобрений под основную обработку почвы
- 2 Операционная технология лушения стерни
- 3 Операционная технология вспашки
- 4 Операционная технология предпосевной обработки почвы
- 5 Технология и комплекс машин для защиты почв от водной и ветровой эрозии

### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

- 1 Операционные технологии внесения удобрений под основную обработку почвы

**Общие понятия.** Внесение удобрений под основную обработку почвы повышенными дозами рассматривают как основную, применительно к которой излагается данная операционная технология. Цели основного внесения удобрений — обеспечение растений элементами питания в течение всего вегетационного периода и улучшение физико-механических свойств самой почвы, включая ее структуру. Наибольшее положительное влияние на структуру почвы оказывают органические удобрения, поэтому потребность в них постоянно будет возрастать независимо от количества вносимых минеральных удобрений.

К органическим удобрениям относятся навоз (твердый, жидкий и полужидкий), торф, компосты, а также заделываемая в почву растительная масса.

Минеральные удобрения также подразделяют на твердые (гранулированные и пылевидные) и жидкие (аммиачная вода, безводный аммиак).

Последующие задачи операционной технологии будут рассмотрены на примере наиболее распространенных твердых органических и минеральных удобрений при сплошном (разбросном) способе их внесения.

Дозы внесения удобрений зависят от вида удобрений, почвенно-климатических условий, а также от возделываемых сельскохозяйственных культур, под которые их вносят. 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.

**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  $\pm 10\%$ ; неравномерность распределения удобрений по поверхности поля до  $\pm 25\%$  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. При этом каждый разбрасыватель удобрений практически агрегируют с трактором одной и той же марки.

В связи с этим основная задача заключается в выборе наиболее эффективного варианта агрегата, отвечающего наиболее полно требованиям ресурсосбережения и высокой производительности в заданных условиях.

Целесообразно в качестве основного показателя ресурсосбережения при этом учитывать приведенные затраты.

Для разбрасывателей удобрений различают три скорости движения: скорость движения с грузом  $v_r$  при переезде до поля, рабочая скорость при внесении удобрений  $v$  и скорость обратного движения  $v_x$  без груза.

Настройка разбрасывателей на требуемую дозу внесения удобрений и другие регулировочные работы, связанные с подготовкой агрегатов, проводят по правилам,

излагаемым в соответствующих дисциплинах по тракторам и сельскохозяйственным машинам.

*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, поэтому разбивать поле на загоны не требуется. Необходимо определить только ширину поворотной полосы и согласовать длину гона с грузоподъемностью разбрасывателя  $Q_{г.н/}$

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.

От края поля или загона по длине гона первый ряд куч располагают на расстоянии  $0,5B$ , а расстояние между рядами примерно равно ширине разбрасывания  $B$ , которая для РУН-15Б составляет примерно  $B = 30$  м. Расстояние между кучами  $l_k$  и масса кучи зависят от дозы внесения удобрений, и их вы

*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.

Первые три технологические схемы (прямоточная, перегрузочная, перевалочная) 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-ЗА 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 таблицах 9.1 и 9.2.

Для перевозки органических удобрений по перевалочной и двухфазной технологическим схемам используют автомобили-самосвалы, тракторные прицепы, а также и сами разбрасыватели со снятыми барабанами.



При внесении минеральных удобрений по перегрузочной технологической схеме используют автомобили-самосвалы типа ГАЗ-САЗ-3508, грузоподъемность которых должна быть равна грузоподъемности разбрасывателя.

*Контроль качества работы* агрегатов для сплошного внесения органических и минеральных удобрений сводится к проверке соответствия фактических показателей качества работы предъявляемым агротехническим требованиям. При этом пользуются методом оценки качества работы в баллах.

Основной показатель качества работы разбрасывателей в полевых условиях — заданная доза внесения удобрений, которую необходимо соблюдать. Для этого в кузов разбрасывателя грузят определенное контрольное количество удобрений и после рабочего хода до опорожнения кузова рассчитывают фактическую дозу внесения удобрений. Если отклоняется более чем на 10 % от нормативного значения, то проводят соответствующую настройку. Неравномерность распределения удобрений по поверхности поля определяют путем взвешивания количества удобрений на 1 м<sup>2</sup> по ходу и поперек хода агрегатов, предварительно расставив по полю целлофановые коврики.

Отклонению от заданной дозы внесения органических и минеральных удобрений на 5, 10 % и более соответствуют баллы 3, 2, 1, а неравномерности распределения удобрений на 15, 25 % и более соответствуют баллы 3, 2, 1. Отсутствию огрехов соответствует 3 балла, а наличию — 0.

*Охрана труда и техника безопасности* предусматривают проведение необходимых мероприятий по обеспечению безопасной работы как механизаторов, так и самих машин и агрегатов, поскольку органические и особенно минеральные удобрения являются веществами повышенной вредности.

Отдельные виды минеральных удобрений при соприкосновении с другими веществами становятся пожаро- и взрывоопасными. Например, бумажные мешки из-под аммиачной селитры воспламеняются под воздействием солнечных лучей. Хранение той же аммиачной селитры с торфом, соломой, опилками и другими органическими материалами может стать причиной взрыва. Остатки органических и минеральных удобрений на механизмах и деталях разбрасывателей вызывают интенсивную коррозию и последующее увеличение числа аварийных поломок. Повышенные дозы удобрений, особенно минеральных, оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду.

С учетом указанных особенностей необходимо в операционных картах давать четкие указания по правилам безопасной работы на агрегатах по внесению органических и минеральных удобрений.

## 2 Операционная технология лущения стерни

Под лущением стерни подразумевают обработку почвы на сравнительно 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 лущения, так и при вспашке (после прорастания семян, заделанных лущильниками); уменьшения силы сопротивления почвы при вспашке (до 35 %) и соответствующего снижения расхода топлива, а также повышения производительности пахотных агрегатов.

*Агротехнические требования:* глубина лущения дисковыми орудиями 5...10 см с допуском +1,5 см и 10...18 см — лемешными лущильниками с допускаемой высотой гребней до 4 см; полное уничтожение сорняков; количество незаделанной стерни — до 4 %; перекрытие смежных проходов для дисковых лущильников — 15...20 см при полном отсутствии огрехов.

*Подготовка агрегатов* предусматривает выбор соответствующего типа лущильника (дискового или лемешного); комплектование ресурсосберегающих агрегатов и настройку рабочих органов на требуемый режим работы. Выбор типа лущильника зависит от вида сельскохозяйственной культуры — предшественника, состояния почвы и ее засоренности.

Лемешными лушильниками обрабатывают преимущественно уплотненные почвы после уборки кукурузы и подсолнечника, а также участки, засоренные корнеотпрысковыми сорняками. В остальных случаях используют дисковые лушильники.

Составы высокопроизводительных ресурсосберегающих агрегатов определяют методами, изложенными в части 1. Полученные на основе указанных методов составы агрегатов для лущения стерни и условия их эффективного использования по длине гона приведены в таблице 9.3.

Агрегаты Т-150 + ЛДГ-10А и Т-150К +ЛДГ-10А используют в основном для обработки тяжелых почв, основные рабочие скорости их в зависимости от условий составляют 6... 10 км/ч.

Подготовка лушильников 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 мало-засоренных почвах — 30°; на уплотненных и засоренных почвах — 35°. Правила подготовки лушильников к работе более полно изложены в курсе сельскохозяйственных машин.

*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 лушильников применяют в основном челночный и круговой способы движения, при которых не требуется разбивка поля на загоны. Ширину поворотной полосы при челночном способе движения определяют, принимая число проходов агрегата за целое- (примерно 3...4 прохода). Основной способ движения лемешных лушильников — чередование способов всвал и вразвал

Ширина поворотной полосы соответствует примерно 8...12 проходам агрегата.

*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.

Как было указано ранее, при работе дисковых лушильников основным способом движения является челночный под заданным углом к направлению движения уборочных агрегатов. Более эффективным с этой точки зрения может оказаться диагональный способ движения как разновидность челночного способа. На полях со сплошной конфигурацией и с длиной гона менее 50 рабочих захватов агрегата более эффективен для дисковых лушильников — круговой способ движения.

Для лемешных лушильников принципиально возможны те же способы движения, что и для вспашки (более подробно рассмотрены далее). Наиболее эффективный и удобный для практического применения — чередование способов всвал и вразвал. Для сохранения влаги, обработки каждого поля в наиболее сжатые сроки и ускоренного проведения последующих операций более эффективна поточная работа уборочных агрегатов и агрегатов для лущения стерни.

Каждый агрегат при этом должен работать на своем загоне. Необходимо обеспечить также эффективное функционирование всех видов обслуживания, включая техническое, устранения отказов и др.

*Контролируют качество работы* по трем основным показателям — глубине обработки, подрезанию сорняков и выравниванию поверхности поля, оценивая их в последующем в баллах .

Большому числу баллов соответствует более высокая оценка, однако при нарушении агротехнических требований хотя бы по одному показателю качество работы может быть признано неудовлетворительным

3 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  $\pm 5$  %; 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* по аналогии с предыдущими случаями 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); способу агрегатирования (прицепные, навесные, полунавесные); 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  $52 \text{ кН/м}^2$ ) при глубине вспашки 20...22 см и длине гона 150...300 м наиболее эффективны пахотные агрегаты типа МТЗ-80(82) + ПЛН-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  $E$  округля.п в большую сторону до значения, кратного ширине захвата плуга.

Принципиально возможно и беспетлевое комбинированное движение пахотных агрегатов, однако такое движение сложнее на практике. Основное преимущество этого способа движения состоит в отсутствии петлевых поворотов и соответственно при меньшей ширине поворотной полосы

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. Календарные сроки вспашки зависят от зональных почвенно-климатических условий. 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. Дополнительно уменьшить потери времени смены при чередовании способов движения всвал и вразвал возможно за счет обработки нечетных загонов способом всвал в направлении слева направо, а четных загонов вразвал — справа налево.

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: по глубине пахоты, выравненность пашни и гребнистости.

Дополнительно учитывают также заделку сорняков, удобрений и пожнивных остатков, наличие огрехов, качество обработки поворотных полос.

#### 4 Операционная технология предпосевной обработки почвы

**Общие понятия.** 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 природно-производственных условий выполняют в разных сочетаниях и разной последовательности следующие основные операции предпосевной обработки почвы: сплошную культивацию; боронование; прикатывание; комбинированную обработку, включая фрезерование почвы. Конкретные виды операций предпосевной обработки почвы, последовательность и особенности их проведения в каждом конкретном случае более детально будут рассмотрены далее при изложении интенсивных технологий

возделывания сельскохозяйственных культур. Поэтому в данном разделе будут изложены общие вопросы операционной технологии проведения указанных работ по предпосевной обработке 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  $\pm 1$  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 стрельчатыми лапами в сочетании с боронованием. Поэтому последующие задачи операционной технологии сплошной культивации будут рассмотрены на примере культиватора КПС-4 с зубовыми боровами.

*Подготовка агрегатов* предусматривает комплектование ресурсосберегающих агрегатов рассмотренными ранее методами и проведение необходимых регулировок рабочих органов. Диапазоны ресурсосберегающих мощностей тракторов для сплошной культивации в зависимости от длины гона приведены в таблице 3.1. С учетом этих данных и наличия соответствующих тракторов 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 + 12БЗСС-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, чтобы они всей режущей кромкой прилегали 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** по аналогии с рассмотренными ранее операциями 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. Групповую работу агрегатов организуют в соответствии с ранее приведенными рекомендациями при работе каждого агрегата на отдельном загоне.

*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 краев поля, из-за которых может быть снижена общая оценка независимо от трех основных показателей.

**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 легкие с давлениями на один зуб соответственно 20...30, 10...20, 5...10Н.

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 Юм при рабочей скорости до 9 км/ч) применяют для предпосевной обработки зяби, а также для лущения стерни.

Наибольшее распространение для предпосевной обработки почвы получили зубовые бороны, особенно средние и скоростные типа БЗСС-1,0. Поэтому операционную технологию боронования рассматриваем на примере этих борон, а для других борон указываем в основном особенности использования и агрегатирования.

К *зубовым боронам* предъявляют следующие агротехнические требования: отклонение от заданной глубины рыхления (3...5 см) не более  $\pm 1$  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 среднеуплотненных 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 400м; ЮМЗ-6М-СП-11 + + 12БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0)-при длинах гона 400...600м; МТЗ-80 + СП-11 + 12БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0) — при длинах гона 600..1000 м; ДТ-75М + СГ-21 = 21 БЗСС-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°).

По аналогии с указанными данными агрегаты с дисковыми боронами рекомендуют использовать при следующих длинах гона: МТЗ-80 + БДН-3,0 (ширина 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 длинах гона более 1000 м.

Агрегаты с зубowymi боронами настраивают на регулировочной площадке в таком порядке: размечают на сцепке места для присоединения борон; проверяют исправность и длину зубьев и при необходимости выравнивают или заменяют; соединяют бороны между собой планками и цепями. У дисковых луцильников и дисковых борон устанавливают требуемый 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, а также круговой при малых длинах гона и сложной конфигурации полей. Ширину поворотной полосы в общем случае определяют по таблице 4.1. 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 поперек пахоты или под углом к ней. Односледное боронование зубowymi боронами целесообразно вести челночным или диагональным способом, а двухследное — диагонально-перекрестным способом.

*Качество работы* бороновальных агрегатов контролируют ранее описанным методом, оценивая три основных показателя в баллах — глубину рыхления, гребнистость и глыбистость (по диаметру комков). При наличии огрехов работу бракуют независимо от значений других показателей.

**Прикатывание почвы.** Проводят его как до, так и после посева. Цель предпосевного прикатывания — разрушение глыб, разрушение верхнего и уплотнение предповерхностного слоев почвы, частичное выравнивание поверхности поля. Прикатывание посевов улучшает контакт семян с почвой и увеличивает приток влаги из нижних горизонтов, что способствует более быстрому появлению дружных и равномерных всходов. Прикатывание поля повышает также равномерность 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, борон-чатые и водоналивные катки.

Кольчато-шпоровые катки типа ЗКШ-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/см.

Кольчато-зубчатые катки прицепные односекционные ККН-2,8, двухсекционные 2ККН-2,8 и трехсекционные ЗККН-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/см в зависимости от количества воды в цилиндре общей вместимостью 500 л.

Легкие водоналивные унифицированные катки типа СКГ-2-1, СКГ-2, 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.

Составы ресурсосберегающих агрегатов для прикатывания почвы определяют по таблице 3.1 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 рекомендуют агрегаты: МТЗ-80 + С-11У + 2х3 ККШ-6, МТЗ-80 + С-ПУ + 2ККН-2,8 (ЗККН-2,8), МТЗ-80 + С-11У + 2КВГ-1,4 (ЗКВГ-1,4) — при длинах гона до 600 м. При длинах гона более 600 м применяют широкозахватные агрегаты на базе тракторов ДТ-75М, Т-150, Т-150К и К-701 с использованием сцепок СП-16 или СГ-21.

Легкие водоналивные катки используют как самостоятельно, так от ВОМ, обеспечивающий за один проход предпосевную подготовку почвы. Конкретные рекомендации по практическому применению рассмотренных комбинированных машин изложены далее в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

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 рекомендуют 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 (см. рис. 4.5, 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 (2.8) и состав звена при групповой работе — по формуле (2.17). 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.

## 5 Технология и комплекс машин для защиты почв от водной и ветровой эрозии

**Общие сведения.** Под ветровой и водной эрозией почвы в общем случае подразумевают процесс разрушения и сноса частиц почвы под воздействием ветра и потоков воды. Ветровая эрозия проявляется в виде сдуваемых с поверхности почвы мелких частиц и уносимых потоками воздуха на значительные расстояния. Такие воздушные потоки при больших скоростях движения могут превращаться в пыльные бури. Ветровой эрозии подвержены степные районы Западной Сибири, Поволжья,



Северного Кавказа и некоторые другие регионы. Водная эрозия особенно характерна для склоновых земель, когда частицы почвы смываются дождевыми потоками и талыми водами.

Первопричиной возникновения ветровой и водной эрозии почвы чаще является многолетнее механическое воздействие рабочих органов и ходовых систем сельскохозяйственных машин и агрегатов в процессе выполнения различных полевых работ. Для защиты почвы от ветровой эрозии используют различные агротехнические приемы, обеспечивающие создание ветроустойчивой поверхности почвы. Основные из этих мероприятий: сохранение стерни и пожнивных остатков на поверхности полей; применение почвозащитных севооборотов; сокращение числа проходов агрегатов по полям и др. Указанные мероприятия замедляют и процессы, связанные с водной эрозией. Кроме того, при возделывании сельскохозяйственных культур на склонах применяют и другие мероприятия для борьбы с водной эрозией, обеспечивающие уменьшение поверхностного стока воды. Основными из таких мероприятий являются: вспашка поперек склона; образование лунок и прерывистых борозд; кротование; снегозадержание; образование водоотводов и др. Одно из наиболее распространенных и эффективных мероприятий по борьбе с ветровой и водной эрозией — плоскорезная обработка почвы с сохранением стерни колосовых предшественников. Поэтому далее рассматривают операционную технологию плоскорезной обработки почвы, которая также относится к группе операций основной обработки почвы. При этом различают мелкую на глубину 8...16 см и глубокую на 20...30 см плоскорезные обработки почвы.

*Агротехнические требования:* сохранение стерни за один проход агрегата на 85...90 % при мелкой и на 80...85 % при глубокой плоскорезной обработках; отклонение глубины обработки от заданной на 1...2 см и 3...4 см соответственно; наибольший диаметр комков до 5 и до 10 см; высота гребней до 5 см; ширина борозд, образующихся от стоек плоскорезных лап, — не более 20 см; полное подрезание сорных растений; огрехи и необработанные полосы не допускаются.

*Подготовка агрегатов* предусматривает выбор соответствующего типа плоскореза, комплектование ресурсосберегающих агрегатов в зависимости от условий работы и настройку их на требуемый режим работы. Для основной плоскорезной обработки почвы и рыхления паров на глубину 25...30 см рекомендуют навесные культиваторы-шгоскорезы-глубокорыхлители типа КПП-250А, ПП-3-5, ПП-3-100. Глубокую плоскорезную обработку почвы с одновременным внесением минеральных удобрений проводят глубокорыхлителями-удобрителями типа навесного ГУН-4 и прицепного КПП-2,2.

Мелкую плоскорезную обработку почвы осуществляют навесными культиваторами-плоскорезами типа КПШ-5 и КПШ-11.

При агрегатировании трактора К-701 с двумя плоскорезам и -глубокорыхлителями-удобрителями КПП-2,2 используют среднюю секцию сцепки СП-16. Агрегаты на базе трактора К-701 целесообразно применять при длинах гона более 400 м, а остальные — практически при всех длинах гона.

Комплектование агрегатов и настройка их на требуемый режим работы осуществляются в соответствии с существующими рекомендациями.

*Подготовку поля* осуществляют аналогично агрегатам для пахоты с предварительной очисткой полей и разбивкой поля на загоны. Основные способы движения — всвал, вразвал и способ чередования загонов всвал и вразвал (см. рис. 4.5, 2). Оптимальную ширину загона при этом можно вычислить по формулам (9.5) и (9.6).

Например, при длине гона  $L = 600$  м для агрегата Т-150 + КПП-250А ( $S = 2,1$  м), используя формулу (9.5), получим оптимальную ширину загона  $C_{opt} = 121,4$  м. Если округлить это число до значения, кратного удвоенной ширине захвата, то получим рациональную ширину загона  $C_p = 121,8$  м при 29 двойных проходах агрегата по загону. Ширину поворотной полосы рассчитывают по таблице 4.1, округляя полученное значение

до кратного ширине захвата агрегата. Беспетлевой комбинированный способ движения более сложен для практического применения.

Возможно применение челночного способа движения (см. рис. 4.5, а) и при плоскорезной обработке почвы. Однако при движении в обратном направлении тракторист не видит движения колеса относительно границы обработанной полосы, находящейся с левой стороны, поэтому не обеспечивает требуемое качество работы. При работе глубокорыхлителей-удобрителей ГУН-4 и КПП-2,2 длину гона необходимо согласовывать с вместимостью туковых ящиков в соответствии с формулами (8.5)...(8.7).

*Организация работы агрегатов* преследует те же задачи, что и при вспашке, включая организацию движения агрегатов, определение общего требуемого числа агрегатов, а также состав технологических комплексов для групповой работы.

Направление движения агрегатов на полях с углом склона до  $3^\circ$  целесообразно выбирать поперек направления предыдущей обработки, при котором обеспечивается более высокое качество работы, включая постоянство глубины рыхления почвы.

На полях с углом склона более  $3^\circ$  плоскорезную обработку почвы проводят поперек склона и по горизонталям на сложных склонах для предотвращения смыва почвы.

При движении чередованием загонов сначала способом всвал обрабатывают первый и третий загоны, а затем второй загон — способом вразвал, что уменьшает потери времени смены на холостые проезды агрегата между загонами. Каждый агрегат звена при этом должен работать на отдельном загоне.

Требуемое число транспортных агрегатов для перевозки минеральных удобрений упрощенно рассчитывают в соответствии с условием поточной работы агрегатов с учетом нормы (50...600 кг/га) внесения удобрений.

**Качество работы агрегатов** контролируют — проверяют выполнение агротехнических требований. Качество плоскорезной обработки почвы оценивают по ранее приведенной методике по трем основным показателям: глубине обработки почвы, сохранению стерни и полноте подрезания сорняков.

## **1. 7 Лекция №7 ( 2 часа).**

**Тема:** «Планово- предупредительная система технического обслуживания машин

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Основные научные положения системы технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве
2. Характеристика планово-предупредительной системы ТО и ремонта МТП.
3. Содержание технического обслуживания машин.

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Основные научные положения системы технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве

Под системой технического обслуживания и ремонта машин понимается совокупность взаимосвязанных средств, документации и исполнителей, необходимых для обеспечения готовности машин к выполнению сельскохозяйственных работ.

1) В основе построения системы технического обслуживания и ремонта лежат машины, выпускаемые промышленностью с определенной надежностью, характеризующейся такими ее свойствами, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Количественные показатели надежности позволяют сравнивать отечественные машины друг с другом, а также с зарубежными машинами аналогичного назначения.

2) С 30-ых годов в сельском хозяйстве нашей страны утвердилась планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта, сыгравшая ис-

ключительно важную положительную роль в воспитании инженерных и рабочих кадров, обеспечении готовности машин. Развитие и совершенствование методов и средств диагностирования параметров технического состояния машин позволяет уже на современном этапе в большинстве случаев отказаться от проведения предупредительных ремонтно-обслуживающих работ по жесткому заранее рассчитанному регламенту, основанному на учете наработки, а проводить предупредительно, но на основе обязательной периодической оценки фактического технического состояния машины. В настоящее время «Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве» предусматривает три стратегии технического обслуживания и ремонта:

по потребности после отказа –  $C_1$

регламентированная в зависимости от наработки (календарного времени) по сроку и содержанию ремонтно-обслуживающих воздействий –  $C_2$ ;

по состоянию с периодическим или непрерывным контролем (диагностированием) –  $C_3$ .

Две последние стратегии имеют планово-предупредительный характер. Применительно к ним последствия отказов, возникших до назначенного срока проведения ремонтных работ, устраняют по мере необходимости.

Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве максимально ориентирована на стратегию проведения ремонтно-обслуживающих воздействий по состоянию с периодическим или непрерывным контролем, являющуюся наиболее эффективной. Стратегия  $C_3$  имеет три варианта, уточняющих порядок контроля и назначения ремонтно-обслуживающих воздействий:

$C_1^3$  - срок выполнения ремонтно-обслуживающих воздействий, жестко не планируется, состояние контролируется периодически по принятым критериям и правилам с учетом производственной ситуации, объем ремонта строго регламентируется;

$C_1^2$  - то же, но содержание работ не регламентируется, а определяется по результатам диагностирования;

$C_1^3$  - срок выполнения предупредительных ремонтных работ планируется жестко, содержание работ не регламентируется и определяется техническим состоянием по результатам контроля (диагностирования) с учетом производственной ситуации, последствия отказов устраняются по мере их возникновения.

В табл.1 представлены варианты стратегии ремонтно-обслуживающих воздействий, применяемые для машин различных видов.

3) Планово-предупредительная стратегия ( $C_2$ ), регламентированная в зависимости от наработки, строится на основе прогнозирования основных параметров технического состояния.

4) Система технического обслуживания и ремонта, являясь построением, вторичным по отношению к самим машинам, оказывает существенное влияние на процесс совершенствования конструкций машин и технологию изготовления, выступая в роли обратной связи.

Проводниками обратной связи являются инженеры, организующие использование машин в сельском хозяйстве и обеспечивающие их готовность к использованию. Эффективность обратной связи прямо зависит от совершенства экономического механизма взаимоотношений производителей машин с их потребителями.

## 2. Характеристика планово-предупредительной системы ТО и ремонта МТП.

Содержание машин в работоспособном состоянии обеспечивается своевременным качественным ТО и ремонтом их.

Техническое обслуживание машин – это комплекс работ, направленный на поддержание исправности и работоспособности при подготовке, использовании машины по назначению, транспортировке и ее хранении.

Техническое обслуживание включает:

- 1) уборочно-моечные,
- 2) заправочные,
- 3) контрольно-диагностические,
- 4) смазочные,
- 5) крепежные,
- 6) регулировочные,
- 7) обкаточные и другие виды работ.

Конкретный по содержанию комплекс работ по техническому обслуживанию, проводимый с определенной периодичностью или при известной эксплуатационной ситуации (например, переход с летних на зимние условия), называется видом технического обслуживания.

Комбинация разных видов ТО и ремонтов, проводимых в определенной последовательности, а также их планирование и проведение в конкретных условиях эксплуатации с целью обеспечения необходимых показателей качества и количества выполняемой машиной работы, называется системой ТО.

**Элементами системы ТО являются:**

- эксплуатационная обкатка;
- периодическое техническое обслуживание;
- ТО в особых условиях;
- текущий и капитальный ремонты машин.

Для тракторов, автомобилей и СХМ предусмотрены следующие виды ТО: ежесменное (ЕТО); первое техническое обслуживание (ТО-1); второе – (ТО-2); третье – (ТО-3); сезонное техническое обслуживание (СТО), а также ТО при обкатке, транспортировании и хранении.

В сельском хозяйстве действует «Положение о планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта машин», утвержденное Министерством сельского хозяйства РФ и Госкомитетом по производственно-техническому обеспечению сельского хозяйства.

Плановая – потому, что все виды ТО проводят после выполнения строго установленной наработки по заранее составленному плану-графику.

Предупредительная – потому, что она (система) предусматривает строго регламентированную периодичность и обязательный состав технологических операций, которые предупреждают возникновение технических неисправностей, повышенных (аварийных) износов и поломок деталей.

Комбинированный характер систем ТО приобретает в настоящее время и в ближайшую перспективу, когда научно-технический прогресс способствует повышению надежности машин (для тракторов, решение о постановке на производство которых принято в 1982 г, периодичность увеличена более чем в 2 раза – 60 мото-часов против 125!), развитию, постановке на производство и использованию диагностических приборов и установок, которые в свою очередь обуславливают возможность выполнять только часть операций очередного ТО, оставшаяся часть по заключению инженера-диагноста переносится на следующее ТО или по потребности (например, через день, после окончания цикла, например, посева).

В настоящее время в большинстве РТП и хозяйствах пока еще все операции выполняются в соответствии с графиком и технологией ТО (в крайнем случае до ТО-2), а по ТО-3 и ремонту уже по потребности в соответствии заключением диагностов.

**Периодичность ТО**

Для тракторов, автомобилей и СХМ предусмотрены следующие виды ТО: ежесменное (ЕТО); первое ТО (ТО-1); второе ТО (ТО-2); третье ТО (ТО-3); сезонное ТО (СТО), а так же ТО при обкатке, транспортировании и хранении.

ТО-3 предусматривается только для тракторов.

Для ряда СХМ (сеноуборочные, жатки и т.д.) не предусмотрено ТО-2, ТО-3 и СТО, а для почвообрабатывающих, посевных, для внесения удобрений и защиты предусмотрены только ЕТО и ТР (текущий ремонт).

Вид ТО и ремонта	Тракторы и самоходные шасси	Комбайны, самоходные и сложные прицепные СХМ	Сеноуборочные жатки, машины по защите, прицепы, сцепки	Почвообрабатывающие, посевные, посадочные, для внесения удобрений и ядохимикатов
ЕТО	+	+	+	+
ТО-1	+	+	+	-
ТО-2	+	+	-	-
ТО-3	+	-	-	-
СТО	+	ПСО	-	-
ТР	+	+	+	+
КР	+	+	-	-

Общие документы изложены в виде государственных стандартов:

ГОСТ 7751-2009. «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения.»

ГОСТ 20793-86 «Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание»

ГОСТ 18322-86. «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.»

Система ТО включает:

- 1) получение и сборку новых СХМ, а также их настройку и регулировку;
- 2) приемку;
- 3) обкатку;
- 4) диагностирование;
- 5) все виды ТО (ЕТО, ТО-1, ТО-2, ТО-3, СТО);
- 6) технические осмотры;
- 7) хранение машин.

Периодичность ТО, в часах работы

Наименование машин	Единица измерения	Периодичность обслуживания		
		ТО-1	ТО-2	ТО-3
Тракторы и самоходные шасси (после 1981 г.)	Мото-час	60(125)	240(500)	960(1000)
Самоходные комбайны и машины	Мото-час	60	240	
Несамостоятельные комбайны и машины	Часы работы под нагрузкой	60	240	

Периодичность ТО в мото-часах удобна, неграмотка, ее можно запомнить любому лицу обслуживающего персонала и механизаторами. Однако вследствие отсутствия на большинстве тракторов и других машин мото-часов, эта система учета периодичности зачастую не приемлема. По этому введена система учета периодичности ТО по количеству (в кг) израсходованного в процессе работы топлива (дизельного), а также наработки в условных эталонных га.

Периодичность и примерная трудоемкость ТО тракторов и самоходных шасси (кг диз. топлива, усл. эт. га, час.).

Марка тракторов или самоходных шасси	Периодичность в литрах израсход. топл. И наработки в у.э.га			Трудоемкость ТО, час		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТО-1	ТО-2	ТО-3

	л	у.эт.г а	л	у.эт.г а	л	у.эт.га	ч	ч	ч
К-701	2700	200	10800	800	43200	3200	2,6	9,1	30
Т-150; Т-150К; ДТ-75С; Т-4А	1400	120	5600	480	22400	1920	2,5	12	25
ДТ-75М	1000	80	4000	320	16000	1280	2,5	8,5	20
Т-74	860	70	3440	280	13760	1120	2,3	8,5	20
МТЗ-80; МТЗ-82А; МТЗ-82Л	600	50	2400	200	9600	800	2,0	7,0	17
Т-40М; Т-40АМ; Т-40АНМ	540	40	2160	160	8640	640	2,0	7,0	17
ЮМЗ-6Л; ЮМЗ-6Л	480	40	1920	160	7680	640	1,7	6,0	15
Т-25А; Т-25АЛ	240	25	960	100	3840	400	1,0	3,0	10
Т-16М	160	15	640	60	2500	240	1,0	3,0	10

#### Периодичность технического обслуживания некоторых сложных СХМ.

Марка машины	Периодичность (в числителе в га, в знаменателе – в л.израсх.топлива)	
	ТО-1	ТО-2
Дон-1500	150...180/2000	650...720/25000
Дон-1200	120...150/1500	480...600/6400
СК-5	90...100/1020	360...400/4080
СК-6	110...120/1720	440...480/6880
СКД-6	80...90/960	320...360/3240
РКС-6	50/620	-
КС-1,8; КС-2,6	60	-
ККУ-2Д	12	-

Допускаются отклонения от установленной периодичности каждого вида обслуживания (ТО-1; ТО-2; ТО-3) не более чем на 10% для тракторов и 20% - для СХМ.

Сезонное ТО проводится 2 раза в год: при переходе к летним и зимним условиям работы. Критерием проведения СТО принята установившаяся  $t=15^{\circ}$ .

Сезонное ТО (СТО) совмещается с очередным ТО-1, ТО-2, ТО-3.

Новая или капитально отремонтированная машина должна проходить эксплуатационную обкатку. При этом в начальный период эксплуатации (первые 50-60 часов в зависимости от марки машины) машина используется по назначению с неполной нагрузкой. ТО в этот период характеризуется включением дополнительных работ.

ТО при хранении машины проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 7751-86 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения»

### 3. Содержание технического обслуживания машин.

#### **Приемка и досборка СХМ**

Приемка и досборка машин: осмотреть, при осмотре проверяется наличие пломб, инструмента, комплектность машины, ее состояние, запасные части. При недостаче или неисправности составляют акт, который служит основанием для предъявления претензий (рекламаций) заводу-изготовителю или ремонтному предприятию.

После получения СХМ, их неотлагательно собирают. Для этого должна быть на машдворе отдельная площадка для разгрузки СХМ, их сборки и регулировки. При их получении нужно строго смотреть за их комплектностью. В 15...25% случаев СХМ до сих пор были некомплектны. Срочная сборка необходима потому, что при сборке выявляется некомплектность, недосмотренная при получении СХМ.

Пример, кафедра ЭМТП получила БМШ-15. Выявлено отсутствие восьми механизмов опорных колес (корпус, ступица, кронштейн). После сборки СХМ нужно

тут же, на площадке отрегулировать машину (на машдворе должна быть служба технического обеспечения в виде специального звена для сборки и регулировки СХМ и ТО при хранении).

При получении (покупке) новой или отремонтированной машины, инженер должен получить и соответствующую документацию:

- техническое описание;
- руководство по эксплуатации;
- формуляр машины (сведения завода-изготовителя);
- технический паспорт.

После получения машины, ей присваивается индивидуальный номер и открывается регистрационная карточка учета.

### **Обкатка машин**

Поступающие в эксплуатацию машины после их изготовления или ремонта должны пройти эксплуатационную обкатку в целях лучшей приработки трущихся деталей и создания условий минимальной скорости изнашивания.

.1 Обкатка проводится в два этапа: сначала на холостом режиме, после вводят нагрузочный режим и доводят нагрузку до установленного предела.

.2 После приемки (осмотр, подтяжка, устранение подтеканий или неисправностей) начинают обкатку на холостом режиме: 1) сначала двигателя, 2) потом машины в целом. Здесь особо тщательно нужно выбрать режим обкатки, т.к. в этот период интенсивное изнашивание и приработка деталей. После – на нагрузочном режиме.

Продолжительность и режим обкатки машины каждой марки излагаются в инструкциях заводов-изготовителей, которых нужно строго придерживаться при обкатке.

При обкатке проводится ТО, которое состоит из трех этапов:

- при подготовке к обкатке,
- в процессе обкатки,
- по окончании обкатки.

При этом выполняют следующее: проверяют и подтягивают крепежные соединения; проверяют и при необходимости дозаправляют масляные картеры сборочных единиц машин; проверяют натяжение ремней и цепей; механизмы управления; гусеницы, давление в шинах и т.д.

Организация обкатки машин (тракторов, автомобилей, комбайнов) предусматривает обеспечение постепенного возрастания нагрузок: тяговых, скоростных, температурных и т.п.

Для достижения минимальной скорости изнашивания трущихся деталей обкатка выполняется в два этапа:

I этап заводская (по методике и правилам завода-изготовителя)

II этап эксплуатационная (при вводе машины в эксплуатацию).

При обкатке тракторов постепенность возрастания нагрузки создают путем агрегатирования поочередно с боранами, сеялками, катками, культиваторами и другими с.х. машинами, не требующими больших тяговых усилий.

Отметим общие требования для тракторов по длительности их обкатки на различных режимах работы.

1<sup>й</sup> режим – в течение первых 1,5-2,0 ч работа нового трактора без нагрузки;

2<sup>й</sup> режим – в течение последующих 4,0-6,0 ч работа трактора с орудиями, обеспечивающими 25% тяговую нагрузку;

3<sup>й</sup> режим – в течение 9,0-12 ч работа с 50% нагрузкой;

4<sup>й</sup> режим – в течение 15-20 ч работа трактора с 75% нагрузкой.

Таким образом, обкатка новых тракторов при вводе их в эксплуатацию занимает 30-40 ч, при этом на каждой ступени обкатки осуществляется работа на разных передачах при разной нагрузке в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя.

Во время обкатки внимательно следят за состоянием температурного режима всех узлов и агрегатов трактора, работой дизеля, осматривают трансмиссию, ходовую систему и др., периодически проверяют показания других контрольно-диагностических приборов.

После обкатки составляют акт о передаче трактора в эксплуатацию, в котором отмечается продолжительность и режим обкатки, расход топлива.

### **Техническое обслуживание тракторов**

Все операции по ТО можно подразделить на семь групп:

1. – очистительно-моечные
2. – контрольно-диагностические
3. – крепежные
4. – заправочные
5. – смазочные
6. – регулировочные
7. – обкаточные

3. ЕТО состоит из таких видов операций: 1) очистительные; 2) контрольно-диагностические: проверка работы контрольных приборов и механизмов; проверка наружных креплений; выявление и устранение подтеканий масла, топлива, воды, электролита; проверка уровней масла, топлива, воды, электролита в картерах и баках и дозаправка их.

Первое ТО (ТО-1): 1) операции ЕТО; 2) смазка предусмотренных точек узлов и агрегатов; 3) очистка фильтров; 4) проверка и регулировка механизмов.

Второе ТО (ТО-2): 1) операции ТО-1; 2) частичное (поэлементное) диагностирование технического состояния трактора; 3) смена масла с промывкой картера двигателя.

Третье ТО (ТО-3): 1) операции ТО-2; 2) необходимые регулировки сборочных единиц с их очисткой, промывкой и смазыванием (топливной аппаратуры, электрооборудования, гидросистемы); 3) общее (комплексное) диагностирование (безразборное) с целью установления состояния трактора, возможности дальнейшей эксплуатации, а также установления необходимости и срока постановки на ремонт.

Сложные регулировки выполняются только в мастерских, где имеется соответствующее оборудование.

Разбирать двигатель, элементы трансмиссии (коробку, муфту, задний мост), гидросистему в полевых условиях строго воспрещается.

Сезонное ТО (СТО) – выполняется в период перехода от летнего к зимнему или от зимнего к летнему – два раза в год. Оно включает: 1) замену летних масел и топлива на зимние и наоборот; 2) очистку радиатора от накипи; 3) ряд мероприятий по переводу систем на соответствующий сезон: систему охлаждения (меняется циркуляция воды, воздуха и т.д.); пусковую систему перестраивают на улучшенный запуск; 4) технический осмотр.

### **Техническое обслуживание СХМ (на примере зерноуборочного комбайна)**

- ЕТО соответствует ЕТО трактора;

- Первое ТО: 1) ЕТО; 2) слив отстоя с топливного бака, дозаправка масляных картеров и гидросистемы; 3) регулировка всех основных механизмов комбайна: режущего аппарата, шнека жатки, пальчикового механизма, мотовила, предохранительных муфт, соломо- и половонабивателя, решетного стана, вентиляторов, механизмов копнителя (клапан, днище), элеваторов, бункера и его механизмов, молотильного аппарата, натяжение ремней и цепей, рулевого механизма, сцепления двигателя и главного тормоза комбайна, давления в шинах.



- Второе ТО: 1) ТО-1; 2) замена масла в картере двигателя; 3) очистка и промывка воздухоочистителя; 4) фильтра грубой очистки двигателя; 5) проверка уровня тормозной жидкости; 6) свободный ход педалей.

- Послесезонное ТО: 1) несмотря на то, подошел ли срок ТО-1 или нет, после сезона ТО-1 проводят обязательно; 2) наружная очистка и мойка; 3) безразборная проверка (диагностирование) с целью установления возможности эксплуатации без ремонта (заключение диагноста об оставшемся ресурсе комбайна). Если комбайн не нуждается в ремонте, проводят операции подготовки к длительному хранению, ставят на хранение

Если комбайн нуждается в ремонте, то нужно ремонтировать сразу же после окончания уборочных работ, т.е. в продолжение послесезонного ТО.

### **Техническое обслуживание автомобилей**

Элементы ТО автомобилей и тракторов аналогичны.

Ежесменное ТО состоит из трех групп операций:

1. очистительно-моечные, заправка, смазывание и контрольный осмотр по возвращению в гараж;
2. контроль в пути и на остановках;
3. проверка автомобиля перед выездом на линию.

Первое ТО: 1) ЕТО; 2) проверка сборочных единиц (без снятия); 3) проверка электрооборудования; 4) проверка тормозной системы; 5) проверка рулевого управления.

Второе ТО: 1) ТО-1; 2) проверка узлов и агрегатов со снятием с машин; 3) смена масла в картере двигателя.

Сезонное ТО совмещается с ТО-1 или с ТО-2 и дополнительно смена по сезону масла, охлаждающих жидкостей, регулировки, подкраска повреждений краски.

Периодичность ТО автомобилей:

ЕТО – один раз в сутки;

ТО-1 – по пробегу: легковых – 2,5 тыс.км;  
грузовых – 1,75 тыс.км;  
специальных – 1,5 тыс.км

ТО-2 по пробегу: легковых – 10,5 тыс.км;  
грузовых – 7,0 тыс.км;  
специальных – 6,0 тыс.км

Если автомобили работают на обслуживании ферм, бригад, по территории, то ТО-1 проводят два раза в месяц, ТО-2 – один раз в два месяца.

### **Особенности ТО в холодное время и в особых условиях**

Возрастает объем работ, выполняемых зимой, особенно с интенсификацией технологий (завоз удобрений химических и органических, их внесение, обмен семенным фондом, стройматериалами, ГСМ и т.д.). Сейчас около 65% автотракторного парка более 5 месяцев работают при  $t < 0^{\circ}\text{C}$ .

Износ цилиндро-поршневой группы за каждый запуск двигателя в холодное время эквивалентен износу при работе 8...11 часов в нормальных (теплых) условиях, при подогретом двигателе (зимой) износ при запуске в 105...2 раза меньше.

При понижении  $t^{\circ}$  воздуха от  $+20$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  крутящий момент, необходимый для проворачивания коленвала, возрастает более, чем в 4 раза!

Снижение  $t^{\circ}$  охлаждающей жидкости в дизельном двигателе с  $85$  до  $45^{\circ}\text{C}$  обуславливает снижение эффективной мощности на  $5...6\%$  и повышение расхода

топлива на 6...7%, а карбюраторных двигателей соответственно – на 8...9% и на 15...20%

При низкой  $t$  охлаждающей жидкости в процессе сгорания смеси образуются смолистые и окисляющие вещества, обуславливающие нагарообразование, коррозию и в связи с этим интенсивный износ цилиндро-поршневой группы, залегание колец и т.д.

Установлено, что снижение  $t$  охлаждающей жидкости от номинальной ( $90...80^\circ$ ) до  $+55^\circ$  увеличивает износ в 4 раза; снижение до  $40^\circ$  – в 12 раз, до  $+30^\circ$  – в 20 раз.

#### Основные требования зимней эксплуатации:

1. – применение зимних марок топлива, масел, охлаждающих жидкостей;
2. – применение предварительного подогрева двигателя перед пуском, а также поддержание  $t$  в течение межсменной стоянки.
3. – применение низкотемпературной жидкости (антифриза) – это различные растворы спиртов, глицерина и воды. Наиболее распространена смесь этиленгликоля и воды двух марок: 40 и 65, имеющих  $t$  замерзания  $40^\circ$  и  $65^\circ$

Но эти растворы быстро разъедают внутреннюю полость системы охлаждения: прокладки, уплотнения, втулки и т.д.

Для этого в эти растворы добавляют антикоррозионные присадки (для резины + текстиль + пластмассы и т.д.) – тосол (голубого цвета). Сейчас «Кировцы» заправляются тосолом, а «Икарусы» - антифризом (80 лмтров), он сильно разъедает и засоряет систему.

#### Антифриз – ядовитое вещество – осторожно.

Антифриз заливать на 5...8 % меньше, чем емкость системы – большой коэффициент объемного расширения.

В картеры трансмиссии и ходовой части зимнюю смазку, а при ее отсутствии летние сорта разбавить дизтопливом.

Для тормозов с гидропроводом тормозная жидкость при  $t^\circ = -50^\circ\text{C}$  не должна превышать вязкость 1500 сСт и  $t$  застывания не выше  $-65^\circ\text{C}$ .

6. При очень низкой  $t^\circ$  рекомендуется даже к зимнему дизтопливу добавлять тракторный керосин:  $t = -20^\circ...-30^\circ$  – 10% керосина;  $t = -30^\circ...-35^\circ$  – 25% керосина

Проверять наличие в топливном баке воды-конднсата и удалять ее – за зиму добавлять 2-3 раза спирта-денатурата – он обеспечивает незамерзаемость конденсата, на ночь баки плотно закрывают.

Поддон воздухоочистителя зимой необходимо заправлять смесью из профильтрованного зимнего картерного масла (70%)

и зимнего дизтоплива (30%)

В качестве охлаждающей жидкости в зимнее время иногда используют зимнее дизтопливо. Преимущества: 1) полная гарантия от незамерзания двигателя (в зимнее время дизтопливо замерзает при  $t = 35...45$ , и принимает вид рыхлой массы, не увеличивающейся в объеме и не разрывающей двигатель); 2) заправлять только один раз в зиму; 3) теплоемкость у дизтоплива ниже, чем у воды, поэтому легче поддерживать тепловой режим; 4) создает защитную пленку от коррозии.

Недостатки: 1) повышенное старение резиновых деталей системы

При зимнем хранении вне гаража для обеспечения проворачивания коленвала в картерное масло добавляют зимнего дизтоплива: на каждые  $3^\circ$  отрицательной  $t$  добавляют 1% дизтоплива. В трансмиссионное масло тоже добавляют дизтопливо, но 10%.

Можно также добавлять бензин в картерное масло. Преимущество бензина в том, что легко запускается двигатель, а когда он разогрелся, бензин испаряется и масло приобретает исходные свойства и состав.

Электрооборудование:

1. Генератор регулируют на силу тока 10...12А при средних оборотах коленвала двигателя.
2. Электролит доводят до плотности 1,27...1,30. Плотность проверяют раз в неделю.
4. Разряженные батареи более чем на 25% дозаряжают или заменяют. Зарядное напряжение генератора повышают на 0,5...1,2 В.

Гидросистема:

1. Температурный режим нужно выдерживать. Холодное масло пенится и вызывает ударные нагрузки в нагнетательной линии, на подшипниках насоса. В связи с этим насос включают после прогрева двигателя (после прогрева двигатель глушат и включают насос).
2. Для прогрева масла в гидросистеме необходимо дать насосу проработать 3...5 минут, затем, не включая рукояток распределителя производят несколько подъемов и опусканий навешенной машины, после чего включают одну из рукояток в положение "подъем" и задерживают 1...2 минуты. Эти операции повторяют до  $t = 20...30^{\circ}\text{C}$ . Оборудуют дистанционным термометром.
3. Для прогрева двигатель комплектуется подогревателем (или отдельно приобретают). Подогреватели от аккумуляторов 12 В. Подогрев и пуск двигателя при  $t = -40^{\circ}\text{C}$  длится 30 минут.

**ТО при хранении, техосмотр**

Хранение – этап эксплуатации машин, в течение которого ее временно не используют (в нерабочее время). Правило хранения предусматривает совокупность мероприятий, направленных на предотвращение потерь работоспособности и ухудшения свойств и показателей их в нерабочее время. Перед постановкой на хранение, во время хранения и после снятия с хранения проводят техосмотр и ТО.

Техосмотр – процесс обследования без разборки для заключения о дальнейшей ее эксплуатации (диагностирование об оставшемся ресурсе, потребности в ремонте).

Применяются техосмотры:

- перед началом полевых работ;
- в ходе работ;
- по окончании сезона (цикла);
- при ТО;

**1. 8 Лекция №8 ( 2 часа).**

**Тема:** «Обоснование периодичности технических обслуживаний машин»

**1.8.1 Вопросы лекции:**

1. Обоснование периодичности плановых ТО по производительности машин.
2. Обоснование периодичности плановых ТО статистическим методом.

**1.8.2 Краткое содержание вопросов:****1.Обоснование периодичности плановых ТО по производительности машин.**

Время между очередным ТО зависит от многих факторов (о которых мы уже говорили), прежде всего от состояния машин, а состояние машин зависит в свою очередь от многих факторов и прежде всего:

- среднего значения производительности, наработки;

- прямых или приведенных затрат на эксплуатацию и содержание машин;
- статистических данных о сроках достижения предельно допустимых значений оценочного параметра.

С увеличением износа уменьшается производительность  $W_{см}$ . При достижении определенного минимума сменной производительности (или годовой  $W_{год.min}$ )  $W_{см.min}$  машина ставится на техобслуживание. После техобслуживания производительность восстанавливается (или близка к первоначальной). И мощность можно представить как периодическую функцию времени работы (см.рис. 1.).

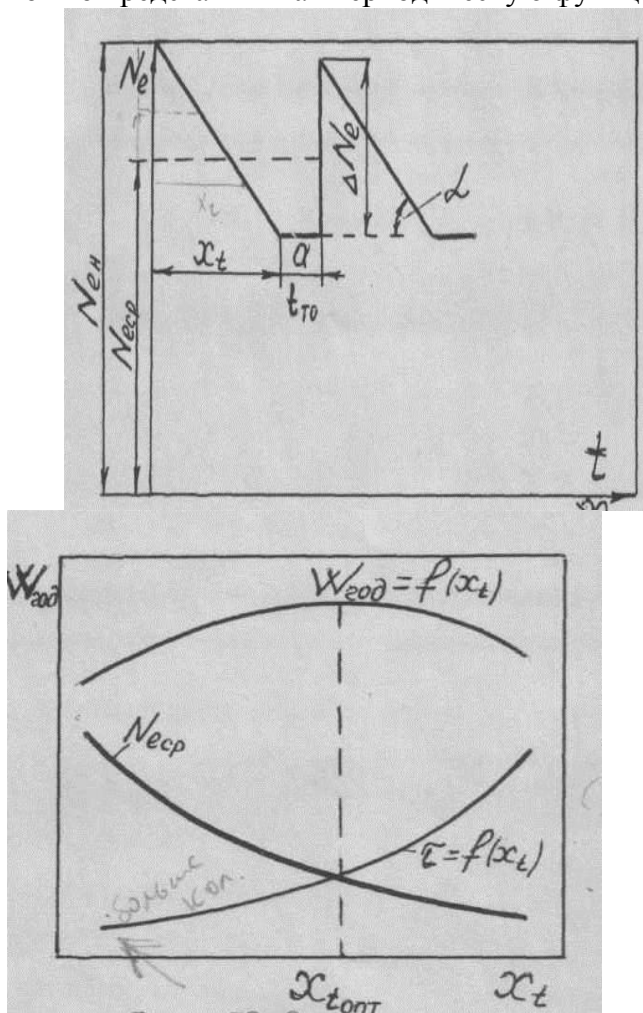


Рис. 1. График изменения мощности от времени использования машины  $t$  и от периодичности обслуживания.

$N_{ср} = f(x_t)$ ,  $\Delta N_e$  – падение мощности на отрезок времени  $x_t$ ;  $N_{ср}$  – средняя мощность на отрезок времени  $x_t$ .

Таким образом, средняя мощность двигателя будет тем выше, чем чаще будет производиться техобслуживание, т.е. чем меньше  $x_t$ . С другой стороны, чем меньше  $x_t$ , тем больше количество ТО и больше простоев машины, а следовательно, непроизводительных затрат времени, труда и средств. Это видно из рисунка 2, где изображен график зависимости годовой наработки (производительности) от периодичности  $x_t$ . При оптимуме  $x_t$  производительность достигает максимума ( $W_{год.min}$ ). Мощность уменьшается, на рис. 1:  $\alpha$  – угол падения мощности;  $\operatorname{tg} \alpha$  – интенсивность падения мощности (коэффициент интенсивности).

Зависимость средней эффективной мощности двигателя от периодичности ТО можно представить в следующем виде:

$$Ne^{cp} = Ne^n - \frac{\Delta Ne}{2} = Ne^n - \frac{t_n}{2tg\alpha}$$

Коэффициент использования времени  $\tau_{xt}$ , учитывающий затраты времени на ТО:

$$n_{TO} = \frac{T_{cym} D_p}{x_t}, \tau_{xt} = \frac{D_p T_{cym} - t_{TO} T_{cym} D_p / x_t}{T_{cym} D_p} = 1 - \frac{t_{TO}}{x_t};$$

где  $n_{TO}$  - количество ТО в году;

$T_{cym}$  - продолжительность рабочего дня (смены) в сутки, ч;

$D_p$  - число дней в году.

Сезонная производительность (наработка) агрегата в функции эффективной мощности тракторного двигателя:

$$W_{год} = W_{cym} D_p = W_{cm} \alpha_{cm} D_p = T_{cym} D_p \tau \eta_{my} \frac{C_w C_\alpha Ne^{cp}}{K},$$

где  $W_{сут}$  – суточная наработка (производительность);

$\alpha_{cm}$  - коэффициент сменности;

$\eta_{my}$  - условный КПД трактора;

$C_w, C_\alpha$  - коэффициенты.

Используя выражения для определения  $N_{ср}$  и  $\tau_{xt}$  при определении годовой производительности агрегатов в функции эффективной мощности тракторного двигателя получим оптимальное значение периодичности  $x_{топт}$ .

$$x_{тоон} = \sqrt{\frac{2Ne_n t_{TO}}{tg\alpha}} = \sqrt{\frac{2t_{TO}}{tg\alpha / Ne_n}}$$

Из уравнения видно, что  $x_{топт}$  пропорционально затратам времени  $t_{то}$  на ТО и обратно пропорционально относительно скорости падения мощности  $tg\alpha / N_{сн}$  двигателя.

Аналогично можно оптимизировать периодичность  $x_t$  технических обслуживаний по минимуму прямых или приведенных затрат.

Недостатком этого метода оптимизации является то, что критерий оптимизации принимается без учета стохастического (вероятностного) характера, который имеет место в действительности. В связи с этим предлагается статистический метод определения периодичности ТО.

## 2.Обоснование периодичности плановых ТО статистическим методом.

Прежде всего, нужно установить закон распределения времени достижения предельно допустимого значения мощности  $\delta_{Nelum}$  или производительности машины (рис. 3).

Зная числовые характеристики данного распределения времени ( $x_i$ ), можно найти искомое значение периодичности  $x_t$ , которое для случая нормального распределения принимается меньше среднего значения  $x_{ср}$  (или обозначают  $\tau_{ср}$ ). Если принять в качестве периодичности ТО среднее значение наработки между отказами  $T_{ср}$ , то 50% машин к этому моменту откажет, обслуживание окажется поздним.

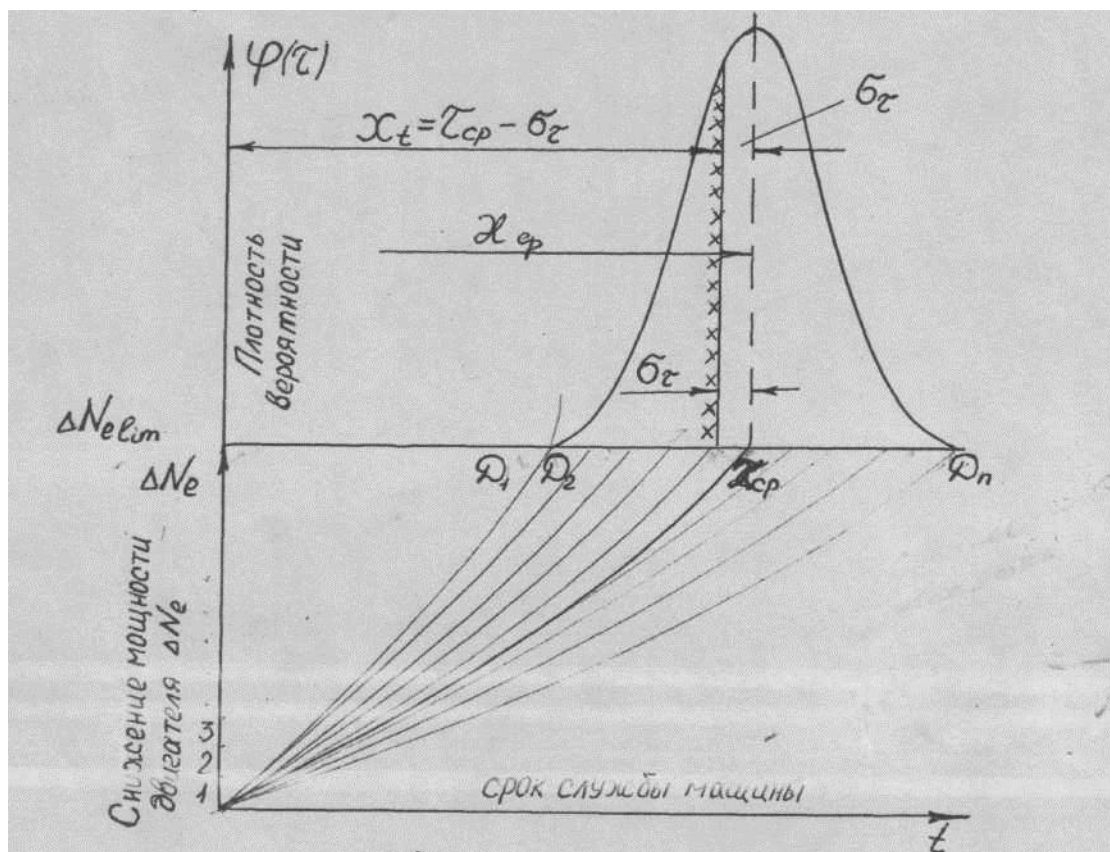


Рис. 3. Схема определения времени профилактического обслуживания машины.

В этой связи рекомендуется проводить ТО раньше на величину, равную среднеквадратическому отклонению наработки  $\sigma$  между отказами:

$$X_{\text{топт}} = \tau_{\text{ср}} - \sigma_{\tau}$$

И действительно, при нормальном законе распределения наработки между отказами не 50, а 15-16% машин откажут, остальным же будут предупредительно проведены операции ТО.

### 1. 9 Лекция №9 ( 2 часа).

**Тема:** «Моделирование состава машинно-тракторного парка»

#### 1.9.1 Вопросы лекции:

1. Исходная информация для расчёта состава и планирования работы МТП.
2. Методы расчёта состава МТП
3. Расчёт состава МТП
4. Методика определения оптимального состава МТП.
5. Техничко-экономические показатели эффективности использования МТП

#### 1.9.2 Краткое содержание вопросов:

1. Исходная информация для расчёта состава и планирования работы МТП.

Машинно-тракторный парк сельскохозяйственного предприятия, включая фермерские хозяйства, представляет собой совокупность мобильных энергетических средств (тракторов, самоходных шасси и машин) и агрегируемых с ними рабочих машин и сцепок. Автомобильный парк хозяйства в зависимости от решаемых задач можно рассматривать в составе МТП или отдельно.

Под структурой МТП подразумевают его качественный состав с учетом типов и типоразмеров, а также конкретных марок мобильных энергетических средств и рабочих машин. Составом МТП определяются численные соотношения между различными мобильными энергетическими средствами и рабочими машинами.

Оптимальная (наилучшая) структура и состав МТП обеспечивают своевременное выполнение всех работ в хозяйстве с высоким качеством при наименьшем расходе ресурсов (трудовых, материальных, финансовых и т.д.) на единицу урожая с соблюдением экологических требований.

Обоснование оптимальной структуры и состава МТП с учетом природно-климатических и производственных условий каждого хозяйства — одна из самых актуальных и сложных задач в области механизации сельского хозяйства. От правильности ее решения зависят практически все основные показатели сельскохозяйственного производства как в отдельных хозяйствах, так и в масштабе всей страны, включая урожайность сельскохозяйственных культур, себестоимость продукции, прибыль и т. д.

При недостаточном численном составе МТП нарушаются агротехнические сроки выполнения полевых работ и соответственно уменьшается урожайность сельскохозяйственных культур при одновременном снижении качества продукции. Лишние машины в составе МТП также требуют дополнительных расходов и увеличивают стоимость сельскохозяйственной продукции при одновременном снижении ее конкурентоспособности в рыночных условиях.

Важно также, чтобы типоразмеры машин и конкретные их марки наиболее полно соответствовали условиям работы, включая размеры полей, длину гона, урожайность и т. д.

Естественно, что чем больше типоразмеров и марок тракторов и рабочих машин, тем больше возможностей для составления наиболее приспособленных к конкретным условиям работы агрегатов. Однако большое число марок тракторов и рабочих машин усложняет и увеличивает стоимость работ, связанных с их техническим обслуживанием, снабжением запасными частями и другими *эксплуатационными материалами*. Сложность обоснования оптимальной структуры и состава МТП заключается также и в том, что необходимо учитывать множество факторов, включая: перспективы развития хозяйства в ближайшие 5... 10 лет по всем основным направлениям; природно-производственные условия (длина гона, площади полей, угол склона, удельное сопротивление почв, урожайность, наличие базы технического обслуживания и ремонта техники и т. д.); посевные площади и урожайность сельскохозяйственных культур; перспективные севообороты и технологии возделывания сельскохозяйственных культур и выращивания животных; агротехнические сроки выполнения работ с учетом изменчивости погодных условий; наличие механизаторов и т. д. Следует учитывать также, что все указанные факторы непрерывно меняются и требуют соответствующей корректировки. Обоснование оптимальной структуры и состава МТП с учетом такого множества факторов возможно только на базе современной быстродействующей вычислительной техники с соответствующим программным обеспечением. Поэтому пока это под силу только научно-исследовательским институтам. Общие требования к выбору типов энергетических средств и рабочих машин.

## 2 Методы расчёта состава МТП

Для расчета состава МТП используют три основных метода: построение графиков машиноиспользования по маркам тракторов; экономико-математический, или метод математического моделирования; нормативный.

1. *Метод построения графиков машиноиспользования* по маркам тракторов основан на базе общей методики определения потребности в оборудовании, рабочей силе и т.д., применяемой во всех отраслях хозяйственной деятельности. Этот метод универсален и лежит в основе всех остальных методов. На основе этого метода решаются задачи трех типов: эффективного использования существующего состава МТП; постепенного обновления состава МТП путем замены списываемых устаревших машин новыми перспективными; обоснования перспективного состава МТП с учетом среднесрочных и долгосрочных планов развития хозяйства.

Основа составления графиков машинопользования во всех случаях — соответствующие годовые календарные планы механизированных работ (текущие, среднесрочные или перспективные долгосрочные). С учетом передового и собственного опыта, а также

научных исследований специалисты хозяйства по экспертным методам выбирают перспективные марки тракторов (не более 3...5 марок) и рабочих машин. Затем на базе этих тракторов и машин рассчитывают составы соответствующих агрегатов и определяют их требуемое число с учетом объема работы и календарных сроков выполнения. Если одну и ту же работу можно выполнять несколькими тракторами, то выбирают наиболее эффективный с учетом годовой занятости тракторов всех марок. Затем строят соответствующие графики машиноиспользования для всех марок тракторов и после их корректировки вычисляют требуемое число тракторов и машин каждой марки по наибольшей их потребности на графике машиноиспользования.

Основные преимущества описанного метода — простота, доступность, наглядность и оперативность без необходимости использования сложной вычислительной техники. Недостатки метода заключаются в экспертном подходе при выборе марок тракторов и рабочих машин, включая распределение объемов работ между ними.

Такой подход не всегда отвечает современным требованиям высокой производительности и ресурсосбережения.

2. *Экономико-математический метод*, или метод математического моделирования, принципиально отличается от ранее описанного метода тем, что на строго научной основе определяются оптимальные (наилучшие в заданных условиях) марки и численный состав МТП.

Математическая модель содержит конкретный критерий (цель) оптимальности и соответствующие ограничения, связанные с ограниченной площадью пашни, наличием механизаторских кадров и т. д.

В качестве критерия оптимальности наиболее часто используют минимум суммы приведенных затрат  $C_{нз}$ , р., на выполнение всех работ в хозяйстве, который можно записать в обобщенном виде:

$$C_{нз} \rightarrow \min.$$

Оптимальное решение этой сложной задачи можно найти только на базе современных вычислительных машин с большим объемом памяти, так как требуется большой объем исходной информации.

Решение по специальной программе осуществляется примерно по изложенной ранее схеме построения графиков машиноиспользования, и при необходимости результаты оптимизации также могут выдаваться в виде оптимальных графиков машиноиспользования.

Однако в данном случае перебирают все основные варианты выполнения каждой работы и в конечном итоге устанавливают такие оптимальные марки и численный состав МТП, который удовлетворяет условию критерия минимизации.

Основные недостатки этого метода: сложность и несовершенство имеющихся программ, которые не позволяют оперативно использовать их в условиях хозяйств, особенно фермерских; трудность практической проверки оптимальности получаемого состава МТП. Несмотря на имеющиеся трудности, будущее все-таки за этими методами.



3. *Нормативный метод* обоснования состава МТП заключается в следующем. На основе описанного экономико-математического метода в научно-исследовательских институтах определяют марки тракторов и нормативы их оптимальной потребности в расчете на 100 га пашни для каждой группы типовых или модельных хозяйств с учетом структуры посевов и других факторов.

Зная принадлежность конкретного хозяйства к тому или другому типу, специалисты устанавливают число тракторов и рабочих машин каждой рекомендуемой марки в соответствии с формулой

$$n_m = \frac{F_n}{100} \cdot Z_H$$

$F_n$  - площадь пашни хозяйства;

$Z_H$  - нормативная потребность в расчете на 100 га, или нормативный коэффициент.

Численные значения для различных зон и типовых хозяйств издаются в виде нормативных справочников.

Преимущества этого метода заключается в простоте и доступности для специалистов хозяйств. Однако, как известно, похожих по всем показателям хозяйств не бывает, поэтому нормативный метод менее точен.

В каждом конкретном случае следует пользоваться тем методом обоснования состава МТП, который больше подходит для условий данного хозяйства. Поскольку в основе всех трех методов обоснования состава МТП лежит общий принцип построения графика машиноиспользования, то логическую последовательность обоснования состава МТП целесообразно рассмотреть на основе первого метода.

### 3 Расчет состава МТП

Требования к выбору типажа энергетических средств и рабочих машин

Расчет следует начинать с определения типажа и количественного состава энергетических средств (тракторов).

При выборе типа трактора, автомобиля и комбайна необходимо руководствоваться следующими принципами:

1. Количество марок машин должно быть минимальным.
2. Для хозяйств зернового или мясомолочного направления достаточно иметь, как показала практика, три-четыре типа тракторов.
3. При выборе типа энергетических средств следует учитывать какие работы в растениеводстве или других отраслях хозяйства требуют применения специальных машин (бульдозеров, скреперов и т.д.).
4. Эффективность использования тракторов различных типов зависит от направления ведения хозяйства и объема выполненных работ.
5. Необходимо учитывать изменение числа трактористов в хозяйстве в ближайшие годы и их квалификацию.
6. При выборе типа трактора, особенно по типу ходовой части следует учитывать природно-климатические условия: удельное сопротивление почв, влажность почвы и воздуха в период выполнения работ, характер рельефа, размеры полей и т.д.

В последнее время особо обращается внимание на переуплотнение почв.

Типаж тракторов (по тяге) для данной зоны наиболее удобно определять по графику сочетания сопротивления машин и номинальной силы тяги тракторов на типичных для данной зоны операциях

На графике для каждой операции указывают диапазон сопротивлений машин и агрегатов, характерных для данной зоны. Ориентируясь на массовое количество машин (агрегатов) того или иного тягового сопротивления, определяют типаж необходимых тракторов. При этом учитывают выше названные принципы выбора типа машин.

Исходными данными для расчета состава парка являются:

1. структура посевных площадей на планируемый год с учётом севооборота;
2. урожайность;
3. технологические карты по возделыванию планируемых сельскохозяйственных культур;
4. перечень дополнительных работ вне полей севооборота (на лугах, пастбищах, в садах, мелиоративные работы и др.)

Определение суммарных объёмов работ по хозяйствам и подразделениям

Планируемый объём работы (у.э.га) устанавливают, умножая количество нормосмен на эталонную выработку трактора за смену ( $W_{н.э}^C$ ), т.е.

$$n_{см} = \frac{Fi}{W_H} \quad Fi - \text{объём работ в физических единицах}$$

$$\Omega = \eta_{см} \cdot W_{H.э}^C = \frac{F_i W_{н.э}^C}{W_H}$$

Где  $W_H$  - нормативная производительность агрегата за смену,  $W_{н.э}$  - нормативная эталонная выработка трактора данной марки =  $\lambda_{э.м}$  - коэффициент в эталонных условиях, определяемых по методике технического нормирования.

(К-701;  $\lambda_{э.м} = 2.7$  га/час =  $W_{н.э}$ ; Дж75;  $\lambda_{э.м} = W_{н.э} = 1$  га/час)

Расчёт состава и планирование использования МТП может вестись:

1. По возделыванию только одной культуры ( для звена, отряда, производственного участка);
2. Для нескольких культур
3. Для всех культур, возделываемых в хозяйстве (механизированном предприятии, объединении).

Количественный состав тракторов определяют на основе годовых планов механизированных работ.

Исходными данными при этом являются:

- структура посевных площадей на планируемый год с учётом севооборота;
- урожайность;
- технологические карты по возделыванию планируемых сельскохозяйственных культур;
- перечень дополнительных работ вне полей севооборота (на лугах, -пастбищах, в садах, мелиоративные работы и др.)
- нормы выработки

Списочное (инвентарное) количество тракторов (машин) зависит от величины коэффициентов технической готовности и учитывающего простои тракторов по техническим неисправностям:

$$n_{инв} = \frac{n_{экс}}{\alpha_u} \quad \text{или} \quad n_{инв} = \frac{n_{экс.пл}}{\eta_{м2} \cdot \eta_n \cdot \eta_m}$$

Где  $\eta_{т.г} \cdot \eta_n \cdot \eta_m$  - коэффициент использования парка;

$\eta_{экспл}$  - максимальное количество машин согласно эксплуатационным расчётам; эксплуатационный состав

$\eta_{тг}$  - коэффициент технической готовности,  $\eta_{тг} = 0.95$

$\eta_n$  - коэффициент, учитывающий простои тракторов по техническим причинам,  $\eta_n = 0.85 \dots 0.87$

$\eta_m$  - коэффициент, учитывающий простои по метеоусловиям,  $= 0.8 \dots 0.85$

Для зерноуборочных комбайнов соответственно

$$\eta_H = 0.9 \quad \text{и} \quad \eta_M = 0.7$$

На основе выполненных расчётов составляют графики.

### 3.3.4 Графики машиноиспользования и их корректирование

Определение необходимого количества тракторов и согласования их работы по возделыванию и уборке различных культур осуществляются с помощью графиков машиноиспользования.

При этом различают графики отдельно по каждому трактору и по маркам тракторов.

Если для проведения сельскохозяйственных работ требуются не более 6...8 тракторов, строят графики первого, более 8-вторного типа.

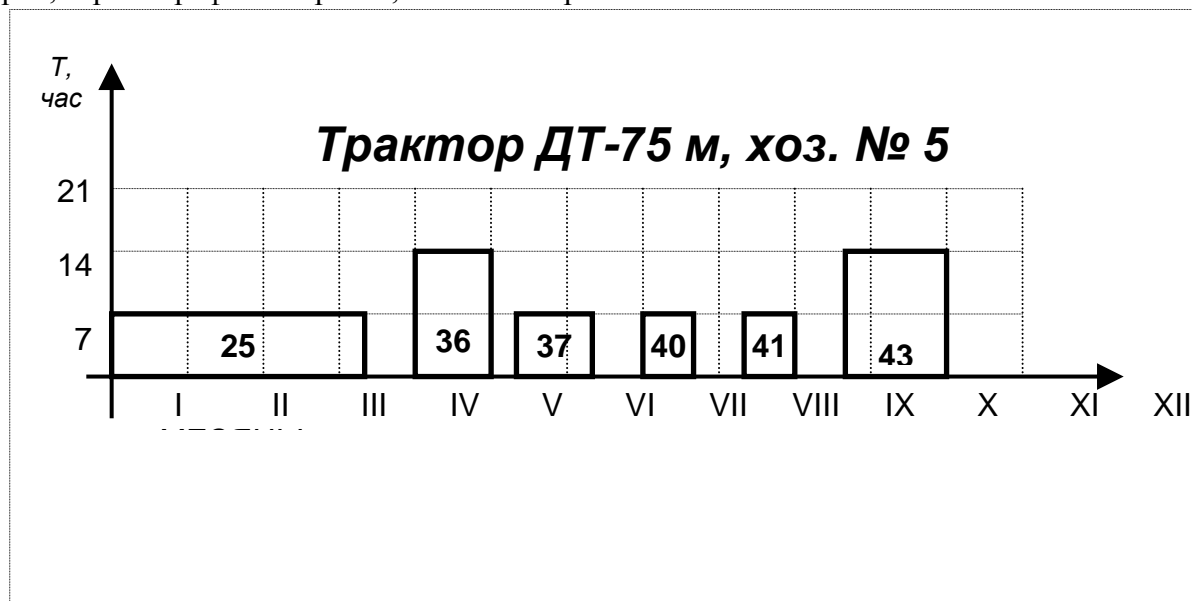


ГРАФИК ЗАГРУЗКИ ОТДЕЛЬНОГО ТРАКТОРА (1 типа)

При построении графика (2 типа) загрузки по маркам тракторов по оси ординат в масштабе откладывают потребное число тракторов каждой марки. Пользуясь данными расчётов, последовательно по номерам (шифрам) сельскохозяйственных работ строят прямоугольники со сторонами: по оси абсцисс- календарный период выполнения работ для тракторов данной марки, по оси ординат- число тракторов представляет марки .

В этом случае каждый прямоугольник представляет собой в определенном масштабе количество тракторо-дней, потребное для выполнения работ. Прямоугольники отдельных работ, совпадающих по срокам выполнения, строят один над другим; общая высота прямоугольников, определяет количество тракторов, необходимое в каждый период работы

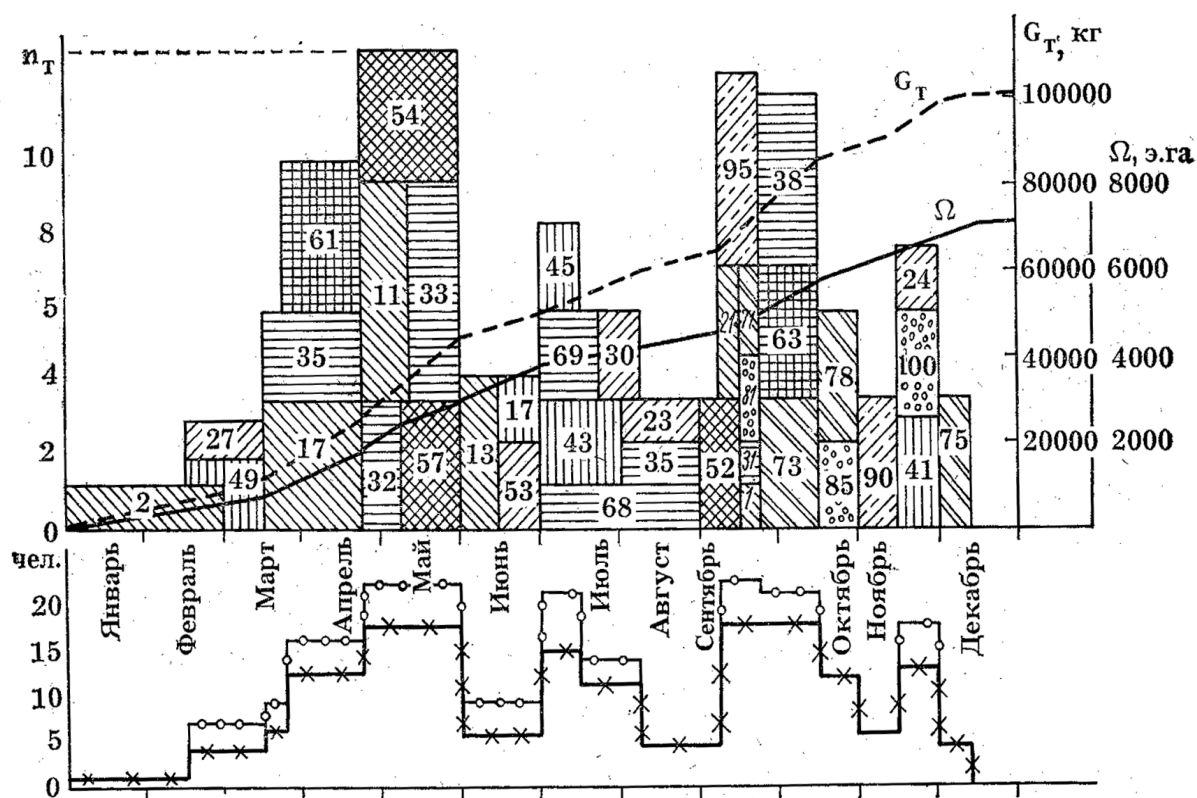


ГРАФИК ЗАГРУЗКИ ГРУППЫ ОДНОМАРОЧНЫХ ТРАКТОРОВ (2-го типа)

При построении графиков, обычно обнаруживается некоторое количество пиков и провалов или периодов, когда трактора не заняты. Это указывает на неравномерность использования тракторов. Поэтому графики загрузки тракторов, построенные на весь период их работы, необходимо скорректировать, срезав пики и заполнив провалы.

Корректировку выполняют одним из следующих способов или одновременно несколькими:

1. Изменением времени выполнения рассматриваемой сельскохозяйственной работы в пределах агротехнического срока.
2. Перераспределением объема работ между тракторами различных марок.
3. Применением второй или третьей смены или за счёт увеличения продолжительности рабочего дня (в том случае, когда это разрешается).
4. Изменением количества тракторов, предназначенных для выполнения рассматриваемой сельскохозяйственной работы в отдельные дни календарного срока.
5. Изменением (если это рационально) технологии работ.

После корректировки графика машиноиспользования необходимо внести изменения в расчёты. По скорректированному графику загрузки устанавливают потребность в тракторах и соответственно подсчитывают необходимое количество сельскохозяйственных машин каждого типа (каждой марки).

На рассчитанных графиках, кроме прямоугольников, которые отражают выполнение отдельных операций, обычно строят интегральные кривые суммарного расхода и наработки тракторов. С правой стороны по вертикальной оси в масштабе наносят шкалы годового расхода топлива и суммарной наработки тракторами данной марки.

Исходной информацией для построения интегральных кривых служат данные плана механизированных работ. Интегральные кривые необходимы для определения расхода топлива по периодам, расчёта вместимости нефтехранилищ и планирования

технической эксплуатации (ТО) МТП. Темп производства работ определяют по углу наклона кривых. Чем больше угол наклона, тем выше темп работ.

#### 4 Методика определения оптимального состава МТП.

Оптимальный состав МТП такой, при котором производительность каждого агрегата будет наибольшей, а работы будут выполнены в оптимальные агротехнические сроки с наименьшими потерями продукции.

Для эксплуатационных расчётов в качестве основного критерия оптимизации применяют минимум удельных приведенных затрат с учётом дополнительного эффекта от работы с оптимальными параметрами за счёт повышения качества работы, повышения урожайности или снижения потерь, высвобождения части механизаторов и вспомогательных рабочих и др.

Функция, по которой определяется критерий оптимизации, называется целевой функцией.

В случае определения оптимального состава МТП, целевая функция

$$Y_{\text{экстр}} = \frac{S_{\text{прив}}}{W} = \frac{S + E_H K_B \pm D}{W} \rightarrow \min$$

Где S и S<sub>прив.</sub> - прямые приведенные затраты на расчётный период;

W - наработки за тот же период

E<sub>H</sub> - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, =0.15 (для механизации сельского хозяйства)

K<sub>B</sub> = капиталовложения;

D = дополнительный эффект от работ с оптимальными параметрами (в денежном выражении).

S<sub>прив.</sub> Затрат можно определить по формуле

$$S_{\text{прив}} = \sum_{ijk} S_{ijk} t_k x_{ijk} + \sum_j A_j X_j + E_H K_B$$

ijk

Где i-шифр операции

J- энергомашин

K-периоды

S<sub>ijk</sub>- эксплуатационные затраты, пропорциональные производительности (времени работы) на i-х операциях;

T<sub>k</sub>- длительность K<sup>го</sup> периода;

X<sub>ijk</sub>- число МТА;

A<sub>j</sub>- годовое отчисление

X<sub>j</sub>-количество энергомашин j-го типа;

E<sub>H</sub>-коэффициент эффективности капиталовложений

K<sub>B</sub>-капиталовложения

Ограничения принимаются, как правило, по качественному показателю работы.

Оптимизируют по следующим критериям:

1. Приведенные затраты (удельные);
2. Прямые эксплуатационные издержки;
3. Минимум механизаторов;
4. Минимум энергомашин;
5. Минимум металлоёмкости и т.д.

#### 5 Техничко-экономические показатели эффективности использования МТП

Система показателей для анализа работы ТП должна способствовать объективному сравнению эффективности работы отдельных механизаторов, подразделений и хозяйств в целом. Исходная информация для расчёта этих показателей и метод расчёта должны быть доступны для анализа, обеспечивать возможность разработки мероприятий по повышению уровня эффективности использования МТП.

Различают показатели оснащённости и уровня механизации, относящиеся к отдельным производственным процессам, к отдельным отраслям, хозяйствам, зонам. При этом для большинства показателей характерными являются не столько абсолютные, сколько относительные (удельные) значения величин.

**ПОКАЗАТЕЛИ ОСНАЩЕННОСТИ:** (Показатели, характеристика, расчётная формула)

- 1. Энергонасыщенность производства (земледелия, отдельных отраслей, процессов) – это суммарная мощность всех источников механической энергии МТП и других двигателей, приходящаяся на 1 га (или на 100 га) пашни.

$$N_{\Gamma A} = \frac{\Sigma N_{EH}}{F_{\Pi}}$$

Где  $N_{EH}$  - эффективная мощность трактора, л.с. (кВт)

$F_{\Pi}$  - площадь пашни, га.

- 2. Энерговооруженность труда - это суммарная мощность всех источников механизаторской энергии МТП и других двигателей, приходящаяся на одного рабочего:

$$N_{ЧЕЛ} = \frac{\Sigma N_{EH}}{H}$$

Где  $H$  - общее число рабочих, занятых в данном производстве.

Например: Энерговооруженность на 1-го с-х работника по области в 1986 году составила 48 л.с./чел., в т.ч. в

Светлинском районе 87 л.с./чел.

Адамовском районе 76 л.с./чел.

Абдулинском районе 36 л.с./чел.

Бузулукском районе 39 л.с./чел.

- 3. Энергообеспеченность - это количество эталонных тракторов, приходящееся на 100 га пашни.

$$N_{TP} = \frac{10^2 \Sigma n_{\phi_i} \lambda_{\varepsilon T_i}}{F_{\Pi}}$$

Где  $n_{\phi_i}$  - количество физических тракторов данной марки;

$m$  - количество марок применяемых тракторов;

$\lambda_{\varepsilon T_i}$  - коэффициент перевода физических тракторов в эталонные;

$F_{\Pi}$  - площадь пашни хозяйства, га.

Допускается расчёт и на 100 га с-х угодий.

- 4. Машинообеспеченность - это количество машин определенного типа, приходящихся на 100 га пашни или на эталонный трактор.

$$m_F = \frac{10^2 \Sigma B_i}{F_{\Pi}} ; \quad m_{\varepsilon T \Phi} = \frac{\Sigma B_i}{\sum_{i=1}^m n_{\phi_i} \lambda_{\varepsilon T_i}}$$

где  $\Sigma B_i$  - суммарная ширина захвата машин  $i$ -го типа, м.;

**ПОКАЗАТЕЛИ УРОВНЯ МЕХАНИЗАЦИИ**

-1. Степень механизации производственного процесса (отрасли ИТП)- это отношение объёма механизированных работ (мех.) к общему объёму работ (о) при выполнении производственного процесса (или возделывания с-х культуры), выраженных в одних и тех же единицах (га):

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{F_{\text{мех}}}{F_o}$$

при комплексной механизации производственного процесса  $\tau_{\text{мех}} = 1$

-2. Плотность механизированных работ- это суммарная наработка га (в э.га или других единицах), приходящаяся на 1 га пашни:

$$m = \frac{\Omega_{\text{ГУ}}}{F_{\text{П}}}$$

Кроме этих основных показателей можно пользоваться рядом других:

- удельной стоимостью техники, приходящейся на 1 га обрабатываемой площади;
- стоимостью техники, приходящейся на одного работника;
- металлоёмкостью тракторного парка или металлоёмкостью земледелия, выраженными в единицах массы на единицу мощности парка или на 1 га обрабатываемой площади;
- энергоёмкостью с-х производства (процессов и др.)

### ХАРАКТЕРИСТИКИ МТП

машинотракторный парк может характеризоваться

- наличным составом (парка) машин;
- их энергоёмкостью;
- металлоёмкостью;
- стоимостными показателями.

При рассмотрении наличного состава машин допускается следующая классификация:

- энергетические средства (тракторы, автомобили, самоходные машины, все энергетические ресурсы);
- рабочие машины по типам и группам (почвообрабатывающие, посевные и посадочные, уборочные, погрузочно-разгрузочные и т.п.);
- вспомогательные устройства (цепки, маркеры и др.)

1. Энергонасыщенность машин или парка машин определяют отношением эффективной мощности (энергетических средств) к массе машины (парка машин)  $m_M$ :

$$N_{\text{МТП}} = \frac{\Sigma N_{\text{EH}}}{m_M}$$

Где  $N_{\text{EH}}$ - эффективная мощность энергетических средств;

$m_M$ -масса машин;

### 2. Металлоёмкость машин или парка машин

$M_{\text{МТП}}$ - это отношение массы машин (парка машин), приходящейся на единицу мощности:

$$M_{\text{МТП}} = \frac{\Sigma m_M}{\Sigma N_{\text{EH}}} = \frac{1}{N_{\text{МТП}}}$$

1. Стоимостные показатели машин выражают в виде удельной стоимости машин (парка машин), приходящейся на единицу эффективной или тяговой мощности машины или на единицу (100 га) площади пашни.

## ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МТП

### Показатели использования времени.

-число обработанных машино-дней, машино-смен  
количество машино-дней в работе  $i$  марки

$$D_{Pi} = \sum n_{fi} d_{Pi}$$

где  $n_{fi}$  – количество физических тракторов  $i$ -й марки

$d_{Pi}$ -дни работы тракторов  $i$ -й марки

Различают машино-смены действительные ( $C_D$ ) и нормо-смены ( $C_N$ ) или семичасовые.

-коэффициент сменности (по маркам машин) –это отношение отработанных машино-смен к машино-дням

$$K_{CM} = \frac{C_{D_i}}{D_{P_i}}$$

-коэффициент использования времени смены

$$\tau = \frac{T_P}{T_{CM}}$$

где  $T_P$ -время основной (чистой) работы;

$T_{CM}$  – сменное время;

$$T_{CM} = T_P + T_X + T_{TECH} + T_{TO} + T_{ПЗ} + T_{ПР} + T_{ТЕХН},$$

где  $T_X$ - холостых видов на поворотах;

$T_{TECH}$ - устранение технологических отказов;

$T_{TO}$ - техническое обслуживание машин;

$T_{ПЗ}$ - подготовительно-заключительное время;

$T_{ПР}$ - простои агрегатов:  $T_{ПР} = T_{ПРН} + T_{ОРГ} + T_{МЕТ}$

$T_{ПРН}$ - простои по техническим неисправностям;

$T_{ОРГ}$ - по организационным причинам;

$T_{МЕТ}$ - из-за метеорологических условий.

коэффициент использования машин (по календарному времени) – это отношение эксплуатационного числа машино-дней ( $D_{Pi}$ ) к инвентарному 9пробывание в хозяйстве) числу машин ( $D_{ИНВ}$ )

Можно принять  $D_{ИНВ} = 305n_{fi}$ , где  $n_{fi}$ - количество физических тракторов  $i$ -й марки.

Показатели качества выполнения работ. Определяются по отдельным видам технологических операций (глубины вспашки, глубины заделки семян, равномерность распределения семян по площади питания и т.д.)

-фактическое среднее значение;

-разброс показателя.

### Показатели надежности машин.

К этим показателям относятся:

1)сроки службы машин (до капитального ремонта, между капитальными ремонтами, долговечность машин);

2)коэффициенты технического использования машин

$$\tau_{ТИ} = \frac{T}{T + T_{ВОССТ} + T_{ТО}}$$

где  $T$  – наработка в часах;

$T_{ВОССТ}$  - продолжительность восстановления при устранении неисправности и отказов в поле;

$T_{ТО}$  – продолжительность ТО машин.

3) коэффициенты готовности машин- отношение числа машино-дней пребывания в исправном состоянии к инвентарному числу машино-дней.



$$\tau_{zi} = \frac{D_{испi}}{D_{инв}} = \frac{D_{инв} - D_{тоi} - D_{ремi}}{D_{инв}}$$

где  $D_{испi}$ - число машино-дней пребывания парка в исправном состоянии  $i$ -й марки;  
 $D_{инв}$ - инвентарное число машино-дней (число дней пребывания машин в хозяйстве);

$D_{тоi}$ - суммарное число машино-дней пребывания тракторов на техническом обслуживании;

$D_{ремi}$ - то же на ремонте.

#### Показатели топливной экономичности.

1)удельный расход топлива по маркам тракторов по видам работ; (кг/га) на единицу выполненной работы.

2)удельный расход топлива на усл.га

$$q = \frac{Q_{CM}}{W_{CM}} \quad (\text{кг/у.э.га})$$

#### Результативные показатели

1)показатели наработки (суммарной).

За час  $W$  час.

За день  $W$  дн.

За смену  $W$  см.

За год  $W$  год.

Суммарная наработка в у.э.га для каждого типа машин;

2)показатели затраты труда

удельные за час сменного или чистого времени (в час/га);

3)показатели эксплуатационных денежных затрат  $S$  в руб/у.э.га

#### Оценка использования МТП.

-Уровень среднесменной, дневной и годовой выработки- это отношение фактической выработки за рассматриваемый период,  $W_{CM}$ ,  $W_{дн}$ ,  $W_{ч}$  к нормативной (плановой)  $W_{CMн}$ ,  $W_{днн}$ ,  $W_{чн}$  т.е.

$$u_{CM} = \frac{W_{CM}}{W_{CMн}}; \quad u_{дн} = \frac{W_{дн}}{W_{днн}}; \quad u_{ч} = \frac{W_{ч}}{W_{чн}}$$

-Уровень выполнения отдельных видов работ в оптимальные агротехнические сроки- это отношение фактически выполненного объёма работ в оптимальный агротехнический срок  $A_{АГР}$  к плановому объёму работ за этот срок  $A_{АГРпл}$ , т.е.

$$u_{АГР} = A_{АГР} / A_{АГРпл}$$

-Уровень использования фонда рабочего времени машины- это отношению фактически отработанного времени (машино-смен)  $T$  к плановому  $T_{пл}$ , т.е.

$$u_{ВР} = T / T_{пл}$$

-Уровень удельного расхода топлива:

По видам работ  $U_{топ}$ , на э.га  $U_{топ\ э.га}$ -отношение фактического расхода топлива  $q_{тр}$ ,  $q_{т\ э.га}$  к нормативному  $q_{трн}$  и  $q_{т\ э.ган}$

$$U_{топ} = q_{тр} / q_{трн}; \quad U_{топ\ э.га} = q_{т\ э.га} / q_{т\ э.ган}$$

-Уровень эксплуатационных затрат

общих  $U_{зз}$ , на ТО, хранение и ремонт  $U_{тор}$ - отношение фактических эксплуатационных затрат: общих  $З_{э}$  или на ТО и ремонт  $З_{тор}$  к соответствующим плановым затратам  $З_{эн}$  и  $З_{торн}$  т.е.

$$u_{зз} = З_{э} / З_{эн}; \quad u_{тор} = З_{тор} / З_{торн}$$

#### Показатели эффективности МТП и системы машин.

- Себестоимость условного эталона гектара,

$$C_{\text{УСЛ.ЭТ.ГА}} = \frac{S_{\text{ЗП}} + S_{\text{А}} + S_{\text{ТР}} + S_{\text{ХР}} + S_{\text{ГСМ}}}{\Omega_{\text{ГВ}}} = \frac{S_{\text{Э}}}{\Omega_{\text{ГВ}}}$$

где  $S_{\text{ЗП}}$ - заработная плата механизаторов и обслуживающего персонала, руб.;

$S_{\text{А}}$ -затраты на амортизацию техники, руб.;

$S_{\text{ТР,ТО}}$ ,  $S_{\text{ХР}}$ - затраты на текущий ремонт, ТО и хранение машин, руб.;

$S_{\text{ГСМ}}$ - стоимость горюче-смазочных материалов, руб.;

- Расход топлива на 1 усл.эт.га.,кг

$$q_{\text{УСЛ}} = \frac{\Sigma Q_{\text{Т}}}{\Omega_{\text{ГВ}}}$$

где  $\Sigma Q_{\text{Т}}$  - суммарный расход топлива на механизированные полевые работы, кг.

-Производство валовой продукции сельского хозяйства, руб.: на 1 руб. стоимости

МТП

$$C = \frac{\Sigma C_{\text{ВП}}}{\Sigma B_{\text{Т}} + \Sigma B_{\text{СХМ}}}$$

Где  $\Sigma C_{\text{ВП}}$  -товарная стоимость валовой продукции растениеводства (сельского хозяйства);

$\Sigma B_{\text{Т}}$  -суммарная балансовая стоимость тракторов;

$\Sigma B_{\text{СХМ}}$  -суммарная балансовая стоимость сельскохозяйственных машин.

## 1. 10 Лекция №10 ( 2 часа).

**Тема:** «Транспорт в сельском хозяйстве»

### 1.10.1 Вопросы лекции:

1. Роль и значение транспорта в сельскохозяйственном производстве
2. Классификация перевозок, сельскохозяйственных грузов, дорожной сети
3. Виды маршрутов движения транспортных средств
4. Формирование показателей работы в транспортном процессе
5. План перевозок и графики работы транспортных средств

### 1.10.2 Краткое содержание вопросов:

1. Роль и значение транспорта в сельскохозяйственном производстве

АПК состоит из подкомплексов двух основных видов: продуктовых и обеспечивающих. Первые из них связаны с производством и переработкой сельскохозяйственной продукции и сельскохозяйственного сырья. Вторые призваны обеспечить эффективное функционирование всей системы АПК, за счет оказания каких-то услуг. В число главных из этих услуг входит транспортное обслуживание с.х. производства. Характерной особенностью транспортной услуги является то, что она входит составным элементом практически во все виды услуг и обеспечивает производственные связи между отдельными отраслями. Транспорт является одним из важных и ответственных звеньев в производстве. В сельском хозяйстве транспортные работы по объему составляют примерно 30% всех работ. Ни в одной отрасли народного хозяйства своевременность транспортных работ не играет такой важной роли, как в сельском хозяйстве, где требуется переброска огромной массы зерна, удобрений, горючего, кормов и других грузов в очень сжатые сроки. Например, успех посевных работ, выполняемых обычно в течение нескольких дней, в большой степени зависит от своевременной доставки посевных материалов и горючего для средств механизации.

Огромная масса удобрений ежегодно доставляется и распределяется по полям. Причем своевременное внесение удобрений имеет очень большое значение для повышения урожайности.

Валовый сбор с.х. продукции зависит также и от своевременного проведения уборки. Правильная, четкая организация транспортных работ в период уборки, разгрузка

комбайнов на ходу способствует повышению производительности труда и уменьшению потерь зерна.

Особенностью большинства производственных процессов с.х. является их органическая связь с технологическими перевозками, составляющими неотъемлемую часть этих процессов. Доля транспортных операций в производственных процессах возделывания и уборки составляет: для зерновых культур 42-44%, кукурузы на силос 40-41%. Поэтому можно такие процессы называть транспортно-производственными. Особенностью применения транспорта в с.х. является также то, что транспортные средства перестают выполнять только транспортную функцию, а вместе с обслуживаемыми машинами и агрегатами участвуют в производственном процессе (автомобиль или тракторный прицеп с установленным оборудованием, например, разбрасывателем удобрений, становится транспортно-технологическим средством).

Отметим, что особенностью транспортного процесса в с.х. является также широкий диапазон перевозимых грузов (это и продукция с.х. и удобрения, строительные материалы, запасные части, горючее и т.д.). Многие грузы, являющиеся продукцией растениеводства, при хранении и транспортировке подвержены сложным биологическим процессам (например, гниение), причем интенсивность которых зависит от условий транспортировки, погрузки, выгрузки.

Необходимо обязательно отметить сезонность выполняемых транспортных работ, ограниченные сроки выполнения работ, изменяющиеся дорожные условия в хозяйствах, различные размеры хозяйств (фермерские хозяйства и крупные с.х. предприятия), в пределах которых осуществляется перевозка грузов, и т.д.

Насыщенность с.х. тракторами и СХМ вызывает необходимость перевозки большого количества ГСМ, строительных материалов, запасных частей.

Следовательно, правильная организация транспортных работ оказывает существенное влияние на развитие всех отраслей с.х., на повышение производительности труда.

### **Основные термины и определения**

**Транспорт** – совокупность перевозочных средств, путей сообщения, средств управления и связи, а также различных технических устройств, механизмов, сооружений, обеспечивающих работу подвижных средств.

**Перевозочные средства** – подвижной состав, трубопроводы, контейнеры, поддоны.

**Подвижной состав** – автомобили, прицепы полуприцепы, транспортные трактора, локомотивы (тепловозы, электровозы), вагоны, суда, самолеты.

**Пути сообщения** – автодороги, железные дороги, водные и морские пути, воздушные линии, трубопроводы, специально обустроенные, оборудованные приспособления для движения подвижного состава, перемещения грузов и пассажиров.

**Технические устройства и механизмы** – погрузочно-разгрузочные механизмы, бункеры, пакетоформирующие машины и т.п.

**Сооружения** – гаражи, стоянки, СТО, автобазы, ремонтные мастерские и заводы, склады, погрузочные пункты, грузовые и пассажирские станции, доки, аэропорты и т.д.

**Транспортная система** – совокупность всех путей сообщения, всех видов транспорта, связывающих населенные пункты страны или отдельного региона.

## **2. Классификация перевозок, сельскохозяйственных грузов, дорожной сети**

Сельскохозяйственные перевозки в зависимости от назначения, расстояния и технологии перемещения грузов подразделяют на три вида: внутриусадебные, внутрихозяйственные и внехозяй-ственные.

*Внутриусадебные перевозки* осуществляют на расстояние до 3 км в пределах усадьбы (бригады, отделения, фермы и т. д.), включая перевозку кормов со складов на скотные дворы, перемещение навоза со скотных дворов в навозохранилище и т. д. На

внутриуса-дебных перевозках используют тракторы небольшой мощности типа Т-25А, Т-40АМ соответственно с одноосными прицепами типа 1-ПТС-2 и 1-ПТС-4, самоходные тележки, гужевой транспорт, а также различные транспортеры и трубопроводы.

*Внутрихозяйственные перевозки* выполняют на расстояние 3...20 км в пределах всего хозяйства (колхоза, совхоза, акционерного общества, крупного фермерского хозяйства и др.), для перевозки на поля навоза, семян и удобрений, доставки с полей к местам хранения урожая и т. д. Часто такие перевозки выполняют в сложных дорожных условиях, используя преимущественно тракторный и гужевой транспорт, а также автомобили повышенной проходимости.

При обслуживании посевных и уборочных агрегатов частью внутрихозяйственных перевозок является процесс технологического обслуживания МТА. Такие перевозки называют также *технологическими*. Внутрихозяйственные перевозки в сельском хозяйстве являются основными, так как на их долю приходится до 60 % общего объема транспортных работ.

*Внехозяйственные (внешние) перевозки* связаны с перевозкой 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.).

Такие перевозки осуществляют в основном автомобильным транспортом повышенной грузоподъемности. Частично могут быть использованы также колесные скоростные тракторы повышенной мощности типа Т-150К и К-701. Высокоэффективные транспортные средства для каждого вида перевозок выбирают рассматриваемыми далее методами.

В структуре сельскохозяйственных перевозок преобладают грузы, связанные с производством растениеводческой и животноводческой продукции.

Одни и те же грузы перевозят многократно — от поля до склада, затем до приемного пункта и т. д.

Классификация сельскохозяйственных грузов

Сельскохозяйственные грузы насчитывают более ста 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 другие, 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.

По степени или коэффициенту использования грузоподъемности транспортных средств все сельскохозяйственные грузы делят на пять классов.

Класс груза зависит от его плотности,  $\text{т/см}^3$ , 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  $120 \text{ кг/м}^3$  (полова) до  $1800 \text{ кг/м}^3$  (каменный уголь)], что создает дополнительные трудности при организации перевозок.

Конкретные численные значения плотности и классов всех основных сельскохозяйственных грузов приведены в справочной литературе. Грузы с плотностью более 600 кг/м<sup>3</sup> без упаковки примерно относятся к грузам первого класса.

По способу погрузки-разгрузки, как было указано ранее, 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 свекла, кукуруза в початках и др.).

Мелкопартионные грузы перевозят небольшими партиями, включая отвоз молока после каждого удоя.

По условиям перевозок различают обычные и скоропортящиеся грузы. Обычные грузы не требуют специальных транспортных средств. Для перевозки скоропортящихся грузов с соблюдением особых условий требуются специализированные транспортные средства (скотовозы, птицевозы и др.).

Возможна и другая классификация грузов: по опасности при погрузке, разгрузке и перевозке — малоопасные и опасные; по размерам — габаритные, крупногабаритные, негабаритные.

Габаритные грузы свободно размещают в стандартном кузове соответствующего транспортного средства. Крупногабаритные грузы выступают за задний борт или край платформы на определенное допустимое правилами движения расстояние.

#### **Основные особенности с.х. грузов**

1. Большая номенклатура (50, 60 наименований, узкая специализация).
2. Изменчивость механических свойств (под воздействием влаги, давления, температуры, вида перевозки. Например, при перевозке клубней картофеля навалочным способом повреждается около 16% клубней от общей массы, а во время хранения примерно 18%)
3. Сезонность — неравномерность перевозок в течение года (максимум на август, сентябрь до 40%)
4. Повторность — неоднократная перевозка одних и тех же грузов (с поля на ток, с тока на склад, со склада на элеватор и т.д.)
5. Плотность с.х. грузов как правило малая.

#### **Классификация дорожной сети**

Различают классификацию автомобильных дорог и классификацию, используемую при нормировании тракторных транспортных работ.

**Классификация автомобильных дорог.** Существует 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:

категории I, II — дороги общегосударственного значения при интенсивности движения 6 тыс/сут автомобилей на дорогах первой категории и 3...6 тыс/сут на дорогах второй категории;

категория III — дороги республиканского и областного значения при интенсивности движения 1...3 тыс/сут автомобилей;

категория IV, V — дороги местного значения с интенсивностью движения соответственно 0,2... 1 тыс/сут автомобилей и менее 0,2 тыс/сут.

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 санями), бездорожье в весеннюю или осеннюю распутицу.

Дороги 1 и 2 технической категории имеют усовершенствованное покрытие — цементно-бетон армированный, асфальтобетон и т.д.

Дороги 3 и 4 категории — улучшенное покрытие гравий с асфальтом.

5 может быть с гравийным покрытием.

Дороги 4 и 5 технической категории составляют местную дорожную сеть, к которой в сельских районах относятся сельскохозяйственные дороги.

В зависимости от технической категории дорог условия эксплуатации ПС делятся на 3 категории.

### **3. Виды маршрутов движения транспортных средств**

*Маршрутом движения* называют путь следования транспортного средства при перевозке груза. Различают три вида маршрутов: маятниковые, радиальные и кольцевые (рис. 1).

**М а я т н и к о в ы м** называют такой маршрут, при котором транспортные средства движутся по одной и той же трассе, как в прямом, так и в обратном направлении. Обратное движение возможно как с грузом, так и без него. Чаще в условиях сельскохозяйственного производства обратное движение происходит без груза.

**Р а д и а л ь н ы м** называют маршрут, при котором груз перевозят из одного пункта в другие в разных направлениях и наоборот. Первый вариант радиального маршрута используют при доставке удобрений из мест хранения на различные поля, второй — при доставке урожая с разных участков к месту хранения или обработки.

**К о л ь ц е в ы м** называют маршрут, при котором движение транспортных средств между несколькими пунктами происходит по замкнутому контуру.

Выбор того или иного маршрута определяется в основном вариантом организации транспортного процесса. Для маятниковых и кольцевых маршрутов в качестве критерия их эффективности можно использовать коэффициент использования

пробега. Чем больше будет его значение, тем меньше будет расходоваться ресурсов на перемещение ПС без груза и, естественно, ниже будет себестоимость перевозок.

#### 4. Формирование показателей работы в транспортном процессе

Для планирования, учета и анализа работы ПС установлена система *технико-эксплуатационных показателей* (ТЭП), позволяющих оценивать эффективность использования автомобилей и результаты их работы.

*Списочным парком АТО* называется весь подвижной состав, числящийся на балансе предприятия

$$A_{\text{сп}} = A_{\text{т}} + A_{\text{р}}$$

где  $A_{\text{т}}$  - число АТС, готовых к эксплуатации;  $A_{\text{р}}$  - число АТС, требующих ремонта или находящихся в ремонте или техническом обслуживании.

$$A_{\text{т}} = A_{\text{э}} + A_{\text{п}},$$

где  $A_{\text{э}}$  - число АТС, находящихся в эксплуатации (на линии);  $A_{\text{п}}$  - число АТС, находящихся в простое из-за отсутствия работы, топлива, водителей и по другим организационным причинам.

Для учета использования парка за определенный период времени используют показатель «автомобиледень» - АД. Например, если в течение пяти дней в АТО 20 АТС работали на линии, два АТС находились в ремонте и один простаивал, то списочные автомобиледни равны

$$\text{АД}_{\text{сп}} = \text{АД}_{\text{э}} + \text{АД}_{\text{р}} + \text{АД}_{\text{п}} = 20 \cdot 5 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5 = 115.$$

Эффективность работы парка ПС удобно оценивать рядом коэффициентов.

*Коэффициент технической готовности* определяет долю исправного (готового к эксплуатации) ПС в парке и характеризует техническое состояние парка АТС

$$\alpha_{\text{т}} = A_{\text{т}}/A_{\text{сп}} = \text{АД}_{\text{т}}/\text{АД}_{\text{сп}} = D_{\text{т}}/D_{\text{к}},$$

где  $D_{\text{т}}$  - дни пребывания АТС в готовом для эксплуатации состоянии;  $D_{\text{к}}$  - число календарных дней.

*Коэффициент выпуска* характеризует долю парка ПС, находящуюся в эксплуатации (на линии), относительно календарного времени

$$\alpha_{\text{в}} = A_{\text{э}}/A_{\text{сп}} = \text{АД}_{\text{э}}/\text{АД}_{\text{сп}} = D_{\text{э}}/D_{\text{к}},$$

где  $D_{\text{э}}$  — число дней эксплуатации.

*Коэффициент использования* характеризует долю парка ПС, находящуюся в эксплуатации (на линии), относительно рабочего времени

$$\alpha_{\text{и}} = \text{АД}_{\text{э}}/\text{АД}_{\text{р}} = D_{\text{э}}/D_{\text{р}},$$

где  $D_{\text{р}}$  - число рабочих дней за рассматриваемый календарный период.

В отличие от коэффициента выпуска коэффициент использования более объективно оценивает эффективность использования ПС, так как учитывает режим работы АТО.

*Пробегом* называется расстояние, проходимое ПС за определенный период времени. Классификация различных видов пробега грузового ПС представлена на рис. 6. *Нулевой пробег* - это пробег, который необходимо совершить ПС для прибытия из АТО на первый пункт погрузки и возвращения после последней разгрузки в АТО.

Для повышения эффективности эксплуатации ПС необходимо стремиться к снижению величины непроизводительного пробега. Доля пробега с грузом в общем пробеге ПС оценивается *коэффициентом использования пробега*

$$\beta = L_{\text{с}}/L_{\text{об}}.$$



Рис.2 Виды пробега подвижного состава

При расчетах обычно различают коэффициент использования пробега за езду

$$\beta_e = l_{e,z} / (l_{e,z} + l_x),$$

где  $l_{e,z}$  - пробег с грузом за езду;  $l_x$  - пробег без груза за езду, и за рабочий день

$$\beta_{p,d} = L_z / (L_z + L_x + L_n).$$

Время пребывания АТС в наряде

$$T_n = T_m + t_n,$$

где  $T_m$  - время работы на маршруте;  $t_n$  - время на выполнение нулевого пробега.

Средняя продолжительность пребывания АТС в наряде за сутки характеризует эффективность использования парка по времени и считается как отношение общего количества автомобилечасов пребывания в наряде за отчетный период к общему количеству автомобиледней эксплуатации.

Время работы на маршруте определяется соотношением

$$\begin{aligned} T_m &= \sum t_{дв} + \sum t_{п-р} = (L_r + L_x) / v_T + \sum t_{п-р} = (L_r + L_x) / v_z = \\ &= n_e [(l_{e,r} + l_x) / v_T + t_{п-р}] = n_e (l_{e,r} / \beta_e v_T + t_{п-р}), \end{aligned}$$

где  $v_T$  - техническая скорость;  $v_z$  - эксплуатационная скорость;  $n_e$  - количество ездов, выполняемых ПС за смену.

Обратите внимание, что техническая скорость учитывает только время движения ПС, а эксплуатационная дополнительно учитывает время простоя ПС при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

На практике приходится на основании заданного времени работы ПС на маршруте определять возможное количество ездов

$$n_e = INT(T_m / t_e) = INT(T_m / (l_{e,r} / (\beta_e v_T + t_{п-р}))),$$

где  $INT$  - функция, возвращающая ближайшее меньшее целое значение.

Производительность труда характеризуется количеством продукции, производимой в единицу времени. *Транспортная продукция* - это перемещение груза, следовательно, *производительность ПС* - это количество груза, перевозимого в единицу времени. Производительность ПС определяют в тоннах -  $U$  (или других физических единицах измерения массы, объема или количества груза, например  $m^3$ , контейнеры и т.д.) и в тонна-километрах -  $W$ . За одну езду эти показатели составят

$$U_e = q_n \gamma; \quad W_e = U_e l_{e,r}.$$

При определении производительности за рабочий день ( $U_{рл}$ ,  $W_{рл}$ ) необходимо учитывать дискретный характер выполнения транспортной работы, когда она завершается одновременно с завершением ездки, число которых, следовательно, может быть только целым. Таким образом, для увеличения объема работы ПС необходимо так изменить эксплуатационные условия (например, время работы), чтобы добиться увеличения числа ездов.

Действительно, выработка транспортной продукции происходит в течение того времени, пока ПС движется с грузом от отправителя к получателю, но как только



автомобиль останавливается для разгрузки, выработка транспортной продукции прекращается и вновь возобновляется только после выезда из пункта погрузки. Количество доставленного груза может быть определено только в пункте разгрузки, и пока он не будет выгружен, нельзя говорить об объеме перевезенного груза. Таким образом, количество перевезенного груза и выполненной транспортной работы не является линейной функцией от времени работы автомобиля. Графически изменение количества транспортной продукции во времени представлено на рис. 3.

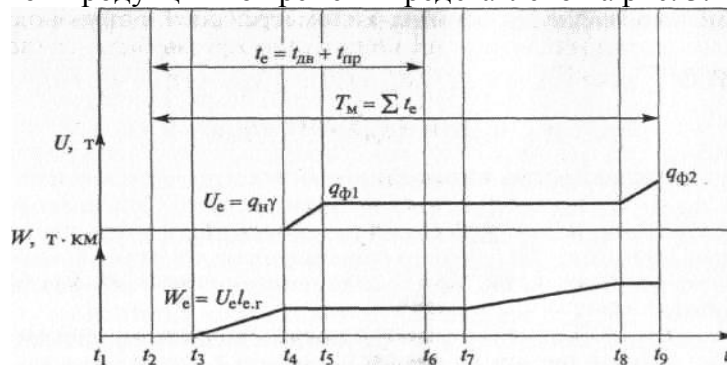


Рис. 3. Изменение транспортной продукции во времени

Автомобиль выезжает на линию в момент времени  $t_1$ . В момент времени  $t_2$  началась первая погрузка груза в автомобиль, которая заканчивается в момент  $t_3$ , и начинается движение с грузом. Прибытие в пункт назначения определяется моментом времени  $t_4$ , с которого начинается разгрузка груза, и в течение следующего периода разгрузки груз постепенно поступает потребителю. В момент окончания разгрузки  $t_5$  заканчивается формирование объема груза, доставленного автомобилем за одну езду  $t_{ф1}$ . Затем автомобиль перемещается к отправителю для следующей погрузки, которая начинается в момент времени  $t_6$ . Далее цикл транспортного процесса повторяется, и в момент времени  $t_9$  у потребителя оказывается количество груза, равное  $t_{ф2}$ . Если на этом работа автомобиля заканчивается, то показатели работы автомобиля за смену следующие

$$U_{р.д} = q_{ф1} + q_{ф2}; W_{р.д} = l_{е.г}(q_{ф1} + q_{ф2}).$$

Или в общем случае:

$$U_{р.д} = \sum q_{ф}; W_{р.д} = \sum q_{ф} l_{е.г}.$$

## 5. 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 перспективное (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.

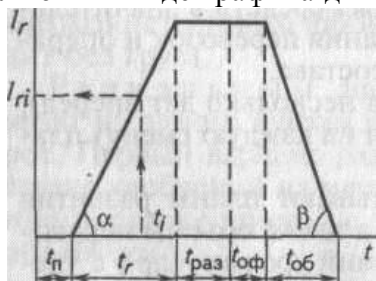
Далее перспективные планы уточняют при текущем планировании транспортных работ на предстоящий год, учитывая следующие конкретные исходные данные: структуру и количество грузов; расстояние перевозки каждого вида груза; состояние дорог; календарные сроки перевозок; количество и техническое состояние транспортных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

На основе указанных данных разрабатывают годовой план работы транспортных средств.

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

Оперативную разработку описанных планов с непрерывным их уточнением можно осуществлять на базе современных персональных компьютеров.

Оперативный план каждого транспортного средства на конкретном маршруте составляют и в виде графика движения (рис. 4).



**Рис.4.** график движения транспортного средства

По оси абсцисс в соответствующем масштабе откладывают время  $t$ , а по оси ординат — расстояние  $l_r$  от пункта погрузки до пункта назначения. Время  $t_n$  соответствует продолжительности погрузки,  $t_r$  — продолжительности ездки с грузом. Далее следуют время разгрузки —  $t_{раз}$ , время оформления документов —  $t_{оф}$  и время движения в обратном направлении —  $t_{об}$ . 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 соответствуют скоростям движения транспортного средства соответственно в прямом  $v_r$  и обратном  $v_{об}$  направлениях.

Такие графики или маршрутные карты можно строить оперативно с помощью персональных компьютеров с последующим их вручением водителям перед началом работы.

Планирование работы транспортных средств является элементом научной организации труда и, широко применяя их на практике, можно существенно повысить показатели использования транспорта в каждом хозяйстве.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Практическое занятие №1 ( 2 часа).**

**Тема:** «Агротехническая оценка условий и результатов работы сельскохозяйственных агрегатов»

#### **2.1.2 Задание для работы::**

1. Освоить методику определения твердости почвы.
2. Освоить методику определения удельного сопротивления почвы смятию.
3. Освоить методику определения фактической глубины обработки почвы сельскохозяйственными агрегатами.
4. Освоить методику определения количества эрозионно-опасных частиц в почве.
5. Получить практические навыки работы с тензометрическим и механическим твердомерами, специальным набором сит, аналитическими весами и обработки данных, полученных в процессе оценки работы почвообрабатывающих орудий.

#### **2.1.3 Краткое описание проводимого занятия:**

##### **1.Определение твердости почвы**

Для определения величины прочности (твердости) пахотного горизонта предназначен твердомер. Твердость почвы является важнейшей механической характеристикой и широко используется при оценке условий эксплуатации рабочих органов почвообрабатывающих орудий.

##### **1.1 Конструкция механического твердомера**

Твердомер состоит (рис.1) из двух прямолинейных стальных стержней 1, соединенных на концах пластинами 2. Между стержнями 1 расположен ползун 3, на котором закреплены рукоятки 4. На ползуне 3 также установлена пустотелая трубка 5, в нижнюю торцевую поверхность которой упирается верхняя часть пружины 6. В нижнюю часть пружины 6 упирается тарелка 7, закрепленная на стержне 8, верхний конец которого находится в пустотелой трубке 5. Кроме того, нижняя часть пустотелой трубки 5 соединена с верхним концом стержня 8 шарниром 9. На длинном рычаге шарнира 9 в специальной гайке расположен карандаш 10. В торцевое отверстие нижнего конца стержня 8 ввернут винт 11 с широкой головкой (сменный плунжер).

На одном из стержней 1 установлена планшетка 12, на которой закреплена бумажная лента 13.

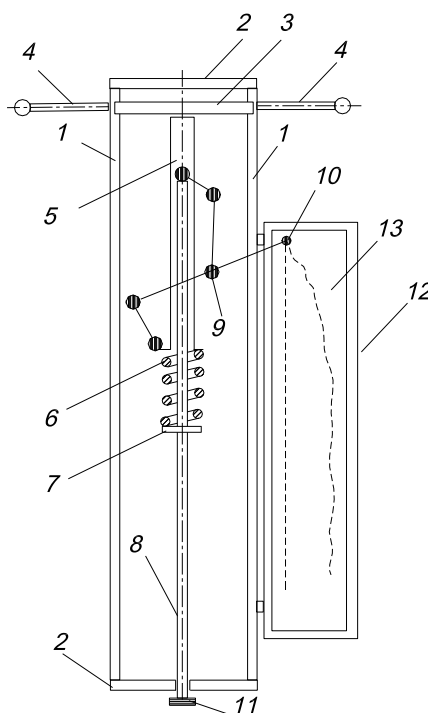


Рис. 1. Конструкция механического твердомера.

Если твердомер приподнять на некоторое расстояние от поверхности поля и переместить рукоятку 4 твердомера в сторону нижней пластины 2 крепления парных стержней 1, то усилие от руки передается через рукоятки 4 на пустотелую трубку 5 и затем через пружину 6 на стержень 8. Стержень 8 с плунжером 11 не встречают сопротивления, и поэтому карандаш 10 вычерчивает на бумажной ленте 13 прямую (нулевую) линию, расположенную от края на расстоянии 7...10 мм. Пружина 6 остается неизменной (по причине отсутствия сопротивления перемещению плунжера) и передает усилие на стержень 8 и плунжер 11.

Если твердомер опустить на поверхность поля и также рукоятки твердомера 4 перемещать в сторону нижней пластины 2 крепления парных стержней 1 то усилие от руки также, как и в первом случае, передается на рукоятки 4, пустотелую трубку 5, пружину 6, тарелку 7, стержень 8 и наконечник 11, но в данном случае пружина будет сжиматься так, как плунжер внедряется в почву и испытывает сопротивление, которое препятствует его перемещению, а следовательно и перемещению стержня, который верхним концом упирается в нижний конец пружины. Пружина 6 сжимается, стержень 8 вдвигается во внутреннюю полость трубки 5. Так как одним концом шарнир 9 закреплен на нижнем конце трубки 5, а другим на верхнем конце стержня 8, то рычаги шарнира 9 изменяют свое взаимное расположение. Рычаг с карандашом изменяет свое положение в зависимости от глубины погружения стержня, сопротивления почвы внедрению плунжера и вычерчивает на бумажной ленте кривую линию.

Чем больше сопротивление перемещению плунжера (чем тверже почва), тем сильнее сжимается пружина и тем круче подъем и смещение кривой линии над нулевой линией (рис. 2.).

Твердость почвы определяют почвенным твердомером в местах определения влажности. Глубину, на которой определяют значения твердости устанавливают в зависимости от назначения машины и характера испытания.

Перед определением твердости почвы самопишущим или интегрирующим твердомером, в зависимости от твердости грунта устанавливают соответствующие плунжер и пружину. Плунжер и пружина должны обеспечивать размещение рабочего

следа карандаша пишущего устройства на три четвертых ширины бумажной ленты от нулевой линии. Начальный и восходящие участки линии твердограммы на бумажной ленте должны иметь наклон близкий к  $75^\circ$  относительно нулевой линии.

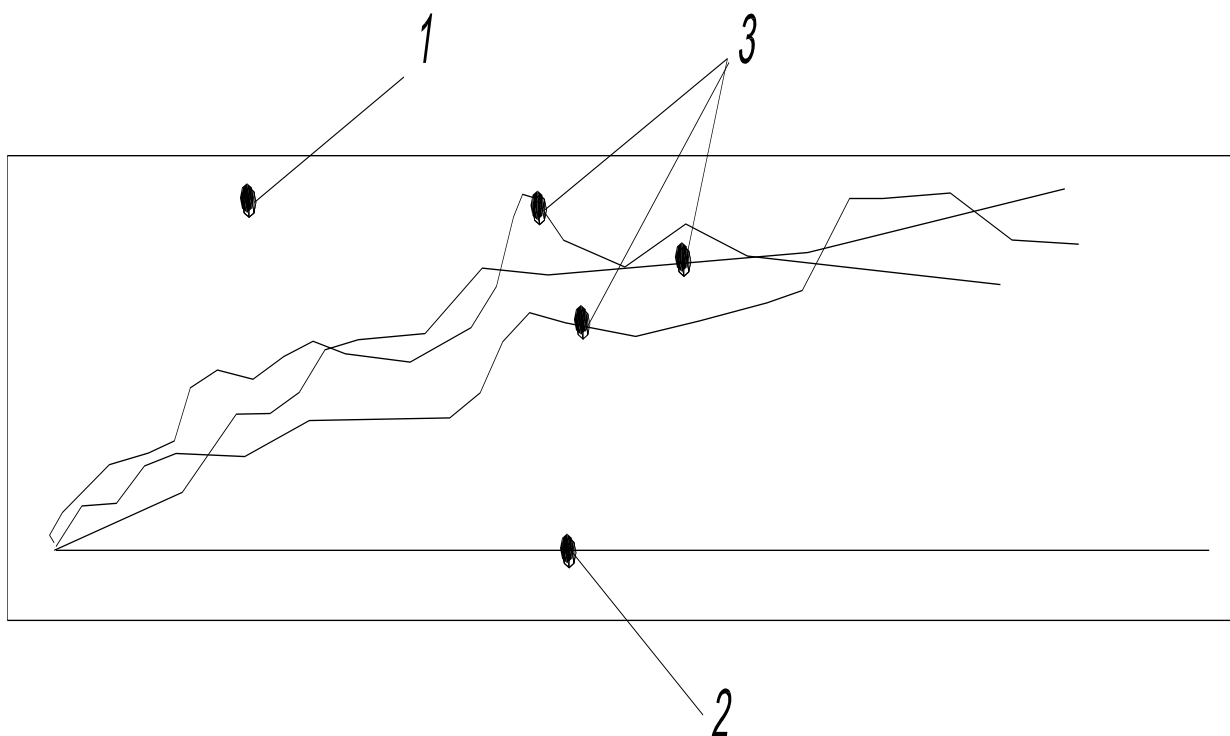


Рис. 2. Фрагмент твердограммы

При снятии каждой диаграммы проверяют качество ее записи, (отчетливость, четкость линии) и исправность работы карандаша. Острие записывающего карандаша при разгруженной пружине и плунжере должно совпадать с нулевой линией. Расхождение между ними не должно превышать  $\pm 1$  мм.

Величину средней твердости почвы  $P$  определяют по формуле:

$$P = \frac{h \cdot q}{S},$$

где:  $h$  – величина средней ординаты диаграммы твердости, м;

$q$  – жесткость пружины, (1,08 н/мм);

$S$  – площадь поперечного сечения плунжера,  $\text{м}^2$ .

Твердость почвы может быть определена как для конкретной глубины, так и для заданного горизонта (слоя почвы, расположенного на интересующей глубине).

При определении твердости для всего почвенного горизонта или интересующего слоя почвы среднее значение ординаты  $h$  твердограммы получают измерением ряда ординат через выбранный интервал на нулевой линии.

Среднее значение твердости почвы на всем экспериментальном участке подсчитывают по нескольким диаграммам, полученным в разных местах поля. На одной бумажной ленте формируют не более 5 – 6 диаграмм.

Для определения твердости почвы горизонта на заданной глубине определяют ординаты на необходимой глубине (на отрезке нулевой линии).

Первичные результаты обработки диаграмм по определению твердости почвы заносят в ведомость (Форма 6).

В протокол (отчет) записывают данные средней твердости почвы по всему участку, т.е. средние результаты из взятых проб по слою.

**Форма 6****ВЕДОМОСТЬ****Определение твердости почвы**

Место испытания \_\_\_\_\_

Участок \_\_\_\_\_ Орудие, машина \_\_\_\_\_

Диаметр плунжера \_\_\_\_\_ № или усилие пружины \_\_\_\_\_

Масштаб пружины, н/м \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Номер участка	Глубина взятия проб	Средняя высота ординаты по повторностям						Средняя высота ординат	Средняя твердость почвы, н/м <sup>2</sup>
		1	2	3	4	5	Сумма		

Исполнитель \_\_\_\_\_

Ф.И.О., подпись

**1.2 Определение твердости почвы тензометрическим твердомером**

Тензометрический твердомер (рис.3) состоит из основания 1, стойки 2, подвижной каретки 6, тензозвена 7, стержня 10, винта 4 и рукоятки 5. К измерительному устройству 8 присоединяется тензоусилитель 9 с блоком питания 10.

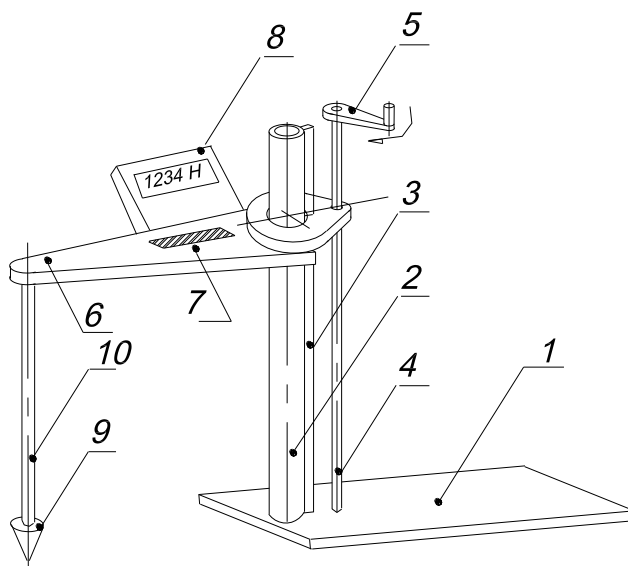


Рис. 3. Тензометрический твердомер.

**Работа твердомера**

Твердомер устанавливают на выбранном для измерения твердости почвы участке и вращением рукоятки \_\_\_\_\_ обеспечивают перемещение наконечника \_\_\_\_\_ вниз. При достижении наконечником поверхности поля и погружения в почву на заданную глубину наконечник испытывает сопротивление внедрению, которое через стержень передается на

тензозвено \_\_, которое деформируется (изгибается). В результате деформации тензометрический мост \_\_ регистрирует сигнал информации и по проводам передает на усилитель \_\_.

## 2. Определение удельного сопротивления почвы смятию

В полевых и лабораторных условиях измерение удельного сопротивления смятию достигается следующим образом. Определяют величину угла трения материала конуса плунжера о почву  $\varphi$  (см вариант задания), расчетным путем определяют объем  $V$  смещенной почвы по зависимости

$$V = \pi \cdot \ell^3 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2},$$

с учетом внедренной в почву части  $\ell$  длины конуса плунжера и величины угла  $\alpha$  при его вершине. С помощью тензометрического твердомера определяют силу  $P$ , потребную для погружения конуса в почву. Непосредственное значение показателя удельного сопротивления почвы смятию вычисляют по зависимости:

$$\rho = \frac{3P \cdot \sec\left(\frac{\pi}{2} - \varphi - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sin \varphi}{\pi \cdot \ell^3 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}},$$

Способ реализуется с помощью тензометрической установки, представленной на рис. 4.

Тензометрическая установка состоит из основания 1, на которой закреплена труба 2 с направляющей 3 и винт 4 с рукояткой 5. На трубе 2 установлен кронштейн 6 с тензорезисторами 7, указывающим прибором 8 и наконечником 9, закрепленном на штанге 10.

Тензометрическая установка работает следующим образом. Установку располагают на измеряемом участке поля и на площадку 1 становится человек, который своим весом прижимает прибор к поверхности почвы. Вращением рукоятки 5 обеспечивается погружение плунжера 9 на требуемую глубину. Сопротивление почвы внедрению наконечника 9 передается через штангу 10 на кронштейн 6, который деформируется, что и фиксируется резисторами 7, преобразуется в электрический сигнал и отображается на индикаторе прибора 8 в виде количественной величины удельного сопротивления почвы смятию.

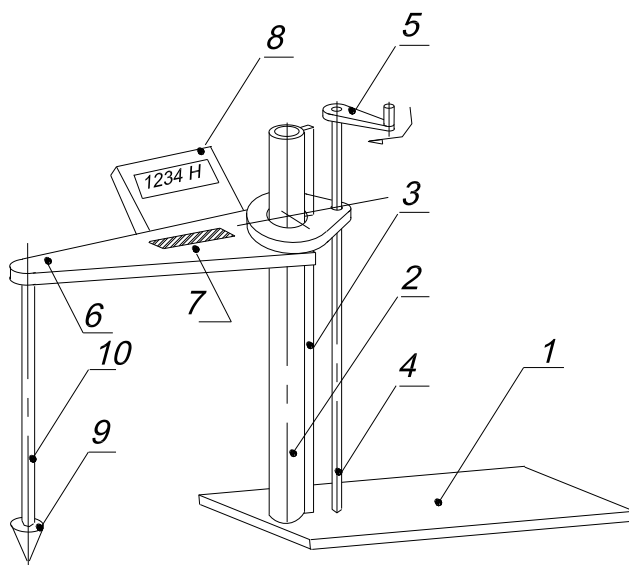


Рис. 4. Тензометрическая установка твердомера

### 3. Определение глубины обработки

Глубину обработки определяют путем погружения линейки (щупа) в почву до необработанного слоя после прохода агрегата в прямом и обратном направлениях в трехкратном повторении.

Для машин с явно выраженным следом рабочих органов измерение (ширина захвата рабочего органа более 0,5м) глубины проводят за 10 рабочими органами в 10 местах, а для машин типа штанговых и лаповых культиваторов – в 10 точках с равномерным интервалом по ширине захвата и в 25 точках по ходу движения агрегата с интервалом 2...2,5 м.

За рабочими органами, образующими при проходе гребнистую поверхность, производят парные измерения глубины на гребне и в борозде.

Точность измерений глубины обработанного слоя  $\pm 0,5$  см. Данные измерения заносят в ведомость (форма 9).

Форма 9.

#### ВЕДОМОСТЬ

измерений глубины обработки

Марка машины \_\_\_\_\_ Вид работы \_\_\_\_\_

Место испытания \_\_\_\_\_ Культура \_\_\_\_\_

Опыт \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Измерения	Глубина по рабочим органам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Данные измерений глубины обработки, полученные по следу штанг лапчатого культиватора, обрабатывают методом математической статистики с целью определения средней глубины обработки, среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации по каждой машине в каждой повторности по формулам:

$$\Sigma x_i$$

$$x = \frac{\quad}{n}, \text{ см}$$

$$\Sigma (x_i - x)^2$$

$$\sigma = \frac{\quad}{n-1}, \text{ см}$$

$$\sigma \cdot 100$$

$$V = \frac{\quad}{x}, \%$$

где:  $x$  – среднее арифметическое значение глубины обработки по машине, см;



$x_i$  – значение варьирующего признака, см;  
 $n$  – количество измерений глубины;  
 $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение, см;  
 $V$  – коэффициент вариации, %.

Среднюю глубину обработки, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации за опыт (по всей ширине машины, содержащей широкозахватные рабочие органы) определяют по формулам:

$$x_{об} = \frac{x_1^2 + x_2^2 + x_n^2}{n'}, \text{ см}$$

$$\sigma_{об} = \frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_n^2}{n'}, \text{ см}$$

$$V_{об} = \frac{\sigma_{об}}{x_{об}} 100, \%$$

где  $n'$  - количество повторностей.

#### 4.Определение количества эрозионно-опасных частиц в почве

Содержание эрозионно-опасных частиц почвами (частиц диаметром до 1 мм) определяется разностью процента частиц до и после прохода машины. Процент эрозионно-опасных частиц выражается как отношение веса частиц до 1 мм в весу все пробы. На участке учетных проходов по диагонали берутся 10 проб почвы до и после прохода орудия совком в слое 0...5 см.

Пробы доводят до воздушно – сухого состояния и подвергают рассеву на сите с диаметром отверстий 1мм. Фракции почвы взвешивают с точностью до 1г. Данные заносят в форму 12. Определяют процентное содержание частиц размером менее 1мм.

Определяют разность процента частиц до и после прохода агрегата.

Форма 12.

##### ВЕДОМОСТЬ

Определения эрозионно опасных частиц почвы в слое 0...5 см

Дата\_\_\_\_\_Марка машины \_\_\_\_\_Вид работ\_\_\_\_\_  
 Место испытаний \_\_\_\_\_Скорость\_\_\_\_\_

повторности	До обработки					После обработки				
	вес пробы	Менее 1 мм		Более 1 мм		Вес пробы	Менее 1 мм		Более 1 мм	
		г	%	Г	%		г	%	г	%
1										
2										
.										
10										
сумма										
среднее										

Исполнитель \_\_\_\_\_  
 Ф.И.О., подпись

### **Контрольные вопросы**

1. Конструкция механического твердомера
2. Принцип работы механического твердомера
3. Методика обработки диаграмм твердости
4. Какие частицы считаются эрозионно-опасными
5. Методика определения глубины обработки

**2.1.3 Результаты и выводы:** По результатам занятия оформить отчет и привести ответы на контрольные вопросы.

## **2.2 Практическое занятие № 2 ( 2 часа).**

**Тема:** «Методика проведения лабораторных и полевых испытаний сельскохозяйственных машин и их рабочих органов»

### **2.2.2 Задание для работы:**

1. Ознакомиться с видами и особенностями испытаний.
2. Изучить особенности технических средств, используемых для измерения тяговых усилий прицепных орудий.
3. Ознакомиться с требованиями, предъявленными к участкам для тяговых испытаний.
4. Ознакомиться с условиями испытаний сельскохозяйственных агрегатов.
5. Освоить порядок подготовки участков к испытаниям почвообрабатывающих орудий.
6. Изучить требования, предъявляемые к испытаниям сельскохозяйственных агрегатов.

### **2.2.3 Краткое описание проводимого занятия:**

#### **1. Назначение испытаний.**

Испытание – понятие многозначное. Оно происходит от латинского слова *examinare*, что означает исследовать, испытать, взвешивать. Испытания машин и механизмов - это проверка их функциональных свойств и конструктивных параметров с целью установления соответствия техническим требованиям.

По ГОСТ 16504 – 81 под испытаниями продукции понимается «экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результат воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействии». Такое определение применимо к продукции как обобщающему понятию. Под испытаниями сельскохозяйственных машин понимают экспериментальное исследование технических средств в целом, их отдельных сборочных единиц и систем. Теорию испытаний можно рассматривать как науку об эксперименте, о подготовке, проведении, обработке и анализе результатов эксперимента.

Назначение испытаний в получении информации о состоянии испытываемого объекта – изделия, комбайна, а также любой другой сельскохозяйственной машины, сборочной единицы, системы, детали или ее элемента. Эта информация может быть использована для принятия решения о постановке машины, орудия на серийное производство, оценки их технико-экономических показателей, срока службы или характеристик надежности, функциональных качеств сборочных единиц или систем, при доработке конструкции, уточнении методики расчета или математической модели и т. д.

#### **2. Виды испытаний и условия их проведения**

*Виды испытаний:* Испытаниям подвергаются серийные, а также модернизированные машины и орудия, их модификации, макетные и опытные образцы, в

том числе и после ремонта. Определены следующие виды испытаний сельскохозяйственной техники:

на этапе разработки технических требований и обоснования параметров – исследовательских (поисков) испытания макетных образцов;

на этапе проектирования – предварительные, приемочные государственные и доводочные испытания опытных образцов, а также эксплуатационные (опытная эксплуатация) испытания опытной партии;

на стадии производства – квалификационные испытания образцов установочной серии (первой промышленной партии), приемо-сдаточные, периодические кратковременные или длительные, сертификатные и эксплуатационные (подконтрольная эксплуатация) испытания серийных образцов, а также типовые испытания и испытания на соответствие требованиям экспорта;

отремонтированные образцы подвергают приемо-сдаточным, периодическим длительным, эксплуатационным (подконтрольная эксплуатация) и типовым испытаниям.

Установлены цели и задачи отдельных видов испытаний и головные исполнители, а также количество представленных на испытания образцов.

Исследовательские (поисковые) испытания макетных образцов проводятся с целью обоснования параметров, конструктивных схем, компоновки, схем агрегатирования перспективных машин; обоснования набора машин и технологического оборудования к энергетическим средствам; отработки технических требований и включения их в исходные (агротехнические) требования потребителя (заказчик) и в техническое задание на разработку машины.

Исследовательские испытания могут проводиться на полигонах, стендах, а также в условиях эксплуатации. Осуществляют их исследовательские организации отрасли или потребителя (специализированные отраслевые научно-исследовательские институты и соответствующие кафедры высших учебных заведений), а также организация-разработчик.

Доводочные испытания проходят все создаваемые и модернизированные изделия, их отдельные сборочные единицы и системы. Цели этих испытаний – оценка влияния вносимых изменений на заданные показатели качества. При этом проверяется соответствие выбранных параметров расчетным, выявляется правильность компоновочных решений, оцениваются художественное оформление машины, удобство обслуживания, соблюдение техники безопасности и охраны труда. При доводочных испытаниях рассматриваются вопросы выбора конструкционных материалов, технологии изготовления деталей, степень унификации с предшествующими моделями и в семействе машин, уточняются регулировки систем и механизмов, определяются эксплуатационные свойства, прочность и надежность сборочных единиц и изделия в целом.

Доводочные испытания проводятся организацией-разработчиком. По их результатам в конструкцию орудия и отдельных его элементов вносятся изменения с целью устранения выявленных недостатков, улучшения функциональных качеств и повышения работоспособности и надежности.

Предварительные испытания опытных образцов осуществляются в два этапа. На первом этапе проверяется соответствие образцов изделия техническому заданию, нормативно-технической и технической документации, оценивается эффективность реализованных мероприятий, определяется готовность машины ко второму этапу. На втором этапе оценивается экономическая эффективность применения энергетического средства с набором машин и технологического оборудования, а также решается вопрос о возможности представления его на приемочные государственные испытания.

*Первый этап испытаний проводит организация-разработчик, второй – испытательные организации отрасли и организация-разработчик под руководством ведомственной комиссии.*

Цель приемочных государственных испытаний опытных образцов – определение соответствия параметров изделия техническому заданию, требованиям стандартов и технической документации, оценка экономической эффективности работы изделия с набором машин и технологического оборудования, установление возможности постановки изделия на производство, а также выработка рекомендаций по присвоению изделию категории качества.

На приемочные испытания представляются доработанные опытные образцы и откорректированная техническая документация. Приемочные испытания сельскохозяйственных изделий осуществляют головные организации по государственным испытаниям (научно-исследовательские институты и машиноиспытательные станции), остальных типов изделий – также специализированные испытательные организации потребителя при участии организации-разработчика и изготовителя под руководством приемочной комиссии. В состав комиссии входят представители заказчика, головной организации, организации-разработчика и изготовителя, а также технической инспекции труда ЦК профсоюзов.

По результатам приемочных государственных испытаний комиссия составляет протокол испытаний, а на его основании – акт приемки опытного образца. Если опытный образец соответствует требованиям технического задания, стандартов и технической документации, то в акте приемки комиссия рекомендует изделие к постановке на производство. При выявлении возможности улучшения отдельных параметров изделий, не установленных в техническом задании, в акте может быть приведен перечень необходимых доработок со сроками их исполнения.

Эксплуатационные испытания опытной партии (опытная эксплуатация) проводится для получения дополнительной к результатам приемочных государственных испытаний информации по эксплуатационно-техническим показателям и надежности изделий в различных эксплуатационных условиях.

Испытания проводятся специализированными испытательными организациями потребителя при участии организации-разработчика. Количество испытываемых образцов изделий устанавливается по согласованию между организацией-разработчиком и потребителем с учетом рекомендаций приемочной комиссии по результатам приемочных государственных испытаний.

Квалификационные испытания образцов установочной серии (первой промышленной партии) проводятся с целью определения готовности производства к серийному выпуску изделий на основе отработанного производственного процесса. Необходимость изготовления установочной серии указывается в акте приемки опытного образца и в приказе министерства о постановке изделия на производство. Количество испытываемых образцов определяют предприятие-изготовитель и организация-разработчик.

По результатам испытаний комиссия принимает решение об окончании освоения изделия. Если проведенные испытания не подтвердили готовности производственного процесса обеспечить выпуск серийных изделий с показателями, установленными стандартами и техническими условиями, то комиссия дает рекомендации по его совершенствованию, устанавливает сроки устранения отмеченных недостатков и поведения повторных испытаний.

Цель приемо-сдаточных испытаний серийных или отремонтированных образцов – оценка при приемочном контроле соответствия параметров изделий требованиям технических условий на изготовление или ремонт и поставку потребителю. Контроль серийных изделий осуществляют службы технического контроля предприятия-изготовителя с последующим предъявлением результатов постоянному представителю заказчика, если это предусмотрено соответствующими документами. Количество испытываемых образцов устанавливается техническими условиями на конкретную модель изделия.

Периодические испытания серийных образцов изделий могут быть кратковременными, длительными государственными и длительными.

Целью кратковременных испытаний является оперативный контроль качества и выявления производственных недостатков. Эти испытания проводятся предприятием-изготовителем по 60- и 480- часовым программам. Количество испытываемых образцов определяется объемом годового производства.

При типовых испытаниях серийных образцов после реализации конструктивно-технических мероприятий оценивается эффективность и целесообразность вносимых в конструкцию или технологический процесс изменений. Испытаниями занимаются специализированные испытательные организации потребителя с участием организации-разработчика или испытательные организации отрасли и организации-разработчика. Количество испытываемых образцов изделий устанавливается исходя из характера изменений, вносимых в конструкцию или технологию изготовления и ремонта. Если испытания должна проводить организация-изготовитель, их объем устанавливается планом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а если организация потребителя – планом головного ремонтного предприятия.

Сертификатные испытания серийных образцов проводятся с целью определения соответствия показателей изделия нормативно-технической документации для составления сертификата на изделие. Испытания проводятся головным научно-исследовательским инструктором отрасли. Их объем – одно изделие первого года выпуска и по одному изделию после внесения в конструкцию изменений, влияющих на показатели, включенные в сертификат.

Эксплуатационные испытания серийных и отремонтированных образцов (подконтрольная эксплуатация) необходимы для оценки надежности серийных и отремонтированных образцов изделия при эксплуатации потребителем. Испытания серийных образцов сначала эксплуатации до гарантированного срока осуществляются специализированными организациями потребителя, с начала эксплуатации до истечения мотто-ресурса – предприятием-изготовителем, а отремонтированных образцов – головным ремонтным предприятием. Количество испытываемых образцов сельскохозяйственных, лесохозяйственных, лесопромышленных и промышленных тракторов тяговых классов от 30 до 150 кН: серийных – по 20 каждого года выпуска при общем количестве 100...120 различных годов выпуска; отремонтированных – по 20 два раза в пятилетку; промышленных тракторов тяговых классов свыше 150 кН – по 20 каждого года выпуска.

### **3. Методы измерения тягового усилия на крюке трактора**

Для измерения тягового усилия на крюке трактора используют динамографы. Они состоят из силового звена, воспринимающего измеряемое усилие, и регистрирующего механизма, записывающего значения тяговых усилий на движущейся ленте. Получаемая диаграмма называется тяговой. При испытаниях схм применяются преимущественно электрические динамографы. Электрический тяговый динамограф инструкции НАТИ и его принципиальная схема показаны на рис. 1. Он представляет собой кольцевой динамометр с проушинами для присоединения прицепных серег. На внутренней поверхности кольца (рис. 1б) наклеены проволочные тензорезисторы  $R$ .

При приложении растягивающей силы  $P_{кр}$  тензорезисторы  $R_1$  и  $R_3$  будут испытывать сжатие, а  $R_2$  и  $R_4$  — растяжение. Соответствующим соединением этих тензорезисторов можно получить мостовую или полумостовую схему измерения. После наклейки тензорезисторов отверстия звена закрываются крышками с резиновой прокладкой для герметизации. На одной из крышек установлен разъем для соединения измерительного моста с тензометрическим усилителем. Тяговые звенья изготавливаются на пределы измерения от нуля до 10, 30, 50, 100 кН. Погрешность при

измерении не более  $\pm 1\%$ . Сопротивление изоляции не менее 100 МОм. Тарировка тяговых звеньев проводится на разрывной машине типа ГСМ-50.

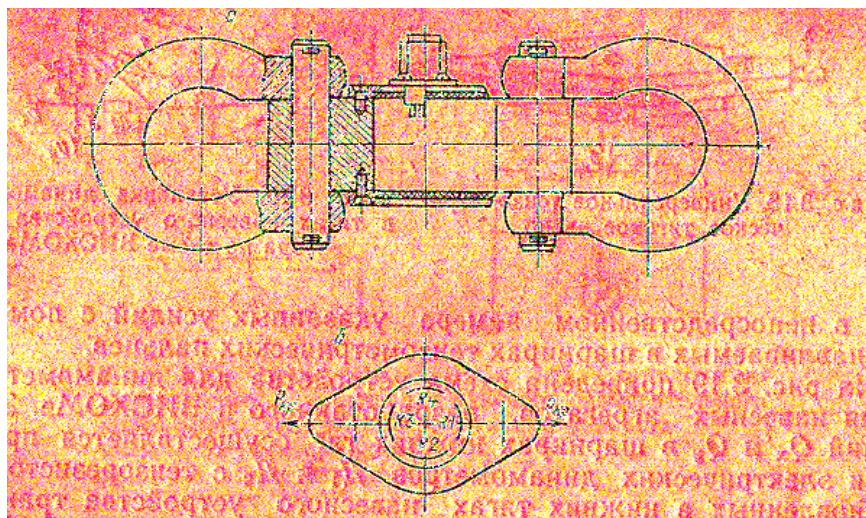


Рис. 1 Тяговое тензометрическое звено:  
а- конструктивная схема; б- принципиальная схема.

На рис. 2 показано универсальное тензометрическое тяговое для тяговых усилий до 20 кН. Оно представляет собой двухопорную балку равного сопротивления изгибу, устанавливаемую взамен прицепного бруса на изделие МИЗ-50. Щеки и концевые полубалки звена скрепляются болтами. Прицепная скоба машины закрепляется штырем между щеками звена. На вертикальные плоскости полубалок (зачерненные на рисунке) наклеивают тензорезисторы для четырех плеч моста сопротивлением по 50 Ом в каждом плече для измерения горизонтальной составляющей тягового усилия. Второй мост для измерения вертикальной нагрузки при динамометрировании полунавесных машин составляют тензорезисторы, наклеенные на горизонтальные плоскости полубалок. Проводники от тензорезисторов укладывают в профрезерованную в щеке канавку и выводят к розетке разъема. Тензорезисторы должны быть расклеены строго симметрично относительно осей симметрии граней полубалок, чтобы компенсировать влияние деформации в плоскостях, перпендикулярных к плоскости наклейки тензорезисторов.

Принцип работы тензометрических пальцев может быть рассмотрен на примере тензометрического пальца консольного типа (рис. 3). Пальцы могут выполняться также в виде балок на двух опорах.

На палец вдоль его образующей наклеиваются два тензорезистора 1 и 2 на расстоянии / один от другого (рис. 3 а). Они могут быть расположены в любом месте между заземленным концом пальца и точкой приложения действующей на него силы Q.

Тензометрические пальцы дают возможность измерять изгибающие усилия в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Для этого на пальцы нужно наклеивать по две пары тензорезисторов, располагая их по образующим, находящимся под углом  $90^\circ$  друг к другу. Одна пара тензорезисторов должна устанавливаться в плоскости, параллельной опорной поверхности рабочих органов навесной машины, другая — в плоскости, к ней перпендикулярной. В этом случае при любом направлении усилия, действующего в шарнире, замеряться будут его горизонтальная и вертикальная составляющие. Каждая пара тензорезисторов должна включаться в отдельный измерительный мост.



Следовательно, для замера усилий  $Q_x$  и  $Q_y$  во всех трех присоединительных шарнирах навесного устройства нужно иметь шесть таких измерительных мостов.

Суммарные силы  $P_{\text{тяг}} = \sum Q_x$  и  $\Delta G = \sum Q_y$ , определяют методом электрического суммирования составляющих усилий  $Q_x$  и  $Q_y$ , действующих во всех трех присоединительных шарнирах. Электрическое суммирование осуществляется путем включения тензорезисторов, измеряющих одноименные усилия в отдельных шарнирах, в общие электроизмерительные мосты: в один суммирующий мост входят тензорезисторы, измеряющие силы  $Q_x$ , в другой - силы  $Q_y$ .

На рис.4 приведена схема суммирующего полумоста, составленного из трех соединенных параллельно плеч, в каждое из которых входят тензорезисторы, наклеенные для замера соответствующего усилия на одном из тензометрических пальцев. Каждый тензорезистор обозначен на схеме своим порядковым номером с цифровым индексом, указывающим номер присоединительного шарнира. Напряжение, возникающее в измерительной диагонали суммирующего моста, пропорционально измеряемой результирующей силе. На диаграмме записывается ее итоговое значение.

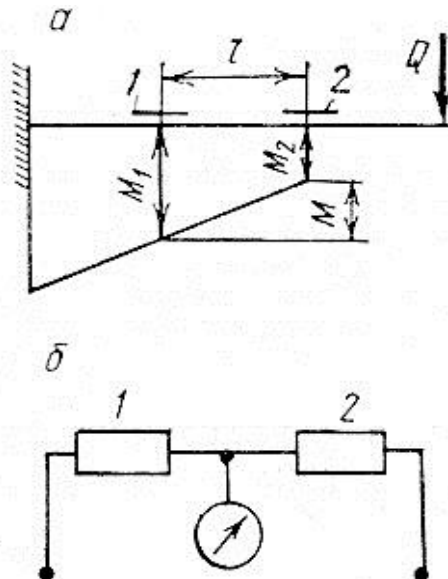
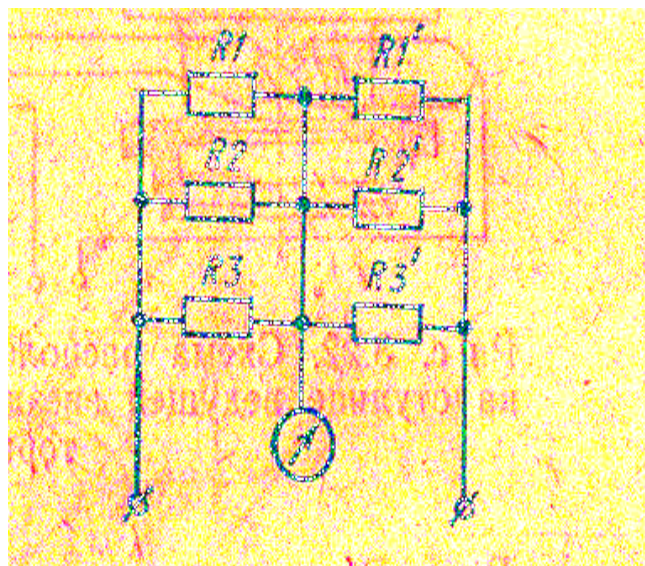


Рис. 3. Схемы тензометрического пальца консольного типа (а) и включения тензорезисторов в измерительный мост (б).







При определении твердости почвы самопишущим твердомером в грунт вдавливаются наконечник, диаграмма твердости записывается на бумагу регистрирующим устройством. Твердость почвы

$$H_p = \frac{h_{cp} \mu_p}{100 S_p},$$

где  $h_{cp}$  - средняя ордината диаграммы твердости, см;

$\mu_p$  - масштаб пружины твердомера, Н/см;

$S_p$  - площадь поперечного сечения вдавливаемого в почву плунжера, см<sup>2</sup>.

Значение  $h_{cp}$  определяют планиметрированием диаграммы и подсчитывают по формуле  $h_{cp} = F/l$ , где  $F$  — площадь диаграммы см<sup>2</sup>;  $l$  - длина диаграммы, см.

Твердость почвы на всем участке определяется как среднее арифметическое из пяти опытов.

#### **Подготовка участка к испытаниям**

Длина зачетного участка между вешками, указывающими его начало и конец, зависит от необходимой продолжительности опыта при движении испытываемого орудия, машины или агрегата на данной передаче. Продолжительность опыта в свою очередь определяется заданной точностью результатов испытаний, а также совершенством метода испытаний и применяемых при этом приборов и оборудования. Применение современных динамометрических тележек с устойчивым торможением и стабилизацией загрузки, с приборами повышенной точности и централизованным управлением ими позволяет значительно повысить точность испытаний и сократить их продолжительность. Для испытаний сельскохозяйственных машин длина зачетного участка должна быть не менее 60 м. рис. 6.

Длина подготовительного пути, который должен пройти изделие с заданной нагрузкой перед началом опыта, определяется временем, необходимым для достижения испытываемым агрегатом устойчивого рабочего режима при данной нагрузке. Обычно длина подготовительного участка равна длине зачетного. На осевой линии участка, вдоль которой движется изделие, кроме вешек по концам зачетного участка и в точках разворота, устанавливаются промежуточные вешки, позволяющие водителю ориентироваться при первом проходе. По обе стороны вешек, обозначающих начало и конец опыта, под прямым углом к осевой линии ставят визирные вешки, позволяющие хронометражисту фиксировать момент прохождения агрегатом начала и конца зачетного участка.

При разбивке участка кроме длины осевой линии измеряют размеры длинных сторон прямоугольника, обозначенного крайними визирными вешками. Если расстояние между этими вешками будет одинаковым, то некоторая неперпендикулярность визирных линий осевой линии не может существенно повлиять на результаты замеров. Прямой угол при разбивке участка устанавливается с помощью зеркального эскера или геометрическим построением прямоугольного треугольника с катетами, равными 4 и 3 м, и гипотенузой, равной 5 м. Высота вешек 1,9...2 м.



Рис.6 Схема экспериментального участка, выделенного под испытания

При наличии ровного горизонтального поля с уклоном до  $1^\circ$  и длиной не менее 1 км с однородным почвенным фоном зачетные участки длиной 60 м с промежутками по 60 м разбивают по всей длине поля и проводят опыты с уменьшенным числом поворотов и холостых пробегов.

Контрольные вопросы:

1. Виды испытаний сельскохозяйственной техники
2. Методика измерения тягового усилия на крюке трактора
3. Понятие о тензорезисторах, тензодатчиках
4. Условия тяговых испытаний тракторов
5. Требования к участку для тяговых испытаний тракторов

**2.2.3 Результаты и выводы:** По результатам занятия оформить отчет и привести ответы на контрольные вопросы.

### 2.3 Практическое занятие № 3 ( 2 часа).

**Тема:** «Исследование показателей тяговых свойств трактора для заданных условий»

#### 2.3.1 Задание для работы:

Рассчитать:

- Касательную силу тяги -  $P_k$ ;
- Наибольшую силу сцепления трактора с почвой -  $P_c$  ;
- Движущую силу -  $P_d$  ;
- Сопротивление передвижению трактора -  $P_n$ ;
- Сопротивление движению трактора на уклон -  $P_y$ ;
- Силу тяги трактора -  $P_{кр}$ ;
- Рабочую скорость движения -  $V_p$ ;

- Тяговую мощность трактора –  $N_{кр}$ ;
- Тяговый КПД трактора -  $\eta_m$ ;
- Удельный расход топлива –  $g_{кр}$ .

Построить график тягового баланса трактора для указанной передачи.  
Сделать заключение о тяговых свойствах трактора.

.....

### 2.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

#### Исходные данные:

Марка трактора;

Марка СХМ;

Выполняемая работа;

Состояние поверхности поля (фон, коэффициент сцепления -  $\mu_n$ ):

- первый вариант фона;
- второй вариант фона;

Передача трактора:

- первый вариант;
- второй вариант.

Коэффициент сопротивления движения трактора.

#### Методические указания

Номинальная касательная сила тяги на обода ведущего колеса, кН

$$P_{кт}^j = \frac{10^4 \cdot N_{ен} \cdot i_m \cdot \eta_m}{r_k \times n_n}, \quad (1)$$

где  $N_{ен}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;

$i_m$  – общее передаточное число трансмиссии; на данной передаче;

$\eta_m$  – механический КПД трансмиссии (для колёсных  $\eta_{мк} = 0,91...0,92$ ; для гусеничных  $\eta_{мк} = 0,86...0,88$ );

$n_n$  – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;

$r_k$  – радиус качения ведущего колеса (звездочки), м;

$j$  – индекс, указывающий на состояние поля (фон);

$m$  – индекс, указывающий на передачу КПП (скорость).

Для колесного трактора

$$r_k = r_o + h\lambda, \quad (2)$$

где  $r_o$  – радиус обода колеса, м;

$h$  – высота пневматических шин, равная ее ширине, м.;

$\lambda$  – коэффициент усадки (0,75.....0,8).

Номинальная сила сцепления.

$$P_c^j = \mu_n G_{cq}, H, \quad (3)$$

где  $\mu_n$  – коэффициент сцепления шины (гусениц) с почвой (задан);

$G_{cq}$  – вес трактора, приходящийся на ведущие колеса, кН.

$$G_{cq} = (G_{тр}\rho + G_{м}\rho'') \cos \alpha, \quad (4)$$

где  $G_{тр}$  – вес трактора, кН;

$G_{м}$  – вес СХМ, кН;

$\rho$  и  $\rho''$  – коэффициенты, показывающие, какая часть веса трактора ( $\rho$ ) и СХМ ( $\rho''$ ) нагружает двигатель (для колесных тракторов с одной ведущей осью  $\rho=0,6...0,7$  для гусеничных  $\rho=1$ , для СХМ  $\rho''=0$  – для учебных целей);

$\alpha$  – уклон местности.

Силу  $P_g$ , движущую агрегат считают равной:

$$P_{gm}^j = P_k, \text{ если } P_k \leq P_c, ; \quad (5)$$

$$P_{gm}^j = P_c, \text{ если } P_k \geq P_c, . \quad (6)$$

Сопротивление передвижению трактора по полю:

$$P_n^j = f^j \cdot G_{mp}, \text{ кН}, \quad (7)$$

где  $f^j$  - коэффициент сопротивления для данного фона (задан).

Сопротивление движению трактора на подъем:

$$P_y = p \cdot G_{mp}, \text{ кН}, \quad (8)$$

где  $p$  - уклон местности равен  $\tan \alpha$ ;

Для полей сухостепных регионов Южного Урала и Заволжья  $\alpha=2^\circ \dots 4^\circ$  Крюковая сила тяги трактора:

$$P_{крт}^j = P_{gm}^j - P_n^j - P_y, \text{ Н}. \quad (9)$$

Рабочая скорость движения для всех передач

$$V_{pm}^j = 0,377 \frac{n_g \cdot r_k}{i_m} \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (10)$$

где  $n_g$  - частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;

$\delta$  - буксование (для колесных  $\delta \approx 10 \dots 15\%$ , для гусеничных  $\delta \approx 6 \dots 8\%$ ).

в условиях достаточного сцепления ( $P_g = P_k$ ):

$$n_g = n_n, ,$$

в условиях недостаточного сцепления ( $P_g = P_c$ )

$$n_g = n_{gm} + (n_{gx} - n_n) \frac{P_k - P_c}{P_k}, \quad (11)$$

где  $n_{gx}$  - частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом режиме работы.

Тяговая мощность

$$N_{крт}^j = \frac{P_{кр} \cdot V_p}{3,6}, \text{ кВт}, \quad (12)$$

где  $P_{кр}$  - крюковая сила тяги трактора, кН;

$V_p$  - скорость движения, км/ч.

Тяговый КПД трактора

$$\eta_{Tm}^j = \frac{N_{крт}^j}{N_e}; \quad (13)$$

При условии достаточного сцепления ( $P_{gm} = P_k$ ):

$$N_e = N_{en}, \text{ при } P_{gm} = P_k$$

При недостаточном сцеплении ( $P_g = P_c$ ):

$$N_e = \frac{P_c \cdot V_p}{3,6 \cdot \eta_m}, \text{ кВт}, \quad (14)$$

где  $\eta_m$  - механический КПД трансмиссии для колесных тракторов:

$\eta_m = 0,91 \dots 0,92$ , для гусеничных  $\eta_m = 0,86 \dots 0,89$ .

Удельный расход топлива на тяговый киловатт-час

$$\phi_{кр}^j = \frac{1000 \cdot G_T}{N_{крт}}, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}, \quad (15)$$

где  $G_T$  – расход топлива в кг/ч.

Расход топлива  $G_T$  определяют по скоростной характеристике двигателя, которую строят по табличным данным. Можно  $G_T$  определить по таблице (с большим процентом ошибки). Например, в результате расчета  $N_{кр}=55$  кВт. В таблице ближайшие значения мощности  $N_e=45,6$  кВт и  $N_e=66,2$  кВт. Этим значениям мощности соответствуют значения расхода топлива  $G_T=16,65$  кг/ч и  $G_T=12,3$  кг/ч. Следовательно, полученной в расчетах мощности  $N_{кр}=55$  кВт соответствует расход топлива 14,4 кг/ч.

Результаты расчетов сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов

Состояние поля (фон)	Передачи	$P_K$ , кВт	$P_C$ , кВт	$P_g$ , кВт	$P_{II}$ , кВт	$P_{YI}$ , кВт	$P_{KPI}$ , кВт	$V_P$ , км/ч	$N_{KPI}$ , кВт	$\eta_T$	$g_{кр}$
1	2										
	3										
2	2										
	3										

Построение графика тягового баланса для указанных передач

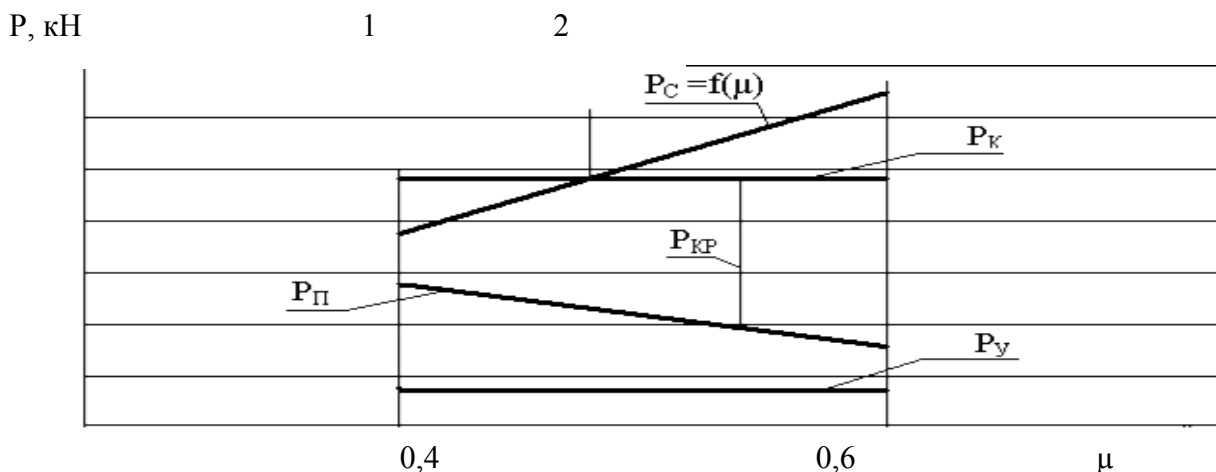


Рисунок 1 - График тягового баланса трактора: 1 - зона недостаточного сцепления ( $P_K > P_C$ ); 2 - зона достаточного сцепления ( $P_K < P_C$ ).

График тягового баланса трактора (рисунок 1) строят следующим образом. По оси абсцисс откладывают два заданных значения коэффициента сцепления  $\mu_n$  ведущего аппарата с почвой, а по оси ординат – составляющие тягового баланса  $P_K$ ,  $P_C$ ,  $P_n$  и  $P_Y$  для соответствующих значений коэффициента сцепления  $\mu_n$  на одной передаче КПП трактора. На графике отмечается зона недостаточного (справа от точки пересечения линии  $P_C$  с линией  $P_K$ ) и достаточного (справа от точки пересечения) сцепления.

Сопоставляя результаты расчетов, выявляют причины изменения тяговой мощности трактора при работе в одних и тех же почвенных условиях (коэффициент сопротивления)  $\mu_n$ , но на различных передачах КПП трактора и в различных почвенных условиях, но на одной передаче.

Сделать заключение о тяговых свойствах трактора.

Контрольные вопросы

1. От каких показателей зависит касательная сила тяги на ободу ведущего колеса?
2. Что такое сцепной вес трактора, от чего он зависит?
3. Как выбрать силу  $P_g$ , движущую агрегат?
4. Для определения крюковой силы тяги трактора используется уравнение чего?
5. Особенности определения рабочей скорости движения в условиях достаточного и не достаточного сцепления сцепления?
6. Как построить график тягового баланса?
7. Какие эксплуатационные мероприятия можно рекомендовать при работе в условиях недостаточного сцепления?

**2.3.3 Результаты и выводы:** По результатам занятия оформить отчет и привести ответы на контрольные вопросы.

## **2.4 Практическое занятие № 4 ( 2 часа).**

**Тема:** «Определение рационального состава и режима работы тягового МТА»

### **2.4.1 Задание для работы:**

1. Построить для заданной марки трактора кривые зависимостей  $N_{кр\ max} = f(P_{кр})$  и  $V_p = f(P_{кр})$  на всех рабочих передачах.
2. Для заданного вида работы определить интервалы технологически допустимых скоростей движения и зону рациональной тяговой загрузки трактора.
3. Произвести расчёт состава МТА и проверить его тяговую загрузку.
4. Нарисовать схему движения МТА и определить кинематические характеристики.

### **2.4.2 Краткое описание проводимого занятия:**

#### **Исходные данные**

Вид с/х работы

Характеристика поля:

-Размеры загона:

-длина, м;

-ширина, м.

Угол склона, град.

Тип агрофона

Удельное сопротивление почвы  $K_n$ , кН/м.

Допустимый по агротребованиям скоростной режим работы МТА.

Марка трактора

Масса трактора, кГ

Рабочие передачи (по заданию)

Скорость движения  $V$ , км/ч

Сила тяги, кН

Расход топлива под нагрузкой  $G_m =$  кг/ч.

Марка машины-орудия

Масса машины-орудия, кг.

Коэффициент использования времени смены  $\tau$ .

### **Методические указания**

Для каждой передачи необходимо определить предельное значение ширины захвата тягового агрегата по формулам:

для прицепного агрегата

$$B_{np} = \frac{P_{кр} - P_{\alpha}}{K + g_m i + g_{сц} (f_{сц} + i)}; \quad (1)$$

для навесного агрегата

$$B_{np} = \frac{P_{кр} - P_{\alpha}}{K_{нав} + g_m (\rho'' f_m + i)}, \quad (2)$$

где  $P_{кр}$  - сила тяги трактора, кН;

$P_{\alpha}$  - сила сопротивления подъёму трактора, кН;

$K$  - уточнённое значение удельного тягового сопротивления, кН/м;

$K_{нав}$  - тоже для навесных машин,  $K_{нав} = (0.8 \dots 0.85)K$ ;

$g_m, g_{сц}$  - вес машины и вес сцепки на 1м ширины захвата, кН/м;

$i$  - уклон местности в сотых долях;

$\rho''$  - коэффициент догрузки трактора от навесной машины: при вспашке - 0,5...1,0; культивации - 1,0...1,5; глубоком рыхлении 1,6...2,0;

$f_m$  - коэффициент сопротивления качению трактора.

Уточнённое значение удельного тягового сопротивления машин-орудий на скоростях выше 5км/ч определяется по формуле:

$$K = K_n \left( 1 + \frac{\varepsilon}{100} (V_p - V_n) \right), \quad (3)$$

где  $\varepsilon$  - коэффициент, характеризующий прирост сопротивления при повышении скорости.

Вес машины и вес сцепки в расчете на 1м ширины захвата определяется следующим образом:

$$g = \frac{G}{B_k}, \quad \text{кН/м.} \quad (4)$$

Найти количество с/х машин в агрегате

$$n_m = \frac{B_{np}}{B_k}, \quad (5)$$

где  $B_k$  - ширина захвата с/х машины конструктивная, м.

Полученное значение  $n_m$  округлить до целого в меньшую сторону.

Выбрать сцепку. Для этого найти потребный фронт её.

$$B_{сц} = (n_m - 1) B_p; \quad (6)$$

$$B_p = \beta B_k, \quad (7)$$

где  $\beta$  - коэффициент использования ширины захвата.

Если необходимая сцепка не соответствует выбранной предварительно, выполнить уточнённый расчет по формулам 1-5.

Тяговое сопротивление прицепного МТА определяется по формуле:

$$R_a = n_m B_k (K + g_m i) + G_{сц} (f_{сц} + i), \quad (8)$$

Для навесного МТА:

$$R_a = K_{нав} B_k + G_m (\rho'' f_m + i), \quad (9)$$

Коэффициент использования силы тяги трактора

$$\eta_m = \frac{R_a}{P_{кр} - R_a}, \quad (10)$$

Сопоставить полученные значения с оптимальными и оценить правильность комплектования МТА.

При необходимости следует взять другие передачи и расчет повторить.  
Сменная выработка машинно-тракторного агрегата равна

$$W_{см} = 0.1 B'_p V_p T_p, \quad (11)$$

где  $B'_p = n_m B_p$ , м.

$V_p$  - скорость движения МТА, км/ч.

$T_p = T_{см} \tau$  - рабочее время смены, час.

**Удельные затраты труда**

$$H = \frac{(m_{тр} + m_v) T_{см}}{W_{см}}, \text{ чел.ч/га.} \quad (12)$$

где  $m_{тр}, m_v$  - количество трактористов и вспомогательных рабочих, обслуживающих агрегат.

Удельный расход топлива при работе трактора под нагрузкой

$$g = \frac{G_m T_p}{W_{см}}, \text{ кг/га} \quad (13)$$

Сопоставить значения сменной выработки агрегата, коэффициента использования силы тяги, затрат труда и топлива при работе МТА на различных режимах и сделать выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Как выбрать  $P_{кр}$  для данной передачи?
2. Почему возникает необходимость в уточнении значения удельного тягового сопротивления машин-орудий на скоростях выше 5 км/ч?
3. В какую сторону необходимо округлить рассчитанное количество машин в агрегате?
4. Как выбрать сцепку?
5. По какому показателю выбрать оптимальный режим работы и состав агрегата?
6. Как определить сменную выработку машинно-тракторного агрегата?
7. Как определить удельные затраты труда и расход топлива при работе машинно-тракторного агрегата?

- **2.4.3 Результаты и выводы:** По результатам занятия оформить отчет и привести ответы на контрольные вопросы.

## **2.5 Практическое занятие № 5 ( 2 часа).**

**Тема:** «Расчет элементов времени смены при работе МТА»

### **2.5.1 Задание для работы:**

1. Произвести расчёт кинематических параметров рабочего участка и агрегата при заданных условиях (длина гона, вид работы, состав агрегата).
2. Для заданных вариантов состава агрегата определить параметры поворотов. Ширину поворотной полосы, время рабочего и холостого движения.
3. Составить баланс времени смены, определить коэффициент использования времени смены.
4. Определить и проанализировать значения производительности агрегата и расхода топлива на единицу выполненной работы.

### **2.5.2 Краткое описание проводимого занятия:**

**Исходные данные**

Вид выполняемой работы.



Состав МТА по вариантам (привести марку трактора, марку сцепки, количество и марки с.-х. машин).

Эксплуатационные параметры по вариантам:

$B_{ip}$  - рабочая ширина захвата агрегата на  $i$ - передаче;

$V_{ip}$  - рабочая скорость движения агрегата на  $i$ - передаче.

Размеры рабочего участка:

$$\begin{array}{ll} \text{Длина} & L_y \\ \text{Ширина} & C_y = (0,5 \dots 0,7) L_y \\ \text{Площадь} & F_y \end{array}$$

### Методические указания

Дать схему рабочего участка (на четверти страницы) .

Принять направление движения МТА поперек участка, т.е. ширину участка считать длиной загона ( $L_z$ ).

Обосновать способ движения агрегата. Рекомендуются принять для посевных МТА челночный способ как наиболее простой, для культиваторных - способ движения перекрытием.

Найти минимальный радиус поворота агрегата , обозначив его  $R_{он}$ , т.е. минимальный радиус для начальной скорости ( $V_n=5$  км/ч).

Принять скорость движения МТА на повороте  $V_n=0,5V_p$  , что составит для трех передач:

$$V_{п.}' =$$

$$V_{п.}'' =$$

$$V_{п.}''' =$$

Найти примерное значение коэффициента ( $K_R$ ) изменения радиуса поворота от скорости движения.

Вычислить уточненное значение радиуса поворота по зависимости

$$R_o = R_{он} K_R, \quad (1)$$

Здесь и далее основные параметры определять по трем вариантам.

Определить ширину поворотной полосы по зависимостям:

$E_{min} = 1,1R_o + e + d_K$  – для беспетлевого поворота с прямолинейным участком;

$E_{min} = 2,8R_o + e + d_K$  – для грушевидного поворота;

$$E = zB_p > E_{min}. \quad (2)$$

где  $e$  – длина выезда агрегата;

$d_K$  – кинематическая ширина агрегата;

$Z$  – целое число.

Принять  $e \approx 0,5l_K$  – для МТА с прицепными машинами;

$e \approx 0,1l_K$  – для МТА с навесными машинами.

Значение кинематической длины агрегата  $l_K$  найти по данным табл. 1.39 /1/.

Ширину загона на культивации принять равной  $10B_p$ .

На схеме рабочего участка обозначить ширину поворотной полосы (полос)  $E$ , изобразить 3...4 рабочих хода и повороты МТА. Для одного из поворотов обозначить длину выезда  $e$  и ширину  $X_n$ .

Вычислить длину холостого хода на повороте: для грушевидного поворота

$$L_x = (6,6 \dots 8,0)R_o + 2e. \quad (3)$$

Найти время одного поворота ( $t_{но}$ ) агрегата.

Для расчета чистого рабочего (основного) времени пользоваться приведенной ниже зависимостью, определив предварительно все элементы и коэффициенты, входящие

в правую часть формулы

$$T_p = \frac{T_{см} - (T_{пз} + T_{то} + T_{пер} + T_{ло})}{1 + \tau_{нов} + \tau_{техн}}, \quad (4)$$

где  $T_{см}$  - время смены (7час.);

$T_{п.з}$  - подготовительно-заключительное время, час;

$T_{т.о}$  - время технического обслуживания агрегата на загоне, час;

$T_{пер}$  - время внутрисменных переездов на другие участки, час;

$T_{л.о}$  - время на личные надобности и отдых, час;

$\tau_{нов}$  - частный коэффициент продолжительности поворотов, час;

$\tau_{техн.}$  - частный коэффициент продолжительности технологического обслуживания.

Определить время внутрисменных переездов

$$T_{пер} = \frac{W_{см} L_{пер}}{F_y V_{пер}}, \quad (5)$$

где  $W_{см}$  - ориентировочное значение выработки МТА, га;

$L_{пер}$  - расстояние между участками, принять 2 км;

$F_y$  - площадь обрабатываемого участка, га;

$V_{пер}$  - скорость МТА на переездах,  $V_{пер}=8\ldots 9$  км/ч.

$$\tau_{нов} = \frac{t_{нов}}{t_p} = \frac{t_{нов} V_p}{L_p}, \quad (6)$$

где  $t_{нов}$  - среднее время одного поворота;

$t_p$  - время одного рабочего хода;

$L_p$  - длина рабочего хода.  $L_p$  изменяется от  $L_3$  до от  $L_3 - 2E$ .

Затраты времени на технологическое обслуживание включают время на загрузку (разгрузку) технологических емкостей, время на технологические регулировки и проверку качества работы.

Для культиваторных МТА можно принять этот элемент баланса времени постоянным, т.е.  $T_{техн.}=10\ldots 12$  мин. Не находить соответствующий частный коэффициент, а сразу определить  $T_p$ , учтя  $T_{техн.}$ .

Для посевных МТА в зависимости от состава времени на загрузку семенами существенно разнится. Поэтому нужно найти частный коэффициент технологического обслуживания по зависимости

$$\tau_{техн} = \frac{t_3 V_p}{l_3}, \quad (7)$$

где  $t_3$  - время одной загрузки агрегата;

$l_3$  - запас хода по технологической емкости.

Запас хода  $l_3$ , или путь, проходимый посевным МТП от загрузки до загрузки семенами составляет

$$l_3 = \frac{10^4 v_{я} \gamma_c \gamma}{H_c B_p}, \text{ м.} \quad (8)$$

где  $v_{я}$  - вместимость семенного ящика, м<sup>3</sup>;

$\gamma_c$  - плотность семян (принять 800 кг/м<sup>3</sup>);

$\gamma$  - коэффициент использования вместимости (принять 0,85);

$H_c$  - норма высева семян (принять 150...170 кг/га);

$B_p$  - ширина захвата сеялки, м.

Расчетное значение  $l_3$  скорректировать с длиной загона  $L_3$ , т.к. загрузка семенами производится на поворотной полосе (вне поля).

Рассчитать значение  $\tau_{техн}$  для значения  $V_p$  и определить чистое рабочее время  $T_p$ .

Найти значения общего коэффициента использования времени смены  $\tau = T_p / T_{см}$ , а также суммарное время поворотов и технологического обслуживания за смену

$$T_{нов} = T_p \cdot \tau_{нов}; \quad T_{техн} = T_p \cdot \tau_{техн}, \quad (9)$$

Найти сумму элементов времени смены

$$T_p + T_{пз} + T_{мо} + T_{пер} + T_{ло} + T_{нов} + T_{техн}, \text{ или} \quad (10)$$

$$T_p + A + T_{нов} + T_{техн}. \quad (11)$$

Отклонения полученного значения от заданной продолжительности  $T_{см}$  указывают на допущенные ошибки.

При необходимости пересчитать и уточнить значения  $\tau$ .

Вычислить коэффициент рабочих ходов

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x + L_{пер}}, \quad (12)$$

где  $l_{пер}$  - расстояние внутрисменных переездов в расчете на один ход агрегата, т.е.

$$l_{пер} = \frac{L_{пер} B_p}{C_3}, \quad (13)$$

Определить сменную выработку МТА

$$W_{см} = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot T_p, \text{ га.} \quad (14)$$

Найти погектарный расход топлива

$$g_{за} = \frac{G_{м.р} T_p + G_{м.нов} T_{нов} + G_{м.пер} T_{пер} + G_{м.о} T_o}{W_{см}}, \quad (15)$$

где  $G_{м.и}$  – часовой расход топлива на различных режимах.

Расход топлива при движении на поворотах

$$G_{м.нов} = 1,2 G_{м.пер}. \quad (16)$$

Время работы двигателя на остановках

$$T_o = 0,3 T_{пз} + T_{мо} + T_{ло} + T_{техн}. \quad (17)$$

Сопоставить значения сменной выработки и погектарного расхода топлива при работе МТА на различных режимах. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Как выбрать способ движения МТА на загоне?
2. Как обосновать ширину поворотной полосы?
3. Из каких составляющих складывается баланс времени смены?
4. Как определить коэффициент использования времени смены. Его физический смысл?
5. Что подразумевается под технологическим обслуживанием агрегата?
6. Что такое коэффициент рабочих ходов. Его влияние на производительность МТА?
7. Как рассчитать погектарный расход топлива?

**2.5.3 Результаты и выводы:** По результатам занятия оформить отчет и привести ответы на контрольные вопросы.

## 2.6 Практическое занятие № 6 ( 2 часа).

**Тема:** «Определение эксплуатационных затрат при работе МТА»

### 2.6.1 Задание для работы:

Определить удельные эксплуатационные затраты при использовании машинных агрегатов.

Определить удельные приведённые затраты на работу машинного агрегата.

.....

### 2.6.2 Краткое описание проводимого занятия:

#### Исходные данные

Наименование сельскохозяйственной работы-

Состав МТА:

-марка трактора-

-марка с/х машины-

-количество СХМ в МТА-

-марка сцепки-

Передачи трактора-

Обслуживающий МТА персонал:

-трактористов-

-вспомогательные рабочие-

Сменная  $W_{см}$  и часовая  $W_{ч}$  производительность МТА га/см и га/ч.

Удельный расход топлива ,  $g$  кг/га.

#### Методические указания

Определить удельные эксплуатационные затраты денежных средств на единицу механизированной с/х работы, выполняемой МТА, как сумму следующих элементов:

$$S_a = S_{a.рен} + S_{a.р.то.х.изг} + S_{гсм} + S_z \quad (1)$$

где-  $S_{a.рен}$  удельные затраты на реновацию всех элементов МТА, руб./га;

$S_{a.р.то.х.изг}$  удельные затраты на ремонт, техническое обслуживание, хранение, замену гусениц (шин) всех элементов МТА;

$S_{гсм}$  удельные затраты на топливо и смазочные материалы, руб/га;

$S_z$  удельные затраты на оплату труда рабочим, обслуживающим МТА, руб/га.

Определить удельные затраты (руб./га) на реновацию (восстановление) всех элементов МТА по формуле:

$$S_{a.рен} = S_{тррен} + S_{сцен} + n S_{мрен} \quad (2)$$

где  $S_{тррен}$ ,  $S_{сцен}$ ,  $S_{мрен}$  - удельные затраты (руб/га) на реновацию, соответственно трактора, сцепки и СХМ;

$n$  - количество СХМ в агрегате.

Удельные затраты (руб./га) на реновацию трактора подсчитываются по формуле:

$$S_{т.рен} = \frac{B_m \alpha_{т.рен}}{100 T_{мг} W_{ч}} \quad (3)$$

где  $B_m$  - балансовая стоимость трактора, руб. Чтобы определить балансовую стоимость трактора, необходимо умножить преysкурantную стоимость трактора ( $C_n$ ) на коэффициент торговых и транспортных расходов (К) равный 1.1, т.е.  $B_m = C_n * K$ ;

$\alpha_{т.рен}$  - норма годовых отчислений на реновацию трактора;

$T_{мг}$  - годовая наработка трактора, ч.;

$W_{ч}$  - часовая производительность МТА, га/ч.

Удельные затраты (руб./га) на реновацию сеялки и СХМ рассчитываются отдельно по подобным формулам:

$$S_{сц.рен} = \frac{B_{сц} \alpha_{сц.рен}}{100 T_{сц} W_{ч}}; S_{м.рен} = \frac{B_{м} \alpha_{м.рен}}{100 T_{мг} W_{ч}} \quad (4)$$

Соответствующие значения ( $C_{т}$ ,  $\alpha$ ,  $T_{мг}$ ) для трактора, сцепки и СХМ.

Коэффициент торговых и транспортных расходов для СХМ несложной конструкции (не требующих досборки в хозяйстве) принимается равным 1.1, а для сложных с/х машин (требующих досборки в хозяйстве) – равным 1.2.

Определить удельные затраты (руб./га) на ремонты, техническое обслуживание, хранение, замену гусениц (шин) всех элементов МТА по формуле:

$$S_{а.р.то.х.и.г.} = S_{ткр} + S_{ттр} + S_{ато.х.} + S_{т и.г.} + S_{сц.м.тр.то.х.}, \quad (5)$$

где  $S_{ткр}$  - удельные затраты (руб./га) на капитальный ремонт трактора;

$S_{ттр}$  - удельные затраты (руб./га) на текущий ремонт трактора;

$S_{ато.х.}$  - удельные затраты (руб./га) на ТО и хранение трактора;

$S_{т и.г.}$  - удельные затраты (руб./га) на замену гусениц (шин) трактора;

$S_{сц.м.тр.то.х.}$  удельные затраты (руб./га) на текущий ремонт, ТО, хранение сцепки и с/х машины.

Удельные затраты (руб./га) на капитальный ремонт трактора подсчитываются по формуле:

$$S_{ткр} = B_{т} \alpha_{т.кр} / 100 T_{тг} W_{ч}, \text{ или } S_{ткр} = S_{ткр}^3 W_{ч}^3 / W_{ч}, \quad (6)$$

где  $\alpha_{т.кр}$  - нормы годовых отчислений на капитальный ремонт трактора, %.

$S_{ткр}^3$  - зональные отчисления на капитальный ремонт трактора на условный эталонный гектар, руб/у.эт.га;

$W_{ч}^3$  - эталонная норма выработки трактора за 1 час сменного времени, у.эт.га./ч.

Расчеты рекомендуется вести по второй формуле, т.к. она более объективно отражает сущность формирования удельных эксплуатационных затрат на единицу выполненной работы и исключает необоснованные отчисления на капитальный ремонт для хозяйства и искусственное завышение или занижение удельных эксплуатационных затрат и себестоимости продукции.

Удельные затраты (руб./га) на текущий ремонт, ТО и хранение, замену гусениц (шин) трактора определяются по формулам:

$$S_{т.тр} = S_{т.тр}^3 W_{ч}^3 / W_{ч}; S_{т.то.х.} = S_{т.то.х.}^3 W_{ч}^3 / W_{ч}; S_{т.и.г.} = S_{т.и.г.}^3 W_{ч}^3 / W_{ч}, \quad (7)$$

где  $S_{т.тр}^3$ ,  $S_{т.то.х.}^3$ ,  $S_{т.и.г.}^3$  - зональные отчисления (руб/у.эт.га) соответственно на текущий ремонт, ТО, хранение, замену гусениц (шин) трактора.

Удельные затраты (руб/у.эт.га) на текущий ремонт, ТО, хранение сцепки и с/х машины определяются по формуле:

$$S_{сц.м.тр.то.х.} = S_{сц.м.тр.то.х.}^3 W_{ч}^3 / W_{ч}, \quad (8)$$

где  $S_{сц.м.тр.то.х.}^3$  - зональные отчисления (руб/у.эт.га) на текущий ремонт, ТО, хранение сцепки и с/х машины, включая сцепку.

При определении удельных затрат комплексного агрегата (например состоящего из культиватора, сеялки и прикатывающего катка) отчисления нужно принимать для каждого вида машин отдельно.

Удельные затраты (руб./га) на топливо и смазочные материалы подсчитываются по формуле:

$$S_{тгсм} = gC, \quad (9)$$

где  $g$  - удельный расход топлива на работу МТА, кг/га;

$C$  - комплексная цена топлива, руб.

Комплексная цена топлива включает в себя расходы на основное и пусковое топливо и на все виды смазочных материалов в процентах их расхода к основному топливу.

Удельные затраты (руб/га) на заработанную плату рабочим, обслуживающим агрегат, определяют согласно существующему положению об оплате труда работников с/х производства. В основу работы принимают количество рабочих обслуживающих МТА, тарифные расчеты по механизированным с/х работам (по группам тракторов) и тарифные ставки для оплаты труда трактористов-машинистов и вспомогательных рабочих. Тарифные разряды для вспомогательных рабочих принимают меньше трактористов-машинистов.

Основная оплата труда за смену рабочим, обслуживающим МТА, определяется по формуле:

$$S_{o.з} = m_m f_m + m_{всп} f_{всп}, \quad (10)$$

где  $m_m$ ,  $m_{всп}$  – количество рабочих, обслуживающих МТА, соответственно трактористов-машинистов и вспомогательных рабочих;

$f_m$ ,  $f_{всп}$  – дневные тарифные ставки (руб/см) соответственно трактористов-машинистов и вспомогательных рабочих за сменную норму выработки на рассматриваемой с/х операции.

Тарифный разряд тракториста-машиниста, в зависимости от выполняемой работы и типа трактора.

Удельные затраты (руб/га) на оплату труда рабочим, обслуживающим МТА, подсчитывают по формуле:

$$S_3 = (S_{аз} + S_{дон}) \delta / W_{см}, \quad (11)$$

где  $S_{дон}$  – надбавка рабочим за классность, за высокое качество и своевременность выполнения работ, руб (составляет от 30 до 40% от основной зарплаты);

$\delta$  – коэффициент, учитывающий начисление на зарплату ( $\delta = 1.094$ ).

Определить в % долю каждой составляющей от общей суммы удельных эксплуатационных затрат денежных средств на единицу механизированной с/х работы, выполняемой МТА, оценить какие составляющие оказывают большее влияние на  $S_a$ .

При необходимости определения приведенных удельных эксплуатационных затрат денежных средств на единицу механизированной с/х работы, выполняемой МТА, можно воспользоваться следующим выражением:

$$S_{анп} = S_a + E_n K, \quad (12)$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для сельского хозяйства  $E_n = 0.15$ );

$K$  – удельные капитальные вложения на единицу работы, выполняемую МТА, руб./га.

Удельные капитальные вложения определяются по формуле:

$$K = \frac{\left( \frac{B_m}{T_{мг}} + \frac{B_{сц}}{T_{сц.г}} + \frac{n_m B_m}{T_{мг}} \right)}{W_{ч}} \quad (13)$$

Сопоставить значения при работе МТА на различных режимах. Сделать выводы.

#### Контрольные вопросы

1. Из каких составляющих складываются удельные эксплуатационные затраты денежных средств на единицу механизированной с/х работы?
2. Как рассчитать удельные затраты (руб./га) на реновацию?
3. Как рассчитать удельные затраты на текущий ремонт, ТО и хранение, замену гусениц (шин)?
4. Как рассчитать удельные затраты на топливо и смазочные материалы?

5. Как рассчитать удельные затраты на заработанную плату рабочим, обслуживающим агрегат?

6. Как определить удельные капитальные вложения на единицу работы механизированной работы?

7. Пути снижения затрат денежных средств на работу МТА?

**2.6.3 Результаты и выводы:** По результатам занятия оформить отчет и привести ответы на контрольные вопросы.

## **2.7 Практическое занятие №7 ( 2 часа).**

**Тема:** «Разработка технологической карты на возделывание сельскохозяйственной культуры»

### **2.7..1 Задание для работы:**

- определить возможные уровни и варианты технологий
- обосновать уровень урожайности сельскохозяйственных культур для каждого их вариантов технологий;
- уточнить нормы расхода ресурсов: нормы высева семян, состав и количество вносимых удобрений и других используемых предметов труда;
- подготовить данные о наличии в хозяйстве необходимых ресурсов;
- подобрать машинно-тракторные агрегаты по видам работ;
- уточнить нормы выработки на выполняемых работах;
- рассчитать потребность в тракторах, механизаторах, вспомогательных рабочих, топливе в соответствии с составленной технологической картой.

### **2.7.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Технологические карты оформляются в виде таблицы 1.

В первую графу записывается шифр работ, состоящий из двух цифр: первая – это номер технологической карты; вторая – это порядковый номер сельскохозяйственной работы.

В графе 2 указывается перечень всех работ, включенных в рассматриваемую технологию возделывания и уборки с-х культуры. В графу 3 заносятся основные исходные требования (глубина обработки, норма высева семян или требуемая доза удобрений, расстояние перевозки грузов, обязательная последовательность выполнения работы и т.п.).

Объем работы в гектарах (тоннах, тоннокилометрах, часах) по каждой работе заносится в графу 4, а в графу 5 – календарный срок начала работы для условий зоны расположения хозяйства. В графе 6 указывается нормативное (по агротребованиям) число дней выполнения работы.

Продолжительность рабочего дня (графа 8) устанавливается на основании принятого в хозяйстве режима работы.

При работе с ядохимикатами продолжительность смены должна составлять 6 часов, нормативная смена – 7 часов, удлиненные по приказу смены – 8 и 10 часов, двухсменная работа- 14 часов и трехсменная работа – 21 час. Количество смен за рабочий день (графа 9) определяется как частное от деления продолжительности работы агрегата в течение суток (графа 8) на нормативную продолжительность смены ( $T_{см}=7ч$ ).

Состав машинно-тракторных агрегатов (графа 10) подбирается с учетом имеющейся техники в хозяйстве (для базовой технологии) или с учетом рекомендаций [4, 5] (для планируемой технологии). При отсутствии данных по хозяйству, можно воспользоваться типовыми технологиями.

Количество персонала, обслуживающего рассматриваемый агрегат (графа 11) записывается следующим образом: если агрегат обслуживается одним механизатором, то проставляется цифра 1; если для выполнения работы требуются вспомогательные рабочие (например, 2), то их число приплюсовывается к числу механизаторов (например, 1+2).

Нормы выработки агрегатов за семичасовую смену (графа 12) и нормы расхода топлива на единицу работы (графа 13) устанавливаются по данным хозяйства (для базовой технологии) или в соответствии с рекомендациями [] (для планируемой технологии).



Таблица 1 – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № \_\_\_\_\_ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ \_\_\_\_\_

Площадь - 100 га

Норма высева семян - 2 ц/га

Урожайность зерна - 11 ц/га

Норма внесения минеральных удобрений (с севом) - 0,6 ц/га

-"- СОЛОМЫ - 7 ц/га

Нормы внесения ядохимикатов:

Валовой сбор зерна - 110 т

- протравливание семян - 2 кг на тонну

-"- СОЛОМЫ - 70 Т

- борьба с вредителями яровой пшеницы - 1 кг на 1 га (35,8 га)

[illegible]

Расчет остальных граф технологической карты производится в следующей последовательности. В начале определяется необходимое число нормосмен для выполнения каждой работы (графа 14) путем деления объема работы (графа 4) на норму выработки агрегата за семичасовую смену (графа 12). Разделив полученное число на количество смен за сутки (графа 9), получим необходимое число дней для выполнения работы одним агрегатом. Сравнив результат с нормативным количеством дней выполнения работы (графа 6), принимается решение о числе необходимых агрегатов (графа 15). В соответствии с принятым решением, уточняется фактическое количество дней выполнения работы (графа 7), которое не должно превышать нормативных значений (графа 6).

Требуемое число механизаторов и вспомогательных рабочих для выполнения всего объема работы (графа 16) определяется произведением числа обслуживающего агрегат персонала (графа 11) на требуемое число агрегатов (графа 15) и на число смен (графа 9). Для работ, не связанных с использованием машинно-тракторных агрегатов (автомобильные перевозки, работа стационарных установок, ручной труд), в графе 16 проставляется общее число задействованных рабочих.

Продолжительность работы двигателей машинно-тракторных агрегатов (моточасов) при выполнении рассматриваемой работы (графа 17), определяется путем умножения числа нормосмен (графа 14) на время работы двигателей в течение семичасовой смены (примерно 6,5 ч).

Необходимое количество топлива для выполнения работы (графа 18) определяется умножением нормы расхода топлива (графа 13) на объем работы (графа 4).

Затраты труда на весь объем работы (графа 19) будут равны произведению числа нормосмен (графа 14) на нормативную продолжительность смены ( $T_{см}=7ч$ ) и на количество персонала, обслуживающего агрегат (графа 11). Затраты труда на работах, не связанных с использованием мобильных машинно-тракторных агрегатов (автомобильные перевозки, ручной труд, работа на стационарных установках), определяются путем перемножения фактического срока выполнения работы (графа 7), продолжительности рабочего дня (графа 8) и числа участвующего в работе персонала (графа 16). После заполнения всех строк технологической карты определяются итоговые значения потребности в топливе и затратах труда (суммы значений соответственно граф 18 и 19).

### **Контрольные вопросы.**

1. Значение технологических карт?
2. Что такое нормативная смена?
3. Как определяются нормы выработки и расхода топлива по операциям?
4. Как устанавливаются сроки выполнения работ?
5. Какова продолжительность рабочего дня?
6. как рассчитать потребное количество топлива на выполнение операции?

### **2.7.3 Результаты и выводы:**

Составить технологическую карту в соответствии с заданием. Ответить на контрольные вопросы.

### **2.8 Практическое занятие №8 ( 2 часа).**

**Тема:** «Разработка операционно-технологической карты на с/х операцию»

#### **2.8.1 Задание для работы:**

- Разработать операционную технологическую карту выполнения заданной технологической работы, используя типовую операционную технологию и правила производства механизированных полевых работ.

#### **2.8.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Исходными данными для разработки операционно-технологической карты являются:

- Вид сельскохозяйственной работы;
- Состав агрегата;
- Размер поля :

длина L

ширина A

площадь F

- Удельное сопротивление к кН/м;

- Срок выполнения работы.

Операционно-технологическая карта (в соответствии с типовой операционной технологией) включает следующие разделы:

1. Условия работы;
2. Агротехнические требования;
3. Комплектование и подготовка агрегата;
4. Подготовка рабочего участка;
5. Работа МТА на участке;
6. Контроль и оценка качества работы;
7. Указание по охране труда (техника безопасности и противопожарные мероприятия).

Условия работы (исходные данные) отражены в таблице 1 – «Условия работы». В графе «Значение показателей нормативных параметров», указывают основные показатели условий работы для конкретной операции (исходные данные, полученные от преподавателя). Например, для внесения органических удобрений необходимо отразить следующие условия: какая операция, площадь поля, длина гона, уклон местности, агрофон, норма внесения удобрений, плотность удобрений, дальность перевозки удобрений и др. Агротехнические требования (раздел 2, табл. В.11) задают в виде технологических показателей и нормативов (временные, количественные и качественные), они служат критерием для наладки машин и контроля за качеством. В графе «Значение показателей нормативных параметров» отражают номинальные значения и допустимые отклонения показателей Таблица 1. Операционно-технологическая карта

Наименование разделов с указанием исполнителей	Значение показателей нормативных параметров	Схемы, эскизы, технические условия
1.Условия работы	Агрофон, длина L, ширина поля В, удельное сопротивление к0 и т.д.	Рисунок (поле)
2.Агротехнические требования. Агроном.	Привести значения нормативов и допустимые отклонения: глубина а, отклонение и др.	
3. Комплектование и подготовка МТА. Бригадир, начальник отряда, звеньевой, тракторист-машинист.	Привести состав МТА, диапазон тяговых характеристик при $N_{кр}=N_{кр.мах}$ , основные показатели расчетов по комплектованию МТА: передача трактора, продольная база L и колея C трактора, кинематическая длина агрегата la, фронт сцепки Всц, ширина захвата агрегата Вр	Выполнить схему агрегата (вид сверху, у транспортных агрегатов – вид сбоку) и кинематические характеристики МТА. Вычертить схему установки рабочих органов с указанием регулировок машины, установки рабочих органов, показать разметку контрольной площади для расстановки рабочих органов.
4. Подготовка рабочего участка. Агроном, тракторист-машинист.	Указать способ движения МТА, ширина поворотных полос E; разбивку поля на загоны C, привести значения характеристик загона.	Выполнить схему разметки рабочего участка, указать места технологических остановок, величину вылета маркера и др.
5.Работа МТА на	Привести основные показатели	Вычертить схему движения МТА при

участке. Тракторист-машинист.	работы МТА и эксплуатационно-технологические показатели МТА.	обработке загона и поворотных полос.
6. Контроль и оценка качества работы. Агроном, тракторист-машинист.	Показатели, нормативные значения. Допустимые отклонения. Оценка в баллах.	На схеме поля указать места измерения показателей работы. Выполнить схемы использования инструментов.
7. Основные правила по охране труда и природы. Инженер ЭМТП, агроном.	Перечислить основные требования техники безопасности при работе МТА.	Указать допустимые величины вредных факторов.

качества, дополнительные условия и рекомендации при выполнении заданной операции. Агротехнические требования можно устанавливать по нормативам, принятым в хозяйстве, или по литературным источникам с учетом особенностей условий конкретной хозяйственной зоны. Например, для уборки зерновых культур прямым комбайнированием необходимо отразить следующие агрономативы: сроки и продолжительность уборки, интервал технологически допустимых рабочих скоростей агрегата, урожайность, соломистость, влажность зерна, засоренность зерна жаткой, потери зерна молотилкой, дробление зерна, засоренность зерна в бункере и др. Комплектование и подготовка агрегата (раздел 3, табл. 1) предусматривает: сбор и обобщение исходных данных об условиях использования агрегата при выполнении заданной сельскохозяйственной операции, набор тракторов и рабочих машин, выбор основной и резервной передач трактора, определение числа машин и фронта сцепки (при необходимости), оценку правильности расчета состава агрегата по нагрузке двигателя. Подготовка агрегатов к работе включает: подготовку трактора (проверку технического состояния, расстановку ходовых колес на нужную колею, установку механизма навески или прицепной скобы, визирного устройства, следоуказателя и т.п.); подготовку машин (расстановку рабочих органов и их регулировку, установку нормы высева, глубины обработки и т.п.); подготовку сцепки (правильное присоединение удлинителей, установку вылета маркеров, разметку мест присоединения машин и т.п.); составление агрегата (присоединение машин к сцепке или машины к трактору); опробование агрегата на холостом ходу и в работе.

Кинематическая длина агрегата:

$$l_a = l_T + l_{сц} + l_{сх}, \quad (1)$$

где  $l_T$ ,  $l_{сц}$ ,  $l_{сх}$  – кинематическая длина трактора, сцепки, с.-х. машины, м (прилож. 12).

Длину вылета маркера от продольной оси трактора определяют:

$$M = B_p + (a \pm c) \cdot 0,5, \quad (2)$$

где  $a$  – ширина стыкового междурядья, м;

$c$  – колея передних колес трактора или расстояние между внутренними кромками гусеничных цепей, м.

В графе 2 «Значение показателей нормативных параметров» отражают диапазон тяговых характеристик при  $N_T = N_{T \max}$ , показатели расчета состава МТА. В графе 3 «Схемы» вычертить схему агрегата (вид сверху, у транспортных агрегатов – вид сбоку), показать продольную базу, колею трактора, кинематическую длину агрегата, вылет маркера, ширину захвата агрегата, схему установки рабочих органов с указанием регулировок машины. Подготовка рабочего участка (раздел 4, табл. 1) и движение агрегата в загоне включает: осмотр поля с целью устранения препятствий, которые могут

снизить качество работы агрегата или создать неблагоприятные условия при работе; выбор способа и направления движения агрегатов; подготовку поворотных полос; разбивку поля на загоны, выполнение прокосов на поворотных полосах их углах загонов при уборке и провешивание линий первого прохода агрегата, указание на поле мест заправки или загрузки; противопожарное опаживание загонов. Направление движения выбирают с учетом направления предыдущей обработки. Конфигурации поля и применяемых машин, а также мер по предупреждению водной эрозии. Способ движения выбирают с учетом требований агротехники, состояния поля и применяемого агрегата. По организации территории способ движения загонный или беззагонный. Из возможных способов движения выбирают тот, который обеспечивает наибольший коэффициент рабочих ходов ( $\phi$ ). В соответствии с выбранным способом движения и составом агрегата определяют следующие показатели:

Радиус поворота агрегата определяется с учетом скорости движения агрегата.

Ширина поворотной полосы  $E$  выбирается таким образом, чтобы она была не менее  $E_{\min}$  и кратна рабочей ширине захвата  $B_p$  агрегата, который будет осуществлять обработку поворотных полос.

Рабочая длина гона зависит от длины поля  $L$  и определяется:

$$L_p = L - 2E \quad (3)$$

Количество загонов на поле зависит от размеров поля и загонов по ширине. Оптимальная (по производительности) ширина загона  $C_{\text{опт}}$  определяется из условия минимальной суммарной длины холостых ходов

(максимального коэффициента рабочих ходов) на участке:

- всвал, вразвал, а также с чередованием всвал и вразвал

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{16r^2 + 2B_p L}, \quad (4)$$

- беспетлевой способ на двух загонах

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{2(LB_p - r^2)}, \quad (5)$$

- беспетлевой комбинированный способ

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{3B_p L}, \quad (6)$$

- круговой

$$C_{\text{опт}} = L / (5 \dots 8) \quad (7)$$

В графе 2 «Значение показателей нормативных параметров» отражают способ движения, вид поворота и вышеуказанные показатели. В графе 3 «Схемы» необходимо показать разбивку поля на рабочие участки, загоны с обязательным показом кинематических параметров рабочего участка, которые определены выше.

Работа МТА на загоне в зависимости от выбранного способа движения характеризует работу агрегата на участке.

Определяем следующие показатели:

Длина выезда агрегата зависит от кинематической длины агрегата и равна:

- для прицепных машин  $e = (0,5-0,75) \cdot l_a$ ,
- для навесных машин  $e = (0-0,1) \cdot l_a$ , (8)
- для машин с передней фронтальной навеской  $e = - l_a$ .

Общая длина рабочих ходов

$$S_p = L_p \cdot n_p = L_p \cdot C_{\text{опт}} / B_p, \quad (9)$$

где  $n_p$  - количество рабочих ходов на рабочем участке.

Общая длина холостых ходов:

$$S_x = L_x \cdot n_x = (L_n + 2e)n_x, \quad (10)$$

где  $L_n$  - средняя длина поворота, м (прилож.9);

$n_x$  - количество холостых ходов на рабочем участке;

$$n_x = (C_{\text{опт}} / B_p) - 1 \quad (11)$$

Коэффициент рабочих ходов определяется отношением:

$$\phi = S_p / (S_p + S_x), \quad (12)$$

где  $S_p$  - общая длина рабочих ходов, м;

$S_x$  - общая длина холостых ходов, м.

В графе 2 «Значение показателей нормативных параметров» отражают вышеуказанные показатели и эксплуатационно-технологические показатели работы МТА. В графе «Схемы» необходимо показать схемы работы МТА на рабочем участке: способ движения, вид поворотов, направление движения, технологические прокосы и обкосы, а также места технологических остановок для загрузки или разгрузки машин. Контроль и оценка качества работы (раздел 6, табл. 1) - их разделяют на текущий и приемочный. Первый проводит тракторист в процессе выполнения технологической операции, а приемочный контроль - приемщик (бригадир, агроном) по ее окончании. Контроль и оценку качества проводят по специально разработанной для этих целей методике. Она включает перечень способов и последовательность контроля, порядок проведения, количество необходимых измерений и численную оценку показателей качества. При описании контроля качества необходимо указать количественные характеристики показателей качества работы в баллах. Дополнительно описать, какими методами и приспособлениями необходимо пользоваться для оценки качества выполнения работ. Схематично показать, где находятся точки контроля на рабочем участке (загоне) и способы замера, описать приборы и приспособления. Указание по охране труда (раздел 7, табл. 1). Здесь указываются основные правила техники безопасности на подготовку агрегата и на выполняемую операцию и противопожарные мероприятия. Эти правила отражают специфику работы данного агрегата, указывают наиболее опасные места агрегата и операции при его обслуживании или работе, а также перечень противопожарного оборудования и указания по борьбе с пожаром.

В заключении необходимо отразить рекомендации и предложения по улучшению использования машинно-тракторного агрегата. Дать оценку и указать роль и место разработанной операционной технологии механизированных полевых работ в растениеводстве в хозяйстве (возможность их применения, величина затрат и планируемые выгоды).

В задании приводят также все данные, касающиеся работы обслуживающего агрегата (погрузочные, транспортные средства и т.п.).

### Контрольные вопросы

1. Какие разделы включает операционно-технологическая карта?

2. Как определить кинематическую длину агрегата?
3. От чего зависит рабочая длина гона и как определяется?
4. От чего зависит количество загонов на поле?
5. Как определить общую длину рабочих ходов?
6. Как определяют общую длину холостых ходов?
7. Как определяют коэффициент рабочих ходов?

### **2.8.3 Результаты и выводы:**

Составить операционно-технологическую карту в соответствии с заданием.  
Ответить на контрольные вопросы.

## **2.9 Практическое занятие №9 ( 2 часа).**

**Тема:** «Выбор оптимального варианта маршрутов для перевозок заданного объема грузов»

### **2.9.1 Задание для работы:**

1. Определить необходимое количество ездов по направлениям перевозок.
2. Разработать различные варианты организации маршрутов движения.
3. Рассчитать коэффициенты использования пробега по каждому маршруту и среднее значение в целом по варианту.
4. Выбрать наиболее оптимальный вариант организации маршрутов движения.

### **2.9.2 Краткое описание проводимого занятия:**

#### **Общие положения**

Необходимо наметить несколько вариантов организации маршрутов движения (для учебных целей можно ограничиться тремя). Из возможных вариантов маршрутов выбрать наиболее рациональный вариант, т.е. такой, который позволит получить наименьший холостой пробег автомобилей (автопоездов) по всем маршрутам. Оценка качества выбранных маршрутов проводится по коэффициенту использования пробега  $\beta$ . Значение коэффициента по каждому выбранному маршруту должно быть как можно больше. Все варианты (в нашем примере три варианта) сравниваются по средней величине коэффициента использования пробега. Предпочтение отдаётся варианту с большим значением коэффициента  $\beta$ .

#### **Задание:**

1. Определить необходимое количество ездов по направлениям перевозок.
  2. Разработать различные варианты организации маршрутов движения.
  3. Рассчитать коэффициенты использования пробега по каждому маршруту и среднее значение в целом по варианту.
  4. Выбрать наиболее оптимальный вариант организации маршрутов движения.
- Для расчетов используются данные из приложения 1 по вариантам.

#### **Методические указания**

1. Расчет количества ездов для перевозки грузов по направлениям

Количество ездов по  $i$ -му направлению ( $n_{ei}$ ) определяется по формуле

$$n_{ei} = \frac{Q_i}{\gamma_i \cdot g_n}, \quad (6)$$

где  $Q_i$  - объем перевозок в  $i$ -ом направлении, т;

$g_n$  - номинальная грузоподъемность автомобиля, т;

$\gamma_i$  - коэффициент использования грузоподъемности.

Количество ездов округлить до целого числа (в большую сторону), так как оно не может быть дробным числом.

Результаты расчетов сводятся в таблицу 2.

Таблица 2.Расчёт количества ездов для перевозки грузов.

Марка автомобиля	Пункт отправки	Пункт назначения	Груз	Коэффициент $\gamma$	Грузоподъёмность, т.		Количество ездов	Объём перевозок, т.
					номинальная.	фактическая.		
	А	Б	Зерно	0,85	9	7,65	13	100
	А	В		0,85	9	7,65	10	75
	Б	А	Комбикорм	0,85	9	7,65	20	150
	Б	В		0,85	9	7,65	13	100
	В	А	Строительные грузы	1	9	9	23	200
	В	Б		1	9	9	26	230

## 2. Разработка вариантов маршрутов движения транспортных средств

В первом варианте предусматриваются только маятниковые маршруты. В двух других вариантах необходимо предусмотреть разное сочетание маятниковых и кольцевых маршрутов, в начале по каждому варианту определяются маршруты у которых  $\beta=1$ , т.е. в обоих направлениях для маятниковых маршрутов или по всему кольцу для кольцевых маршрутов все ездки будут гружеными.

Затем устанавливаются остальные маршруты с обратным холостым пробегом для маятниковых и частичном холостом пробеге для кольцевых маршрутов.

Методику выбора маршрутов покажем на конкретном примере. Наметим три варианта маршрутов. Отметим, что маршрут начинается обязательно с погрузки и обязательным условием законченности маршрута является возвращение автомобиля (автопоезда) в первоначальный пункт, т.е. пункт первой погрузки.

Наметим три варианта маршрутов.

В первом варианте 6 маршрутов.

*1 маршрут.* В пункте А автомобиль загружается в объеме  $g_n \gamma_A$  и движется в пункт Б (АБ). В пункте Б автомобиль разгружается и вновь загружается в объеме  $g_n \gamma_B$  затем возвращается в пункт А (БА). Здесь автомобиль разгружается и ставится под погрузку следующего оборота.

*2 маршрут.* В пункте А автомобиль загружается в объеме  $g_n \gamma_A$  и движется в пункт В (АВ). В пункте В автомобиль разгружается и вновь загружается в объеме  $g_n \gamma_B$ . Затем возвращается в пункт А (ВА), где разгружается и ставится под погрузку следующего оборота.



*3 маршрут.* В пункте Б автомобиль загружается в объеме  $g_n \gamma_B$  и движется в пункт В (БВ), где автомобиль разгружается и вновь загружается в объеме  $g_n \gamma_B$  и возвращается в пункт Б (ББ), где разгружается.

*4 маршрут.* В пункте Б автомобиль загружается в объеме  $g_n \gamma_B$  и перемещается в пункт А, здесь он разгружается и возвращается без груза в пункт Б.

*5 маршрут.* В пункте В автомобиль загружается в объеме  $g_n \gamma_B$  и перемещается в пункт А где автомобиль разгружается и возвращается без груза в пункт В.

*6 маршрут.* В пункте В автомобиль загружается в объеме  $g_n \gamma_B$  и перемещается в пункт Б, где он разгружается и возвращается без груза в пункт В.

Во втором варианте 6 маршрутов.

*1 маршрут.* В пункте А автомобиль (автопоезд) загружается в объеме  $g_n \gamma_A$  и движется в пункт Б (АБ). В пункте Б автомобиль разгружается и вновь загружается в объеме  $g_n \gamma_B$ , затем возвращается в пункт А (БА). Здесь автомобиль разгружается, затем ставится под погрузку следующего оборота.

*2 маршрут.* В пункте А автомобиль (автопоезд) загружается в объеме  $g_n \gamma_A$  и движется до пункта В (АВ). Здесь он разгружается и загружается в объеме  $g_n \gamma_B$  другим грузом и возвращается в пункт А (ВА), где и разгружается.

*3 маршрут.* Автомобиль (автопоезд) загружается в пункте Б и движется с грузом в пункт В (БВ). Здесь он разгружается, вновь загружается и движется в пункт Б (ББ), где разгружается.

*4 маршрут.* Автомобиль (автопоезд) загружается в пункте В и движется в пункт Б (ВБ), здесь он разгружается, загружается другим грузом и движется в пункт А (БА). В пункте А автомобиль (автопоезд) разгружается и перемещается к месту погрузки в пункт В (АВ) без груза.

*5 маршрут.* Автомобиль (автопоезд) загружается в пункте В и перемещается в пункт Б (ВБ). Здесь он разгружается и возвращается в пункт В (ВВ) без груза.

*6 маршрут.* Автомобиль (автопоезд) загружается в пункте В и с грузом перемещается в пункт А (ВА). Здесь он разгружается и возвращается без груза в пункт В (АВ).

В третьем варианте 5 маршрутов.

*1 маршрут.* В пункте А автомобиль (автопоезд) загружается и перемещается в пункт Б (АБ), здесь он разгружается, затем загружается другим грузом и перемещается в пункт В (БВ). Здесь автомобиль (автопоезд) перегружается и движется в пункт А (ВА), после разгрузки автомобиль готов начать новый оборот.

*2 маршрут.* Автомобиль (автопоезд) загружается в пункте А и перемещается в пункт В, после перегрузки перемещается в пункт Б (ВБ) и после перегрузки возвращается в пункт А (БА).

*3 маршрут.* После погрузки в пункте Б автомобиль (автопоезд) перемещается в пункт В (БВ) и далее из пункта В в пункт А (ВА), затем из пункта А движется без груза в пункт Б.

*4 маршрут.* Из пункта В после погрузки автомобиль (автопоезд) перемещается в пункт А (ВА), где автомобиль разгружается и возвращается для новой загрузки в пункт В (АВ).

*5 маршрут.* Из пункта В автомобиль (автопоезд) с грузом перемещается в пункт Б (ВБ) и далее после разгрузки возвращается в пункт В (ВВ) для новой загрузки.

Для того чтобы выполнить условие - на маршруте груженные ездки в обе стороны (обратная ездка груженная) при маятниковом маршруте или все ездки груженные при кольцевом маршруте - необходимо принять минимальное количество ездок на рассматриваемом маршруте. Например на маятниковом маршруте АБ-БА из пункта А в

пункт Б для перевозки 100 т грузов с учетом коэффициента использования грузоподъемности (0,85) нужно будет сделать 13 ездов, а для перевозки 150 т из пункта Б в пункт А необходимо сделать 20 ездов (таблица 2). Для первого маятникового маршрута примем 13 оборотов. При этом будет перевезено по 100 т в обоих направлениях.

Количество ездов и объем перевозок по всем маршрутам представить в виде таблицы 3.

Таблица 3.

Распределение объёма и количества ездов по маршрутам.

№ варианта	№ маршрута	Направление перевозок	Объём перевозок, т.	Количество ездов	Направление перевозок	Объём перевозок, т.	Количество ездов	Направление перевозок	Объём перевозок, т.	Количество ездов
1	1	АБ	100	13	БА	100	13			
	2	АВ	75	10	ВА	90	10			
	3	БВ	100	13	ВБ	117	13			
	4	БА	50	7	АБ	0	7			
	5	ВА	110	13	АВ	0	13			
	6	ВБ	113	13	БВ	0	13			
2	1	АБ	100	13	БА	100	13			
	2	АВ	75	10	ВА	90	10			
	3	БВ	100	13	ВБ	117	13			
	4	ВБ	63	7	БА	50	7	АВ	0	7
	5	ВБ	50	6	БВ	0	6			
	6	ВА	110	13	АВ	0	13			
3	1	АБ	100	13	БВ	100	13	ВА	117	13
	2	АВ	75	10	ВБ	90	10	БА	75	10
	3	БВ	90	10	ВА	75	10	АБ	0	10
	4	ВА	83	10	АВ	0	10			
	5	ВБ	50	6	БВ	0	6			

3. Для расчета коэффициентов использования пробега по каждому маршруту и среднее значение в целом по варианту необходимо определить длину оборота  $l_o$ , среднюю длину ездки  $l_e$ , длину ездки с грузом  $l_{ez}$  на каждом маршруте.

Длина оборота  $l_o$  (км) на каждом маршруте определяется по формуле

$$l_o = \sum_{i=1}^{i=n} l_{mi}, \quad (7)$$

где  $l_{mi}$  - расстояние между пунктами маршрута, км.

На маятниковом маршруте с обратной загруженной ездой пробег автомобиля за оборот на участке АБ определяется по формуле

$$l_{oi} = l_{ezAB} + l_{ezBA}, \text{ км}, \quad (8)$$

где  $l_{ezAB}$  - пробег с грузом от пункта А до пункта Б, км.;

$l_{ezBA}$  - пробег с грузом от пункта Б до пункта А, км.

На маятниковом маршруте с обратным холостым ходом пробег за оборот определяется по формуле

$$l_{oi} = l_{ezAB} + l_{xBA}, \text{ км}, \quad (9)$$

где  $l_{xBA}$  - пробег автомобиля без груза от пункта разгрузки Б до пункта погрузки А.

На кольцевом маршруте пробег за оборот определяется по формуле

$$l_{oi} = l_{AB} + l_{BB} + l_{BA}, \text{ км}, \quad (10)$$

где  $l_{AB}$ ,  $l_{BB}$ ,  $l_{BA}$  - пробег автомобиля между пунктами А и Б, Б и В, В и А.

Примеры: Для первого маршрута второго варианта

$$l_{o1} = l_{AB} + l_{BA} = 15 + 15 = 30 \text{ км}.$$

Для четвертого маршрута второго варианта

$$l_{o4} = l_{BB} + l_{BA} + l_{AB} = 20 + 15 + 10 = 45 \text{ км}.$$

Для пятого маршрута второго варианта

$$l_{o5} = l_{BB} + l_{BB} = 20 + 20 = 40 \text{ км}.$$

Средняя длина ездки  $l_e$  (км) на каждом маршруте определяется по формуле

$$l_e = \frac{l_o}{n_{eo}}, \quad (11)$$

где  $n_{eo}$  - количество груженных ездов за оборот.

Примеры. Для первого маршрута второго варианта длина ездки равна

$$l_{e1} = l_{o1} / n_{eo1} = 30 / 2 = 15 \text{ км},$$

т.к.  $n_{eo1} = 2$ .

Для четвертого и пятого маршрутов второго варианта

$$l_{e4} = 45 / 2 = 22,5 \text{ км}; l_{e5} = 40 / 1 = 40 \text{ км},$$

т.к.  $n_{eo4} = 2$ ,  $n_{eo5} = 1$ .

Средняя длина ездки с грузом  $l_{ez}$  (км) на каждом маршруте определяется по формуле

$$l_{ez} = \frac{l_{oz}}{n_{eo}}, \quad (12)$$

где  $l_{oz}$  - общее расстояние ездки с грузом за оборот, км;

$n_{eo}$  - количество груженных ездов за оборот.

Примеры. Для первого, четвертого и пятого маршрутов второго варианта общее расстояние ездки с грузом за оборот равно

$$l_{oz1} = l_{AB} + l_{BA} = 15 + 15 = 30 \text{ км};$$

$$l_{oz4} = l_{BB} + l_{BA} = 20 + 15 = 35 \text{ км};$$

$$l_{oz5} = l_{BB} = 20 = 20 \text{ км}.$$

Средняя длина ездки с грузом для тех же маршрутов равна

$$l_{ez1} = l_{oz1} / n_{eo1} = 30 / 2 = 15 \text{ км};$$

$$l_{ez4} = 35 / 2 = 17,5 \text{ км};$$

$$l_{ez5} = 20 / 1 = 20 \text{ км}.$$

Коэффициент использования пробега  $\beta$  по каждому маршруту подсчитывается по формуле

$$\beta_i = \frac{l_{ezi}}{l_{ei}}, \quad (13)$$

Примеры. Для первого, четвертого и пятого маршрутов второго варианта коэффициент использования пробега равен

$$\beta_1 = \frac{15}{15} = 1; \beta_4 = \frac{17,5}{22,5} = 0,78; \beta_5 = \frac{10}{20} = 0,5.$$

Средняя величина коэффициента использования пробега  $\beta_{cp}$  по каждому варианту подсчитывается по формуле

$$\beta_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} l_{ezi} \cdot n_{Qi}}{\sum_{i=1}^{i=n} l_{ei} \cdot n_{Qi}}, \quad (14)$$

где  $n_{Qi}$  - количество ездов для вывоза всего груза на  $i$ -ом маршруте.

Пример. Для второго варианта средняя величина коэффициента использования пробега равна

$$\beta_{cp2} = \frac{26 \cdot 15 + 20 \cdot 10 + 26 \cdot 20 + 14 \cdot 17,5 + 6 \cdot 20 + 13 \cdot 10}{26 \cdot 15 + 20 \cdot 10 + 26 \cdot 20 + 14 \cdot 22,5 + 6 \cdot 40 + 13 \cdot 20} = 0,83.$$

Результаты расчетов по всем маршрутам обоих вариантов приведены в таблице 4.

### 3. Выбор оптимального варианта маршрутов движения

Все варианты (в нашем примере три варианта) сравниваются по средней величине коэффициента использования пробега. Предпочтение отдаётся варианту с большим значением коэффициента  $\beta_{cp}$ .

Таблица 4. Коэффициент использования пробега по всем маршрутам.

Вариант	Маршрут	Среднее расстояние (длина) груженой ездки $l_{ez}$ , км.	Среднее расстояние (длина) ездки $l_e$ , км.	Количество ездов на маршруте	Коэффициент использования пробега, $\beta$	Средняя величина $\beta_{cp}$ по варианту	Количество ездов
1	1	15	15	26	1,0	0,77	105
	2	10	10	20	1,0		
	3	20	20	26	1,0		
	4	15	30	7	0,5		
	5	10	20	13	0,5		
	6	20	40	13	0,5		
2	1	15	15	26	1,0	0,83	105
	2	10	10	20	1,0		
	3	20	20	26	1,0		
	4	17,5	22,5	14	0,78		
	5	20	40	6	0,5		
	6	10	20	13	0,5		
3	1	15	15	39	1,0	0,8	105
	2	15	15	30	1,0		
	3	17,5	22,5	20	0,78		
	4	10	20	10	0,5		
	5	20	40	6	0,5		

В нашем примере значение коэффициента использования пробега для второго варианта наибольшее. В случае если для различных вариантов значения  $\beta_{cp}$  практически равны, следует выбирать вариант маршрутов, в котором преобладают маятниковые маршруты самые простые в организации.

### Вопросы для самопроверки.

1. Виды маршрутов движения транспортных средств при перевозке грузов.
2. Критерии оптимизации маршрутов движения.
3. Как рассчитывается количество ездов на маршруте?
4. Как определяется объем перевозимого груза за определенное количество ездов на маршруте?
5. В чем различие между средней длиной ездки и средней длиной ездки с грузом на маршруте?
6. Как определить длину оборота на маршруте?
7. Как находится средняя величина коэффициента использования пробега по варианту маршрутов движения?

**2.9.3 Результаты и выводы:** По результатам расчетов выбрать наиболее эффективный вариант организации маршрутов по коэффициенту использования пробега

## 2.10 Практическое занятие №10 ( 2 часа).

**Тема:** «Организация перевозок зерна от комбайнов на ток»

### 2.10.1 Задание для работы:

1. Определить высоту наращивания бортов автомобиля.
2. Определить ёмкость кузова автомобиля с учетом наращенных бортов.
3. Подсчитать количество комбайнов в звене для заданных условий работы.
4. Подсчитать необходимое количество автомобилей в звене.
5. Определить необходимое количество разгрузочных магистралей на поле.
6. Разработать схему движения комбайна и автомобилей на поле.
7. Установить дневное задание каждому автомобилю.

### 2.10.2 Краткое описание проводимого занятия:

При уборке разных культур объёмная масса зерна может изменяться в пределах от 0,39 (семена подсолнечника) до 0,85 т/м<sup>3</sup> (пшеница). Большинство комбайнов работают на уборке основной культуры, возделываемой в хозяйстве. И только сравнительно небольшое количество комбайнов работают на уборке проса, гречихи, подсолнечника и других культур. Поэтому в период уборки может потребоваться разная вместимость кузова.

При перевозке определённого зерна (известна объёмная масса) высота наращивания бортов  $h_{дон}$  (м) определяется по формуле

$$h_{дон} = \frac{g_n}{a \cdot b \cdot d} - h + 0,1,$$

где  $g_n$  - номинальная грузоподъёмность автомобиля (приложение 4), т;

$a$  - длина кузова по внутренним размерам, м;

$b$  - ширина кузова по внутренним размерам, м;

$h$  - высота кузова (от платформы кузова до верхней кромки бортов), м;

$d$  - объёмная масса зерна, т/м<sup>3</sup>.

Необходимо проверить, не превышает ли погрузочная высота автомобиля (расстояние от уровня опорной поверхности до верхнего края борта после наращивания) или прицепа  $H_a$  погрузочную высоту комбайна  $H_k$  (приложение 7) с которым автомобиль будет работать. Проверка осуществляется по формуле

$$H_k - H_a > 0, \quad H_k - (H_a + h_{дон}) > 0,$$

т.е. погрузочная высота комбайна должна быть больше погрузочной высоты автомобиля с наращенными бортами.

Если погрузочная высота автомобиля с наращенными бортами будет больше погрузочной высоты комбайна, тогда дополнительная высота наращивания бортов определяется по формуле

$$h'_{дон} = H_k - (H_a + 0,1), \text{ м.}$$

Здесь предусматривается уменьшение высоты автомобиля на 0,1 м для безопасного прохода автомобиля под шнеком.

2. Ёмкость кузова автомобиля определяется по формуле

$$\omega_a = a \cdot b \cdot (h + h_{дон}), \text{ или } \omega_a = a \cdot b \cdot (h + h'_{дон}), \text{ м}^3.$$

3. Количество комбайнов в звене  $N_k$  определяется по формуле

$$N_k = \omega_a / \omega_k,$$

где  $\omega_k$  - емкость бункера комбайна, м<sup>3</sup>.

На длинных полях бункер комбайна может наполняться два и более раз по длине гона. При этом не будут потери рабочего времени из-за поворотов и могут отсутствовать простои комбайнов из-за неисправностей. При расчёте количества автомобилей, чтобы исключить простои комбайнов, мы должны ориентироваться на этот почти идеальный случай.

4. Количество автомобилей в звене определяется по формуле

$$N_a = t_o / t_n,$$

где  $t_o$  - время оборота автомобиля, начиная с момента начала погрузки до момента начала погрузки другого автомобиля после его возвращения с тока, с;

$t_n$  - время наполнения бункера комбайна, с.

Время оборота автомобиля подсчитывается по формуле

$$t_o = \frac{2 \cdot l_r}{V_m} + t_{n-p},$$

где  $l_r$  - среднее расстояние от поля до тока, км,

$V_m$  - средняя техническая скорость автомобиля, км/ч.;

$t_{n-p}$  - продолжительность простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой, ч.

Продолжительность простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой складывается из следующих элементов времени: продолжительность подъезда автомобиля к комбайну, продолжительность разгрузки бункеров всех обслуживаемых в звене комбайнов, времени маневрирования автомобиля на площадке разгрузки и времени разгрузки.

Учитывая выше изложенное можно записать продолжительность простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой в следующем виде

$$t_{n-p} = \frac{l_n}{V_n} + \frac{l_m}{V_m} + \frac{t_{пб} \cdot N_k + t_{пк}}{60},$$

где  $l_n$  - длина гона (длина поля) (приложение 8), м;

$l_m$  - длина разгрузочной магистрали, м;

$V_n$  - скорость автомобиля по полю, км/ч;

$V_m$  - скорость автомобиля по разгрузочной магистрали, км/ч;

$t_{pb}$  - продолжительность разгрузки бункера, мин;

$t_{pk}$  - продолжительность разгрузки автомобиля, мин.

Подъезд автомобиля к комбайну начинается с края поля сначала по разгрузочной магистрали, затем подъезд по полю к работающему первому комбайну (при разгрузке на ходу), затем ко второму и т.д., затем автомобиль по полю возвращается на разгрузочную магистраль и по магистрали выезжает на край поля.

Продолжительность простоя под погрузкой в расчётах можно принять 2 или 2,5 мин на каждый комбайн (продолжительность разгрузки бункера для комбайнов с ёмкостью бункера до  $2,5 \text{ м}^3 - t_{pb} = 2 \text{ мин}$ , для комбайнов с ёмкостью бункера более  $2,5 \text{ м}^3 - t_{pb} = 2,5 \text{ мин}$ ).

Продолжительность разгрузки автомобиля (вместе с маневрированием) зависит от способа разгрузки. В расчетах можно принять предельное нормативное значение равное 15 мин.

Пример: Расстояние переезда по разгрузочной магистрали и по полю на разных полях может быть разное. Принимаем движение по полю 400 м со скоростью 10 км/ч и по разгрузочной магистрали 1400 м со скоростью 15 км/ч. Тогда время оборота автомобиля

$$\begin{aligned} t_o &= \frac{2 \cdot l_r}{V_m} + \frac{0,4}{10} + \frac{1,4}{15} + \frac{(2 \text{ или } 2,5) \cdot N_k}{60} + 0,25 = \\ &= 0,383 + \frac{2 \cdot l_r}{V_m} + \frac{(2 \text{ или } 2,5) \cdot N_k}{60}, \text{ ч.} \end{aligned}$$

Время наполнения бункера комбайна  $t_n$  определяется по формуле

$$t_n = \frac{l_o}{V_k},$$

где  $l_o$  - путь, который проходит комбайн по полю для полного накопления бункера, км;

$V_k$  - рабочая скорость движения комбайна по полю (задана), км/ч.

Путь для наполнения бункера комбайна определяется по формуле

$$l_o = \frac{\omega_k \cdot d}{b_p \cdot g_z} \cdot 100, \text{ км.}$$

где  $b_p$  - рабочая ширина захвата жатки комбайна или среднее расстояние между смежными валками (приложение 7), м;

$g_z$  - урожайность (задана), ц/га.

В расчётах рабочая ширина захвата жатки принимается на 40 см меньше, чем указана в характеристике жатки.

5. Количество разгрузочных магистралей на поле  $n_m$  определяется по формуле

$$n_m = \frac{l_n}{l_o},$$

где  $l_n$  - длина поля (задана), м.

По результатам расчёта необходимо начертить схему прокладки разгрузочных магистралей на поле и схему движения комбайна и подвижного состава по полю и разгрузочным магистралям.

6. Дневное задание подвижному составу определяется в тоннах и тонно-километрах, т.е. необходимо определить, сколько тонн каждый автомобиль перевёз за рабочий день и установить грузооборот в т·км.

Дневной объём зерна перевозимого от комбайна на ток автомобилями определяется по дневной производительности комбайнов.

Производительность одного комбайна за рабочий день  $W_k$  (т/день) определяется по формуле

$$W_k = 0,01 \cdot b_p \cdot V_k \cdot \tau \cdot T_p \cdot g_z,$$

где  $\tau$  - коэффициент использования времени смены;

$T_p$  - продолжительность работы комбайна на поле в течении дня, ч.

В расчётах можно принять  $T_p = 18\text{ч}$ ,  $\tau = 0,70...0,75$ .

Производительность всех комбайнов в звене  $W_z$  (т/день) и дневная производительность всех автомобилей, обслуживающих комбайны звена, определится по формуле

$$W_z = W_k \cdot N_k.$$

Производительность одного автомобиля  $W_Q^{\partial n}$  (т/день) равна

$$W_Q^{\partial n} = \frac{W_z}{N_a}.$$

Грузооборот одного автомобиля за рабочий день  $W_p^{\partial n}$  (т·км/день) определяется по формуле

$$W_p^{\partial n} = W_Q^{\partial n} \cdot l_r.$$

Здесь производительность автомобиля определяется по массе зерна убранного комбайнами звена за рабочий день.

Производительность одного автомобиля при отсутствии простоев в ожидании погрузки  $W_Q'^{\partial n}$  (т/день) определяется по формуле

$$W_Q'^{\partial n} = \frac{g_n \cdot \gamma_c \cdot \beta \cdot V_m \cdot T}{l_r + \beta \cdot V_m \cdot t_{n-p}},$$

где  $g_n$  - номинальная грузоподъёмность автомобиля, т;

$\gamma_c$  - статический коэффициент использования грузоподъёмности;

$\beta$  - коэффициент использования пробега,  $\beta = 0,5$ ;

$T$  - продолжительность работы автомобиля в течении дня.

Продолжительность работы автомобиля в течении дня можно принять равной продолжительности работы комбайнов, т.е.  $T = T_p$ .

Коэффициент использования грузоподъёмности

$$\gamma_c = \frac{\omega_a \cdot d}{g_n} = \frac{a \cdot b \cdot (h + h_{дон}) \cdot d}{g_n}.$$

Продолжительность простоя под погрузкой-разгрузкой  $t_{n-p}$  (ч) определяется по формуле.

Производительность автомобиля  $W_Q^{\partial n}$  является такой производительностью, которую автомобиль мог выполнить, если бы не были простои в ожидании погрузки. Эти простои возникают из-за того, что комбайны затрачивают время на повороты, устранение отказов и т.д.

Простои по перечисленным причинам учитываются коэффициентом использования времени смены  $\tau$ .

Потери производительности автомобиля из-за простоя в ожидании погрузки  $W_{nom}$  (т/день) можно определить по формуле

$$W_{nom} = W_Q'^{\partial n} - W_Q^{\partial n}.$$

Общее время простоев в ожидании погрузки в течении дня для одного автомобиля  $T_{ож}$  (ч) определяется по формуле



$$T_{ож} = \frac{W_{nom}}{W_Q},$$

где  $W_Q$  - производительность (действительная) автомобиля за час рабочего времени в тоннах.

Производительность автомобиля за час рабочего времени определяется по формуле

$$W_Q = \frac{W_Q^{\partial n}}{T_p}.$$

Подставив значение  $W_Q$ , получим

$$T_{ож} = \frac{W_{nom}}{W_Q^{\partial n}} \cdot T_p.$$

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что называют погрузочной высотой комбайна, автомобиля?
2. Какую величину не должна превышать высота дополнительных бортов автомобиля?
3. Чем вызвана необходимость наращивания бортов?
4. Как определить количество комбайнов и автомобилей в уборочно-транспортном звене?
5. Назначение разгрузочных магистралей?

.....

**2.10.3 Результаты и выводы:** В выводах по работе необходимо отразить за счет каких организационных мероприятий можно повысить производительность автомобилей на перевозках зерна от комбайнов на ток хозяйства.