

**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** 35.03.06 «Агроинженерия»

**Профиль подготовки** Технические системы в агробизнесе

**Форма обучения** очная

## СОДЕРЖАНИЕ

### 1. Конспект

### лекций

<b>1.1 Лекция № 1</b> Введение в курс «Эксплуатация машинно-тракторного парка».....	4
<b>1.2 Лекция № 2</b> Производственные процессы и характеристика сельскохозяйственных агрегатов.....	8
<b>1.3 Лекция № 3</b> Эксплуатационно-технические свойства рабочих машин.....	15
<b>1.4 Лекция № 4.</b> Эксплуатационные свойства мобильных энергетических средств.....	20
<b>1.5 Лекция № 5</b> Комплектование агрегатов и управление эксплуатационными режимами их работы.....	29
<b>1.6 Лекция № 6</b> Кинематика машинно-тракторных агрегатов.....	34
<b>1.7 Лекция № 7</b> Производительность мобильных агрегатов.....	41
<b>1.8 Лекция № 8</b> Эксплуатационные затраты при работе агрегатов.....	46
<b>1.9 Лекция № 9</b> Оптимизация эксплуатационных параметров и режимов работы агрегатов.....	51
<b>1.10 Лекция № 10</b> Основы проектирования технологических процессов в растениеводстве.....	53
<b>1.11 Лекция № 11</b> Технология и правила производства механизированных работ.....	59
<b>1.12 Лекция № 12</b> Планирование работы и анализ использования машинно- тракторного парка.....	70
<b>1.13 Лекция № 13</b> Место и роль транспорта в системе общественного производства.....	72
<b>1.14 Лекция № 14</b> Основы транспортного процесса.....	86
<b>1.15 Лекция № 15</b> Сельскохозяйственный транспортный парк.....	91
<b>1.16 Лекция № 16</b> Техничко-эксплуатационные показатели использования подвижного состава.....	101
<b>1.17 Лекция № 17</b> Технология перевозок сельскохозяйственных грузов. Механизация погрузо-разгрузочных работ на транспорте .....	109
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ</b>	
<b>2.1</b> Лабораторная работа №1,2 Агротехническая оценка условий и результатов работы сельскохозяйственных агрегатов.....	124
<b>2.2</b> Лабораторная работа №3,4 Методика проведения лабораторных и полевых испытаний сельскохозяйственных машин и их рабочих органов.....	131
<b>2.3</b> Лабораторная работа №5,6 Исследование показателей тяговых свойств трактора для заданных условий.....	140
<b>2.4</b> Лабораторная работа №7,8 Определение рационального состава и режима работы тягового МТА.....	144
<b>2.5</b> Лабораторная работа №9,10 Комплектование пахотного агрегата.....	146
<b>2.6</b> Лабораторная работа №11,12 Регулировка колеи и сходимости направляющих колес трактора МТЗ-80/82.....	153
<b>2.7</b> Лабораторная работа №13,14 Устройство и принцип работы гидроувеличителя сцепного веса с гидроаккумулятором трактора МТЗ-80.....	158
<b>2.8</b> Лабораторная работа №15,16 Расчет элементов времени смены при работе МТА.....	166
<b>2.9</b> Лабораторная работа №17 Определение эксплуатационных затрат при работе МТА.....	170

### **3. Методические указания по проведению практических занятий**

<b>3.1 Практическое занятие № ПЗ-1,2</b> Разработка технологической карты на возделывание сельскохозяйственной культуры.....	174
<b>3.2 Практическое занятие № ПЗ-3,4</b> Разработка операционно-технологической карты на с/х операцию.....	176
<b>3.3 Практическое занятие № ПЗ-5,6</b> Разработка годового плана механизированных работ.....	181
<b>3.4 Практическое занятие № ПЗ-7,8</b> Определение состава машинно-тракторного парка графическим методом.....	185

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### 1.1 Лекция №1 ( 2 часа).

**Тема:** «Введение в курс «Эксплуатация машинно-тракторного парка»»

#### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Уровень, состояние и перспективы механизации сельского хозяйства и повышения эффективности использования системы машин
2. Курс ЭМТП, его предмет задачи и краткое содержание.
3. Основные понятия по ЭМТП.
4. Этапы развития науки по ЭМТП

#### 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 требуемого. 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 труппа.

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 самоконтролирующегося 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 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. Курс ЭМТП, его предмет задачи и краткое содержание.

Эксплуатация МТП – система мероприятий по реализации потребительских качеств машин.

Предметом курса эксплуатации МТП является:

закономерности и вытекающие из них рациональные методы использования машин, обеспечивающие их максимальную производительность и высокое качество работы при минимальных затратах труда и средств.

ЭМТП как научная дисциплина охватывает широкий круг разных, взаимоувязанных вопросов, посвященных обоснованию и внедрению в производство научных методов и приемов: 1 рационального комплектования и использования МТА при выполнении различных производственных операций (технологических, транспортных, подготовительных и вспомогательных); 2 эффективного ТО; 3 оптимального

проектирования, планирования и управления МТП-ом разных сельскохозяйственных подразделений( бригад, отделений, фермерских хозяйств и их ассоциаций).

Курс ЭМТП включает:

- теоретические основы производственной ЭМТП;

(эксплуатационно-технические свойства СХМ; эксплуатационно-технические свойства агрегата; эксплуатационно-технические свойства тракторов; расчет состава и комплектование МТА; способы движения агрегата; производительность агрегата; эксплуатационные затраты при работе агрегата; оптимизация эксплуатационных параметров и режимов работы агрегата).

- передовые технологии и эффективные комплексы машин в растениеводстве и методы их использования:

(комплексная механизация возделывания с/х культур; основы проектирования с/х процессов; правила производства механизированных работ; возделывание с/х культур; уборка культур; механизированные работы по кормопроизводству, особенности использования машин при почвозащитной системе земледелия и на мелиоративных землях).

- техническое обеспечение эксплуатации МТП;

( ТО машин; контроль работоспособности и техническая диагностика машин; материально-техническая база ТО и диагностирование МТП; обеспечение машин нефтепродуктами и другими материалами; хранение машин).

- рациональное использование транспорта в сельском хозяйстве;

( роль и объем транспортных работ; дороги и дорожные условия; транспорт в сельском хозяйстве; погрузочно-разгрузочные средства; грузопотоки и маршруты их движения; структура транспортной службы).

- проектирование и анализ использования МТП;

- инженерно-техническая служба по ЭМТП.

### 3. Основные понятия по ЭМТП.

**Машинно-тракторный парк** в сельском хозяйстве, совокупность машин, необходимых для механизации работы по возделыванию сельскохозяйственных культур.

**Машинно-тракторный агрегат** сельскохозяйственный, сочетание трактора или двигателя с сельскохозяйственными машинами (орудиями) для выполнения механизированных операций и процессов в сельскохозяйственном производстве.

**Эксплуатация** – стадия жизненного цикла ЭМТП, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество.

**Техническая эксплуатация** – часть эксплуатации, включающая транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт МТП.

**Средства эксплуатации** – здания, сооружения, технические устройства, в том числе инструмент, запасные части и эксплуатационные материалы, необходимые для эксплуатации МТП.

**Система эксплуатации** – совокупность изделий, средств эксплуатации, исполнителей и устанавливающей правила их взаимодействия документации, необходимых и достаточных для выполнения задач эксплуатации.

**Условия эксплуатации** – совокупность факторов, действующих на МТП при его эксплуатации.

**система машин** – совокупность (комплексный набор) взаимоувязанных по технологическому процессу и производительности разнородных машин и транспортных средств, обеспечивающих всестороннюю механизацию производственных процессов единого заверщенного технологического цикла производства:

- отраслевые системы машин;
- для возделывания отдельных культур;
- зональные;

- для отдельных с/х предприятий

#### 4. Этапы развития науки по ЭМТП

Первый этап (1917 – 1935 гг.). Разработка рационального сочетания механической тяги с существующими в то время машинами. Наибольший вклад внесли: акад. В.П. Горячкин, проф. Линтварев Б.А., Летошнев М.Н., Рощановский Б.В.

Второй этап (1936 – 1960) - разработка закономерностей использования не только СХМ, агрегатов, но и парка в целом. Первые учебники в 1937 и 1950 гг. В этот период наибольший вклад внесли акад. Свирщевский Б.С., Сергеев М.П., Веденяпин Г.В., Киртбая Ю.К., Фере Н.Э. и др.

Третий этап (1961 – 1980). Диагностирование, использование его при техническом обеспечении эффективности ЭМТП.

Четвертый этап (1980 – 1996). Изыскание способов повышения эффективности использования МТП: ипатовский метод, индустриальные методы, интенсивный метод, поточно-цикловой и поточно-комплексный методы использования техники, совершенствование планово-предупредительной системы ТО (планово-предупредительно-диагностическая).

### 1. 2 Лекция №2 ( 2 часа).

**Тема:** «Производственные процессы и характеристика сельскохозяйственных агрегатов.»

#### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Характеристика производственных процессов в сельском хозяйстве.
2. Основные факторы, влияющие на качество выполнения технологических операций и урожайность сельскохозяйственных культур.
3. Условия и особенности использования машин в сельскохозяйственном производстве
4. Энергетические средства сельскохозяйственного производства. Классификация сельскохозяйственных агрегатов

#### 1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Характеристика производственных процессов в сельском хозяйстве.

Передовые технологии производства растениеводческой продукции предусматривают выполнение определенного количества производственных или технологических процессов: по обработке почвы; посеву семян; уходу за растениями; уборке и послеуборочной обработке урожая. Каждый технологический процесс при этом складывается из основной и вспомогательных операций.

*Основная операция* связана с изменением положения и состояния обрабатываемого материала, а *вспомогательные* операции обеспечивают качественное выполнение основной операции. Например, при вспашке основная операция связана с оборотом и крошением пласта, а вспомогательными операциями являются комплектование агрегата, разбивка поля на загоны и др. Прежде всего каждая работа по производству растениеводческой продукции должна быть выполнена в оптимальные (наилучшие) календарные сроки, отклонение от которых ведет к количественным и качественным потерям урожая.

Сельскохозяйственные производственные процессы выполняют в непрерывно изменяющихся почвенно-климатических условиях.

Полевые работы выполняются мобильными машинами и агрегатами при активном воздействии больших масс техники и людей на окружающую среду (почву, воду, атмосферу, растения). Поэтому необходимо соблюдение требований охраны труда и окружающей природы.

Для каждого технологического процесса основными показателями являются: качественные, энергетические, экономические.



Качественные показатели определяются агротехническими требованиями (глубина обработки почвы, норма высева семян, глубина заделки семян и др.).

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

Экономические показатели — производительность, затраты труда и денежных средств, расход эксплуатационных материалов и др.

Все перечисленные качественные, энергетические и экономические показатели каждого производственного процесса должны отвечать современным требованиям рыночной экономики.

Условия использования отдельных машин и МТА в каждом хозяйстве зависят от природно-климатических особенностей, а также от свойств обрабатываемых технологических материалов и

культурных растений. Под природно-климатическими особенностями подразумевают: площади и конфигурацию обрабатываемых полей; угол склона; наличие природных препятствий, включая овраги, леса, кустарники и т.д.; температуру и влажность воздуха; направление и силу ветра; количество осадков; календарные сроки выполнения работ и др., а под обрабатываемыми технологическими материалами — почву, семена, удобрения, различные средства защиты растений и др. Каждый из указанных обрабатываемых материалов характеризуется целым рядом свойств, оказывающих существенное влияние на работу машин и агрегатов. Например, показатели работы почвообрабатывающих машин и агрегатов существенно зависят от влажности почвы, твердости и плотности, каменистости и т. д.

Значительное влияние на работу машин и агрегатов оказывают такие свойства обрабатываемых культурных растений, как густота и высота, ширина междурядий; влажность, сроки выполнения работ и др.

Работа машин и агрегатов усложняется еще и тем, что указанные факторы не остаются постоянными, а изменяются в широких пределах случайным (вероятностным) образом как в течение года, так и вегетационного периода и даже рабочего дня. В результате чаще нарушаются регулировки, происходит коррозия деталей, ослабевают крепления.

Исходя из этого, одной из важнейших задач инженерно-технических работников сельского хозяйства является умение оперативно обосновывать рекомендации по эффективному использованию машин и агрегатов в соответствии с изменяющимися условиями работы. Далее рассмотрены современные методы разработки таких рекомендаций.

Кратко можно отметить, что производственные процессы могут быть:

Т е х н о л о г и ч е с к и е — для изменения состояния обрабатываемого материала.

Т р а н с п о р т н ы е — для перемещения материала без изменения его состояния, перевозки технических средств, рабочей силы и готовой продукции.

В с п о м о г а т е л ь н ы е — подготовка полей, машин, погрузочно-разгрузочные работы, составление агрегатов.

2 Основные 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.

### 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. 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; “Кутаиси-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 транспортных 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) предназначены 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° от прямолинейного движения.

У трактора МТЗ-102 при помощи гидropоджимной 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 гидropоджимную 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 агрегируется 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 надежности 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...);
- ассиметричные (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).

### 1.3 Лекция №3 ( 2 часа).

**Тема:** «Эксплуатационно-технические свойства рабочих машин»

#### 1.3.1 Вопросы лекции:

1. Агротехнические свойства рабочих машин.

2. Энергетические свойства рабочих машин:

2.1 Сопротивление машин

2.2 Динамометрирование СХМ

2.3 Стохастический характер сопротивления машин

2.4 Общее уравнение сопротивления машин

2.5 Тяговое сопротивление плуга и КПП

2.6 Факторы, влияющие на сопротивление машин

2.7 Пути (мероприятия) снижения тягового сопротивления машин на основе анализа формулы академика В. П. Горячкина.

#### 1.3.2 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:

2.1 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  $H/м$ :

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

- 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

$$K_0 = \frac{Rm}{Bp * a}, \text{ где } a - \text{глубина обработки почвы.}$$

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

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

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

$$K_{ny} = \frac{Nm}{B * Vm}, \text{ Н/м (жатка комбайна)}$$

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 КПП)

$$R_m = K * Bp, \text{ Н, кН}$$

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.

## 2.2 Динамометрирование СХМ

- навесных машин. (дать характеристику и порядок динамометрирования)

Приборы и приспособления для динамометрирования

- Динамометры стрелочные
- Динамографы (ВИСХОМ, Горячкина)
- Динамометры тензометрические
- Динамографы тензометрические
- Работомеры типа РТТК-АФИ.

Реализация тягового сопротивления осуществляется на ленту осциллографа или на магнитную ленту. Удобно также записывать на компьютер через АЦП. (любой участок можно остановить и изучать).

## 2.3 Стохастический характер сопротивления машин



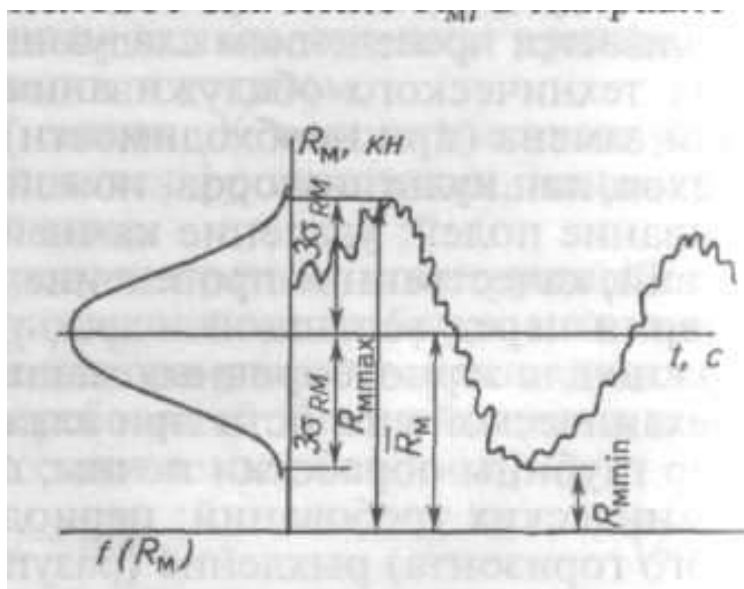


Рис.1 Стохастический характер сопротивления машин.

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.)

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

#### 2.4 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:

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

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;

$R_{\text{в.ом}}$  – 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:

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

## 2.5 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;

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

$R_2$  – сопротивление деформируемой и перемещаемой по лемеху и отвалу почвы

$$R_2 = a * b * n * k_{\text{пл}}, \text{ где}$$

$a$  – глубина обработки почвы, м;

$b$  – ширина захвата рабочего органа, м;

$n$  – количество рабочих органов;

$k_n$  – удельное сопротивление плуга или КПП, Н/м, Па.

$$R_3 = \xi a b n V_m^2, H,$$

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

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

## 2.6 Факторы, влияющие на сопротивление машин

Природно-климатические – тип почвы, состояние почвы (влажность, твердость, механический состав и др.), состояние и свойства обрабатываемого материала, метеорологические условия.

Конструктивные факторы: тип, форма, число рабочих органов, материал, из которого изготовлен рабочий орган, технология (качество обработки поверхности), масса машины, тип ходового и опорного аппарата. Главные из них – первые.

Эксплуатационные факторы:

а) Техническое состояние машин (степень износа, правильность регулировок, смазка узлов).

б) Эксплуатационный режим работы (скорость движения, глубина обработки, степень использования пропускной способности и др.)

Угол раствора  $\gamma$ , град, масса машин, кг (сеялки)

Техническое состояние, например, лемехов, степень затупления, обуславливает увеличение тягового сопротивления на 15...25%, а увеличение скорости увеличивает тяговое сопротивление на 5...8% на каждый км/час увеличения скорости.

2.7 Пути (мероприятия) снижения тягового сопротивления машин на основе анализа формулы академика В. П. Горячкина.

Основные направления (пути, мероприятия) снижения тягового сопротивления машин можно наметить, обусловить факторами, влияющими на сопротивление. На три группы.

Конструктивные мероприятия:

- 1) улучшение формы рабочих органов (скоростные корпуса плугов с уменьшенным  $\gamma$ ; форма сошников сеялок СЗС-6, СЗС-12, СЗС-16 с уменьшенным углом вхождения; сошники КПЭ-3,8 сохранились и у КТС-10, что снизило R);
- 2) улучшение состава материала покрытия рабочей поверхности (полимерные покрытия лемешно-отвальных поверхностей корпусов плугов, культиваторов, использование для этих целей также сплавов металлов и др.);
- 3) замена трения скольжения трением качения (полевою доску на ролик, замена сошников наральниковых дисковыми, замена подшипников скольжения на в ЗКК-6 роликовые);
- 4) уменьшение массы машин;
- 5) выбор рациональной схемы размещения рабочих органов (лап на раме);
- 6) применение шарнирно-секционных рам (лучше копируют рельеф и отсутствие переаглубления, устойчивость глубины и сопротивления);
- 7) применение групповых копирующих подвесок сошников (лап на КРН-5,6; дисков на ЛДГ-10, ЛДГ-15, БМШ-15).

Эксплуатационные и технологические мероприятия:

- 1) своевременное и грамотное ТО;
- 2) снижение скорости агрегатов до технологически необходимых значений (снижение скорости автотранспорта до 90-80 км/ч, пахотных агрегатов – до 7-9 км/ч, хотя технологически возможно до 25 км/ч! Классический пример снижения тягового сопротивления, а потому и снижения расхода топлива. Второй Тихоокеанской эскадрой под командованием Рождественского З.П., при переходе из Балтики к району Цусимы была снижена скорость, тем самым был сэкономлен уголь, которого хватило все-таки на завершение плавания. Англия свое дело сделала, чтобы затруднить пополнение угля в пути. И сэкономлены государственные средства);
- 3) увеличение ширины захвата до оптимальной загрузки трактора при минимально необходимой скорости (создание и производство ПГ-3-5, БМШ-15, БМШ-20, СЗС-12, СЗС-16, КТС-10-1, КТС-10-2 и др.);
- 4) подбор машин в агрегат, отвечающих условиям работы (в эрозийно опасных условиях применять почвозащитные энергосберегающие машины; во влажную погоду применять двухбарабанные СКД-6; в засушливый летне-осенний период применять сначала игольчатый активный БИГ-3А, а после уже КПП или ПГ и др.);
- 5) работа в оптимальных условиях (влажность почвы и др.);
- 6) выбирать рациональные направления и способы движения;
- 7) совершенствование процессов;
- 8) применение комбинированных агрегатов;
- 9) применение сложных машин.

2.7.3 Улучшение природно-климатических условий:

- 1) выравнивание полей;
- 2) уменьшение каменистости полей;
- 3) оструктуривание полей;

- 4) оптимизация условий работы (влажность и т.д.).

Основные пути снижения сопротивления рабочих машин можно наметить в результате анализа рациональной формулы академика Горячкина В.П. и формулы производительности агрегата.

#### **1. 4 Лекция №4 ( 2 часа).**

**Тема:** «Эксплуатационные свойства мобильных энергетических средств»

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Эксплуатационные характеристики работы тракторного двигателя
2. Тяговая характеристика трактора и ее анализ.
3. Эксплуатационные свойства МТА
4. Уравнение тягового баланса и его анализ.
5. Баланс мощности трактора

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

1. Эксплуатационные характеристики работы тракторного двигателя

Стендовые характеристики и режимы работы 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  $N_e$ ,  $M_e$ ,  $G_t$ ,  $g_e$ .

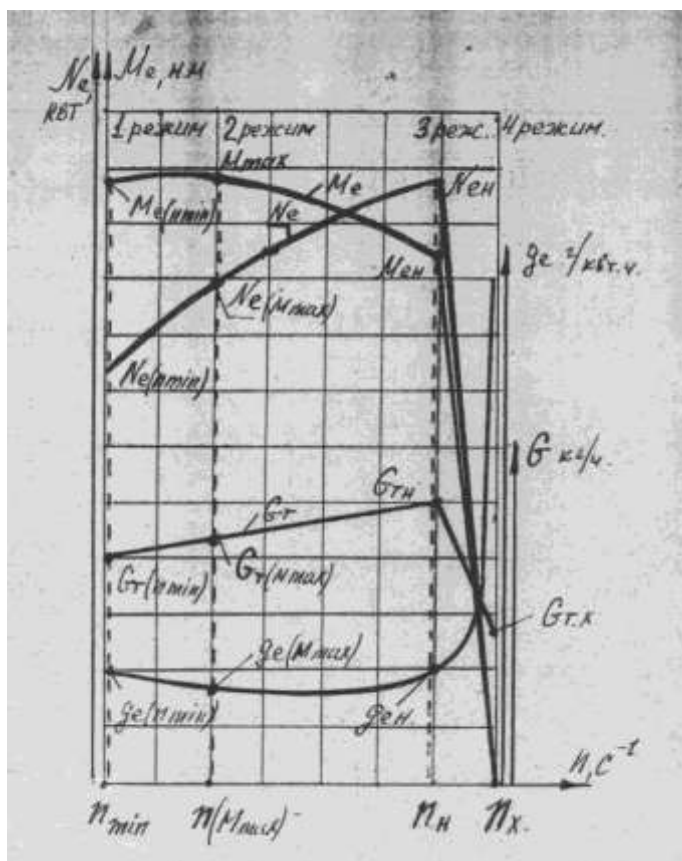


Рис.1 Типовая (стендовая) скоростная характеристика тракторного двигателя  
Основные показатели характеристики двигателя на стендах снимаются на следующих четырёх режимах:

- на номинальной частоте вращения коленвала,  $n_n$ ;
- 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,  $N_{en}$ ;
- номинальный крутящий момент,  $M_{en}$ ;
- номинальный расход топлива,  $G_{tn}$ ;
- номинальный удельный расход топлива,  $g_{en}$ .

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:  $N_e = M_e \cdot n$ ;  $g_e = G_t / N_e$ . (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  $M_e = \max$ .

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

Коэффициент приспособляемости двигателя  $k_{пр} = M_{e.\text{max}} / M_{e.n}$ . Для тракторных дизелей  $k_{пр} = 1,1 \dots 1,2$ .

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

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

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

$r$  – радиус звездочек, колеса;

$i$  – передаточное число трансмиссии;

$\eta$  – КПД трансмиссии и гусениц.

Отсюда, максимальная допустимая касательная сила

$$R_{k.\text{max}} = (M_{e.\text{max}} \cdot i_t \cdot \eta_{\text{мг}}) / r_k$$

Запас касательной силы

$$R_{k.\text{зап}} = R_{k.\text{max}} - R_{k.n}$$

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 ( $g_{e.n}$ ) номинального, а загрузка его всего на 50% от  $N_{e.n}$  обуславливает увеличение удельного расхода топлива до 130%  $g_{e.n}$ !

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

#### 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.

## 2. 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  $G_t$  и удельный  $g_e$  расход топлива ;
- буксование движителей  $\delta$ .

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

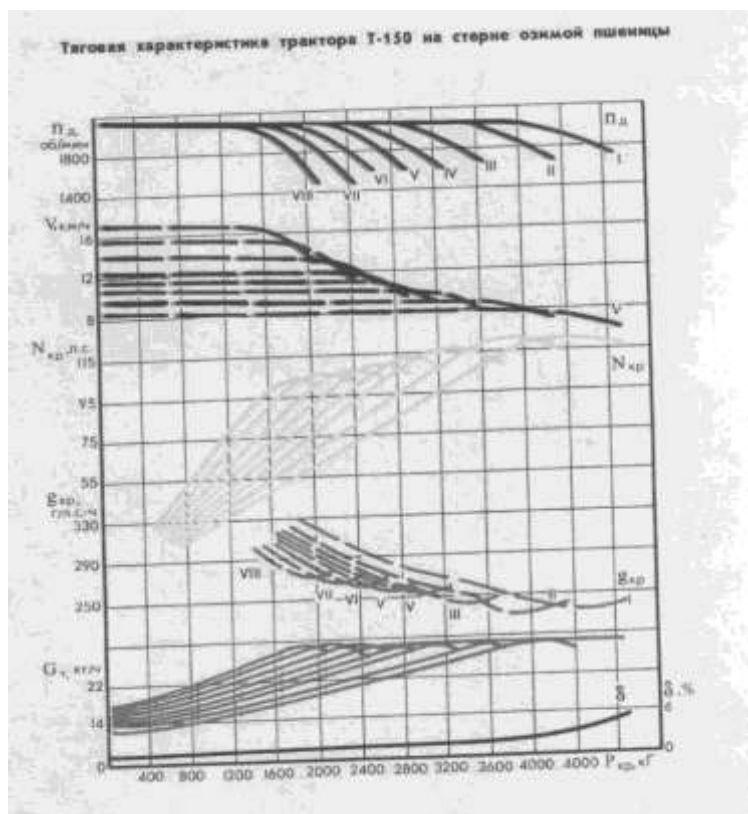


Рис. 2 Тяговая характеристика трактора Т – 150К.

Строятся они в двухмерной системе координат, в которой по оси абсцисс откладывается  $P_{кр}$ , 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;
- свежевспаханное 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) установленном 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)

$$N_{кр} = P_{кр} \cdot V_r;$$

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

$\xi_{N_{кр}} = N_{кр} / (N_{кр\max} - N_{\alpha})$ ,  $N_{кр} = (R_{\alpha} \cdot V_p) / 3.6$ ,  $N_{кр\max} = (P_{крн} \cdot V_{рн}) / 3.6$ ,  $N_{\alpha} = (G_{тг} \cdot \alpha \cdot V_p) / 3.6$

- при правильном выборе состава агрегата должно быть:

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

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 колена вала пдв:

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

- 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

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

- экономичной работе двигателя и трактора соответствуют такие режимы, при которых максимальная эффективная мощность используется не менее, чем на 70...80%, а номинальная сила тяги  $P_{крн}$  – 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  $N_{кр} = f(P_{кр})$  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.).

### 3. 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-цепных 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.

4. 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

$$dV/dt = 0.$$

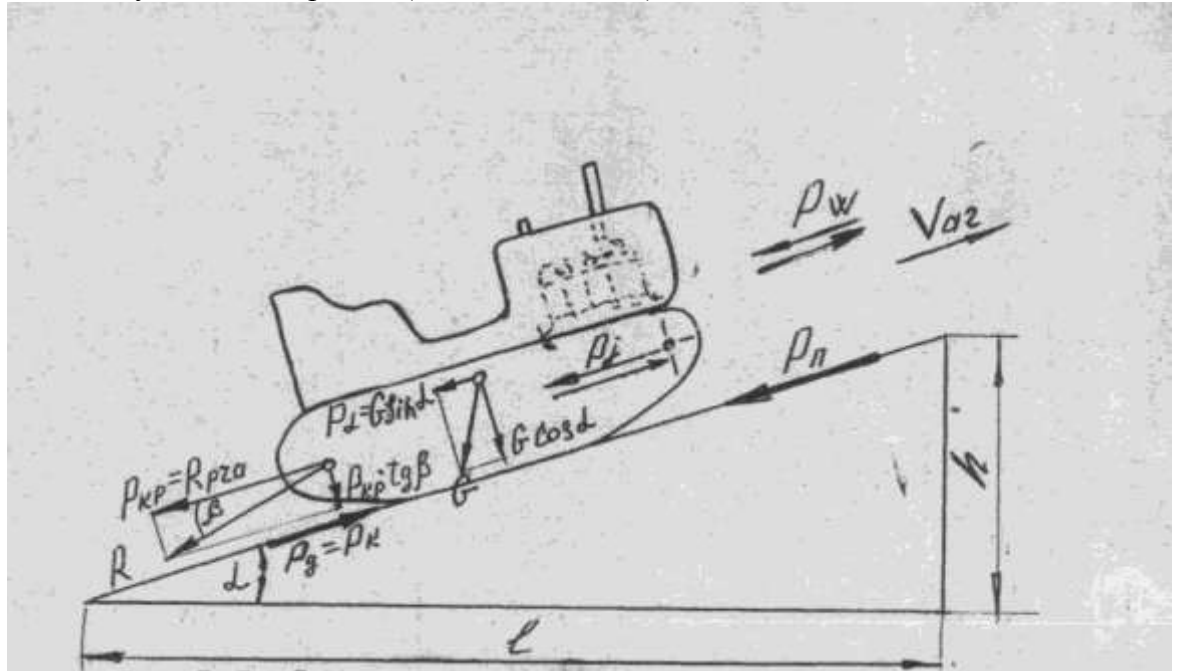
Тогда уравнение движения запишется в виде:

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

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

По линии движения агрегата действуют силы:

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



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

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

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

$R_j$  - 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;

Rгус или Rп и Rз – реакции почвы на гусеницы или колеса;

$R_{в.м} = R_{кр} \operatorname{tg} \beta = R_{пра} \operatorname{tg} \beta$  - 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:

$$P_D = R_{pra} + P_{\Pi} \pm P_{\alpha} \pm P_w$$

заменяя  $R_{pra}$  его значением:

$$P_d = R_M + R_{сц} + R_{доп} \pm R_{\alpha} \pm R_w + P_{п} \pm P_{\alpha} \pm P_w;$$

Это уравнение называют тяговым балансом агрегата (здесь  $P_{jm}$  и  $P_{jсд}$  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 (движителей) 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  $P_k$ ;
- наибольшую силу сцепления трактора с почвой  $P_c$ ;
- движущую силу  $P_d$ ;
- сопротивление передвижению трактора  $P_p$ ;
- сопротивление передвижению трактора на подъем  $P_\alpha$ ;
- рабочую скорость движения агрегата  $V_p$ ;
- тяговую мощность  $N$ ;
- тяговый КПД трактора.

#### 1.1 Номинальная касательная сила трактора

$$P_k = 9554 \cdot N_{en} \cdot i \cdot \eta_m / r_k \cdot n_n = 10000 \cdot N_{en} \cdot i \cdot \eta_m / r_k \cdot n_n \quad (5.7)$$

где  $N_{en}$  – 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

$r_{kk} = r_{обд} + h\lambda$ , где

$r_{обд}$  – 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.

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

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

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

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

$G_{тр}$  – 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  $P_d$ , движущая агрегат (движущая сила), определяется или касательной силой  $P_k$ , или силой сцепления  $P_c$ , смотря какая из них меньше, т.е. в том случае  $P_k < P_c$ , то  $P_d = P_k$ ,  $P_c < P_k$ , то  $P_d = P_c$ . (5.10)

#### 1.4 Сопротивление передвижению трактора $P_p$

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

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

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

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

$P_{кр} = P_d - P_{п} \pm P_{\alpha} \pm P_w$   
 рассчитываем по худшему случаю.

вообще-то  $\pm P_{\alpha}$ , но берем  $- P_{\alpha}$  т.к  
 (5.12)

#### График тягового баланса и его анализ.

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

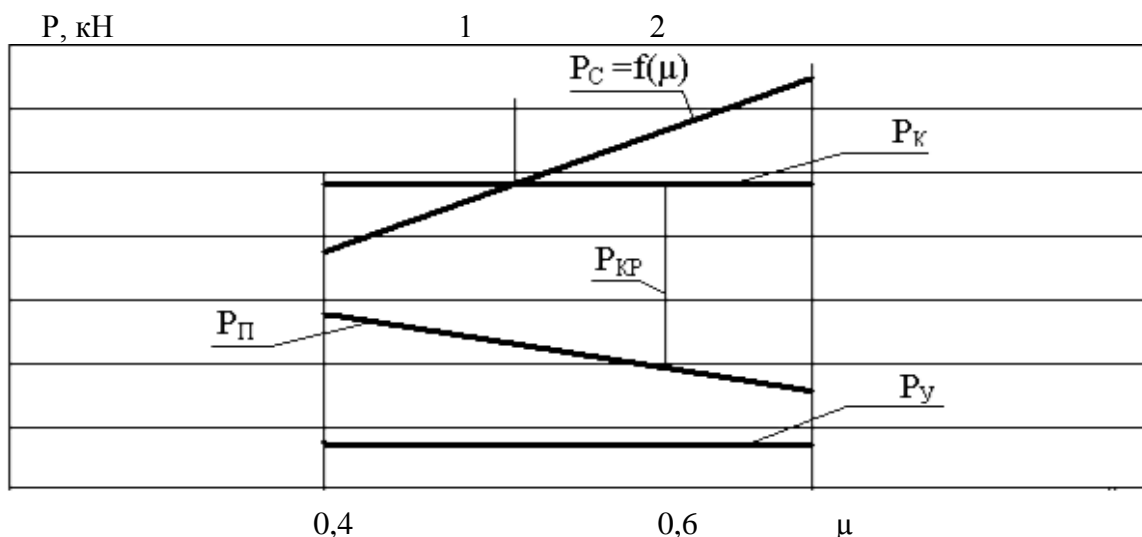


Рис.4 График тягового баланса

По оси абсцисс откладываются значения коэффициента сцепления движителей с почвой  $\mu$ , а по оси ординат – составляющие тягового баланса:  $P_c$ ,  $P_k$ ,  $P_{п}$ ,  $P_{\alpha}$ . Как видно из рис.6.1, с увеличением  $\mu$  растет  $P_c$ , а с увеличением  $\mu$  уменьшается  $P_{п}$ . Составляющие же  $P_k$  и  $P_{\alpha}$  остаются постоянными. Из графика также видно, что  $P_{кр} = P_d - P_{\alpha} - P_{п}$ , где  $P_d$  играет роль  $P_c$  до  $\mu$  крит., а после  $\mu$  крит. составляющая  $P_{\alpha}$ . До  $\mu$  крит.  $P_c < P_k$ , следовательно  $P_d = P_c$ ; при значениях  $\mu > \mu$  крит.  $P_k < P_c$ , следовательно  $P_d = P_k$ . 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.

#### 5.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;

$N_{\text{вонн}}$  - мощность трактора, идущая на ВОМ;

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

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

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

$N_{\text{мг}}$  – механические потери в трансмиссии и гусеницах;

$N_{\text{мвом}}$  - 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 арокных шин;
2. применение полугусеничного хода на колесных тракторах;
3. выбор и применение колесных тракторов по формуле 4\*4;
4. использование гидрогужателей 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.

### **1.5 Лекция №5 ( 2 часа).**

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

#### **1.5.1 Вопросы лекции:**

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

#### **1.5.2 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.

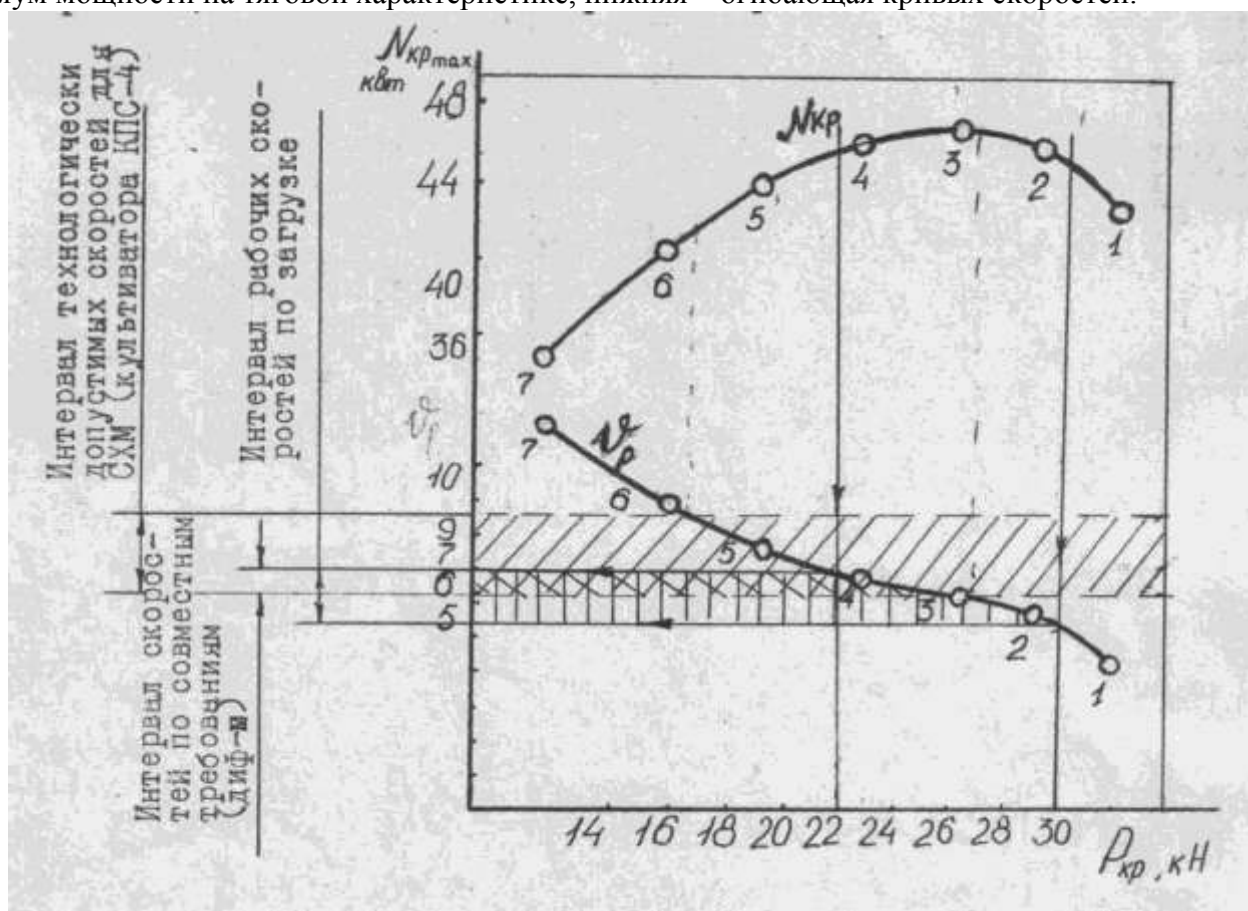


Рис. 1 Анализ состава агрегата и передач трактора ДТ-75М по тяговой характеристике при работе с агрегатом, сопротивление которого  $R_Q = 19,3 \text{ кН}$ ;  $P_\alpha = 2 \text{ кН}$ ;  $P_{кр} = 23 \text{ кН}$ .

На рисунке 1 откладываются значения технологически необходимых (уже выбранных (п.3) скоростей, в данном случае  $6,0 \dots 9,5 \text{ км/ч}$ ). 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  $5 \dots 7 \text{ км/ч}$ ).

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

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

Определяем максимальную ширину захвата агрегата на выбранных технологически возможных передачах:

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

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

### 3. Особенности расчета разных типов агрегатов

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

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:

$$\eta_i = \frac{R_{agri}^{\alpha}}{P_{кpi}^{\alpha}}$$

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:



$$B_{\text{max. i. комб}} = \frac{P_{\text{кри}}^{\alpha} - R_{\text{сц}}^{\alpha}}{K_1 + K_2 + \dots + \rho_{m1}^{\alpha} + \rho_{m2}^{\alpha} + \dots}$$

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).

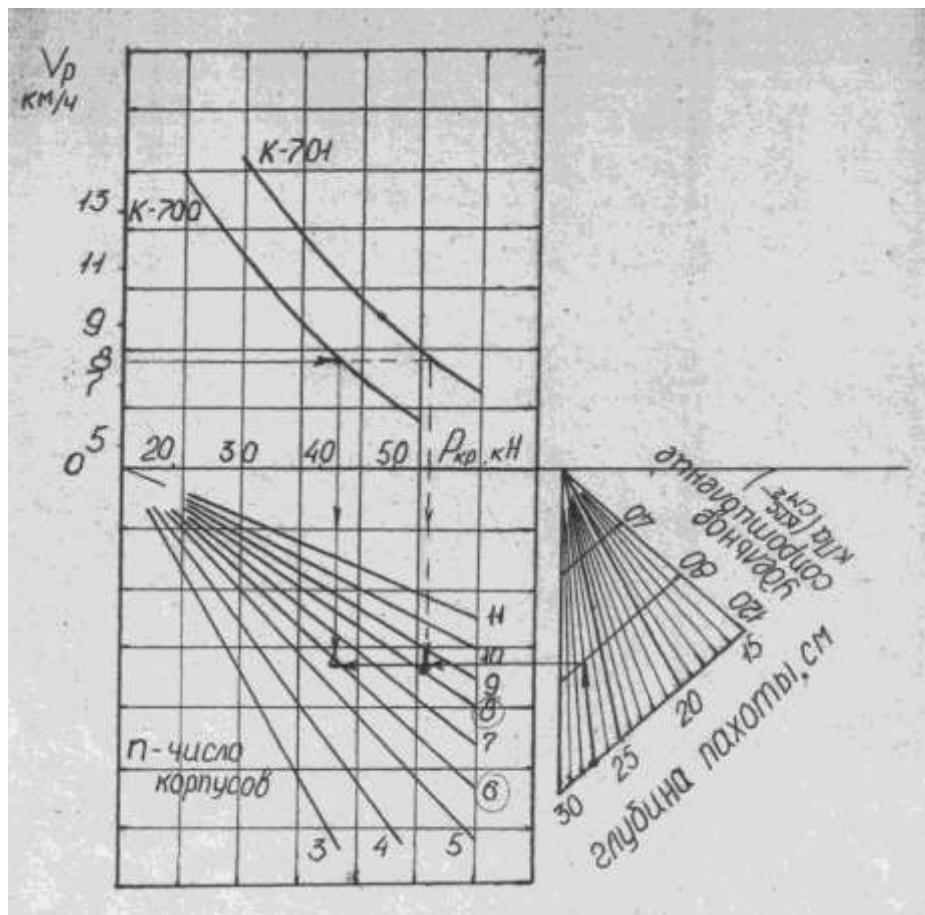


Рис. Графическое определение состава агрегата при пахоте (на глубину 27 см) удельное сопротивление  $K_0 = 80$  кПа.

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).

## 1. 6 Лекция №6 ( 2 часа).

**Тема:** «Кинематика машинно-тракторных агрегатов»

### 1.6.1 Вопросы лекции:

1. Кинематическая характеристика рабочего участка поля, трактора агрегата.
2. Маневровые свойства агрегата.
3. Виды поворотов, характеристика их элементов, длина поворотов.
4. Способы движения агрегатов в поле. Коэффициент рабочих ходов.
5. Анализ способов движения агрегатов.

### 1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. Кинематическая характеристика рабочего участка поля, трактора агрегата.

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 E – часть загона, выделяемая временно для поворота и разворота агрегатов шириной E.

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

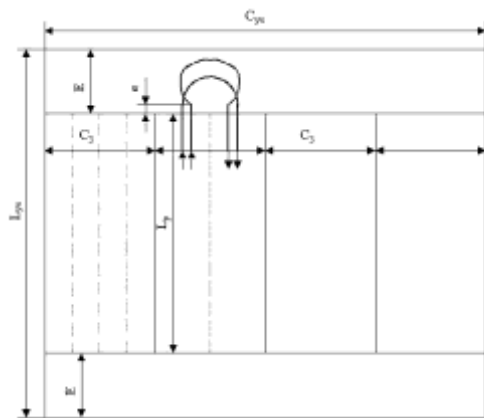


Рис. 1 Сх

**Агрегат.** Для характеристики кинематики агрегата 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 безгрешность (рис.1).

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

Радиус поворота  $R_{\Pi}$  – расстояние между центром поворота и центром агрегата:

$$R_{\Pi} = L_{\text{б}} \text{ctg} \alpha, \text{ где}$$

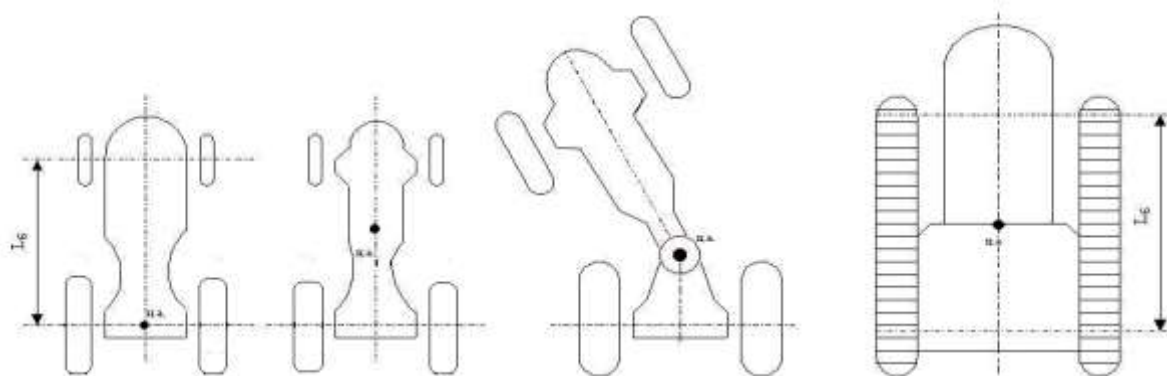
$\alpha$  – средний угол поворота направляющих колес.

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

$$R_{\Pi\phi} = R_{\Pi} + \delta R, \text{ где}$$

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

$k_{\Pi}$  – конструктивный показатель движителей трактора.



Колёсные с одной  
ведущей осью

Колёсные  
с двумя  
ведущими

Колёсные  
с шарнир.  
составляю  
щей

Гусеничный трактор.  
Точка пересечения  
продольной оси  
срединой гусеницы

Рис. 2 Схемы кинематики агрегатов

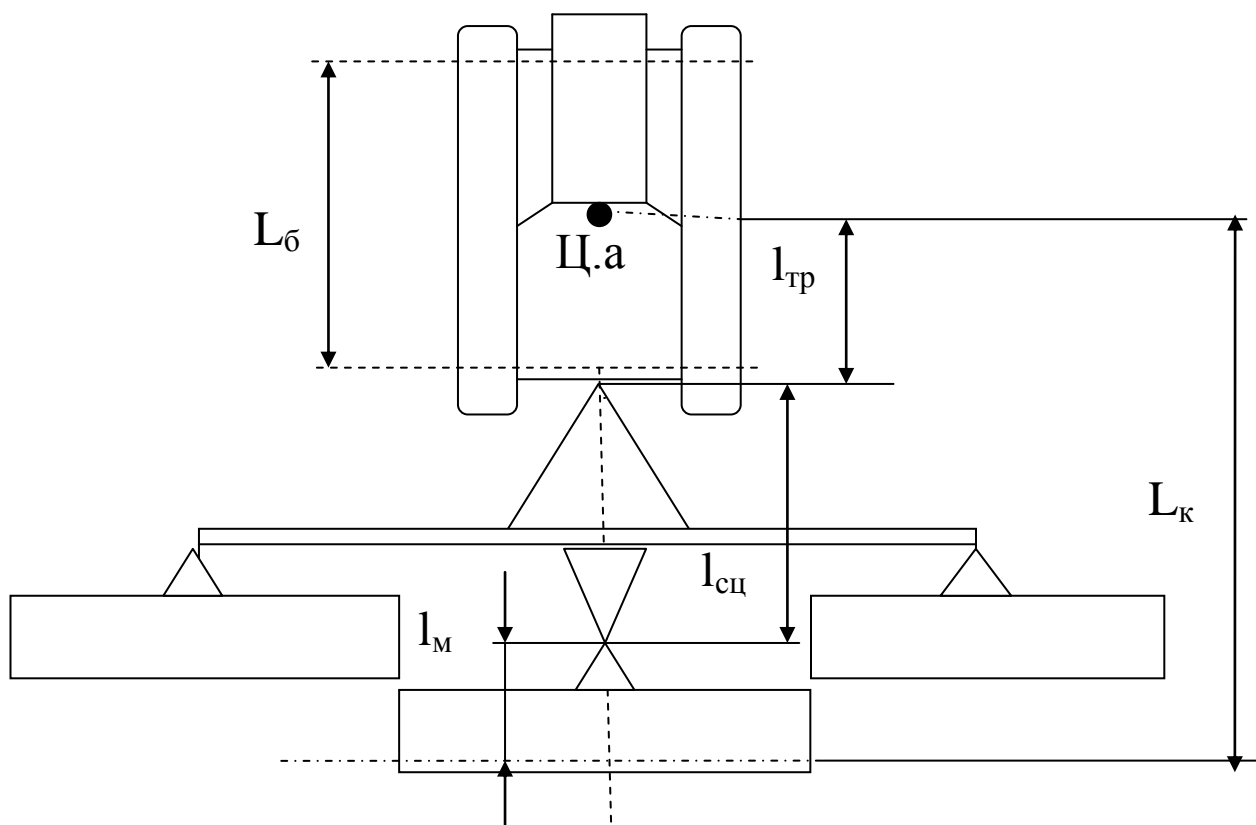


Рис. 3 Кинематическая характеристика агрегата.

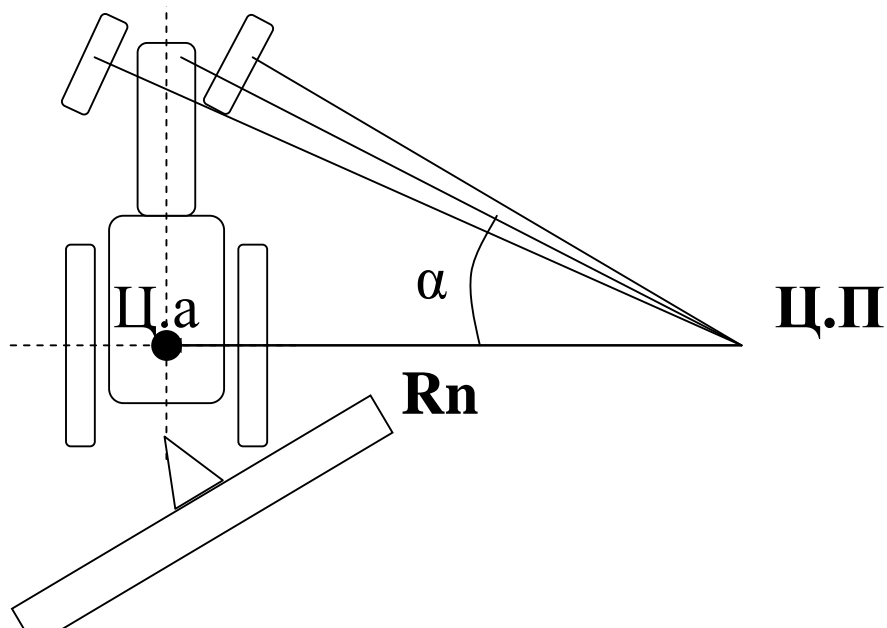


Рис.4 Кинематическая характеристика агрегата на повороте.

## 2. Маневровые свойства агрегата.

Поворотливость – способность агрегата (по времени, пути, площади) переходить с прямолинейного движения на криволинейное. В начальный период поворота агрегат движется с переменным радиусом.

Движение, в течение которого агрегат движется с переменным радиусом на повороте ( $\infty > R_{\text{входа}} \geq R_{\text{const}}$ ), т.е. когда радиус меняется от  $R = \infty$  до  $R_{\text{п}} = R_{\text{п.const}}$  – называется входом в поворот. Выход из поворота – обратное явление.

Радиус при входе в поворот обратно пропорционален длине пути входа в поворот:

$$R_{\text{вп}} = k_{\text{п}} / S_{\text{вп}} \text{ или } k_{\text{п}} = R_{\text{вп}} * S_{\text{вп}}, \text{ где}$$

$S$  – путь, необходимый для достижения  $R_{\text{п}}$ ,

$k_{\text{п}}$  - коэффициент, характеризующий поворотливость агрегата.

Устойчивость движения агрегата – способность агрегата сохранять установившееся направление движения агрегата.

Устойчивость оценивается коэффициентом  $V_{sy}$  вариации значений отклонения агрегата от прямолинейного движения, т.е. коэффициента вариации значений поперечных составляющих пути  $S_y$  (рис 4).

$$V_{sy} = \frac{\sigma_{sy}}{x_{sy}} \bullet 100$$

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{s} - s_i)^2}{n}}$$

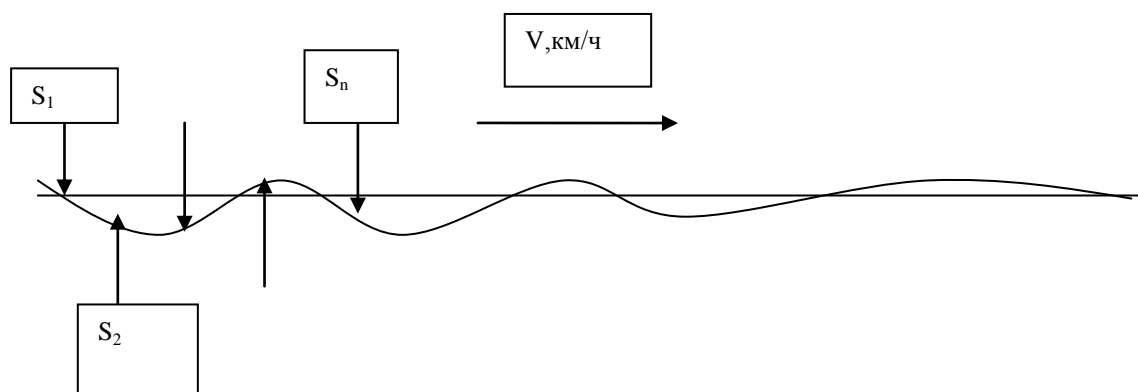


Рис 5 Схема к определению устойчивости движения агрегата

Дать пояснения от каких факторов зависит устойчивость движения агрегата (скорости, рельефа местности, конструкции движителей, рабочих органов СХМ и машин в целом, метеоусловий, физико-механических свойств почвы).

Управляемость движения агрегата – способность агрегата изменять установившееся направление движения на другое, заданное управляющим воздействием.

Проходимость агрегата – способность преодолевать препятствия.

Проходимость агрегата в рабочем положении.

Проходимость агрегата в «дальнем транспорте».

Два типа препятствий

- создающие большое сопротивление агрегата и требуют большую движущую силу (грязь, крутой подъем и т.д.);
- способные вызвать опрокидывание (рвы, крены и т.д.).

3. Виды поворотов, характеристика их элементов, длина поворотов.

Повороты чаще всего используют двух классов: на  $90^\circ$  и  $180^\circ$ . Формы (виды) наиболее часто применяемые по этой классификации представлены в таблице 1

Таблица 1

Класс поворота	№	Название поворота	Средняя длина поворота	Наименьшая ширина поворотной полосы
Повороты на 90° (при движении вкруговую)	1	Беспетлевой	$(1,6 \dots 1,8)R_{\text{п}}$	$1,1R_{\text{п}}+0,5d$
	2	Открытая петля	$(6,0 \dots 8,5)R_{\text{п}}$	$2,8R_{\text{п}}+0,5d$
	3	Закрытая петля	$(6,5 \dots 8,5)R_{\text{п}}$	$2R_{\text{п}}+0,5d$
	4	Петля с задним ходом	$(2,5 \dots 3,5)R_{\text{п}}$	$1,2R_{\text{п}}+0,5d$
Повороты на 180° (преимущественно при движении гоновым способом)	5	Беспетлевой по окружности на 180	$(3,2 \dots 4)R_{\text{п}}$	$1,1R_{\text{п}}+0,5d$
	6	Беспетлевой с прямым участком	$(3,2 \dots 4)R_{\text{п}}+x$	$1,1R_{\text{п}}+0,5d$
	7	Петлевой грушевидный	$(6,6 \dots 8)R_{\text{п}}$	$2,8R_{\text{п}}+0,5d$
	8	Петля восьмерка	$(8 \dots 9)R_{\text{п}}$	$3R_{\text{п}}+0,5d$
	9	Петля боковая	$(11 \dots 13)R_{\text{п}}$	$2R_{\text{п}}+0,5d$
	10	Петлевой сдвоенный	$(13 \dots 14,5)R_{\text{п}}$	$2R_{\text{п}}+0,5d$
	11	Срезанная петля открытая	$(4,1 \dots 5,0)R_{\text{п}}$	$1,1R_{\text{п}}+0,5d$
	12	Срезанная петля закрытая	$(5,0 \dots 6,3)R_{\text{п}}$	$1,1R_{\text{п}}+0,5d$
	13	Игольчатый	$(2,8 \dots 4,0)R_{\text{п}}$	$2R_{\text{п}}+0,5d$
диагональные	14	Другие способы	$(6 \dots 8)R_{\text{п}}$	

Расчет длины поворота и ширины поворотной полосы основан на геометрических построениях с учетом скоростной поправки.

Если повороты агрегата не представляется возможным осуществить за пределами рабочего участка, то на конце участка выделяется поворотная полоса. Ширина ее выбирается из расчета, чтобы крайние точки агрегата ( $d\alpha$ ) не выходили за пределы полосы. Однако, чтобы при обработке поворотной полосы нужно, чтобы ширина ее была кратна числу проходов по этой полосе при ее обработке, т.е.  $E_{\text{мин}} > E = nV_p$ ,

где  $V_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, но кратно  $n$ .

$E_{\text{мин}} > E > n_{\text{ф}}V_p$ , т.е.  $E$  должно быть кратно числу ширины захвата агрегата (с тем, чтобы было удобно обрабатывать поворотную полосу).

#### 4. Способы движения агрегатов в поле. Коэффициент рабочих ходов.

Основные три группы способов движения:

Гоновые движения – движение, при котором рабочие ходы параллельны одной или двум сторонам участка (загона).

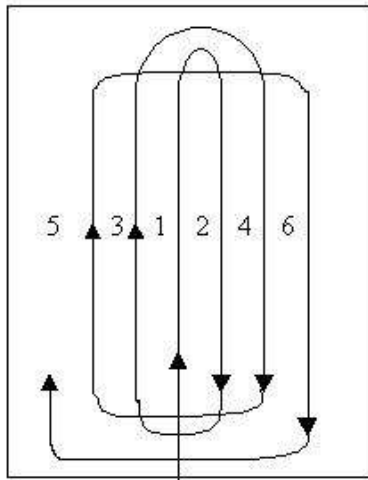
По типу поворота (виду) гоновые движения бывают:

- петлевые,
- беспетлевые.

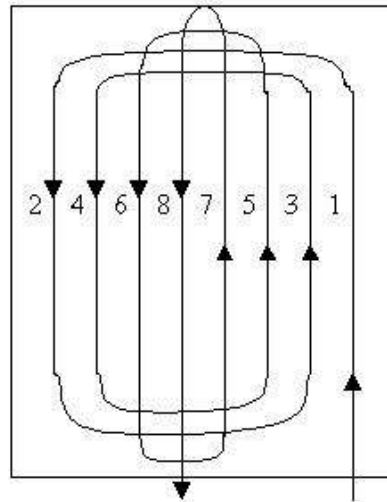
По схеме движения гоновые подразделяются:

- в свал,
- в развал,

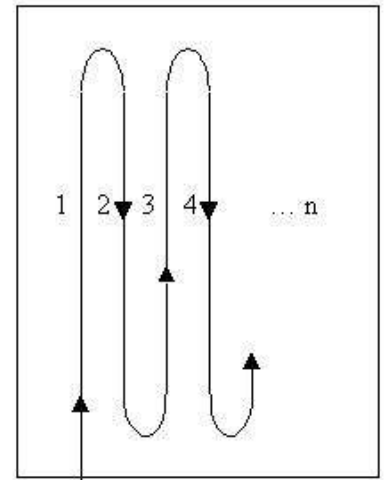
- челночный.



В свал при пахоте,  
плоскорезной обра-  
ботке, уборке зерно-  
вых и т.д.



В развал при пахоте,  
при уборке, культи-  
вации

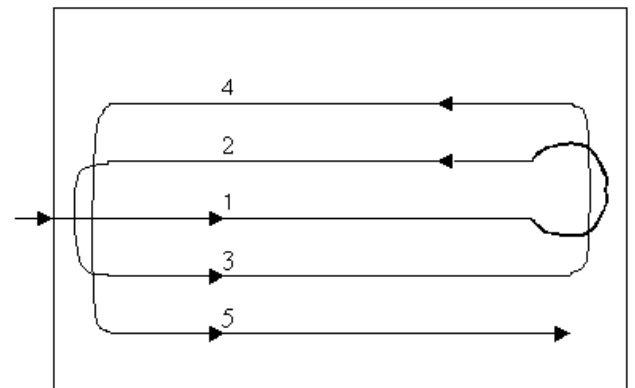
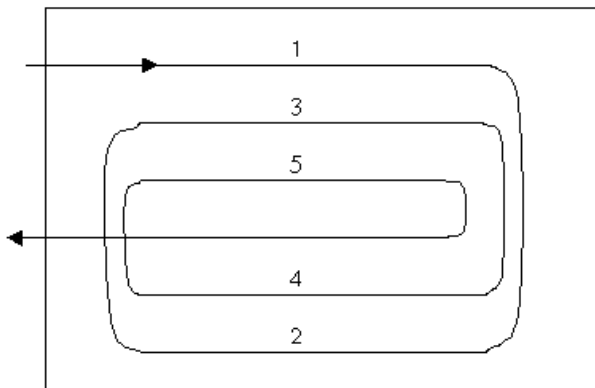


Челночный при по-  
севе, культивации  
уборке и т.д.

Движение вкруговую – движение, при котором рабочие ходы параллельны всем сторонам участка.

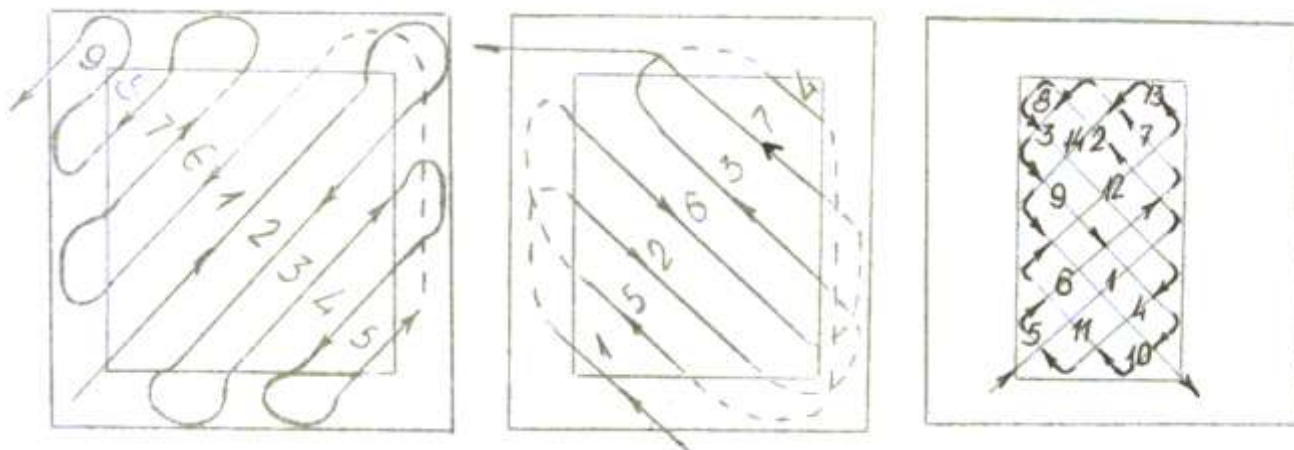
В зависимости от места первого прохода на два вида:

- от периферии к центру;
- от центра к периферии.
- 



Движение по диагонали

Движение по диагонали организуют по трем видам:



- диагонально-чел  
ночный

рис 5 Движение по диагонали

- диагональный  
комбинированный

- диагонально-  
перекрестный

Коэффициент рабочих ходов.

Как уже упоминалось выше, с экономической точки зрения различают два основных элемента кинематики агрегата: движение, при котором выполняется полезная работа – рабочие ходы; движение, при котором не выполняется полезная работа – холостые ходы.

Чем меньше холостых ходов, тем больше производительность и ниже себестоимость единицы выработки или продукции.

Показателями степени использования пути агрегата при обработке рабочего участка является коэффициент рабочих ходов. Он зависит от способов движения и видов поворота и влияет на производительность агрегата.

$$\varphi_p = \frac{\sum L_p}{\sum L_p + \sum L_x} = \frac{L_{p.c.p} \cdot n_p}{L_{p.c.p} \cdot n_p + L_{x.c.p} \cdot n_x}$$

где  $L_{p.c.p}, L_{x.c.p}$  – средние длины рабочего и холостого ходов;  
 $n_p, n_x$  – число рабочих и холостых проходов на загоне (участке).

## 5. Анализ способов движения агрегатов.

Способ движения выбирается из условий:

- агротехнических (выполнение технологического процесса, качество работы и всех агротребований) – дать комментарии по этому вопросу;
- экологических (минимум отрицательных воздействий на окружающую среду - почву). Здесь предполагается: 1) направления движения по контуру рельефа местности с целью снижения эрозионных процессов; 2) минимум проходов на единице площади с целью снижения отрицательных воздействий движителей на почву (переуплотнение, распыление, повреждение стерни и др.); 3) минимизация развалных борозд и свальных гребней и т.д. (дать комментарии, примеры, опыт);
- эргономических (удобство вождения, минимум утомляемости механизаторов, удобство технологического обслуживания – заправка зерном сеялок, удобрениями, разгрузка комбайнов, удобство технического обслуживания, полевого ремонта и т.д.);
- экономических, которые сводятся в основном в этом случае к увеличению коэффициента рабочих ходов  $\varphi_p$  и увеличению производительности.



## 1. 7 Лекция №7 ( 2 часа).

**Тема:** «Производительность мобильных агрегатов»

### 1.7.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия и определения. Теоретическая и фактическая производительность.
2. Баланс времени смены.
3. Расчет производительности по использованию тяговой мощности. Влияние скорости и ширины захвата агрегата на производительность.
4. Условные единицы учета наработки.
5. Проблемы и пути повышения производительности.

### 1.7.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия и определения. Теоретическая и фактическая производительность.

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<sub>ж</sub> – затраты живого труда, чел-час;

t<sub>ов</sub> – 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 В,
- скорость движения V,
- продолжительность работы Т.

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.

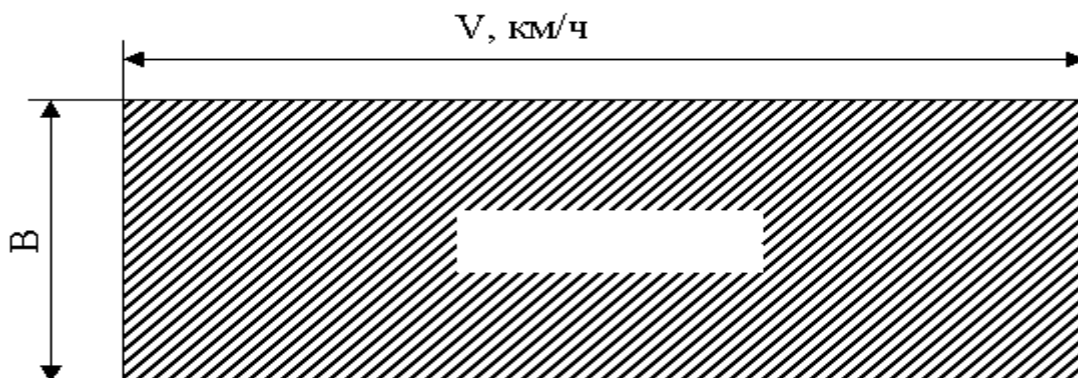
Различают производительность:

Теоретическую W, определяющую при полном использовании конструктивной ширины захвата В агрегата, теоретической скорости V и времени Т

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  $B_r$ , скорости движения  $V_r$  и продолжительности производственной работы  $T_r$ .

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.  $T_{см} \neq T_r$ .

Следовательно, фактическая производительность часовая

$W_r = C_w B_r V_r$ ,  $W_{см} = C_w B_r V_r$ ,

где–  $V_r$  – рабочая или эксплуатационная скорость,

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

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

$B_r = \beta B$ , м

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

$V_r = V \gamma$ , км/час, где

$\gamma$  - коэффициент, учитывающий изменение скорости.

$T_r = T \tau$ , 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:

$$W_{дн} = W_{см} * K$$

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

Сезонная производительность:

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

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

## 2. Баланс времени смены.

Производительность агрегата за смену не может быть получена произведением часовой производительности на время смены, в связи с тем, что не все время смены используется для производства полезной работы. Время смены распределяется на производственное  $T_{\text{пр}}$  и непроизводственное  $T_{\text{непр}}$ .

$T_{\text{см}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{непр}}$  - это баланс времени смены в общем виде.

Непроизводительные затраты времени смены

$$T_{\text{непр}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{хх}} + T_{\text{техн.о}} + T_{\text{то}} + T_{\text{техн.н}} + T_{\text{п.р}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{ф}} + T_{\text{м}},$$

где

$T_{\text{пз}}$  - подготовительно-заключительное время,

$T_{\text{хх}}$  - холостого хода,

$T_{\text{техн.о}}$  - технологического обслуживания (заправка сеялок, выгрузка комбайнов),

$T_{\text{то}}$  - технического обслуживания (ТО),

$T_{\text{техн.н}}$  - устранение непредвиденных технологических неисправностей (забивание рабочих органов плуга, сеялки, барабана комбайна и т.д.),

$T_{\text{пр}}$  - на непредвиденный полевой ремонт, устранение полевых неисправностей,

$T_{\text{орг}}$  - простои по организационным причинам (не подогнана машина для выгрузки бункера, не подвезли семена, топливо и т.д.),  $T_{\text{ф}}$  - на физиологические необходимости,

$T_{\text{м}}$  - простои по метеорологическим причинам.

В целом баланс времени смены по составляющим определяется:

$$T_{\text{см}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{р}} + T_{\text{хх}} + T_{\text{техн.о}} + T_{\text{то}} + T_{\text{техн.н}} + T_{\text{пр}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{ф}} + T_{\text{м}}$$

Коэффициент использования времени смены – есть отношение рабочего времени ко всему времени.

$$\tau = T_{\text{р}} / T_{\text{см}}$$

Непроизводительные затраты времени также выражаются через коэффициент непроизводительных затрат времени

$$\tau_{\text{хх}} = T_{\text{хх}} / T_{\text{см}} ; \tau = T_{\text{пз}} / T_{\text{см}} ; \tau = T_{\text{то}} / T_{\text{см}} ; \tau = T_{\text{орг}} / T_{\text{см}} \text{ и т.д.}$$

Как видно из таблицы 3, коэффициент использования времени смены зависит от 1) длины гонов, 2) вида выполняемой работы, 3) типа трактора.

Во многом он зависит от правильности регулировок ( $T_{\text{техн.н}}$ ), своевременности выполнения работ (спелость почвы), ремонта и использования машин ( $T_{\text{пр}}$ ), качества ТО ( $T_{\text{пр}}$ ,  $T_{\text{техн.н}}$ ), способов и качества диагностики и определения остаточного ресурса ( $T_{\text{то}}$ ), от трудовой дисциплины ( $T_{\text{орг}}$ ,  $T_{\text{ф}}$ ), от руководителей ( $T_{\text{орг}}$ ), погоды ( $T_{\text{м}}$ ) и других факторов.

$$W_{\text{см}} = C_w B V T_{\text{см}} \beta \tau$$

## 3. Расчет производительности по использованию тяговой мощности. Влияние скорости и ширины захвата агрегата на производительность.

Расчет производительности по использованию тяговой мощности.

Поскольку  $R_a = K_B$  и  $R_a = P_{\text{кр}} = N_{\text{кр}} / V_{\text{р}}$

Тогда  $K_B = N_{\text{кр}} / V_{\text{р}}$  или  $B = N_{\text{кр}} / V_{\text{р}} K$

Подставляя значения  $B$  из, получим

$$W_{\text{см}} = \frac{N_{\text{кр}} T_{\text{см}}}{K} \times \beta \tau$$

Коэффициент полезного действия трактора есть отношение полезно используемой мощности к затрачиваемой

$$\eta_{тр} = \frac{N_{кр} N_{вом}}{N_e}, \eta_{тр} = \frac{N_{кр}}{N_e}$$

где

$N_{кр}$  – тяговая (крюковая) мощность,

$N_{вом}$  – мощность на привод ВОМ (если он есть),

$N_e$  – затрачиваемая эффективная мощность двигателя.

Коэффициент полезного действия агрегата. Кроме КПД трактора следует учитывать и КПД агрегата. Здесь учитывается тот факт, что при работе машины (орудия) мощность, затрачиваемая на ее привод, перемещение в рабочем положении, не полностью используется на полезно выполняемую работу. Следовательно КПД агрегата – есть

$$\eta_{агр} = \frac{N_{пол.схм}}{N_e} = \eta_{мсхм} \eta_{тр}$$

отношение полезно используемой сельхозмашиной (орудием) мощности к мощности, затраченной двигателем  $N_e$ :

Но  $\eta_{агр}$  редко используется, вследствие того, что трудно определить полезно затраченную энергию (мощность) у СХМ

Влияние скорости и ширины захвата агрегата на производительность (анализ рациональной формулы Горячкина и  $W_{см}$ ).

Для анализа влияния скорости и ширины захвата агрегата рассмотрим уравнение

$$W_{см} = \frac{N_e T_{см}}{K} \beta \tau \eta_{тр}$$

$$W_{см} = C_w B V T \beta \xi \tau,$$

откуда видим одинаковые прямолинейные влияния обоих параметров. Для выявления предпочтительности параметра напишем систему уравнений:

$$\begin{cases} W_{см} = C_w B V T \beta \xi \tau \\ R_a = Gf + a B k_0 + \xi a B V^2 \end{cases}$$

Из системы видно, что скорость во втором уравнении находится в квадрате.

Следовательно, увеличивая скорость, можно увеличить производительность в первой степени, зато увеличивается сопротивление агрегата в квадратичной зависимости. Отсюда вывод – необходимо создавать широкозахватные агрегаты, а не скоростные.

Кроме того, увеличение скорости обуславливает снижение ширины захвата, что в свою очередь, обуславливает увеличение числа проходов агрегата (двигателей трактора и опорных колес СХМ) на единице площади, это интенсифицирует уплотнение, обесструктуривание почвы.

Это также указывает на необходимость использования широкозахватных агрегатов.

#### 4. Условные единицы учета наработки.

Учет суммарной выработки тракторов в условных единицах необходим:

1. для оценки уровня использования МТП (отдельных тракторов по среднесменной, среднедневной, годовой наработке);
2. для планирования потребности тракторов, межремонтных сроков, расхода топлива, средств на ТО и ремонт;
3. для определения эксплуатационных затрат на единицу тракторных работ и других показателей работы МТП.

Единицей измерения суммарной выработки тракторных агрегатов принят условный эталонный гектар, представляющий собой объем работ и энергозатраты, соответствующие вспашке одного га в следующих, принимаемых за эталонные, условиях:

1. удельное сопротивление 50 кПа при скорости движения агрегата 5 км/ч.
2. глубина обработки 20...22 см.
3. агрофон – стерня зерновых на почвах средней прочности при влажности почвы до 20...22%.
4. рельеф ровный (угол склона до 1°).
5. Конфигурация поля правильная (прямоугольная).
6. Длина гона 800 м.
7. Высота над уровнем моря до 200м.
8. Каменистость и препятствия отсутствуют.

За условный эталонный трактор принимают трактор, имеющий выработку один условный эталонный гектар за один час сменного времени.

Эталонная выработка трактора  $W_{н.э.}$  – это выработка трактора данной марки в эталонных условиях, определяемая по методике технического нормирования.

Физические тракторы переводят в условные эталонные умножением на коэффициент  $\lambda_{эт}$ , определяемого по соотношениям их эталонных выработок.

Значения  $\lambda_{эт}$

T-150 – 1,65	MT3-80 – 0,7	K-700A – 2,2
T-4 – 1,33	MT3-82 – 0,73	K-700 – 2,1
ДТ-75М – 1,01	ЮМЗ-6 – 0,6	T-150K – 1,65
ДТ-75 – 1,00		MT3-50 – 0,55
K-701 – 207		MT3-52 – 0,58

Учет тракторных работ в условных единицах.

Перевод физического объема тракторных работ в условные гектары основывается на соотношениях эталонной выработки и технически обоснованных норм выработки на данном виде работ в заданных условиях.

Т.е. объем тракторных работ в условных гектарах  $Q$  определяют по числу выполненных сменных (часовых) технически обоснованных норм выработки  $N$  тракторами заданной марки и сменной эталонной выработки  $W_{н.э.}$

$$Q = \sum N W_{н.э.}$$

Объем работ на условный трактор  $\omega_{эт}$  рассчитывают делением общего объема работ на число условных тракторов, выполнивших этот объем:

$$\omega_{эт} = Q / \sum n_{тр} \lambda_{эт}$$

Для одного трактора:  $\omega_{эт} = Q / \lambda_{эт}$

#### 5. Проблемы и пути повышения производительности.

Основные пути повышения производительности определяются уравнением (8):

$$T_{см} = T_{пз} + T_{р} + T_{хх} + T_{техн.о} + T_{то} + T_{техн.н} + T_{пр} + T_{орг} + T_{ф} + T_{м}$$

1. применение широкозахватных агрегатов на технологически необходимой скорости;
2. оптимизация способов движения и видов поворотов;
3. организация современных способов миграции агрегатов;
4. снижение простоев по организационным причинам (комплектный подряд, семейный подряд, ипатовский метод);
5. применение поточно-циклового метода использования техники;
6. применение планово-предупредительной системы диагностики и ТО;
7. применение прогрессивных способов загрузки семян, удобрений и выгрузки бункеров;
8. тщательная регулировка СХМ и тракторов.

## **1. 8 Лекция №8 ( 2 часа).**

**Тема:** «Эксплуатационные затраты при работе агрегатов»

### **1.8.1 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.

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Энергетические затраты и энергетический КПД агрегата, энергонасыщенность.

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

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

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:

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

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

$B_p$  - рабочая ширина захвата СХМ;

$k$  – удельное сопротивление машин.

Так как

$$S_{p.га} = \frac{10^4}{B_p}$$

, то

$$a_n = 10^4 k, \text{ Дж/га}$$

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:

$$a_{mp} = a_n \frac{k_a}{k},$$

где  $k_a$  – удельное сопротивление агрегата;

$k$  – 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 1га.

1.5 Энергетический КПД агрегата – отношение полезно используемой

$$a_{мон} = cHg_{га},$$

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

Различают энергетический КПД агрегата и трактора:

- на рабочем режиме:

$$\eta_{аэр} = \frac{a_{нм}}{a_{монр}}; \eta_{тр.эр} = \frac{a_n}{a_{монр}}$$

- среднесменный энергетический КПД:

$$\eta_{аэ} = \frac{a_{нм}}{a_{мон}}; \eta_{тр.э} = \frac{a_n}{a_{мон}},$$

где  $\eta_{аэр}, \eta_{тр.эр}, \eta_{аэ}, \eta_{тр.э}$  – 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:

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

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

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

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

Если  $Уэ < 1$  – пониженной.

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

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

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:

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

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

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

- на единицу продукции:

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

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:  $S_{год} = S_z + S_{эм} + S_a + S_{то} + S_v$  руб./ч.работы, где

$S_z$  – заработная плата рабочих, обслуживающих агрегат;

$S_{эм}$  – стоимость эксплуатационных материалов;

$S_a$  – нормативные годовые амортизационные отчисления;

$S_{то}$  – стоимость ТО;

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

$S_a = B/\text{плет}$ , где

$B$  – 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.

$Сто = a_{\text{топ}} * W_{\text{год}}$ , 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):

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

$Сгод$  – эксплуатационные затраты на один год работы агрегата;

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

-прямые эксплуатационные затраты на единицу продукции:

$Су = Сгод / W_{\text{год}}U$ , руб/ц

-Основные пути снижения прямых эксплуатационных затрат:

увеличение эффективности использования мощности  $Ne$ , 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  $Lp$ ;

снижение удельного сопротивления агрегатов к и к.

## **1. 9 Лекция №9 ( 2 часа).**

**Тема:** «Оптимизация эксплуатационных параметров и режимов работы агрегатов»

### **1.9.1 Вопросы лекции:**

1. Общие принципы оптимизации параметров агрегата.

2. Оптимальные режимы работы агрегата.

3. Направления совершенствования комплектования МТА

### **1.9.2 Краткое содержание вопросов:**

1. 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.

## 2. 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.

## 3. 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 сцепа 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. 10 Лекция №10 ( 2 часа).**

**Тема:** «Основы проектирования технологических процессов в растениеводстве»

### **1.10.1 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 Операционная технология выполнения отдельных работ, операций

### **1.10.2 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 физиологи 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 Операционная технология выполнения отдельных работ, операций технологию выполнения отдельных работ или операций, обеспечивающую эффективное использование агрегатов в заданных почвенно-климатических и производственных условиях.

Эта технология — составная часть и естественное продолжение общей технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Теоретической основой разработки операционных технологий механизированных работ в сельском хозяйстве являются общие методы научной организации труда по аналогии с технологией производства различных работ на промышленных предприятиях.

Операционные технологии также разрабатывают научно-исследовательские институты на основе многолетних полевых опытов и обобщения передового опыта и оформляют их в виде типовых операционных карт или правил выполнения механизированных работ в конкретных почвенно-климатических зонах. Типовые зональные операционные технологии уточняют специалисты хозяйств применительно к местным условиям.

Операционные технологии для соответствующих видов полевых механизированных работ в заданных условиях (длина гона, площадь поля, урожайность и др.) должны содержать обоснованные рекомендации по агротехническим требованиям, предъявляемым к качеству выполнения данной операции; подготовке агрегатов к работе и поля; организации работы агрегатов; контролю качества работы; охране труда и природы.

*Агротехнические требования* содержат конкретные нормативы по обеспечению требуемого качества выполнения данной сельскохозяйственной работы в конкретных условиях. В зависимости от вида выполняемой операции в агротехнических требованиях указывают как требуемые средние значения показателей качества работ, так и допускаемые отклонения от них — агротехнические допуски. Например, при вспашке в качестве одного из основных агротехнических нормативов указывают требуемую среднюю глубину вспашки и допустимое от нее отклонение, равное  $\pm 5\%$ . Более подробно обоснования агротехнических нормативов и допусков будут рассмотрены далее.

*Подготовка агрегатов к работе* в заданных условиях предусматривает составление (комплектование) ресурсосберегающих агрегатов изложенными в первой части методами с обоснованием рабочей скорости, а также необходимые работы по настройке трактора, сцепки и рабочих машин на требуемый режим работы.

Как указывалось ранее, при комплектовании агрегатов в зависимости от конкретных условий работы (площадь поля, длина гона и др.) сначала выбирают трактор, наиболее полно отвечающий агротехническим требованиям и требованиям ресурсосбережения. Затем в пределах допустимого диапазона скоростей выбирают такую передачу трактора, на которой расход топлива при рабочем ходе агрегата наименьший.

После этого по тяговому усилию на выбранной передаче рассчитывают соответствующее число рабочих машин, обеспечивающих рациональную загрузку двигателя. При двух рабочих машинах и более выбирают сцепку с требуемым фронтом. Подготавливают трактор и сельскохозяйственные машины к выполнению данной работы методами, излагаемыми в соответствующих курсах по тракторам и сельскохозяйственным машинам. Например, при подготовке трактора возможно выполнение следующих работ: расстановка колес на требуемую колею; выбор давления в шинах; настройка навесного или прицепного механизмов; навешивание балластных грузов и др. Подготовка рабочих машин связана с соответствующей настройкой рабочих органов (на заданную глубину обработки почвы, на норму высева семян и т. д.). Более подробно эти вопросы рассматриваются далее.

*Подготовка поля* предусматривает удаление возможных препятствий для работы агрегатов и последующую подготовку рабочего участка с разбивкой его при необходимости на отдельные загоны.

Возможные препятствия для работы агрегатов на поле — недо-убранные копны соломы, пожнивные остатки, камни и др.

Подготовка рабочего участка в зависимости от выполняемой работы предусматривает: разбивку поля на загоны оптимальных размеров с отбивкой поворотных полос для выбранного способа движения; указание мест технологического обслуживания агрегатов (загрузки семян, выгрузки зерна из бункера и т. д.). При внесении удобрений, посеве и посадке сельскохозяйственных культур необходимо согласование длины гона с вместимостью технологической емкости.

На уборочных работах при больших размерах полей целесообразна прокладка разгрузочных магистралей, чтобы сократить потери времени, связанные с технологическим обслуживанием агрегатов. Эффективный способ движения и соответствующие оптимальные размеры загонов выбирают изложенными ранее способами. Из всех возможных способов движения для выполнения данной операции выбирают тот, который обеспечивает высокое качество работы при наименьших потерях времени и средств на непроизводительные холостые ходы агрегата. Соответственно производительность агрегата будет более высокая, эксплуатационные затраты меньше.

*Организация работы агрегатов* в общем случае предусматривает выбор рациональной схемы движения основных и обслуживающих агрегатов, включая схемы первого прохода, обработки поворотных полос и стыков между обрабатываемыми загонами, а также взаимосвязанное движение в загоне: определение общего требуемого числа агрегатов для выполнения всей работы в установленные календарные сроки; расчет состава транспортно-технологических комплексов для соответствующих видов работ; организацию соответствующих видов обслуживания, включая обслуживание механизаторов, техническое обслуживание и заправку топливом, устранение технических и технологических неисправностей и др.

*Контроль качества работы* агрегатов сводится к проверке качества выполненной работы в соответствии с агротехническими требованиями. Более подробно показатели качества работы и методы их определения рассмотрены далее.

*Охрана труда* при выполнении конкретной операции предусматривает целый комплекс мероприятий по обеспечению безопасной работы механизаторов в процессе работы, включая наличие прав на управление агрегатом, техническое состояние машин, входящих в состав агрегата, проведение инструктажа перед работой и др.

## 1. 11 Лекция №11 ( 2 часа).

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

### 1.11.1 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

### 1.11.2 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  $/_к$  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). Основным способом 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  $E$  округляя 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 боронами.

*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 лушения 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 лушильники 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 лушпильников 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, борончатые 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 3ККН-2,8 (ширина захвата соответственно 2,8; 5,6; 8,4 м при рабочей скорости до 8 км/ч) предназначены для предпосевного и послепосевного прикатывания почвы. Навесной борончатый каток типа КБН-3 (ширина захвата 3,25 м при рабочей скорости до 9 км/ч) служит для предпосевного прикатывания почвы, а также для разрушения почвенной корки на посевах.

Гладкие прицепные водоналивные катки типа ЗКВГ-1,4 (ширина захвата 4 м при рабочей скорости до 12 км/ч) применяют для уплотнения поверхностного слоя почвы до и после посева. Давление на почву изменяется от 23 до 60 Н/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-глубококорыхлители типа КПП-250А, ПГ-3-5, ПГ-3-100. Глубокую плоскорезную обработку почвы с одновременным внесением минеральных удобрений проводят глубококорыхлителями-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 плоскорезами и -глубококорыхлителями-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, з). 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 ( $b = 2,1$  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 переезды 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. 12 Лекция №12 ( 2 часа).**

**Тема:** «Планирование работы и анализ использования машинно- тракторного парка»

### **1.12.1 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

### **1.12.2 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  $C_{nZ}$  р., на выполнение всех работ в хозяйстве, который можно записать в обобщенном виде:

$$C_{nZ} \rightarrow \min.$$

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 особое внимание обращается 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 учетом 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.

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

$$\Omega = \eta_{см} \cdot W_{н.э}^C = \frac{Fi W_{н.э}^C}{W_n}$$

Где  $W_n$  - 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:

$$n_{инв} = \frac{n_{экс}}{\alpha_u} \quad \text{или} \quad n_{инв} = \frac{n_{экспл}}{\eta_{мг} \cdot \eta_n \cdot \eta_m}$$

Где  $\eta_{т.г} \eta_n \eta_m$  -коэффициент использования парка;

$n_{экспл}$  -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

$\eta_n = 0.9$  и  $\eta_m = 0.7$

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.

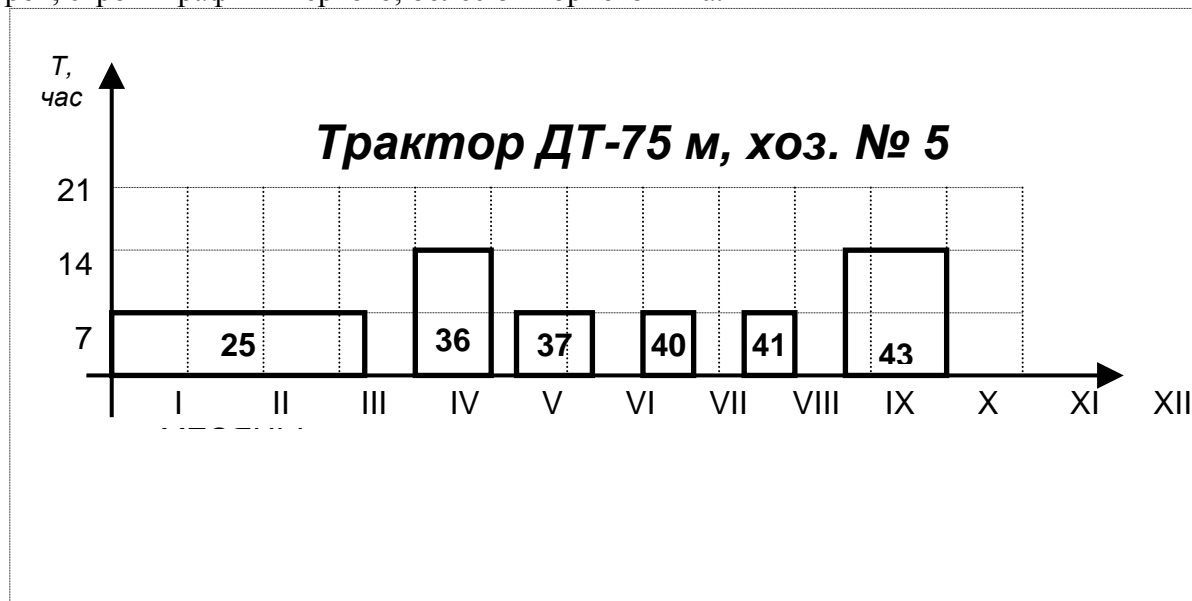


ГРАФИК ЗАГРУЗКИ ОТДЕЛЬНОГО ТРАКТОРА (1 типа)

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

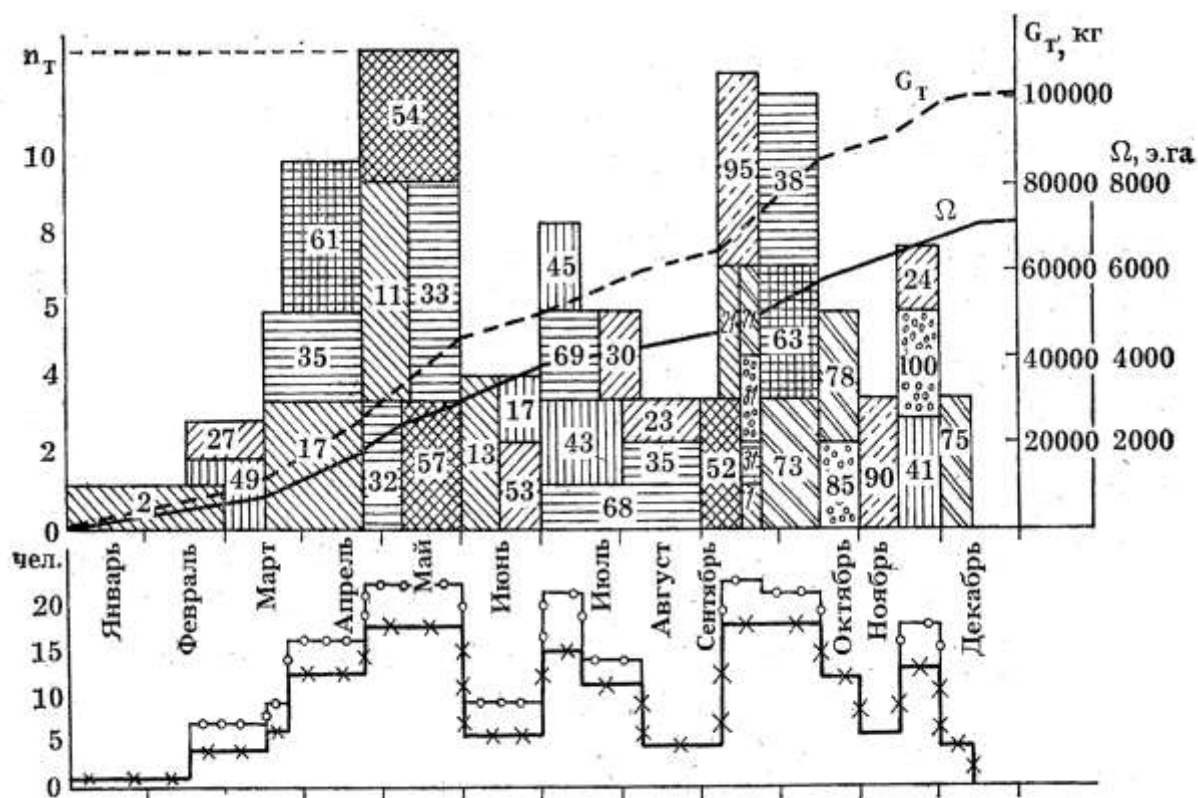


ГРАФИК ЗАГРУЗКИ ГРУППЫ ОДНОМАРОЧНЫХ ТРАКТОРОВ (2-го типа)

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>н</sub> - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, =0.15 (для механизации сельского хозяйства)

K<sub>в</sub> = капиталовложения;

D = дополнительный эффект от работ с оптимальными параметрами (в денежном выражении).

S<sub>прив.</sub> Затрат можно определить по формуле

$$S_{\text{прив}} = \sum_{ijk} S_{ijk} t_k x_{ijk} + \sum_j A_j X_j + E_H K_B$$

Где i-шифр операции

J- энергомашин

K-периоды

S<sub>ijk</sub>- эксплуатационные затраты, пропорциональные производительности (времени работы) на i-х операциях;

T<sub>к</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>н</sub>-коэффициент эффективности капиталовложений

K<sub>в</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.

$$N_{ГА} = \frac{\sum N_{ЕН}}{F_{П}}$$

Где  $N_{ЕН}$  – эффективная мощность трактора, л.с. (кВт)

$F_{П}$  – площадь пашни, га.

- 2. Энерговооруженность труда – это суммарная мощность всех источников механизаторской энергии МТП и других двигателей, приходящаяся на одного рабочего:

$$N_{ЧЕЛ} = \frac{\sum N_{ЕН}}{H}$$

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.

$$N_{ТР} = \frac{10^2 \sum n_{\phi_i} \lambda_{ЭТ_i}}{F_{П}}$$

Где  $n_{\phi_i}$  – количество физических тракторов данной марки;

$m$  – количество марок применяемых тракторов;

$\lambda_{ЭТ_i}$  – коэффициент перевода физических тракторов в эталонные;

$F_{П}$  – 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.

$$m_F = \frac{10^2 \sum B_i}{F_{П}}; \quad m_{ЭТФ} = \frac{\sum B_i}{\sum_1 n_{\phi_i} \lambda_{ЭТ_i}}$$

где  $\sum B_i$  – суммарная ширина захвата машин д-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):

$$\tau_{мех} = \frac{F_{мех}}{F_o}$$

при комплексной механизации производственного процесса  $\tau_{мех}=1$

-2. Плотность механизированных работ- это суммарная наработка га (в э.га или других единицах), приходящаяся на 1 га пашни:

$$m = \frac{\Omega_{г\gamma}}{F_{п}}$$

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 (сцепки, маркеры и др.)

1. Энергонасыщенность машин или парка машин определяют отношением эффективной мощности (энергетических средств) к массе машины (парка машин)  $m_m$ :

$$N_{МТП} = \frac{\sum N_{EH}}{m_M}$$

Где  $N_{EH}$ - эффективная мощность энергетических средств;

$m_M$ -масса машин;

### 2. Металлоёмкость машин или парка машин

$M_{МТП}$ - это отношение массы машин (парка машин), приходящейся на единицу мощности:

$$M_{МТП} = \frac{\sum m_M}{\sum N_{EH}} = \frac{1}{N_{МТП}}$$

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

$$D_{Pi} = \sum n_{\phi i} d_{Pi}$$

где  $n_{\phi i}$  – 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  $D_{ИНВ} = 305n_{\phi i}$ , где  $n_{\phi i}$ - 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  $Y_{ТОП}$ , на э.га  $Y_{ТОП\text{ э.га}}$ -отношение фактического расхода топлива  $q_{ТР}$ ,  $q_{Т\text{ э.га}}$  к нормативному  $q_{ТРн}$  и  $q_{Т\text{ э.га}н}$

$$Y_{ТОП} = q_{ТР} / q_{ТРн}; \quad Y_{ТОП\text{ э.га}} = q_{Т\text{ э.га}} / q_{Т\text{ э.га}н}$$

-Уровень эксплуатационных затрат

общих  $Y_{ЭЗ}$ , на ТО, хранение и ремонт  $Y_{ТОР}$ - 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.

$$u_{ЭЗ} = З_{Э} / З_{Эн}; \quad u_{ТОР} = З_{ТОР} / З_{ТОРН}$$

#### Показатели эффективности МТП и системы машин.

- Себестоимость условного эталона гектара,

$$C_{\text{УСЛ.ЭТ.ГА}} = \frac{S_{3п} + S_A + S_{\text{ТР}} + S_{\text{ХР}} + S_{\text{ГСМ}}}{\Omega_{\text{ГУ}}} = \frac{S_{\text{Э}}}{\Omega_{\text{ГУ}}}$$

где  $S_{3п}$ - заработная плата механизаторов и обслуживающего персонала, руб.;

$S_A$ -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

$$q_{\text{УСЛ}} = \frac{\Sigma Q_T}{\Omega_{\text{ГУ}}}$$

где  $\Sigma Q_T$  - суммарный расход топлива на механизированные полевые работы, кг.

-Производство валовой продукции сельского хозяйства, руб.: на 1 руб. стоимости

МТП

$$C = \frac{\Sigma C_{\text{ВП}}}{\Sigma B_T + \Sigma B_{\text{СХМ}}}$$

Где  $\Sigma C_{\text{ВП}}$  -товарная стоимость валовой продукции растениеводства (сельского хозяйства);

$\Sigma B_T$  -суммарная балансовая стоимость тракторов;

$\Sigma B_{\text{СХМ}}$  -суммарная балансовая стоимость сельскохозяйственных машин.

### 1. 13 Лекция №13 ( 2 часа).

**Тема:** «Место и роль транспорта в системе общественного производства»

#### 1.13.1 Вопросы лекции:

1. Роль и значение транспорта в сельскохозяйственном производстве
2. Классификация перевозок
3. Классификация сельскохозяйственных грузов
4. Классификация дорог

#### 1.13.2 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, пакетформирующие 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**

Сельскохозяйственные перевозки в зависимости от назначения, расстояния и технологии перемещения грузов подразделяют на три вида: внутриусадебные, внутрихозяйственные и внехозяйственные.

*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.

### 3. 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,  $t/cm^3$ , 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 кг/м<sup>3</sup> (полова) до 1800 кг/м<sup>3</sup> (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.

#### **4. Классификация дорог**

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.

## **1. 14 Лекция №14 ( 2 часа).**

**Тема:** «Основы транспортного процесса»

### **1.14.1 Вопросы лекции:**

1. Понятие транспортного процесса в с.х.. Структура транспортного процесса
2. Виды маршрутов движения транспортных средств
3. Формирование показателей работы в транспортном процессе
4. План перевозок и графики работы транспортных средств

### **1.14.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Понятие транспортного процесса в с.х.. Структура транспортного процесса

Под транспортным процессом понимают комплекс операций, связанных с перевозкой грузов: подъезд к месту погрузки, погрузка грузов на погрузочной площадке на подвижной состав, перевозка их к пункту назначения и выгрузка.

Задача транспортного процесса — перемещение грузов с одного места в другое, обеспечив их сохранность (качественную и количественную) и в заданные сроки.

Структура транспортного процесса

1. Подготовительные операции

2. Операции по погрузке грузов
3. Операции по перемещению грузов
4. Операции по разгрузке транспорта
5. Заключительные операции

## 2. 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).

*Маятниковым* 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.

*Радиальным* 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.

*Кольцевым* 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 ТС без груза и, естественно, ниже будет себестоимость перевозок.

## 3. Формирование показателей работы в транспортном процессе

Для планирования, учета и анализа работы ТС 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

$$АД_{\text{сп}} = АД_{\text{э}} + АД_{\text{р}} + АД_{\text{п}} = 20 \cdot 5 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5 = 115.$$

Эффективность работы парка ТС удобно оценивать рядом коэффициентов.

*Коэффициент технической готовности* определяет долю исправного (готового к эксплуатации) ТС в парке и характеризует техническое состояние парка АТС

$$\alpha_{\text{т}} = A_{\text{т}} / A_{\text{сп}} = АД_{\text{т}} / АД_{\text{сп}} = Д_{\text{т}} / Д_{\text{к}},$$

где  $D_T$  - дни пребывания АТС в готовом для эксплуатации состоянии;  $D_K$  - число календарных дней.

*Коэффициент выпуска* характеризует долю парка ПС, находящуюся в эксплуатации (на линии), относительно календарного времени

$$\alpha_B = A_3/A_{\text{сп}} = AD_3/AD_{\text{сп}} = D_3/D_K,$$

где  $D_3$  — число дней эксплуатации.

*Коэффициент использования* характеризует долю парка ПС, находящуюся в эксплуатации (на линии), относительно рабочего времени

$$\alpha_{\text{и}} = AD_3/AD_p = D_3/D_p,$$

где  $D_p$  - 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*

$$\beta = L_z/L_{\text{об.}}$$



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

$$T_m = \sum t_{\text{м}} + \sum t_{\text{п-р}} = (L_T + L_x)/v_T + \sum t_{\text{п-р}} = (L_T + L_x)/v_3 = \\ = n_e[(l_{e,r} + l_x)/v_T + t_{\text{п-р}}] = n_e(l_{e,r}/\beta_e v_T + t_{\text{п-р}}),$$

где  $v_T$  - техническая скорость;  $v_3$  - 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

$$n_e = INT(T_M / t_e) = INT(T_M / (l_{e,r} / (\beta_e v_r + t_{n-p}))),$$

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

$$U_e = q_{н\gamma}; W_e = U_e l_{e,r}.$$

При определении производительности за рабочий день ( $U_{рл}$ ,  $W_{рл}$ ) необходимо учитывать дискретный характер выполнения транспортной работы, когда она завершается одновременно с завершением езды, 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.

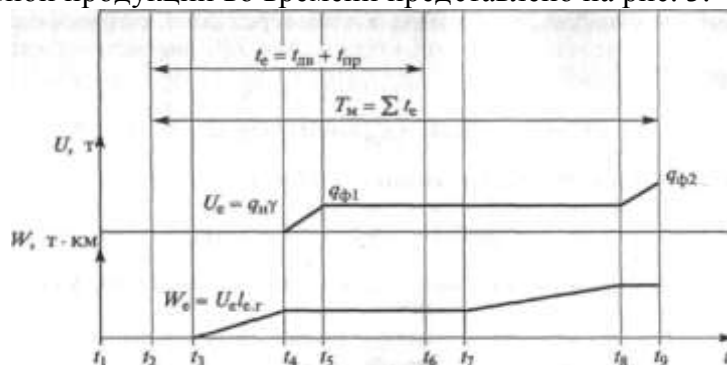


Рис. 3. Изменение транспортной продукции во времени

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  $t_{\phi 1}$ . 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  $t_{\phi 2}$ . Если на этом работа автомобиля заканчивается, то показатели работы автомобиля за смену следующие

$$U_{p.d} = q_{\phi 1} + q_{\phi 2}; W_{p.d} = l_{e.r}(q_{\phi 1} + q_{\phi 2}).$$

Или в общем случае:

$$U_{p.d} = \sum q_{\phi}; W_{p.d} = \sum q_{\phi} l_{e.r}.$$

#### 4. 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.

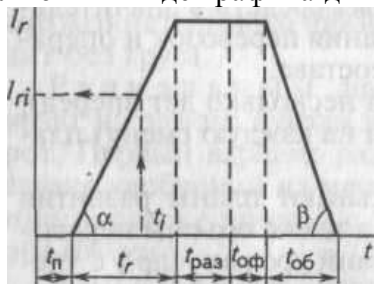
Далее перспективные планы уточняют при текущем планировании транспортных работ на предстоящий год, учитывая следующие конкретные исходные данные: структуру и количество грузов; расстояние перевозки каждого вида груза; состояние дорог; календарные сроки перевозок; количество и техническое состояние транспортных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

### **1. 15 Лекция №15 ( 2 часа).**

**Тема:** «Сельскохозяйственный транспортный парк»

#### **1.15.1 Вопросы лекции:**

- 1 Требования к подвижному составу
- 2 Классификация грузовых автомобилей, прицепов, полуприцепов, автобусов и легковых автомобилей
- 3 Действующие типы грузовых автомобилей, автобусов, легковых автомобилей
- 4 Место и роль тракторного транспорта в транспортном процессе с.х. производства
- 5 Подвижной состав тракторного транспорта

#### **1.15.2 Краткое содержание вопросов:**

- 1 Требования к подвижному составу

Технические требования, предъявляемые к подвижному составу автомобильного транспорта с.х. являются основой для составления технического задания на его проектирование. Эти требования условно можно разделить на две основные категории:

общие технические требования, предъявляемые к подвижному составу, применяемому в разных отраслях народного хозяйства, но имеющие первостепенное значение для транспортных средств с.х. назначения;

специальные технические требования, отражающие особенности конструкции транспортных средств, предназначенных для эксплуатации в сельскохозяйственном производстве.

Основные из указанных требований сведены в таблицу. Применительно к определенному типу подвижного состава отмеченные технические требования конкретизируются и дополняются соответствующими количественными характеристиками.

Технические требования к транспортным средствам	Некоторые возможные пути реализации требований
Общие требования	
Увеличение номинальной грузоподъемности без существенного увеличения полной массы и давления на опорную поверхность	Увеличение числа опорных осей; применение легких высокопрочных конструкционных материалов; совершенствование компоновки автомобиля; выравнивание нагрузки на оси
Повышение коэффициента использования грузоподъемности	Применение кузовов, размеры которых обеспечивают полное использование грузоподъемности ( в том числе при перевозке легковесных грузов) с учетом соответствующей подготовки груза к перевозке; установка надставных бортов
Повышение проходимости	Применение устройств для регулирования давления в шинах на ходу, привода на все колеса, широкопрофильных шин, блокировки дифференциала ведущих колес; увеличение клиренса; выравнивание колеи передних и задних колес; выравнивание нагрузки на оси
Повышение экономичности	Замена бензиновых двигателей дизелями; применение на одном базовом автомобиле двигателей разной мощности в зависимости от условий эксплуатации; снижение собственной массы автомобиля
Увеличение удельной мощности	Снижение собственной массы автомобиля путем применения легких высокопрочных конструкционных материалов; повышение мощности двигателя (с учетом возможности максимального использования в условиях эксплуатации сельского хозяйства)

Сокращение потребности в ремонтах и запасных частях	Установление экономически оптимальных сроков службы подвижного состава; повышение надежности и качества восстанавливаемых деталей
Повышение эксплуатационной надежности	Конструктивное усиление деталей и узлов, вызывающих преждевременные отказы; повышение качества производства
Сокращение трудоемкости технического обслуживания	Увеличение пробега между очередными ТО; сокращение точек смазки; увеличение числа саморегулируемых деталей и узлов; облегчение доступа к узлам и агрегатам; установка тормозов с автоматическим регулирование зазоров между колодками и барабанами.
Сокращение трудоемкости выполнения грузовых операций	Снижение погрузочной высоты кузова, в том числе применение кузовов, опускающихся до уровня земли; применение самосвальных кузовов, в том числе с предварительным их подъемом; установка системы автоматического открывания и закрывания бортов
Улучшение условий труда водителя	Применение комфортабельной кабины, удовлетворяющей установленным нормам по температуре, запыленности воздуха и вибрациям на рабочем месте; установка усилителей механизмов управления, гидроподъемника запасного колеса, предпускового подогревателя; улучшение обзорности
Специальные требования	
Отсутствие повреждаемости плодородного слоя почвы при работе транспортного средства на поле	Применение устройств для регулирования давления в шинах на ходу; применение специальных широкопрофильных шин
Устойчивость и возможность равенства скорости движения транспортного средства с рабочей скоростью обслуживаемых сельскохозяйственных машин	Применение двигателя, устойчиво работающего в диапазоне малых скоростей движения автомобиля, применение широкого диапазона передаточных чисел или бесступенчатой коробки передач для обеспечения интервала изменения скорости движения примерно от 2 до 80 км/ч; стандартизация сопряженных параметров автомобиля и обслуживаемых с.х. машин
Кратность размеров (объема) кузова транспортного средства и бункеров обслуживаемых с.х. машин	Стандартизация сопряженных параметров автомобиля и обслуживаемых с.х. машин
Приспособленность конструкции прицепов к агрегатированию с автомобилями и тракторами, используемыми на смешанных автомобильно-тракторных перевозках грузов	Унификация и стандартизация сцепных устройств автомобилей, тракторов и прицепов; установка соответствующих тормозов и подвесок
Приспособленность конструкции автомобильного седельного тягача к агрегатированию со сменными специализированными полуприцепами для перевозки различных с.х. грузов	Унификация и стандартизация седельно-сцепных устройств и соответствующих размеров и параметров полуприцепов
Отсутствие потерь и порчи с.х. продуктов при их перевозке	Применение унифицированных сменных специализированных кузовов, обеспечивающих сохранность физико-механических и биохимических свойств перевозимых продуктов; установка подвесок и устройств для эффективного гашения колебаний кузова, а также специальных уплотнений и устройств, предотвращающих потери (распыление) груза
Отсутствие потерь продуктов при загрузке транспортного средства от комбайнов на ходу	Применение удлиненных кузовов, повышение маневренности транспортного средства; снижение минимальной устойчивой скорости автомобиля; установка специальных козырьков, исключающих сбрасывание груза за пределы кузова
Возможность установки оборудования для выполнения транспортно-технологических операций	Наличие устройств для привода и управления технологическим оборудованием

Реализация указанных технических требований способствует созданию подвижного состава, который по своим техническим параметрам и эксплуатационным свойствам будет в наибольшей мере соответствовать условиям его эксплуатации в сельскохозяйственном производстве.

2 Классификация грузовых автомобилей, прицепов, полуприцепов, автобусов и легковых автомобилей

пассажирский и специальный.

К грузовому подвижному составу относятся грузовые автомобили, автомобили-тягачи, прицепы и полуприцепы, к пассажирскому — автобусы, легковые автомобили, пассажирские прицепы и полуприцепы, к специальному — автомобили, прицепы и полуприцепы, предназначенные для выполнения различных, преимущественно нетранспортных работ, и имеющие соответствующее оборудование или специальные кузова.

Грузовые автомобили, прицепы и полуприцепы различаются по грузоподъемности, а в зависимости от устройства кузовов и других конструктивных особенностей, определяющих характер их использования, подразделяются на подвижной состав общего назначения и специализированный.

Автомобили, прицепы и полуприцепы общего назначения имеют неопрокидывающийся бортовой кузов и используются для перевозки грузов всех видов, кроме жидких, без тары.

К специализированному грузовому подвижному составу относятся автомобили, прицепы и полуприцепы, предназначенные для перевозки грузов определенных видов. Это автомобили с саморазгружающимися кузовами (самосвалы), автомобили-цистерны, автомобили с кузовами для перевозки животных.

Автомобили-тягачи, предназначенные для постоянной работы с прицепами и полуприцепами, подразделяются на седельные автомобили-тягачи для работы с полуприцепами и автомобили-тягачи в сцепе с прицепом или полуприцепом (автопоезда).

Пассажирские автомобили вместимостью до восьми человек, включая водителя, относятся к легковым, свыше восьми — к автобусам.

К специальному подвижному составу относятся пожарные автомобили, автолавки, автомобили с компрессорными установками, автокраны, уборочные автомобили и т.п.

Автомобильный подвижной состав подразделяется также на дорожный, предназначенный для работы на дорогах общей сети, и на внедорожный — для использования вне дорог общей сети. По степени приспособления к работе в различных дорожных условиях различают дорожный автомобильный подвижной состав обычной проходимости для работы в основном на благоустроенных дорогах и повышенной проходимости — для систематической эксплуатации на неблагоустроенных дорогах и в отдельных случаях — по бездорожью.

Все автомобили по общему числу колес и числу ведущих колес условно обозначают формулой, где первая цифра — число колес автомобиля, вторая — число ведущих колес. При этом каждое из двояных ведущих колес считается за одно колесо. На пример, 4х2 — двухосный автомобиль с одной ведущей осью (ГАЗ-3307, ЗИЛ-433100), 6х6 — трехосный автомобиль со всеми ведущими осями («Урал-4320», КамАЗ-43101), 6х4 — трехосный автомобиль с двумя ведущими осями (КамАЗ-5320).

По потребляемому топливу и виду двигателя автомобили подразделяются на карбюраторные, дизельные, газогенераторные, газобаллонные, электрические (электромобили), паровые газотурбинные.

В сельском хозяйстве в основном используют автомобили с карбюраторными и дизельными двигателями, а также работающие на газообразном топливе.

По характеру использования различают одиночные автомобили и автомобили тягачи. Применение автопоездов позволяет увеличить производительность ПС и снизить себестоимость.

Прицепные автопоезда состоят из автомобиля, оборудованного бортовой платформой или специальным кузовом и одного или нескольких прицепов.

Седельные автопоезда состоят из седельного тягача и полуприцепа.

Автопоезда – роспуски состоят из автомобиля-тягача и прицепа-роспуска, оборудованного для крепления длинномерных грузов.

Принципиальное различие между прицепами и полуприцепами состоит в том, что прицепы соединяются тягово-сцепным устройством, а полуприцепы – опорным седельно-сцепным устройством.

Прицепы и полуприцепы по назначению различают общего назначения и специализированные. Рис 3.

Многоосные низкорамные прицепы большой габаритной длины используют для транспортировки тяжелых неделимых грузов.

Легковые автомобили подразделяются по рабочему объему цилиндров двигателя в литрах на следующие основные классы:

Особо малый до 1,2

Малый от 1,2 до 1,8

Средний от 1,8 до 3,5

Большой свыше 3,5

На базе легковых авто выпускаются также грузопассажирские автомобили, у которых для увеличения размеров площадки, предназначенной для размещения в кузове груза, задние сиденья делаются складывающимися.

Автобусы подразделяются по габаритной длине в метрах, определяющей в зависимости от принятой планировки вместимость, на следующие основные классы:

Особо малый до 5

Малый 6 – 7,5

Средний 8 - 9,5

Большой 10,5 – 12

Особо большой (сочлененный) 16,5 и более

По назначению автобусы подразделяются на городские (внутригородские и пригородные), местного сообщения (для сельских перевозок), междугородные и туристские.

Принята следующая система обозначения (индексация) подвижного состава каждой новой модели автомобиля (прицепного состава) присваивается индекс, состоящий из четырех цифр, где первые две цифры обозначают класс автомобиля (прицепы, полуприцепы) по рабочему объему двигателя для легковых автомобилей, по длине для автобусов и по полной массе для грузовых автомобилей (прицепов и полуприцепов). Вторые две цифры — модель. Модификации моделей имеют дополнительную пятую цифру, обозначающую порядковый номер модификации. Перед цифровым индексом ставятся буквенные обозначения завода-изготовителя. Две первые цифры индексов, присвоенных автомобилям, приведены в табл. 1. Например, легковой автомобиль Волжского завода с рабочим объемом двигателя 1,45 л обозначается ВАЗ-2103, автобус с габаритной длиной 7,15 м, выпускаемый Павловским автобусным заводом, - ПАЗ-3201, грузовой бортовой автомобиль Камского автозавода полной массой 15,2 т — КамАЗ-5320 и т.д.

Для прицепного состава выделены индексы, приведенные в табл. 2 (две первые цифры из четырех, которыми обозначается прицепной состав).

Таблица 1

Система обозначений автомобильного подвижного состава

Легковые автомобили		Автобусы	
Рабочий объем двигателя	Индексы	Габаритная длина, м	индексы
До 1,2	11	До 5	22
1,2...1,8	21	6 - 7,5	32
1,8...3,5	31	8 – 9,5	42
Свыше 3,5	41	10,5 – 12	52

Система обозначений автомобильного подвижного состава

Грузовые автомобили						
Полная масса, т	Индексы					
	С бортовой платформой	Седел тягачи	Самосвалы	Цистерны	Фургоны	Специальные
До 1,2	13	14	15	16	17	19
1,2 до 2	23	24	25	26	27	29
2 до 8	33	34	35	36	37	39
8 до 14	43	44	45	46	47	49
14 до 20	53	54	55	56	57	59
20 до 40	63	64	65	66	67	69
Свыше 40	73	74	75	76	77	79

Таблица 2

## Индексы для прицепного состава

Машины	Прицепы	Полуприцепы (ропуски)
Легковые	81	91
Автобусные	82	92
Грузовые (бортовые)	83	93
Самосвальные	85	95
Цистерны	86	96
Фургоны	87	97
Специальные	89	99

В зависимости от полной массы прицепного состава для него существуют группы индексов моделей (третья и четвертая цифры), которые приведены в табл. 3. Например, полуприцеп-фургон Одесского автосборочного завода для перевозки телят, имеющий полную массу 9 т, обозначается ОдАЗ-9925.

Таблица 3

## Система обозначений прицепов, полуприцепов и ропусков

Группы	Индексы	Полная масса, т	
		Прицепов и полуприцепов	ропусков
1	01-24	До 4	До 6
2	25-49	4 - 10	6 - 10
3	50-69	10 - 16	10 - 16
4	70-84	16 - 24	16 - 24
5	85-99	свыше 24	свыше 24

Обозначения автомобилей иностранных марок в большинстве случаев состоят из буквенного обозначения марки завода-изготовителя и заводского порядкового номера модели и модификации. Например, городской автобус венгерского автобусного завода обозначается «Ikarus-260», его модификация Ikarus-260.18» и т.д.

В настоящее время постепенно начинают использовать обозначения, принятые в соответствии с международными требованиями по безопасности (Правила ЕЭК ООН), разрабатываемыми Комитетом по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН (табл. 4).

Таблица 4

## Классификация автотранспортных средств, принятая в правилах ЕЭК ООН

Категория АТС	Автотранспортные средства	Полная масса, т	примечания
M1	С двигателем, предназначенные для перевозки пассажиров и имеющие не более восьми мест для сидения (кроме места водителя)	Не регламентируется	Легковые автомобили -

M2	Те же, имеющие более восьми мест для сидения	До 5	Автобусы
M3	То же	Свыше 5	Автобусы в том числе сочлененные
N1	С двигателем предназначенные для перевозки грузов	До 3,5	Грузовые автомобили и специальные
N2	То же	3,5 ...12	Грузовые автомобили, автомобили тягачи, спец автомобили
N3	То же	Свыше 12	То же
01	Без водителя	До 0,75	То же
02	Без водителя	0,75...3,5	То же
03	Без водителя	3,5...10	То же
04	Без водителя	Свыше 10	То же







### 3 Действующие типажи грузовых автомобилей, автобусов, легковых автомобилей

При выборе конкретной модели ПС необходимо учитывать, что все современные производители АТС используют модульный принцип конструкции. Например, шведская фирма «Scania» производит семь вариантов кабин, четыре разновидности двигателей и коробок перемены передач, три типа рам, три вида заднего моста и четыре переднего. Комбинация этих вариантов позволяет получить в каждом конкретном случае уникальные технико-экономические свойства АТС, наиболее эффективно реализуемые в тех или иных условиях эксплуатации. В целом можно выделить четыре группы АТС, имеющие характерную область эксплуатации.

*Тягачи для магистральных перевозок (long haul)* имеют очень комфортабельную кабину и 10...14-литровые двигатели мощностью от 300 до 500 л. с. Подвеска, как правило, пневматическая, предназначена для эксплуатации по очень хорошим дорогам.

*Универсальные АТС (general purpose)* по внешнему виду близки к первой группе, но имеют кабину, не предназначенную для автономного проживания. Такие АТС, как правило, имеют усиленные лонжероны рамы, многолистовые рессоры в подвеске и коробки перемены передач с увеличенным количеством ступеней. Это позволяет эксплуатировать такие автомобили в разнообразных условиях.

*Строительные АТС (construction)* имеют колесную формулу 6х6 или даже 8х4 и предназначены для передвижения и вне дорог с твердым покрытием. Как правило, в эту группу входят специализированные автомобили для перевозки навалочных грузов, бетона и т.п.

*Развозные автомобили* для городских и пригородных перевозок (distribution) рассчитаны на короткие маршруты и относительно хорошие дороги, имеют низкую кабину, двигатель объемом до 10 л мощностью 150...260 л.с.

Для седельных тягачей в качестве разрешенной максимальной массы рассматривают сумму массы тягача в снаряженном состоянии и массы, соответствующей максимальной статической вертикальной нагрузке, передаваемой тягачу от полуприцепа через седельно-сцепное устройство.

Для полуприцепов, сцепленных с тягачом, или прицепов с центральной осью в качестве разрешенной максимальной массы рассматривают массу, соответствующую максимальной статической вертикальной нагрузке на опорную поверхность от оси или осей, когда полуприцеп или прицеп с центральной осью присоединен к тягачу и максимально загружен.

Подвижной состав повышенной проходимости может иметь комбинированное обозначение, например M\G (автомобиль класса N1, имеющий полный привод).

### 4 Место и роль тракторного транспорта в транспортном процессе с.х. производства

Наряду с автомобильным транспортом широкое применение в сельском хозяйстве находит тракторный транспорт. В сельском хозяйстве около 15% всех грузов перевозят тракторным транспортом. Доля времени использования тракторов на транспортных работах от времени их работы в течение года весьма велика: колесных тракторов – 45-55% и гусеничных – 18-24%. Анализ грузооборота показывает, что в с.х. 65-75% внутрихозяйственных перевозок может выполнять тракторный транспорт.

Для увеличения годовой загрузки тракторы должны быть использованы на транспортных работах в свободное от полевых работ время. Тракторы в качестве транспортных тягачей эффективно используют в трудных дорожных условиях, особенно при выполнении транспортно-сборочных и транспортно-распределительных операций (уборка кукурузы на силос, внесение минеральных удобрений и т.д.) в агрегате со специальными прицепами, предназначенными для этих видов работ.

Многие конструктивные факторы позволяют тракторам работать в качестве тягачей:

большое число передач,  
эффективность работы систем охлаждения в тяжелых дорожных условиях,  
наличие ведущих мостов и блокировки дифференциала,  
всережимного регулятора и ВОМа, гидросистемы, гидрофицированного крюка,  
увеличителя крутящего момента,  
регулирование ширины колеи,  
возможность догрузки ведущих колес.

При организации перевозок грузов в хозяйстве важное место занимает определение пределов рационального использования автомобилей и тракторных поездов.

Расчеты показывают, что в условиях, когда можно использовать автомобили и тракторные поезда, применение последних при рациональном агрегатировании экономически оправдано при расстояниях перевозок до 7-9 км.

Предельное расстояние перевозок, до которого производительность тракторного поезда выше, чем производительность автомобиля, определяют по следующей формуле:

$$l_{np} = \frac{Q_{mp} \cdot t_a - Q_a \cdot t_m}{2 \cdot \left( \frac{Q_a}{V_m} - \frac{Q_m}{V_a} \right)}, \text{ км}$$

где  $l_{np}$  – предельный целесообразный радиус перевозок, при котором тракторный транспорт более эффективен по сравнению с автомобильным, км;

$V_a, V_t$  – среднетехническая скорость автомобиля и трактора соответственно, км/ч;

$t_a, t_t$  – среднее время простоя под погрузкой и выгрузкой за рейс автомобиля и тракторного поезда соответственно, ч;

$Q_a, Q_t$  – грузоподъемность автомобиля и тракторного поезда соответственно.

По представленной формуле можно оценивать рациональные пределы применения бортовых автомобилей и автомобилей-самосвалов.

### Пример

Определить предельное расстояние, до которого производительность тракторного поезда будет выше, чем производительность бортового автомобиля. Скорость тракторного поезда 12 км/ч, автомобиля – 30 км/ч, время погрузки и выгрузки соответственно 0,4 и 0,5 ч, грузоподъемность – 4 и 2,5 т.

$$l_{np} = \frac{4 \cdot 0,5 - 2,5 \cdot 0,4}{2 \cdot \left( \frac{2,5}{12} - \frac{4}{30} \right)} = 6,7 \text{ км.}$$

## 5. Подвижной состав тракторного транспорта

Тракторы в качестве транспортных тягачей эффективно используют в трудных дорожных условиях, особенно при выполнении транспортно-сборочных и транспортно-распределительных операций (уборка кукурузы на силос, внесение минеральных удобрений и т.д.) в агрегате со специальными прицепами, предназначенными для этих видов работ.

Структура парка тракторных прицепов:

Общего назначения – 66%

Разбрасыватели органических удобрений – 11%

Разбрасыватели минеральных удобрений – 8,4%

Разбрасыватели жидких удобрений – 4,3%

Кормораздатчики – 4,3%

Стоговозы – 6,0%

Многие конструктивные факторы позволяют тракторам работать в качестве тягачей:

большое число передач,  
эффективность работы систем охлаждения в тяжелых дорожных условиях,  
наличие ведущих мостов и блокировки дифференциала,  
всережимного регулятора и ВОМа, гидросистемы, гидрофицированного крюка,  
увеличителя крутящего момента,  
регулирование ширины колеи,  
возможность догрузки ведущих колес.

Особенно широко применяют на транспортных работах колесные тракторы: МТЗ-80-82, Т-150К, К-701, которые можно использовать на скоростях до 25-30 км/ч.

Следует отметить, что во многих хозяйствах тракторы на транспортных работах используются неэффективно за счет недостаточной загрузки. В первую очередь это объясняется их нерациональным агрегатированием. Так тракторы класса 1,4 работают с одним прицепом грузоподъемностью 4 т. Исследования показали, что в этом случае степень загрузки двигателя не превышает 50 %. Полного использования мощности двигателя и повышения производительности тракторного поезда можно достичь увеличением скорости движения или грузоподъемности прицепов.

Основные прицепы, используемые в с.х.

ОЗТП-8573 – для перевозки насыпных и навалочных грузов. Агрегатируется с тракторами К-701, Т-150К. Может агрегатироваться в составе тракторного поезда К-701 + ОЗТП-8573 + ОЗТП-8572. Прицеп полунавесной, тракторный самосвальный. Открытие и закрытие бортов автоматическое. Особенность – распределение нагрузки на переднюю ось и заднюю ось трактора. Грузоподъемность 14,5 т.

ОЗТП-8572 - для перевозки насыпных и навалочных грузов. Агрегатируется с тракторами К-701, Т-150К. Трехосный самосвальный прицеп с двумя платформами. Грузоподъемность 13 т.

ОЗТП 9554 – полуприцеп тракторный самосвальный двухосный, с двумя платформами. Агрегатируется с тракторами типа К-701, Т-150К. Грузоподъемность 10 т.

2-ПТС-4, 1-ПТС-2 предназначены для перевозки различных грузов. Агрегатируются с тракторами класса 0,9 и 1,4. Разгрузка 2х или 3х сторонняя.

### **1. 16 Лекция №16 ( 2 часа).**

**Тема:** «Технология перевозок сельскохозяйственных грузов. Механизация погрузо-разгрузочных работ на транспорте»

#### **1.16.1 Вопросы лекции:**

1. Перевозки зерна от комбайнов на ток
2. Перевозки силосной массы, сенажа других кормов
3. Перевозки животных
4. Перевозки и внесение удобрений
5. Механизация погрузо-разгрузочных работ

#### **1.16.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Перевозки зерна от комбайнов на ток

процессе является зерноуборочный комбайн. Перевозку зерна от комбайна нужно организовать так, чтобы комбайны не простаивали в ожидании транспортных средств.

*Технология перевозки зерна от комбайнов на ток.*

Урожай зерновых перевозят в начале на тока, а затем, после подработки на элеваторы или склады хозяйства. Наиболее сложный по организации является линия перевозок комбайн-ток.

Работа ПС, обслуживающего зерноуборочные комбайны, характеризуются рядом особенностей:

-выполнение на маршруте сборочных операций при постоянном перемещении объектов обслуживания в производстве,

-влиянием на степень готовности объектов обслуживания к разгрузке значительного количества факторов (колебание урожайности, простои по неисправности и др.), вследствие чего процесс их взаимодействия с автомобилем носит вероятностный характер,

-значительным различием в режимах движения автомобиля по дорогам и полю:

$$f_d = 0,04-0,05$$

$$f_n = 0,07-0,12$$

### ***Подготовка транспортных средств.***

До начала уборки и вывозки продуктов урожая необходимо отремонтировать всю транспортную технику,

Исправить и уплотнить борта автомобилей и прицепов, изготовить защитные полога.

При наращивании бортов необходимо помнить, что погрузочная высота автомобилей (прицепов) по дополнительным бортам не должна превышать погрузочную высоту комбайнов (погрузчиков) с которыми ТС предстоит работать. Погрузочная высота – это расстояние от уровня земли до нижней точки кожуха отгрузочного шнека (транспорта), отстоящей от его свободного конца на 1,2-1,3м.

Максимальную высоту дополнительных бортов определяют как разницу между погрузочной высотой комбайна (погр) и погрузочной высотой автомобиля по основным бортам.

При обслуживании комбайнов автомобили могут загружаться как на месте, так и на ходу.

В первом случае загрузка автомобиля определяется объемом кузова и объемом бункера комбайна, во втором только объемом кузова автомобиля.

Высота дополнительных бортов при загрузке автомобиля на месте:  $\diamond$

$$H = \frac{\omega_k \cdot \rho - \omega_A}{S} + 0,1 < H_1 - H_2, м$$

$$\text{при загрузке на ходу: } H = \frac{g_H - d \cdot \omega_A}{d \cdot S} + 0,1 < H_1 - H_2, м$$

где  $\rho$  – целое число бункеров зерна, перевозимого за рейс

$$\rho = \frac{g_H}{\omega_k \cdot d}$$

где  $\omega_k$  – объем бункера, м<sup>3</sup>;

*Перевозки зерна от комбайнов на ток могут быть:*

-прямые

-с прокладкой разгрузочных магистралей

-перевозки с использованием компенсаторов:

а) межоперационных;

б) межсменного компенсатора

### **Прямые перевозки**

Прямые перевозки зерна с полей к местам его обработки осуществляют по схеме комбайн - автомобиль – ток.

Основное требование заключается в обеспечении работы уборочных агрегатов без простоев, связанных с нерегламентированным отсутствием транспортных средств.

В соответствии с этим требованием при индивидуальной работе комбайнов за каждым из них закрепляют один-два автомобиля. При этом из-за того, что автомобиль, погрузив бункер зерна, вынужден простаивать в ожидании намолота еще нескольких

бункеров, общее время его пребывания на поле составит 50 – 70% времени цикла. В свою очередь не исключены простои комбайна в ожидании возвращения автомобиля с тока.

Согласно исследованиям ВИМ зависимость между числом перевозимых за рейс бункеров  $p$  и пробегом по полю

$$l_n = 1,35 + 0,5p, \text{ км}$$

а время пребывания автомобиля на поле складывается из времени периодов  $T_{пер}$ , времени погрузки  $T_{погр}$ , и времени ожидания  $T_{ож}$ .

$$T_n = T_{пер} + T_{погр} + T_{ож}$$

$t_n$  – продолжительность разгрузки комбайна в среднем составляет около 2 мин.

Для обеспечения безостановочной (в ожидании транспорта) работы комбайнов среднее время ожидания  $t_{ож}$  автомобилей погрузки должно быть не менее 3-4 мин.

Для погрузки трех бункеров

Одним из резервов повышения производительности является увеличение их грузоподъемности. Однако с ростом грузоподъемности резко увеличивается пребывания автомобиля на поле и незначительно возрастает производительность.

При прямых перевозках с увеличением грузоподъемности т. е. в 4 раза, производительность увеличивается на 27%, а самосвалов на 34%.

Незначительный эффект также даст повышение  $V_m$  (с увеличением в 2 раза производительность повышается для бортовых на 13-15%, самосвалов 17-18%).

Следовательно, основной причиной низкой эффективности использования ТС является особенность схемы перевозок комбайн - автомобиль – ток.

И в первую очередь – значительная продолжительность сборочно – транспортного процесса, которая составляет до 70% времени цикла.

Основную часть (40-70%) занимает время ожидания погрузки и время перевозов по полю.

Следовательно, чтобы повысить производительность необходимо прежде всего сократить время ожидания погрузки и перевозки по полю.

#### ***Групповой метод – комплекс уборочно – транспортная бригада***

Иногда для сокращения времени пребывания авт. на поле иногда организуют работу комбайнов со строго выдержанным интервалом движения. В этом случае время ожидания и продолжительность переездов сокращается за счет того, что автомобиль не ожидает остановки каждого комбайна с полным бункером, а получив сигнал ведущего комбайна, разгружает всю группу, но такая схема перевозок с «чисткой» внутригрупповой связью технологически не устойчива.

Минимальный пробег ТС по полю может быть достигнут при их загрузке в одном месте. Для согласования в пространстве операций разгрузки ТС это либо должно быть заранее известно. Таким местом могут быть разгрузочные магистрали.

#### **Прямые автомобильные перевозки с прокладкой разгрузочных магистралей**

Наличие разгрузочных магистралей упорядочивают движение автомобилей, т.к. они не передвигаются по периметру поля, а сразу направляются на свободную магистраль, где и находятся до полной загрузки.

**В результате пробег автомобиля по полю сокращается на 30-40%. Среднее время ожидания погрузки одного бункера сокращается до 3 мин.  $V_t$  увеличивается до 20-22 км/ч. Сокращение времени на 30%.**

Разгрузочные магистрали представляют собой поперечный прокос шириной 6—8 м. При прямом комбайнировании они прокладываются комбайном за 2—3 прохода. При раздельной уборке возможны два варианта прокладки прокоса: первый — поперек поля проходит трактор с боковыми граблями, формирующими валок, который затем подбирается комбайном; второй — прокос прокладывается за 2—3 прохода комбайном с подборщиком типа ППТ-3.

Наличие разгрузочных магистралей упорядочивает движение автомобилей, так как в этом случае они уже не передвигаются по всему периметру поля, а сразу направляются на «свободную» магистраль, где и находятся до полной загрузки.

Разгрузочные магистрали не следует путать с транспортными. Первые прокладываются в совершенно определенных местах поля с таким расчетом, чтобы между магистралями комбайн намлачивал полный бункер зерна, вторые могут быть проложены в любом месте поля во избежание пробега автомобилей по валкам или неубранному массиву.

Для исключения простоев уборочных агрегатов на каждой из 3 разгрузочных магистралей должен постоянно находиться автомобиль, готовый к обслуживанию комбайнов. Следовательно, для сокращения потребности в транспортных средствах следует прокладывать минимально необходимое число разгрузочных магистралей.

При этом необходимо выполнить следующие условия: при подходе комбайнов к каждой из магистралей их бункера должны быть полностью заполнены; количество магистралей должно быть минимальным.

Схема определения местоположения и числа разгрузочных магистралей в загоне (рис. 1) базируется на предварительном определении количества бункеров зерна, намлачиваемых на длине гона

Для повышения точности определения мест прокладки магистралей используется группа комбайнов. В случае, если учетное количество зерна (целый или половина бункера) намлачивается комбайнами за различный путь, магистраль прокладывается



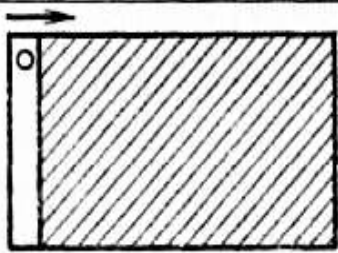
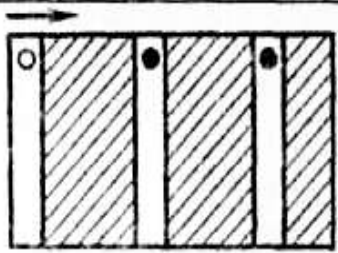
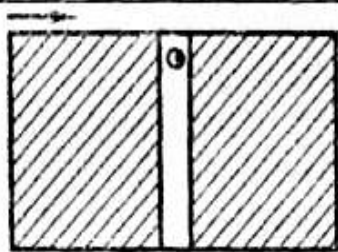
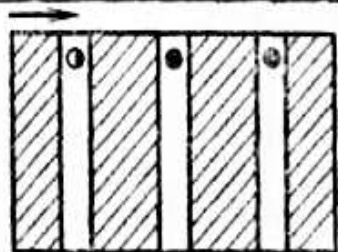
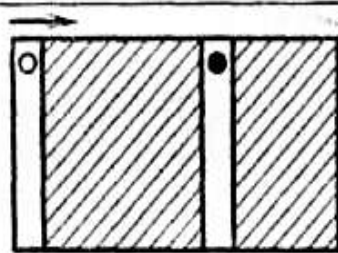
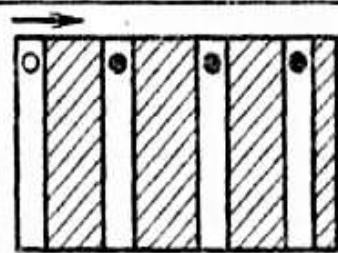
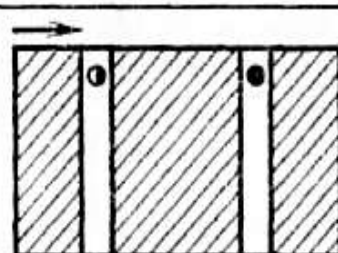
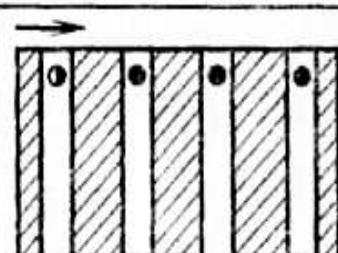
Количество бункеров, намолачиваемых на длине гона, ед.	Количество разгрузочных магистралей в загоне, ед.	Схема расположения разгрузочных магистралей в загоне	Количество бункеров, намолачиваемых на длине гона, ед.	Количество разгрузочных магистралей в загоне, ед.	Схема расположения разгрузочных магистралей в загоне
0,5	1		2,5	3	
1	1		3	3	
1,5	2		3,5	4	
2	2		4	4	

Рис. 1 3.5. Схема прокладки разгрузочных магистралей:

← место начала движения комбайнов; ○ — разгрузочная магистраль, прокладываемая перед началом движения; ● — разгрузочная магистраль, прокладываемая при намолоте половины бункера; ● — разгрузочная магистраль, прокладываемая при намолоте целого бункера

В ряде случаев первую выгрузку необходимо произвести при намолоте половины бункера для того, чтобы в дальнейшем к моменту подхода к разгрузочной магистрали комбайн намолачивал целый бункер зерна.

В том случае, если проведен контрольный обмолот и известна урожайность на данном поле, количество бункеров зерна, намлачиваемое на длине гона, может быть определено по формуле

При определении количества разгрузочных магистралей необходимо иметь в виду, что фактическая ширина захвата жаток оказывается меньше указанной в технической характеристике на 7—8%.

Прокладка разгрузочных магистралей позволяет сократить пробег одиночных автомобилей грузоподъемностью 2,5—5,0 т на 21 — 45%, автомобилей большой грузоподъемности и автопоездов — на 52—65% (табл. 6.4).

При прокладке разгрузочных магистралей автомобили движутся по полю одним и тем же маршрутом, в результате чего появляется накатанный участок, позволяющий повысить скорость движения с 14—16 до 20—22 км/ч.

Однако этим не исчерпываются преимущества организации перевозок зерна с прокладкой разгрузочных магистралей. Находясь на разгрузочной магистрали, водитель может своевременно подать автомобиль к месту разгрузки комбайна. Тем самым практически ликвидируется время ожидания подхода автомобиля, что значительно повышает производительность уборочных агрегатов

Для обеспечения гарантированной разгрузки комбайнов на разгрузочных магистралях необходимо снабдить комбайны устройствами для замера количества выгружаемого зерна. В этом случае момент выгрузки не будет зависеть от степени наполнения бункера комбайна при подходе к разгрузочной магистрали.

Опыт показывает, что при намолоте на длине гона более двух бункеров зерна целесообразно поле разбить на два (по длине) участка, убираемых последовательно. Некоторое снижение выработки комбайнов при этом за счет дополнительных поворотов компенсируется уменьшением их простоев в ожидании транспортных средств.

#### **Перевозки зерна от комбайнов с использованием компенсаторов.**

Вероятностный характер уборочно-транспортного процесса предопределяет взаимообусловленные простои комбайнов и автомобилей. Прокладка разгрузочных магистралей позволяет снизить их величину за счет согласования работы уборочных и транспортных машин в пространстве. Однако необходимо еще согласовать работу машин во времени, т. е. организовать работу уборочно-транспортного комплекса таким образом, чтобы комбайны могли разгружаться сразу после наполнения бункеров, а автомобили — загружаться по прибытию на поле. С этой целью в технологическую цепочку вводится промежуточное звено — компенсатор.

В этом случае разрывается «жесткая» связь между комбайнами и автомобилями и перевозки осуществляются по схеме комбайн — компенсатор — автомобиль — ток.

В зависимости от выполняемых функций компенсаторы можно разделить на межоперационные и межсменные. Первые дают возможность организовать «независимую» работу транспортных и уборочных машин на протяжении времени работы комбайнов, межсменные позволяют использовать автомобили в две и три смены.

В возможности организации двух- и трехсменной работы автомобилей при односменной работе комбайнов, дающей возможность соответственно снизить потребность в подвижном составе, заключается одно из важнейших преимуществ схемы перевозок с использованием межсменного компенсатора по сравнению с прямыми перевозками.

По характеру работы компенсаторы делятся на передвижные, стационарно-передвижные, стационарные (табл. 6.6). Роль компенсаторов могут выполнять автомобильные и тракторные прицепы, полуприцепы, различного рода бункера и т. п.

Отсутствие твердо установленных мест разгрузки комбайнов вызывает необходимость переездов передвижных компенсаторов по полю, в связи с чем возрастает

вероятность простоя комбайнов, увеличивается продолжительность пробега транспортных средств по полю, отпадает возможность использования автопоездов. По существу такая организация работ не отличается от обслуживания комбайнов автомобилями большой грузоподъемности при прямых перевозках зерна.

Необходимость иметь 4—6 автомобильных прицепов или 2—4 полуприцепа на один автомобиль-тягач в условиях острого дефицита в этом типе подвижного состава резко ограничивает области применения схем перевозок с использованием прицепов и полуприцепов в качестве компенсаторов. Эти транспортные средства со значительно большим эффектом могут быть использованы на других видах перевозок, например, при перевозках зерна на хлебоприемные пункты.

Необходимость подъезда комбайнов для разгрузки к стационарным компенсаторам приводит к снижению их выработки на 15—20%. Увеличение производительности транспортных средств, достигаемое в этом случае за счет снижения производительности уборочных агрегатов, естественно, не может быть признано рациональным.

Значительные трудности вызывает контроль качества и количества выполняемой отдельными уборочными агрегатами работы при использовании стационарных компенсаторов. В условиях, когда в момент разгрузки комбайна отсутствует водитель, практически невозможно установить полноту выгрузки бункера и степень засоренности зерна.

Введение в технологическую цепочку между комбайнами и транспортными средствами промежуточного компенсационного звена позволяет значительно по сравнению с прямыми автомобильными перевозками сократить продолжительность сборочно-транспортных операций. Однако в зависимости от типа компенсатора величина этого параметра транспортного процесса может изменяться в значительных пределах. Так как при перевозках зерна на ток могут применяться транспортные средства различной грузоподъемности, представляет практический интерес определение удельной продолжительности пребывания автомобилей на поле, т. е. продолжительности сборочно-транспортных операций, отнесенной к тонне перевезенного зерна (мин/т)

#### ***Перевозки с использованием межоперационных компенсаторов.***

При перевозках с использованием в качестве передвижных межоперационных компенсаторов самоходных или прицепных бункеров работу на поле организуют следующим образом:

прокладывают разгрузочные магистрали;

за разгрузочными магистралями на все время работы в данном загоне закрепляются передвижные межоперационные компенсаторы, в которые выгружается зерно из комбайнов;

транспортные средства загружаются на разгрузочных магистралях из передвижных межоперационных компенсаторов (рис. 6.9);

если же в момент загрузки транспортного средства к разгрузочной магистрали подходит комбайн с полным бункером, то зерно выгружается из комбайна непосредственно в транспортное средство, минуя компенсатор;

с помощью специальных учетных талонов, выдаваемых машинистами компенсаторов комбайнерам и водителям.

Ходом работ на поле руководит один из машинистов компенсаторов (бригадир). Свой компенсатор он располагает на ближайшей к дороге разгрузочной магистрали. При отсутствии в хозяйстве необходимого количества компенсаторов бригадир направляет на «свободные» разгрузочные магистрали поочередно прибывающие с тока автомобили уборочно-транспортной бригады.

Такая организация взаимодействия машин уборочно-транспортной бригады дает возможность сократить простои уборочных агрегатов в ожидании разгрузки,

исключить простои транспортных средств в ожидании погрузки, применять автопоезда (при прокладке разгрузочных магистралей транспортные средства движутся по накатанным полосам, что резко снижает сопротивление качению), полностью использовать грузоподъемность транспортных средств

Для определения оптимальной емкости межоперационного компенсатора уборочно-транспортную бригаду представим как систему массового обслуживания с потерями (простой комбайна с полным бункером в ожидании разгрузки равносильна потере заявки).

В настоящее время на уборке зерновых используются комбайны с вместимостью бункеров от 1,8 до 3,0 м<sup>3</sup>.

**Перевозки с использованием межсменного компенсатора.** Значительно повышая эффективность работы автомобилей, схема перевозок с использованием межоперационных компенсаторов не дает возможности реализовать такой важный резерв роста производительности транспортных средств, как увеличение продолжительности их работы на линии. Продолжительность работы комбайнов обычно не превышает 12—14 ч, продолжительность пребывания автомобилей на линии может быть доведена до 18—20 ч

Для организации эффективной двухсменной работы транспортных средств при односменной работе комбайнов необходимо создать на поле межсменный задел зерна.

В принципе такой задел может быть создан с помощью только межоперационных компенсаторов. Но для этого их грузоподъемность должна быть увеличена в 8—10 раз (с 6—8 т до 50—80 т). Использование же столь металлоемких и соответственно дорогих компенсаторов сделало бы применение данной схемы перевозок, экономически невыгодным.

Простейший межсменный компенсатор может представлять собой укатанную площадку, покрытую брезентовым полотнищем, с находящимся на ней зернопогрузчиком.

При перевозках зерна с использованием межсменного компенсатора работа строится следующим образом:

на поле прокладывают разгрузочные магистрали, за которыми закрепляют мобильные межоперационные компенсаторы;

зерно из бункеров комбайнов выгружается в мобильные межоперационные компенсаторы, которые доставляют зерно на межсменный компенсатор, располагающийся между разгрузочными магистралями рядом с дорогой;

транспортные средства загружаются зернопогрузчиком на межсменном компенсаторе и перевозят зерно на ток в течение двух-трех смен.

Если хозяйство имеет возможность организовать перевозку зерна с использованием нескольких межсменных компенсаторов. (в одном или разных отделениях) целесообразно создать автоотряд, который бы вывозил зерно со всех компенсаторов. В состав такого автоотряда необходимо также включить мощный зернопогрузчик типа ЗПН-100.

Наличие нескольких межсменных компенсаторов позволит осуществлять широкое маневрирование транспортными средствами. Так, в зависимости от наличия зерна на разных компенсаторах и расстояния перевозки его вывозка может производиться днем или ночью в течение одних или нескольких суток. В состав отряда могут дополнительно привлекаться автомобили с других участков или, наоборот, часть автомобилей отряда может выделяться для перевозок зерна на элеватор и т. п.

В качестве мобильных межоперационных компенсаторов целесообразно использовать тракторные поезда или автомобили (тракторные прицепы)-перегрузчики. В последнем случае представляется возможным часть зерна загружать непосредственно в транспортные средства, минуя межсменный компенсатор

## 2. Перевозки силосной массы, сенажа других кормов

Чтобы заложить массу в сжатые сроки с наименьшими затратами труда и средств, необходимо прежде всего хорошо подготовить к уборочному сезону уборочную и транспортную технику, скомплектовать силосоуборочные агрегаты, соответствующим образом подготовить поля, выделить необходимое количество транспортных средств, четко организовать труд во время уборки и закладки силосной массы.

**Подготовка транспортник средств.** На перевозке зеленой массы используют как автомобильный, так и тракторный транспорт. Колесные тракторы с прицепами наиболее эффективно использовать при расстоянии перевозки до 3—5 км и низкой урожайности убираемой культуры.

Подготовка транспортных средств к перевозкам зеленой массы заключается в изготовлении разгрузочных и защитных приспособлений и установке надставных бортов.

При перевозке зеленой массы автомобилями-самосвалами, за исключением ГАЗ-53Б, необходимо заменить задний борт откидной решеткой, которая навешивается на стойки, устанавливаемые в задней части кузова. К нижней части решетки привариваются специальные лапки, удерживающие решетку в транспортном положении. Опущенная решетка должна быть наклонена в сторону кузова на 10—15°, что обеспечивает его более плотное закрытие.

Откидная решетка позволяет уплотненной в процессе движения автомобиля массе беспрепятственно сползать из кузова при его подъеме; стандартный же задний борт задерживает движение массы, из-за чего требуется ручная доочистка кузова.

Для предотвращения потерь зеленой массы от выдувания при движении от комбайна до места разгрузки автомобиля следует снабдить веревочными крупноячеистыми сетками, набрасываемыми на кузов после загрузки. Общие потери зеленой массы при уборке и транспортировке не должны превышать 1,5—3,0%. Часто при движении автомобилей по полю жалюзи радиаторов забиваются измельченной массой, листьями и стеблями кукурузы, что вызывает перегрев двигателей. Чтобы избежать этого, перед радиатором ставят металлическую сетку или натягивают марлю.

**Организация работы транспортных средств.** Для уборки, вывозки и закладки зеленой массы необходимо создать комплексные уборочно-транспортные бригады, работающие по заранее составленному графику-заданию. Бригады комплектуют из комбайнеров, трактористов, водителей, вспомогательных рабочих. Возглавляет ее бригадир тракторной бригады и зоотехник, ответственный за работу у силосного сооружения.

Чтобы своевременно убрать, вывезти и заложить зеленую массу, работу комплексных бригад организуют в две смены. Создание комплексных бригад предусматривает групповой метод работы комбайнов на одном или смежных загонах. При этом целесообразно использовать одномарочные агрегаты.

Возможны три варианта закрепления транспортных средств за комбайнами: 1) комбайны работают в разных загонах — транспортные средства закреплены за всей группой; 2) комбайны работают в одном загоне — транспортные средства закреплены, как и в первом варианте, за всей группой; 3) комбайны работают на разных загонах — транспортные средства закреплены за каждым агрегатом.

В первом случае удастся наиболее четко учитывать выработку каждого комбайна и качество работы. Остановка одного из агрегатов не влияет на работу остальных агрегатов. Этот вариант позволяет наиболее полно использовать транспортные средства.

Во втором варианте производительность уборочных агрегатов и транспортных средств несколько ниже и затруднен учет выработки и качества работы каждого агрегата. Достоинство — при остановке одного агрегата из-за неисправности к комбайнеру на помощь могут прийти другие комбайнеры.

Наименее удачен третий вариант. Здесь ухудшается использование транспортных средств. По существу этот вариант не отличается от индивидуального использования агрегата со всеми его недостатками и сопровождается большими потерями времени из-за простоев по организационным и техническим причинам.

При работе с комбайнами КС-2,6 и КС-1,8 транспортные средства загружаются на ходу. Они подъезжают к комбайну таким образом, чтобы середина кузова оказалась под выходным отверстием выгрузного транспортера комбайна. Скорости движения агрегата и транспортного средства должны быть одинаковыми. Кузов следует загружать до уровня надставных бортов равномерно. Для этой цели транспортное средство перемещается вперед-назад относительно выгрузного транспортера.

Во время загрузки автомобиля нельзя находиться в кузове работникам, занятым разравниванием массы.

Необходимо тщательно продумать вопросы механизации разгрузки автомобилей. Применение при выгрузке массы в траншеи буксировка автомобилей тракторами приводит к преждевременному износу автомобилей.

Зеленую массу следует разгружать у подножия кургана, основания силоса в траншее или с разгрузочной эстакады. Дальнейшая ее транспортировка осуществляется трактором с помощью разгрузочной сетки или бульдозером.

Для расчета потребности в транспортных средствах необходимо установить время пребывания их на поле  $T_{\Pi}$ . Оно складывается из времени погрузки  $T_{\text{погр}}$ , переездов по полю  $T_{\text{пер}}$  и ожидания  $T_{\text{ож}}$ . Время ожидания погрузки обязательно необходимо учитывать, иначе будут простаивать уборочные агрегаты.

$T_{\text{погр}}$  может быть определено (при известной производительности комбайна)

$$T_{\text{погр}} = \frac{g_H \cdot \gamma}{W_K},$$

где  $W_K$  – производительность комбайна, т/час.

Время переездов определяется как

$$T_{\text{пер}} = \frac{l_{\Gamma}}{V_{\Pi}}$$

где  $l_{\Gamma}$  – длина гона, км;

$V_{\Pi}$  – скорость движения, т.е. по полю, км/час.

Для расчетов  $V_{\Pi}$  принимается обычно 16 км/час.

Время ожидания погрузки составляет при одиночной работе комбайнов 5 мин/цикл, при групповой – 2 мин/цикл. Таким образом для одиночной работы комбайнов

$$T_{\Pi} = \frac{g_H \cdot \gamma}{W_K} + \frac{l_{\Gamma}}{V_{\Pi}} + \frac{5}{60} \approx 0,08 + 0,06 \cdot l_{\Gamma} + \frac{g_H \cdot \gamma}{W_K}, \text{ час}$$

для групповой

$$T_{\Pi} \approx 0,03 + 0,06 \cdot l_{\Gamma} + \frac{g_H \cdot \gamma}{W_K}, \text{ час}$$

Количество автомобилей для обслуживания комбайна

$$n_a = \frac{t_{\Pi}}{T_{\text{погр}}},$$

где  $t_{\Pi}$  – время цикла транспортного агрегата

$$t_{\Pi} = T_{\text{погр}} + \frac{l_p}{g_{ap}} + t_{\text{раз}} + \frac{l_p}{g_{ax}}.$$

### Пути повышения эффективности работы ТС

1. Применение на перевозках зеленой массы тракторов с прицепами, т.о. удельные приведенные затраты по ним существенно чем у автомобилей.  
(самой низкой у МТЗ – 80+2ПТС – 4 и особенно с двумя прицепами)
2. Применение оборотных прицепов.
3. Использование автопоездов с увеличенным объемом кузова.
4. Улучшение оперативного планирования и диспетчерского руководства при перевозках зеленой массы.

### 3. Перевозки животных

Транспортирование скота и птицы с мест заготовки, а также на летние пастбища и зимние стоянки имеет большое значение в производстве мяса и мясопродуктов.

*Применяются следующие способы доставки скота — перегон и автомобильные или железнодорожные перевозки.*

*Перегон в последнее время утрачивает свое значение, и основное внимание уделяется перевозке скота по железной дороге и особенно автомобильным транспортом.*

Транспортирование животных сопровождается изменением привычного режима их содержания. Новые условия размещения, кормления, поения, изменение скорости движения автомобилей, тряска в пути, погрузка и выгрузка вызывают у животных нервное возбуждение, беспокойство, отказ от корма, травмирует их и т. п. Проявление физиологических реакций у перевозимых животных выражается в их утомлении, потере веса.

*Главной причиной потери веса животных является не расстояние перевозки, а ее продолжительность. Увеличение расстояния перевозки без превышения времени нахождения в пути не вызывает ощутимого нарастания потерь веса.*

При транспортировании животных к подвижному составу предъявляются дополнительные требования:

создание условий, обеспечивающих минимальные потери живого веса и снижающих повреждения животных во время движения автомобиля;

обеспечение удобной погрузки и выгрузки животных при минимальных простоях автомобилей на этих операциях;

возможность использования автомобилей в период сезонных спадов в объемах перевозок животных для других целей.

При перевозках необходимо использовать специализированные автомобили, если их нет или недостаточно используют бортовые автомобили с обязательным наращиванием бортов высотой до 1,5...2 м в зависимости от видов животных. В зимнее время необходимо их оборудовать тентом. Для защиты от холодного ветра к переднему борту прикрепляют щит.

При перевозке овец, свиней, телят для предупреждения их скучивания на подъемах, спусках и при торможении кузова автомобилей разделяют перегородками на два-три отсека. Крупный рогатый скот привязывают к скобам или кольцам головой вперед по ходу движения.

Для предупреждения сверхнормативных потерь веса и травмирования животных необходимо строго соблюдать нормы погрузки скота в автомобили. Приблизленно площадь, необходимая для размещения одного животного, может быть определена:

$$S = 0.0013\sqrt[3]{G^2}, \text{ м}^2$$

где G — вес животного, кг.

Животных следует перевозить с учетом климатических условий данной зоны. На юге страны в жаркое время года необходимо скот (особенно свиней) доставлять ранним утром, вечером или ночью.

#### 4. Перевозки и внесение удобрений

Все удобрения делятся на органические и минеральные, а по состоянию их вещества — на жидкие и твердые. В свою очередь, твердые удобрения подразделяются на активнораспыляемые (большинство минеральных) и пассивнораспыляемые (почти все органические).

*К наиболее важным физико-механическим свойствам всех видов твердых удобрений, влияющих на работу машин, относятся: влажность, гигроскопичность, объемный вес, гранулометрический состав, сыпучесть, слеживаемость, вязкость, липкость, рассеиваемость и т. д.*

*Из-за неодинаковых физико-механических свойств основных видов удобрений вносятся они в почву различными комплексами машин, которые в зависимости от организационно-хозяйственных условий работают по бесперевалочной (прямоточной), перегрузочной или перевалочной технологиям.*

Организационно-хозяйственные условия включают наличие техники для погрузки, транспортировки и внесения удобрений; продолжительность и сроки внесения; дозу (норму) внесения; размер участка поля, подлежащего обработке; состояние дорог; расстояние перевозки и т. д.

*Бесперевалочная* (ферма-поле) (ПРП-10, ПРТ-16, РОУ-6, РМГ-4) технология внесения характеризуется тем, что удобрения транспортируют и разбрасывают одним и тем же автомобильным или тракторным агрегатом, например, твердые известковые, минеральные и органические, а также жидкие удобрения и в виде суспензия (навозная жижа и полужидкий навоз).

Тогда продолжительность операций внесения подсчитывается по формуле

$$T_{\Pi} = \frac{100g_H \gamma}{B_p \vartheta_p H \varphi_p},$$

где  $B_p$  – рабочая ширина разбрасывания, м;

$H$  – норма внесения, т/га;

$\varphi_p$  – коэффициент рабочих ходов.

*Для перегрузочной технологии* характерна перегрузка удобрений из транспортных машин (агрегатов) в рабочие (разбрасыватели, туковые сеялки, культиваторы-растениепитатели) непосредственно на загоне, минуя выгрузку на перевалочных площадках. Эта технология используется при внесении твердых непылящих и пылевидных минеральных, известковых удобрений, а также жидких в виде «чистых» растворов (жидкий и водный аммиак).

(Рациональное расстояние перевозки 15...20 км)

При *перевалочной технологии* (ферма-бурт-поле) необходимо наличие полевой перевалочной площадки, на которой разгружаются доставляемые удобрения в кучи или штабеля и затем загружаются рабочие машины погрузчиками или вручную.

Перевалочная технология наиболее целесообразна при внесении твердых непылящих минеральных, известковых и органических удобрений.

Пылевидные удобрения из-за значительных потерь при их перевалке вносить по этой технологии не рекомендуется.

Организация транспортировки и внесения каждого из видов удобрений должна предусматривать выбор и подготовку к работе соответствующих погрузочных, транспортных и специальных машин, подготовку поля, рациональное комплектование как отдельных агрегатов, так и групп, выбор технологии внесения, наиболее отвечающей условиям ее применения, а также определение экономической эффективности производственного процесса в целом.



## 5. Механизация погрузо-разгрузочных работ

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

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

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

*Стационарные погрузочно-разгрузочные средства* закреплены на фундаменте или каким-то другим способом и в процессе работы их рамы не могут перемещаться.

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

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

По принципу действия различают погрузочно-разгрузочные средства циклического и непрерывного действия. При циклическом принципе работы (экскаваторы, автокраны и др.) грузят и разгружают груз отдельными порциями или штуками (твердый, крупногабаритный грузы).

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

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

### **Производительность погрузочно-разгрузочных средств.**

При эксплуатационных расчетах необходимо определить техническую производительность погрузочно-разгрузочных средств. Под технической производительностью погрузчиков (разгрузчиков) понимается количество груза (т), перегружаемое за час циклового (оперативного) времени в заданных условиях эксплуатации и при фактическом использовании их технических параметров.

Ниже приведены методы расчета технической производительности различных типов погрузочно-разгрузочных средств.

Производительность ленточных транспортеров:

$$W_{n-p} = 3,6 g_{zp} \cdot \vartheta,$$

где  $g_{zp}$  — масса груза на 1 пог. м., кг/м;

$\vartheta$  — скорость движения ленты, м/с.

При перевозке штучных грузов

$$g_{zp} = G_{zp} / a,$$

а сыпучих или навалочных

$$g_{zp} = 1000 F \psi \sigma,$$

где  $G_{zp}$  — масса единичных грузов, кг;

$a$  — расстояние между грузами, м;

$F$  — максимальная площадь поперечного слоя перегружаемого груза, м<sup>2</sup>;

$\psi$  — коэффициент заполнения ленты транспортера (для свеклы, торфа, руды 0,3...0,6; для пшеницы, ржи, песка 0,3...0,5);

$\sigma$  — объемный вес груза, т/м<sup>3</sup>.

Площадь сечения груза зависит от угла естественного откоса и ширины ленты

$$F = \frac{B_{\text{л}}^2}{4} \cdot \operatorname{tg} \rho, \text{ м}^2,$$

где  $\rho$  - угол естественного откоса, град;

$B_{\text{л}}$  - ширина ленты, м.

Скорость ленты транспортера для отдельных грузов находится в следующих пределах, м/сек:

пшеница, рожь, ячмень	2,5...4,0
овес, подсолнечное семя	2,5...3,5
торф, уголь, руда, камень	1,0...1,6
мука, цемент, апатит	0,8...1,0
соль, песок, графит, щебень	1,0...2,5

#### Производительность скребковых транспортеров

$$W_{n-p} = 3600 \times F \cdot v \cdot \psi \cdot \sigma \cdot \varphi_a, \text{ т/ч},$$

где  $F$  - рабочая площадь сечения желоба,  $\text{м}^2$ ;

$v$  - скорость движения скребков (0,5...1,0 м/с);

$\varphi_a$  - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона транспортера;

$\psi$  - коэффициент заполнения желоба;

$\sigma$  - объемный вес груза,  $\text{т/м}^3$

#### Производительность винтовых конвейеров (шнеков):

$$W_{n-p} = 60 \frac{\pi D^2}{4} S \cdot n \cdot \psi \cdot \sigma \cdot \varphi_a, \text{ т/ч},$$

где  $D$  — диаметр винта, м;

$n$  - число оборотов винта ( $n=50...100$ ), об/мин;

$S$  - шаг винта, м;

$\psi$  - коэффициент заполнения винта;

$\varphi_a$  - коэффициент, зависящий от угла наклона винта.

Шаг винта принимается:

для зерновых и других сыпучих грузов  $S=(0,8—1,0)D$ ;

для крупнокусковых и тяжелых грузов  $S=(0,5—0,7)D$ .

Коэффициент заполнения зависит от характера груза

неабразивные, $\sigma=0,4...0,8 \text{ т/м}^3$	0,4
полуабразивные мелкокусковые, $\sigma=0,64...1,2 \text{ т/м}^3$	0,3
тяжелые малоабразивные	0,25
тяжелые абразивные и вязкие	0,125

Коэффициент  $\varphi_a$  равен при угле наклона  $5^\circ - 0,90$ ;  $10^\circ - 0,80$ ;  $15^\circ - 0,70$ ;

$20^\circ - 0,65$ .

#### Производительность ковшовых элеваторов:

$$W_{n-p} = 3,6 \frac{\mathcal{E}}{\alpha} v \psi \sigma, \text{ м/ч},$$

где  $\mathcal{E}$  — емкость ковша, л;

$\alpha$  — расстояние между ковшами, м;

$v$  — скорость движения ковшей, м/с;

$\psi$  — коэффициент наполнения ковшей грузом;

$\sigma$  — объемный вес груза,  $\text{т/м}^3$ .

Коэффициент наполнения ковшей  $\psi$  для различных грузов находится в пределах:

зерновые продукты	0,75...0,90
продукты размола	0,80...1,0

песок и земля	0,70...0,80
уголь мелкий	0,70...0,80
уголь средних размеров	0,60..0,70
тяжелые и крупнокусковые грузы	0,50...0,66

#### **Производительность цепных конвейеров**

$$W_{n-p} = \frac{3600}{l} \cdot \mathcal{Q}, \text{ шт/ч,}$$

где  $l$  — расстояние между крюками, м;

$\mathcal{Q}$  - скорость перемещения цепи, м/с.

#### **Производительность пневматических установок**

$$W_{п-р} = 3,6 \gamma_v \nu_v \mu, \text{ т/ч,}$$

где  $\gamma_v$  – плотность атмосферного воздуха, принимаемая 1,2 кг/м<sup>3</sup>

$\nu_v$  – расход воздуха, м<sup>3</sup>/с;

$\mu$  – весовая концентрация смеси (отношение веса перемещаемого груза к весу расходуемого воздуха в единицу времени).

Расход воздуха равен

$$\mathcal{Q}_v = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \mathcal{Q}_p, \text{ м}^3/\text{с,}$$

где  $d$  – внутренний диаметр трубопровода, м;

$\mathcal{Q}_p$  – рабочая скорость воздуха, м/с.

Значения  $\mu$  и  $\mathcal{Q}_p$  для различных грузов следующие

$\mu$	$\mathcal{Q}_p$	
зерно	5—25	22—26
цемент	20—100	9—25
угольная пыль	20—100	6—20
песок	3—20	30—70

#### **Производительность (пропускная способность) бункерных устройств**

$$W_{п-р} = 3600 F_0 v, \text{ т/час}$$

где  $F_0$  - площадь выпускного отверстия, м<sup>2</sup>;

$v$  - скорость истечения груза через отверстие, м/сек (0,5...2,0 м/с, большие значения относятся к хорошо сыпучим грузам).

#### **Производительность погрузчиков и разгрузчиков периодического действия**

$$W_{п-р} = G_{гр} n_{ц}, \text{ т/ч,}$$

где  $G_{гр}$  - количество груза, перемещаемое за один рабочий цикл, т;

$n_{ц} = 3600/T_{ц}$  - число рабочих циклов в течение одного часа работы;

$T_{ц}$  - продолжительность рабочего цикла, мин.

#### **Производительность подвесной дороги**

$$W = T_{тел} G_{гр} n_{ц}, \text{ т/ч,}$$

где  $T_{тел}$  - количество тележек или тельферов;

$G_{гр}$  - количество груза, перемещаемое за один рабочий цикл;

$n_{ц}$  - число циклов (оборотов) тележек или тельферов за 1 час.

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

### **1. 17 Лекция №17 ( 2 часа).**

**Тема:** «Технико-эксплуатационные показатели использования подвижного состава»

#### **1.17.1 Вопросы лекции:**

1 Условия эксплуатации ПС

- 2 Техничко-эксплуатационные показатели использования ПС
- 3 Производительность ПС
- 4 Определение потребности в транспортных средствах

### **1.17.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1 Условия эксплуатации ПС**

Эксплуатация ПС – особенности осуществления перевозок, определяемые различными сочетаниями транспортных, дорожных, климатических и организационно-технических условий.

Условия эксплуатации по характеру влияния на техническое состояние автомобиля могут быть подразделены на следующие группы:

#### **1. Транспортные**

*Вид груза;*

*Объем перевозок и партионность;*

*Расстояние перевозок;*

*Условия погрузки и загрузки;*

*Особенности организации перевозок*

#### **2. Климатические**

*Температура воздуха* – в условиях России низкие температуры. Зимой двигатель систематически работает в переохлажденном состоянии. Необходимо его периодически прогревать, что значительно увеличивает износ.

Ухудшение пуска дизельного двигателя при низкой температуре обусловлено в первую очередь снижением температуры воздуха, сжатого в цилиндрах двигателя (должна быть не менее 350-380 С), что приводит к плохому воспламенению топлива, ухудшению его прокачиваемости и распыла. Пуск холодного двигателя затрудняется также по причине увеличения сопротивления вращению коленчатого вала двигателя и уменьшения пускового момента стартера.

При низкой температуре пуск двигателя затрудняется также вследствие недостаточного напряжения искры в свече зажигания, вследствие охлаждения аккумуляторной батареи.

С понижением температуры электролита на 1<sup>0</sup> С напряжение АКБ и её емкость уменьшаются на 1-1,5%.

При эксплуатации в условиях повышенной температуры окружающего воздуха уменьшается количество тепла, отводимого радиатором, двигатель перегревается, работает с детонацией, мощность снижается.

*Барометрическое давление.*

С увеличением высоты дороги над уровнем моря возрастает разреженность воздуха, что приводит к уменьшению наполнения цилиндров двигателя или коэффициента избытка воздуха, снижается мощность двигателя, увеличивается расход топлива. С увеличением высоты подъема на каждые 1000 м расход топлива увеличивается на 5-8%.

#### **2.3 Влажность воздуха**

Повышенная влажность воздуха снижает топливную экономичность автомобиля, скорость и безопасность движения.

#### **3. Организационно-технические**

*Режим эксплуатации* автомобиля характеризуется режимом движения и нагрузкой автомобиля. Режим движения автомобиля определяется скоростью движения, частотой торможений, разгонов и остановок.

Скорость движения, как известно, зависит от дорожных условий и нагрузки. Ухудшение дорожных условий или увеличение нагрузок вызывает необходимость увеличения мощности, подводимой к ведущим колесам. В результате скорость понижается, меняется режим работы двигателя, соответственно меняется режим движения автомобиля. Переменный режим работы вызывает ускоренный износ сопряжений.

### *Организация ТО и ремонта, хранение ПС*

Более позднее зажигание или уменьшение угла опережения зажигания на  $15...20^\circ$  приводит к увеличению расхода топлива на 15% и падению мощности на 10%.

Поэтому высококачественное и своевременное ТО автомобиля, применение соответствующих эксплуатационных материалов и соблюдение правил технической эксплуатации дают возможность значительно повысить надежность и долговечность автомобиля, безопасность движения.

Хранение – гаражное или безгаражное.

*Организация и режимы работы водителей*

*Квалификация водителей и ремонтно-обслуживающего персонала.*

Мастерство вождения заключается в том, чтобы при данных профиле дороги и дорожной обстановке выдержать наибольшие средние скорости движения в заданных эксплуатационных условиях. Высокое мастерство вождения обеспечивает повышение межремонтных пробегов (до 60%) и экономию топлива (до 20%).

#### **4. Дорожные условия**

*Прочность и ровность дорожных покрытий;*

*Продольный и поперечный профиль;*

*Состояние дорожного покрытия в разные времена года;*

*Интенсивность движения.*

В зависимости от назначения и интенсивности движения автомобильные дороги подразделяются на 5 категорий. Каждая техническая категория характеризуется соответствующими значениями технических нормативов, к которым относятся – расчетная скорость движения, ширина проезжей части и земляного полотна, предельный продольный уклон, расстояние видимости и ряд других.

Категория дорог	Расчетная интенсивность движения, авт/сутки	Расчетная скорость, км/ч	Число полос	Ширина проезжей части, м	Ширина полосы движения, м	Наименьший радиус кривых в плане, м
I	Более 7000	150	4-6	15,0	3,75	1000
II	3000...7000	120	2	7,5	3,75	600
III	1000...3000	100	2	7,0	3,5	400
IV	200...1000	80	2	6,0	3,0	250
V	Менее 200	60	1	4,5	-	125

Дороги I и II технической категории имеют усовершенствованное покрытие – цементно-бетон армированный, асфальтобетон и т.д.

Дороги III и IV категории – улучшенное покрытие гравий с асфальтом.

V может быть с гравийным покрытием.

Дороги IV и V 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.

Категория условий эксплуатации и	Условия эксплуатации	Техническая категория дорог	Коэффициент, корректирующий периодичность ТО
I	Автомобильные дороги с асфальтовым покрытием, цементно-бетонным и приравненным к ним покрытиям за пределами пригородной зоны Автомобильные дороги с асфальто-бетонным и приравненным к ним покрытием в пригородной зоне, улицы небольших городов	I, II, III  I, II, III	1.0
II	Автомобильные дороги с асфальтобетонным,	I, II, III	0.8

	цементно-бетонным и приравненные к ним покрытием в горной местности, улицы больших городов Автодороги с щебеночным или гравийным покрытием Автомобильные грунтовые профилированные и лесовозные дороги	IV, V V	
III	1. Автодороги с щебеночным покрытием или гравийным покрытием в горной местности 2. Непрофилированные дороги и стерня 3. Карьеры, котлованы, временные подъездные пути	IV, V - -	0.6

Совокупный экономический эффект от улучшения дорожных условий складывается из следующих основных составляющих:

- Снижение себестоимости перевозок;
- Сокращение числа ДТП;
- Сокращение числа тракторов, занятых на буксировании автомобилей в периоды бездорожья;
- Сокращение потерь транспортируемой продукции.

## 2 Техничко-эксплуатационные показатели использования ПС

Для оценки эффективности использования транспортных средств, сравнения показателей их работы в различных условиях, а также определения резервов улучшения эксплуатации транспорта применяют систему показателей.

Различают показатели грузоподъемности, пробеговые показатели, временные и скоростные показатели.

### 2.1 Грузоподъемность ПС

Оснащенность хозяйств автотранспортом различна как по количественному составу, так и по грузоподъемности.

К показателям грузоподъемности ПС относят:

- суммарный тоннаж автопарка хозяйства
- средняя грузоподъемность единицы ПС
- коэффициент использования грузоподъемности (статический и динамический).

*Суммарный тоннаж автопарка хозяйства равен:*

$$\sum q = A_1 \cdot q_1 + A_2 \cdot q_2 + \dots + A_n \cdot q_n,$$

где  $A_1, A_2, A_n$  – количество единиц ПС соответствующей марки;

$q_1, q_2, q_n$  – номинальная грузоподъемность единицы ПС соответствующей модели.

*Средняя грузоподъемность единицы ПС*

Определяется как средневзвешенная величина

$$q_{cp} = \frac{A_1 \cdot q_1 + A_2 \cdot q_2 + \dots + A_n \cdot q_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

*Коэффициент использования грузоподъемности*

Используются два коэффициента использования грузоподъемности статический и динамический.

Коэффициент статического использования грузоподъемности определяется отношением количества фактически перевезенного груза к количеству груза, которое могло быть перевезено при полном использовании грузоподъемности.

$$\gamma_z^{cm} = \frac{\sum Q_T}{Q_H \cdot n_e},$$

$Q_T$  – масса перевезенного груза;

$Q_H$  – номинальная грузоподъемность;

$n_e$  – количество ездов с грузом.

Коэффициент динамического использования грузоподъемности равен отношению фактически выполненной работы в т-км к возможной при полном использовании грузоподъемности.

$$\gamma_z^{\partial} = \frac{\sum P_{\phi}}{\sum P_B} = \frac{Q_{T1} \cdot L_{Г1} + Q_{T2} \cdot L_{Г2} + \dots + Q_{Tn} \cdot L_{Гn}}{Q_H (L_{Г1} + L_{Г2} + \dots + L_{Гn})}$$

где  $L_{Г}$  – пробег с грузом;

$Q_H$  – номинальная грузоподъемность.

Между статическим и динамическим коэффициентом существует связь:

$$\gamma_z^{cm} = \frac{L_{ez}}{L_n} \cdot \gamma_z^{\partial}$$

То есть статический коэффициент использования грузоподъемности равен динамическому, умноженному на отношение среднего расстояния груженой ездки к среднему расстоянию перевозки.

На величину коэффициента использования грузоподъемности влияют плотность груза, способ перевозки грузов, тип тары и упаковки, способ укладки в кузове, тип и размеры кузова, дорожные условия, организация перевозок.

В зависимости от степени использования грузоподъемности автомобиля грузы подразделяют на классы.

## 2.2 Пробеговые показатели

К пробеговым показателям относятся

- среднее расстояние груженой ездки;
- среднее расстояние перевозки 1 т груза;
- коэффициент использования пробега.

*Среднее расстояние груженой ездки* показывает средний пробег, совершаемый транспортным средством за одну ездку от пункта погрузки до пункта выгрузки и определяется по формуле:

$$l_{zp} = \frac{\sum L_{zp}}{n_e}$$

$L_{zp}$  – общий пробег ПС с грузом;

$n_e$  – количество ездов с грузом.

*Среднее расстояние перевозки грузов* определяют делением всего объема работы в т-км на количество перевозимого груза при выполнении этой работы.

$$L_{\Pi} = \frac{\sum P}{\sum Q_T},$$

$P$  – объем работы в т-км;

$Q$  – объем перевозок, т

Представленные показатели будут равны если равны статический и динамический коэффициент использования грузоподъемности.

При работе транспорта его пробег подразделяется на производительный (пробег с грузом) и непроизводительный (пробег без груза). Их соотношение оценивается коэффициентом использования пробега.

Коэффициент использования пробега  $\beta$  характеризует степень использования груженого пробега по отношению к общему пробегу ПС за определенный промежуток времени.

$$\beta = \frac{L_{gp}}{L_0}$$

$L_{gp}$  – пробег ПС с грузом;

$L_0$  – общий пробег.

Среднее значение коэффициента использования пробега за определенное число ездов находятся как средневзвешенная величина

$$\beta_{cp} = \frac{l_{e1} \cdot n_{e1} \cdot A_1 + l_{e2} \cdot n_{e2} \cdot A_2 + \dots + l_{en} \cdot n_{en} \cdot A_n}{L_{01} \cdot n_{e1} \cdot A_1 + \dots + L_{0n} \cdot n_{en} \cdot A_n}$$

$l_e$  – расстояние груженой ездки;

$L_{0i}$  – общий пробег за каждую ездку;

$A$  – количество единиц ПС, участвующих в каждой езде.

### **2.3 Временные показатели**

К временным показателям относятся

- коэффициент выпуска на линию
- коэффициент технической готовности
- продолжительность простоя под погрузкой-разгрузкой
- средняя продолжительность нахождения в наряде.

*Коэффициент выпуска на линию*

При определении планового коэффициента выпуска на линию необходимо учитывать нормированные простои автомобиля (простои в ремонте и ТО, в зависимости от зональных условий могут быть отнесены простои из-за дорожной распутицы).

*Коэффициент выпуска на линию ПС*

$$\alpha_v = \frac{\sum AD_v}{\sum AD_x}$$

$AD_v$  – машино - дни в эксплуатации;

$AD_x$  – автомобиле - дни в хозяйстве.

*Коэффициент технической готовности*

Определяет возможность автомобилей и прицепов, находящихся в технически исправном состоянии, совершать полезную работу

$$\alpha_T = \frac{\sum AD_{tu}}{\sum AD_x}$$

$AD_{tu}$  – автомобиле – дни в технически-исправном состоянии;

$AD_x$  – автомобиле – дни в хозяйстве.

Улучшение организации ТО, перевозок, ремонта транспортных средств приводит к увеличению коэффициента технической готовности и выпуска автомобилей на линию. Кроме того, на величину коэффициентов технической готовности и выпуска автомобилей на линию существенно влияют дорожные и климатические условия, от которых зависят межремонтные пробеги автомобилей и периодичность ТО. Однако в таком виде коэффициенты не учитывают действительного времени пребывания в работе, поэтому необходимо умножить на время в наряде  $T_n$ . Также не учитывается грузоподъемность, поэтому умножаем на грузоподъемность.

Максимальное значение коэффициента выпуска на линию ПС должно быть равно коэффициенту его технической готовности.

*Продолжительность простоя под погрузкой-разгрузкой*



Для планирования нормативных значений по продолжительности простоев подвижного состава под погрузкой-разгрузкой рассчитывают среднее время этих простоев для автомобилей каждой марки с учетом объемов и структуры перевозок, выполняемых данным типом автомобиля при различных способах (механизированном, ручном) погрузочно-разгрузочных работ, а также норм времени на их выполнение.

Если требуется найти не нормативные средние значения времени простоев под погрузкой-разгрузкой, а среднее время этих простоев на основе фактически полученных данных за определенное число ездов, то нужно воспользоваться средневзвешенной величиной:

Средняя продолжительность простоя ПС по погрузкой-разгрузкой находится по зависимости:

$$t_{cp} = \frac{\sum A \cdot n_e \cdot t_{n-p}}{\sum A \cdot n_e}$$

$A$  – количество авто;

$n_e$  – количество груженых ездов;

$t_{n-p}$  – время на погрузку – разгрузку.

*Продолжительность нахождения в наряде*

$$T_n = T_m + T_0$$

*Средняя продолжительность нахождения в наряде*

$$T_n^{cp} = \frac{\sum A_j \cdot T_n j}{\sum A_j}$$

Важным фактором увеличения времени нахождения подвижного состава в наряде является увеличение числа смен работы. В период массовой уборки и вывозки урожая должна быть организована по возможности круглосуточная работа автомобилей и тракторных поездов, но не менее чем в две смены.

*Коэффициент использования суточного времени* для нахождения ПС в наряде

$$\delta_n = \frac{T_n}{24}.$$

*Коэффициент использования времени в наряде* для выполнения транспортного цикла

$$\delta_u = T_u / T_n.$$

*Коэффициент использования времени транспортного цикла для выполнения основного времени (времени движения)*

$$\delta_o = T_o / T_u.$$

Суммарное использование суточного времени подвижного состава определяется так

$$\delta = \delta_n \cdot \delta_u \cdot \delta_o.$$

## **2.4 Скоростные показатели**

К скоростным показателям относят: среднюю техническую скорость и среднюю эксплуатационную скорость.

$$V_m = \frac{L_{об}}{T_{дв}},$$

$$V_{э} = \frac{L_{об}}{T_n},$$

$T_{дв}$  – время в движении;

$T_n$  – время в наряде.

Средняя техническая скорость – это скорость движения учитывает только простои, связанные с регулированием движения (у светофоров, шлагбаумов, на переездах и т.д.). При расчете эксплуатационной скорости учитывается как время в движении, так и нормированные простои (под погрузкой-разгрузкой, взвешивание, взятие проб).

Техническая скорость зависит от динамических качеств ПС, его технического состояния, дорожных условий, квалификации водителя, а эксплуатационная, кроме того, расстояния перевозок, времени простоя на погрузочно-разгрузочных операциях.

Отношение эксплуатационной скорости и технической представляет собой коэффициент использования времени для движения:

$$\delta_{\partial\partial} = \frac{V_{\partial}}{V_T}.$$

### 3 Производительность ПС

Обобщающим показателем работы транспортных средств является производительность, т.е. выработка в т или т-км в единицу времени.

В общем виде под производительностью понимают количество производимой, перерабатываемой или перемещаемой продукции в единицу времени, которую можно отнести к часу, рабочей смене, году и т.д.

При анализе использования ПС следует различать несколько видов производительности, каждый из которых отражает влияние различных эксплуатационных факторов.

Для определения производительности необходимо учитывать распределение времени. Работа транспорта производится по циклам. Циклом транспортного процесса называется комплекс операций необходимых для доставки грузов или пассажиров. При грузовых перевозках – это ездка, на пассажирских – рейс. Время ездки складывается из следующих 4 составляющих.

- время погрузки;
- время движения с грузом;
- время разгрузки;
- время движения без груза.

Таким образом, время ездки можно представить в виде суммы:

$$t_e = t_n + t_{\partial\partial z} + t_p + t_{\partial\partial\partial}$$

$$t_{\partial\partial z} = \frac{l_{ez}}{V}$$

$$t_{\partial\partial\partial} = \frac{l_x}{V}$$

Производительность за 1 час в т.

$$W_Q = \frac{q_\phi}{t_e},$$

$$q_\phi = q_n \cdot \gamma_{cm}$$

$$t_e = t_{\partial\partial} + t_{n-p}$$

$$t_e = \frac{l_{ez} + l_x}{V_m} + t_{n-p} = \frac{l_e}{V_m} + t_{n-p}$$

$$\frac{l_{ez}}{l_e} = \beta$$

$$W_Q = \frac{q_n \cdot \gamma_{cm}}{\frac{l_{ez}}{\beta \cdot V_m} + t_{n-p}}, \text{ (т/ч) или}$$

$$W_Q = \frac{q_n \cdot \gamma_{cm} \cdot \beta \cdot V_m}{l_{ez} + \beta \cdot V_m \cdot t_{n-p}}, \text{ (т/ч)}$$

$$W_Q = \frac{q_n \cdot \gamma_d \cdot \beta \cdot V_m}{l_{ez} + \beta \cdot V_m \cdot t_{n-p}} \cdot l_{ez}, \text{ (ткм/ч)}$$

$$\text{где } \gamma_d = \frac{\sum q_{\phi} \cdot l_{ez}}{\sum q_n \cdot l_{ez}}$$

Производительность за смену:

$$W_Q = \frac{q_n \cdot \gamma_{cm} \cdot \beta \cdot V_m}{l_{ez} + \beta \cdot V_m \cdot t_{n-p}} \cdot T_H, \text{ (т/см)}$$

$$W_Q = \frac{q_n \cdot \gamma_d \cdot \beta \cdot V_m}{l_{ez} + \beta \cdot V_m \cdot t_{n-p}} \cdot l_{ez} \cdot T_H, \text{ (ткм/см)}$$

#### 4. Определение потребности в транспортных средствах

Требуемое число транспортных средств данного вида для перевозки груза с общей массой  $Q_T$  на расстояние  $L_T$

$$n_{m.a} = Q_T L_T / (D_k \alpha_k W_Q T_d) = Q_{T.G} / (D_k \alpha_k W_{QT} T_d),$$

где  $Q_T$  — масса груза, подлежащего перевозке, т;  $D_k$  — календарные сроки выполнения работы, сут;  $\alpha_k$  — коэффициент использования календарного времени;  $T_d$  — продолжительность рабочего дня, ч.

Коэффициент  $\alpha_k$  показывает, какая часть отведенных календарных дней может быть использована для работы транспорта с учетом выходных, праздничных дней, погодных условий и т.д. При этом  $D_p = D_k \alpha_k$  соответствует числу рабочих дней.

При отсутствии более точных данных усредненно можно принять  $\alpha_k = 0,90$ . Массу технологического груза для соответствующих полевых работ (внесение удобрений, посев и посадка сельскохозяйственных культур, уборка урожая и др.) определяют по формуле

$$Q_T = F_n \cdot U,$$

где  $F_n$  — площадь соответствующего поля, га;  $U$  — доза внесения удобрений, или норма высева, или урожайность, т/га.

При технологическом обслуживании посевных, уборочных и других агрегатов требуемое число транспортных средств упрощенно можно вычислить разделив общую производительность всех обслуживаемых агрегатов (т/ч) на соответствующую производительность транспортного агрегата (т/ч). Желательно при этом, чтобы вместимость кузова транспортного средства была равной или кратной вместимости бункера соответствующего технологического агрегата.

Общую потребность хозяйства в транспортных средствах определяют методами расчета состава машинно-тракторного парка рассматриваемыми ранее.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа № 1,2 ( 4 часа).**

**Тема:** «Агротехническая оценка условий и результатов работы сельскохозяйственных агрегатов»

**2.1.1 Цель работы:** Освоить методику и получить практические навыки работы с приборами и оборудованием оценки условий и результатов работы сельскохозяйственных агрегатов

#### **2.1.2 Задачи 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.

**1.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:** почвенная кювета, твердомер Ревякина, тензометрический твердомер ТМТ-1 с наборами наконечников, тензоусилитель 8АНЧ7М, осциллограф Н-700, мультиметр М890D, миллиметровая бумага, карандаш, набор почвенных сит, аналитические весы, совок, миллиметровая линейка, микрокалькулятор

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

##### **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.

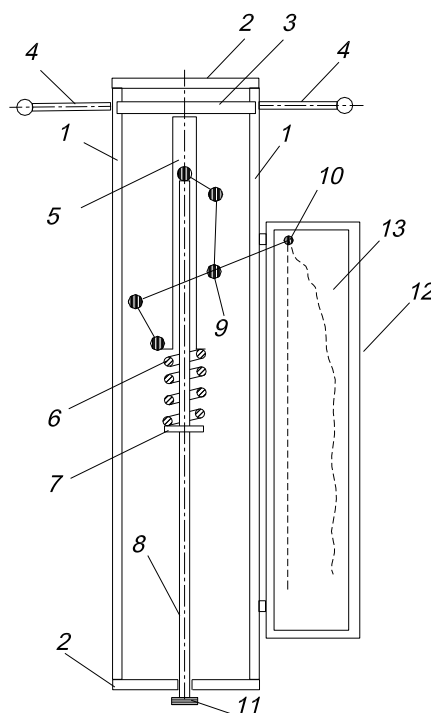


Рис. 1. Конструкция механического твердомера.

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.

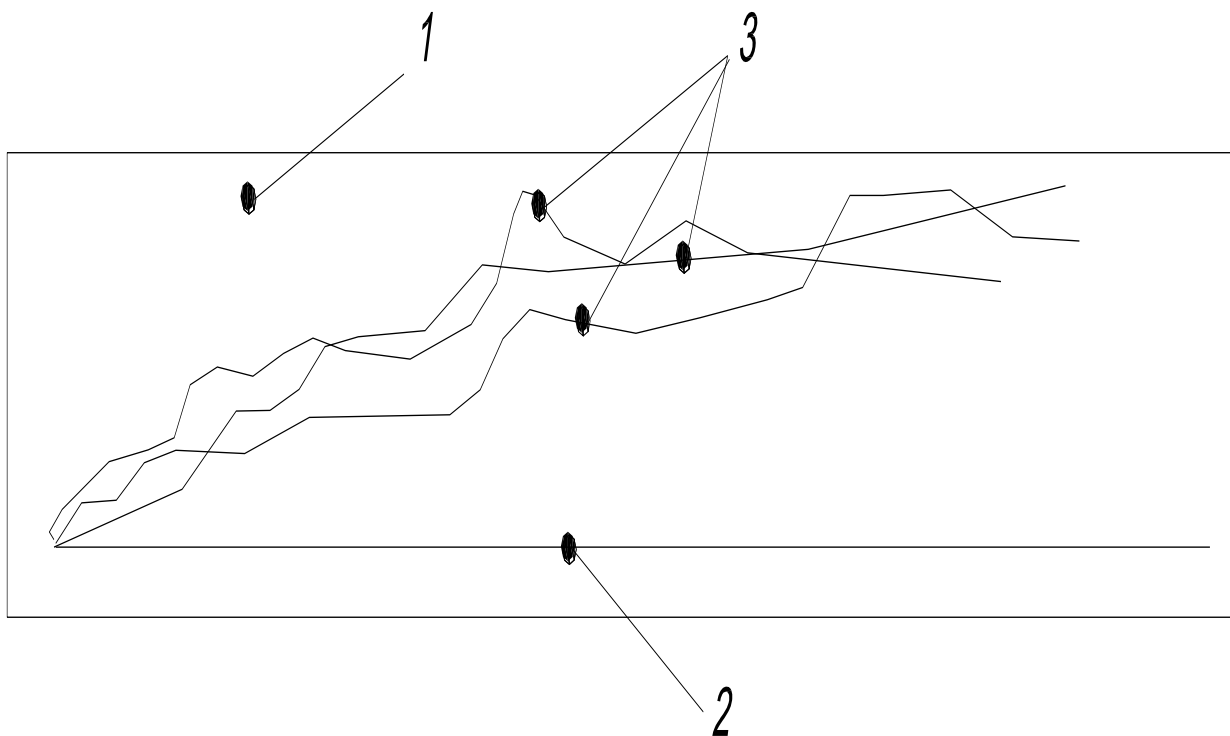


Рис. 2. Фрагмент твердограммы

При снятии каждой диаграммы проверяют качество ее записи, (отчетливость, четкость линии) и исправность работы карандаша. Острые 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.

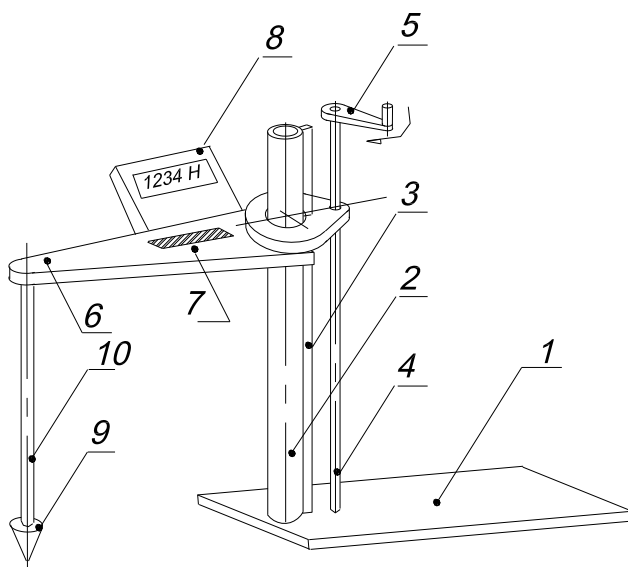


Рис. 3. Тензометрический твердомер.

#### 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.

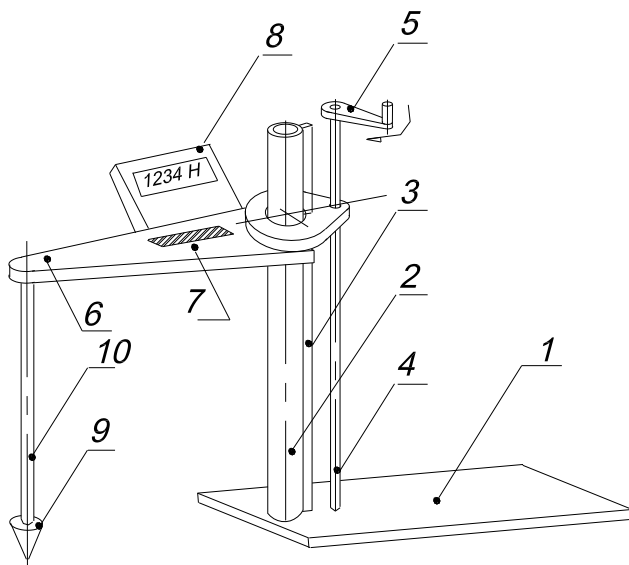




Рис. 4. Тензометрическая установка твердомера

### **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).

# 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:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}, \text{ см}$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{n-1}, \text{ см}$$

$$V = \frac{\sigma \cdot 100}{\bar{x}}, \%$$

где:  $\bar{x}$  – 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:

$$\bar{x}_{об} = \frac{x_1^2 + x_2^2 + x_n^2}{n'}, \text{ см}$$

$$\sigma_{об} = \frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_n^2}{n'}, \text{ см}$$

$$V_{об} = \frac{\sigma_{об}}{\bar{x}_{об}} \cdot 100, \%$$

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 рассеиву 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

#### 2.2 Лабораторная работа № 3,4 ( 4 часа).

**Тема:** «Методика проведения лабораторных и полевых испытаний сельскохозяйственных машин и их рабочих органов»

**2.2.1 Цель работы:** Ознакомиться с видами и особенностями методик проведения лабораторных и полевых испытаний сельскохозяйственных машин и их рабочих органов

##### 2.2.2 Задачи 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 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Почвенная кювета, макет тензометрической лабораторной установки, тензоусилитель 8АНЧ7М, осциллограф Н-700

### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

#### **1. Назначение испытаний.**

Испытание – понятие многозначное. Оно происходит от латинского слова *examine*, 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) испытание 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 – один 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 замеряемое 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 проволоочные 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.

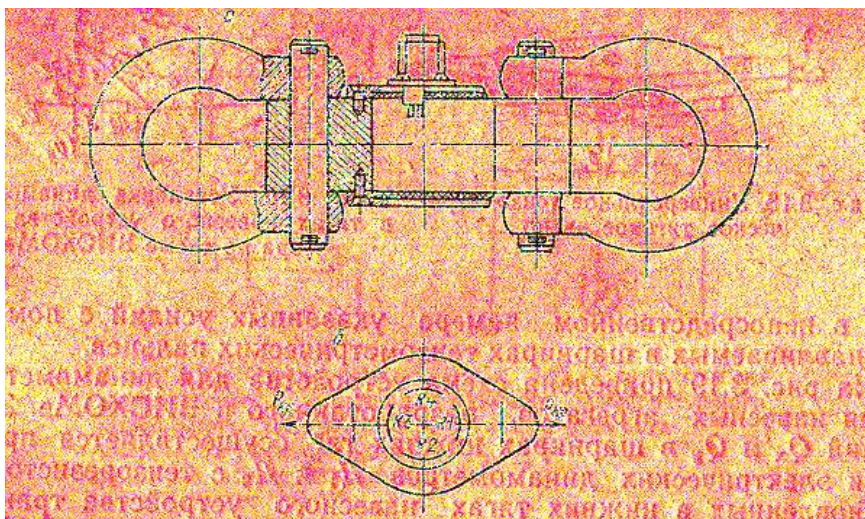


Рис. 1 Тяговое тензометрическое звено:  
а- конструктивная схема; б- принципиальная схема.

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 тензорези-



сторонах, 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.

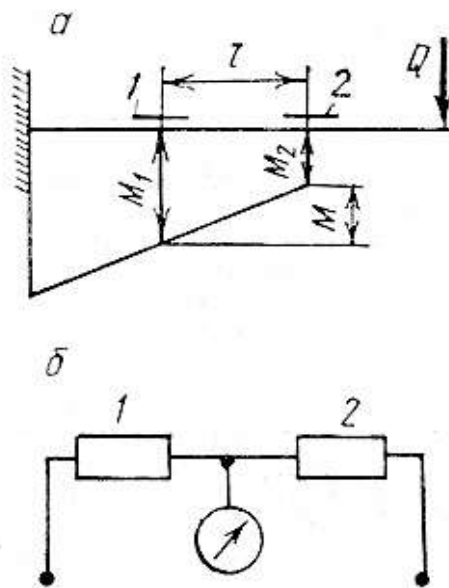


Рис. 3. Схемы тензометрического пальца консольного типа (а) и включения тензорезисторов в измерительный мост (б).

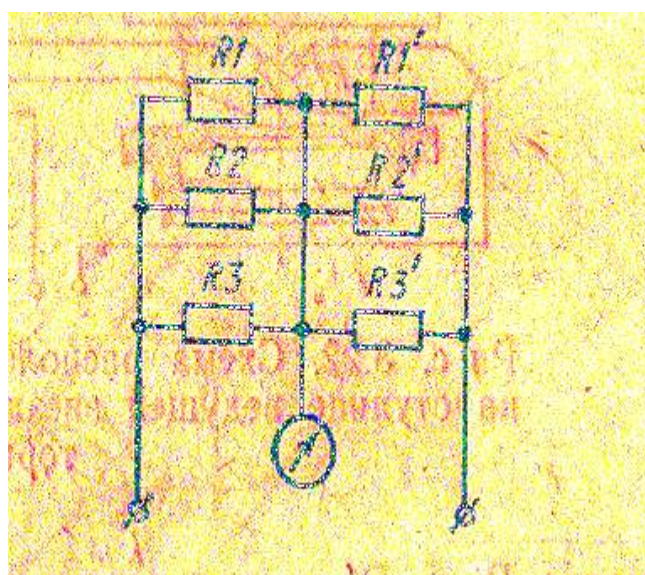


Рис. 4 Схема суммирующего измерительного полумоста.

Принципиальная схема тензометрической установки представлена на рис. 5.



$$H_p = \frac{h_{cp} \mu_p}{100 S_p},$$

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.

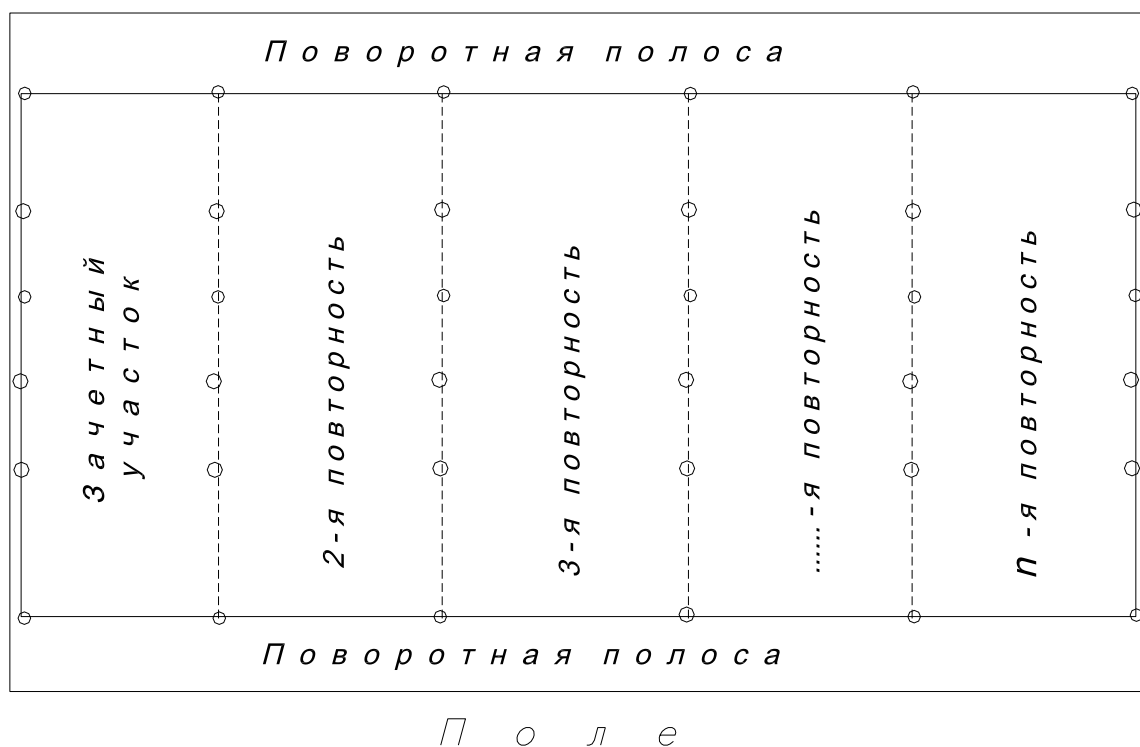


Рис.6 Схема экспериментального участка, выделенного под испытания

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

### 2.3 Лабораторная работа № 5,6 ( 4 часа).

**Тема:** «Исследование тяговых свойств трактора для заданных условий»

**2.3.1 Цель работы:** Научить студента оценивать влияние параметров двигателя, трансмиссии, ходовой части трактора, режимов их работы, свойств и состояние грунта, уклона местности на показатели тяговых свойств трактора.

**2.3.2 Задачи 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.

### 2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

### 2.3.4 Описание (ход) работы:

#### 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 сопротивление движения трактора.

#### Методические указания

Номинальная касательная сила тяги на ободу 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  $\eta_{мк} = 0,91 \dots 0,92$ ; для гусеничных  $\eta_{мк} = 0,86 \dots 0,88$ );  
 $n_n$  – 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.

$$P_c^j = \mu_n G_{сц} H, \quad (3)$$

где  $\mu_n$  – коэффициент сцепления шины (гусениц) с почвой (задан);  
 $G_{сц}$  – вес трактора, приходящийся на ведущие колеса, кН.

$$G_{сц} = (G_{тр} \rho + G_m \rho'') \cos \alpha, \quad (4)$$

где  $G_{тр}$  – вес трактора, кН;  
 $G_m$  – 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  $\rho = 0,6 \dots 0,7$  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  $\text{tg } \alpha$ ;

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

$$\varphi_{кр}^j = \frac{1000 \cdot G_T}{N_{KPM}}, \text{ гп/кВт} \cdot \text{ч}, \quad (15)$$

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	$P_K$	$P_C$	$P_g$	$P_n$	$P_y$	$P_{кр}$	$V_P$	$N_{кр}$	$\eta_T$	$g_{кр}$
1	2										
	3										
2	2										
	3										

Построение графика тягового баланса для указанных передач

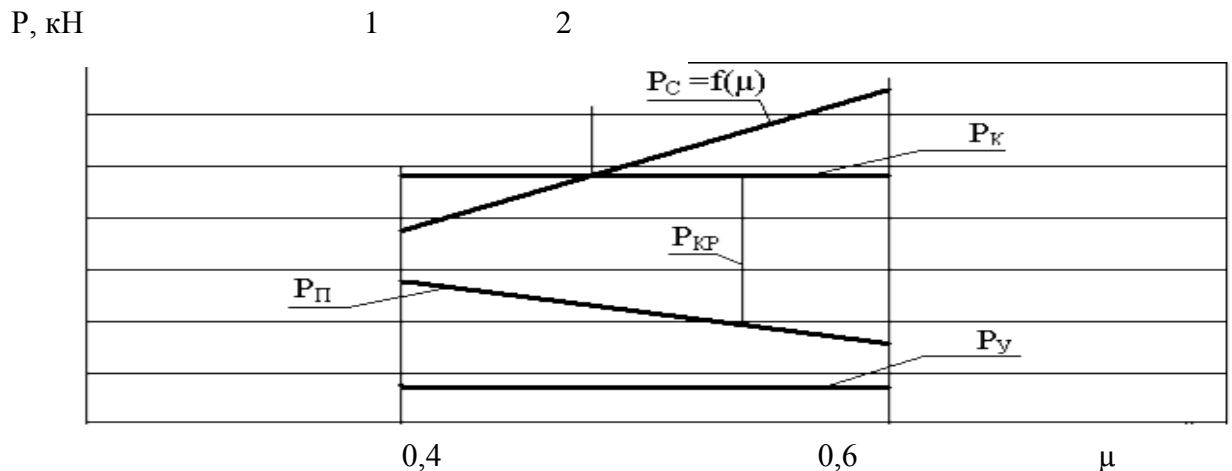


Рисунок 1 - График тягового баланса трактора: 1 - зона недостаточного сцепления ( $P_K > P_C$ ); 2 - зона достаточного сцепления ( $P_K < P_C$ ).

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?

## **2.4 Лабораторная работа № 7,8 ( 4 часа).**

**Тема:** «Определение рационального состава и режима работы тягового МТА»

**2.4.1 Цель работы:** ... Определить состав агрегата и режим его работы, обеспечивающий загрузку трактора, близкую к оптимальной, а так же оценить правильность комплектования МТА

**2.4.2 Задачи 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.

**2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

.....

**2.4.4 Описание (ход) работы:**

**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:

$$B_{np} = \frac{P_{кр} - P_{\alpha}}{K + g_m i + g_{сц} (f_{сц} + i)}; \quad \text{для прицепного агрегата} \quad (1)$$

$$B_{np} = \frac{P_{кр} - P_{\alpha}}{K_{нав} + g_m (\rho'' f_m + i)}, \quad \text{для навесного агрегата} \quad (2)$$

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?

## **2.5 Лабораторная работа № 9,10 ( 4 часа).**

**Тема:** «Комплектование пахотного агрегата»

**2.5.1 Цель работы:** скомплектовать пахотный агрегат в составе трактор ДТ-175С плуг ПЛН-4-35

**2.5.2 Задачи работы:**

- Изучить правила техники безопасности при выполнении работы.
- Ознакомиться с правилами подготовки навесного плуга ПЛН-4-35 к работе.
- Подготовить механизм навески трактора ДТ-175С для комплектования с плугом ПЛН-4-35, навесить его и отрегулировать нормальное боковое качание плуга в рабочем положении.
- Изучить рекомендации по работе пахотного агрегата на загоне.

**2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

трактор ДТ-175, плуг ПЛН-4-35, автоматическая сцепка СА-2, набор слесарного инструмента, линейка металлическая, отвес, мел, прокладка деревянная высотой 10 см., плакаты.....

#### 2.5.4 Описание (ход) работы:

##### 1. Техника безопасности

- Перед началом проведения лабораторных занятий изучить общие правила выполнения работ в аудиториях кафедры.
- Подготовка и запуск двигателя трактора осуществляется только при участии учебного мастера.
- При регулировке механизмов плуга не допускать падение узлов деталей, пользоваться исправным инструментом.
- Следить, чтобы сразу после подъема плуга подкладывалась деревянная прокладка (брус) высотой до 10 см под лемех корпуса плуга.
- Перед подъемом плуга в транспортное положение и перед его опусканием убедиться, что в плоскости движения нет людей.
- Перед началом запуска двигателя и подъема плуга предупреждать работающих около агрегата.
- Запрещается оставлять на плуге предметы, инструмент, садиться на плуг в процессе выполнения лабораторной работы.
- Выполнять работу следует в застегнутой одежде и, при наличии длинной прически, в головном уборе. В случае воспламенения дизельного топлива, бензина, пускового двигателя пламя засыпать песком, закрыть бензином, войлоком. Запрещается заливать пламя водой при воспламенении топливо-смазочных материалов.

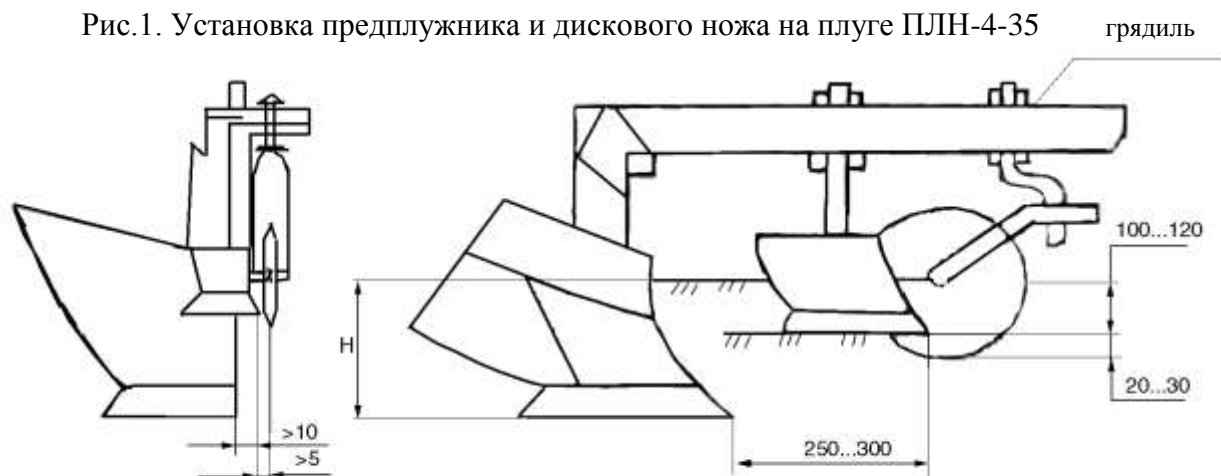
##### 2. Подготовка плуга к работе

Плуг ПЛН-4-35 предназначен для комплектования с тракторами класса 3 и для обработки старопахотных почв на скоростях 7...12 км/ч со сменными корпусами и с культурной рабочей поверхностью отвала.

Основные рабочие технические характеристики плуга ПЛН-4-35 следующие:

- максимальное удельное сопротивление обрабатываемой почвы -  $90 \text{ кН/м}^2$ ;
- максимальная глубина обработки - 30 см;
- ширина захвата плуга - 140 см;
- масса - 690 кг.

Установка предплужника и дискового ножа представлена на рис.1



Высококачественная вспашка обеспечивается правильной настройкой и регулировкой всех узлов плуга. Потайные головки крепежных болтов должны быть заподлицо с поверхностью лемеха и отвала. Полевой обрез лемеха и отвала должен располагаться в одной вертикальной плоскости. Толщина лезвия лемеха должна быть не более 1 мм. Зазор в стыке лемеха и отвала - до 1 мм. Поверхность отвала не должна выступать над поверхностью лемеха, обратный выступ - до 1 мм.

Предплужник должен срезать верхний слой почвы толщиной 100... 120 мм, поэтому расстояние от лезвия лемеха корпуса до лезвия предплужника должно равняться глубине пахоты минус глубина хода предплужника. Расстояние от носка корпуса до основания перпендикуляра, опущенного через носок предплужника, должно быть 250...300 мм (рис.1)

В процессе подготовки плуга к работе необходимо полевой обрез предплужника сместить относительно полевого обреза основного корпуса на 10...15 мм в сторону невспаханного поля, для чего ставят прокладки между стойкой предплужника и верхней или нижней кромкой грядиля.

Плоскость диска ножа сместить в сторону невспаханного поля на 10...15 мм относительно плоскости, проведенной через полевой обрез предплужника. Дисковый нож установить у предплужника 4-го корпуса. Центр ножа должен быть несколько впереди носка лемеха предплужника, а нижняя точка лезвия на 20...30 мм ниже носка его лемеха.

Для регулировки плуга на заданную глубину обработки устанавливают его на ровной площадке. Под опорное колесо помещается брусок, толщина которого должна быть меньше на 2...3 см заданной глубины пахоты. Выровнять раму плуга до горизонтального положения, чтобы лезвия всех лемехов были параллельны поверхности площади, а носки опирались на неё. Выравнивание рамы плуга в поперечном направлении производится изменением длины раскосов, а в продольном - изменением длины верхней центральной тяги. Винтовым механизмом опустить опорное колесо на брус. Окончательная проверка глубины вспашки проводится в загоне.

### 3. Подготовка механизма навески трактора ДТ-175С

Навесную систему трактора ДТ-175С необходимо налаживать по двухточечной системе.

Для целей комплектования трактора с плугом ПЛН-4-35 навесную систему смещают справа от оси симметрии трактора на 140 мм. Нужно помнить, что смещение зависит от марок применяемых плугов. Так, при пятикорпусном плуге смещение составляет 60 мм. При двухточечной схеме наладки обеспечивается большая по сравнению с трехточечной маневренность агрегата, допускаются повороты трактора без выглубления рабочих органов машины до 20°.

Болт, соединяющий рычаг подъема с рычагом штока цилиндра вынимают. Длину раскосов механизма навески, замеренную между центрами шарниров, устанавливают в соответствии с данными тракторов. Так, для трактора ДТ-175С длина раскосов должна быть установлена в размере 760 мм. Хомут-упор ограничителя перемещения штока снимают.

Известно, что гусеничные тракторы, агрегатируемые с плугами, обычно движутся обеими гусеницами по невспаханному полю. Поэтому для правильной ширины захвата первого корпуса этих плугов правая гусеница трактора должна идти на определенном расстоянии от края борозды: для трактора ДТ-175С с плугом ПЛН-4-35 - 150...230 мм. С этой целью нижние и верхние тяги навесного устройства, как выше отмечалось, смещают вправо, для чего на нижней и верхней осях навесного устройства предусмотрено два дополнительных положения крепления тяг со смещением на 58 и 116 мм.

Показателем правильности хода плуга является горизонтальное положение его рамы. Если рама плуга наклонена вперед по ходу агрегата и передний корпус пашет

глубже заднего, необходимо удлинить центральную тягу механизма навески трактора. Если глубже пашет задний корпус, центральную тягу нужно укоротить, т.е. горизонтальное положение рамы (равномерность заглабления рабочих органов) навесного плуга в продольной плоскости регулируется центральной тягой навесного (заднего) устройства. Кроме этого, чрезмерное заглабление передних корпусов может быть устранено и некоторым укорочением правого раскоса.

Заднее навесное устройство (рис. 2) — рычажно-шарнирного четырехзвенного типа, предназначено для присоединения к трактору навесных и полунавесных машин и орудий и обеспечения их правильной установки в рабочем и транспортном положениях.

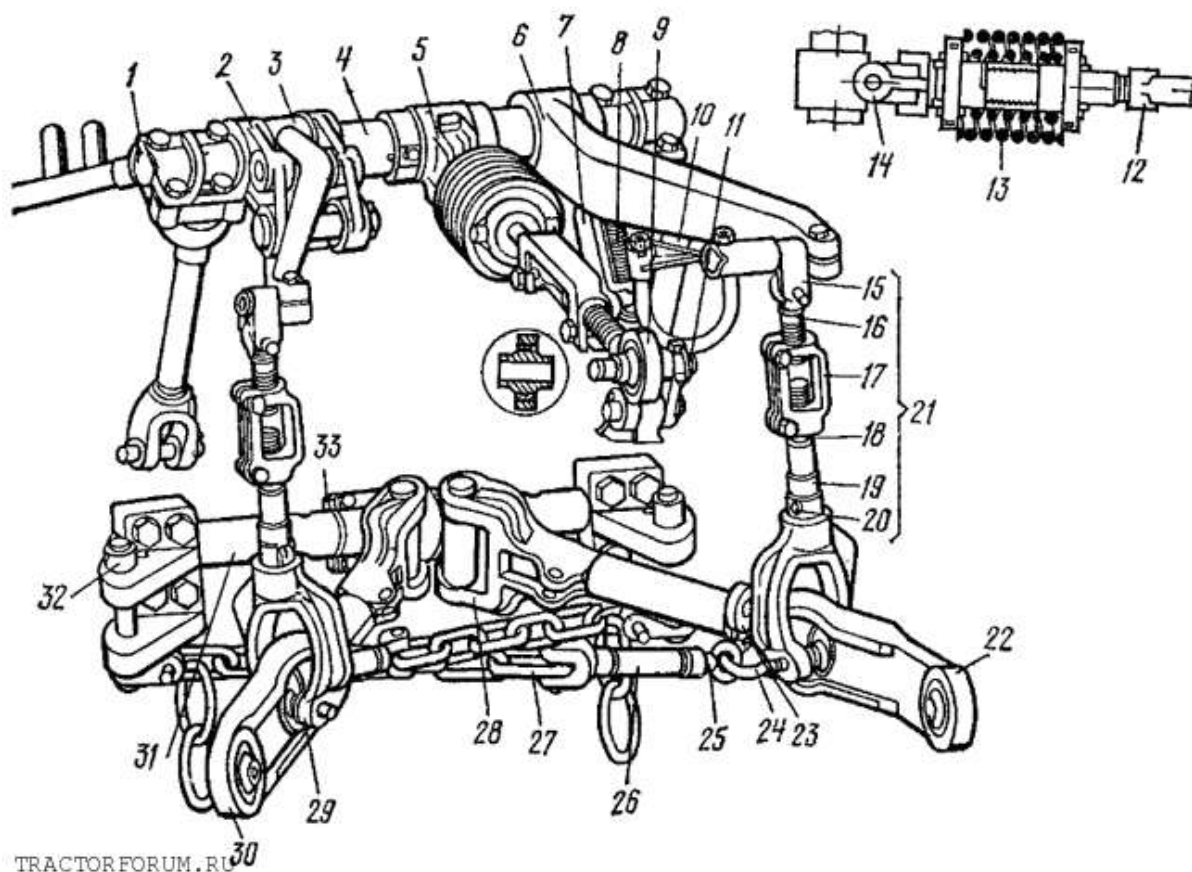


Рис. 2. Заднее навесное устройство: 1 — верхняя ось; 2 — рычаг штока; 3 — рычаг левый; 4 — вал; 5 — верхняя тяга; 6 — правый рычаг; 7 и 17 — муфты; 8, 15 и 19 — вилка; 9 — головка верхней тяга; 10 — правая стойка; 11 и 20 — пальцы; 12 — муфта; 13 — пружина; 14 — серьга; 16 — винт; 18 — винт раскоса; 21 — правый раскос; 22 — правая тяга; 23 — рым-болт; 24 — стремянка; 25 — винт растяжки; 26 — муфта растяжки; 27 — цепь; 28 — центральная головка; 29 — левый раскос; 30 — левая тяга; 31 — нижняя ось; 32 — палец прицепной скобы; 33 — упор.

Устройство состоит из двух подъемных рычагов 3 и 6, двух нижних тяг 22 и 30, верхней тяги 5, вала рычагов 4, нижней оси 31 и двух ограничительных цепей 27.

Навинчиванием или свинчиванием муфты верхней тяги регулируют равномерность заглабления рабочих органов машины (орудия). При транспортных переездах верхнюю тягу закрепляют фиксатором.

Нижние тяги с подъемными рычагами соединены раскосами 21. К задним сферическим шарнирам нижних тяг и верхней центральной тяги при отсутствии автосцепки присоединяют навесное орудие. Навинчивая или свинчивая муфты раскосов и верхней тяги, устанавливают машину (орудие) в рабочее положение, указанное в соответствующей инструкции по эксплуатации.

В транспортном положении навешенное орудие предохраняется от раскачивания двумя перекрестно расположенными, регулируемыми по длине ограничительными цепями. Они должны быть натянуты так, чтобы задние концы тяг с навесным орудием в транспортном положении перемещались не более чем на 30 мм в ту и другую сторону.

Длину цепей изменяют при поднятом положении орудия, вращая регулировочные муфты 26, в резьбовые отверстия которых ввернуты винты 25.

Для фиксации навешенной машины (орудия) или самого навесного устройства в транспортном положении устройство имеет специальную тягу, которая состоит из муфты 7 и вилки 8. Последнюю в транспортном (поднятом) положении соединяют с нижней тягой 22 с помощью рым-болта 23 и пальца.

Для перевода навесного устройства в рабочее (опущенное) положение отсоединяют вилку 8 от нижней тяги (предварительно сняв с нее нагрузку, переведя рычаг распределителя при работающем насосе гидросистемы в положение «Подъем») и присоединяют ее к правой стойке 10 с помощью пальца.

Навешивание плуга на трактор и регулировочные операции выполняются следующим образом. Плуг ПЛН-4-35 навешивается путем подсоединения к задним сферическим шарнирам нижних тяг и верхней центральной тяги трактора. С помощью муфт раскосов устанавливается необходимая их длина.

Поперечное раскачивание плуга в нижней (рабочем) положении устанавливается путем вращения регулировочных муфт 26, в резьбовые отверстия которых ввернуты винты. В транспортном положении навешенное орудие предохраняется от раскачивания двумя перекрестно расположенными, регулируемыми по длине ограничительными цепями. Цепи натягивать так, чтобы задние концы тяг с навесным плугом в транспортном положении не более чем на 30 мм в ту и другую сторону (в пределах допустимых зазоров соединения).

Для фиксации навешенного плуга в транспортном положении имеется специальная тяга на механизме навески. Тяга состоит из муфты и вилки, которая в транспортном положении соединяется с нижней тягой, при помощи рым-болта и пальца. Для перевода навешенного плуга в рабочее положение отсоедините вилку от нижней тяги, предварительно сняв с неё нагрузку путем перевода рычага распределителя при работающем насосе гидросистемы, в положение "подъем".

Трехточечная схема наладки навесного устройства обеспечивает по сравнению с двухточечной более устойчивый ход орудия относительно трактора в поперечном направлении. По этой схеме соединяют сельхозмашины, имеющие наибольшие отклонения от траектории движения трактора. Для обеспечения жесткого соединения нижние тяги навесного устройства дополнительно закрепляют блокировочными цепями.

В некоторых сельхозмашинах для их навешивания на трактор ДТ-175С применяется автоматическая сцепка СА-2 (в том числе и навесные плуги), состоящая из рамки, сваренной из двух квадратных труб, пальцев, кронштейна-повысителя и рукоятки с тросиком. При установке автосцепки на навесное устройство трактора ДТ-175С задние шарниры нижних тяг соединяются с пальцами и верхняя тяга - с кронштейном-повысителем. В случае, когда необходима высота стойки 700 мм, кронштейн-повыситель снимается, а верхняя тяга тем же пальцем соединяется с щеками кронштейна. Управление автосцепкой СА-2 осуществляется из кабины трактора стальным канатом, связанным с рукояткой собачки.

#### 4. Выбор режима работы МТА

В виду наличия в трансмиссии гидротрансформатора, позволяющего бесступенчато в широких пределах автоматически изменить скорость движения в зависимости от тяговой нагрузки, с ростом тяговой нагрузки скорость трактора автоматически и плавно уменьшается, с уменьшением - автоматически и плавно увеличивается.

Передачу, необходимую для работы с сельхозмашинами, выбирают по указанию режима работы трансмиссии трактора (указателю скорости, тахоспидометру, установленного на щитке приборов в кабине механизатора). На указателе имеются две шкалы, указывающие скорость движения трактора:

- внутренняя (нижняя) для первой рабочей передачи;
- внешняя (верхняя) - для второй передачи.

Например, если при данной тяговой нагрузке скорость трактора не превышает 11,4 км/ч, необходимо работать на первой рабочей передаче; при скорости движения свыше 11,4 км/ч - на второй рабочей.

Как показывают испытания и первый опыт эксплуатации большинство сельхозработ трактор ДТ-175С выполняет на первой передаче, а вторая рабочая является в основном транспортной. Для ориентирования шкала разбита на цветные зоны: зеленая зона соответствует нормальной работе. Следует помнить, что указатель дает правильные показания только при полной подаче топлива.

Если агрегат движется со скоростью меньше 7,5 км/ч, а стрелка указателя трактора находится в левой красной зоне (т.е. тяговая нагрузка трактора превышает допустимую 40 кН), то агрегат скомплектован неверно. В этом случае необходимо для этой сельхоз операции уменьшить ширину захвата агрегата путем снятия корпуса с плуга, уменьшения количества агрегатируемых сельхозмашин и т.д.

Допускается лишь кратковременная работа трактора с тяговой нагрузкой более 40 кН - до момента загорания на щитке приборов лампочки-сигнализатора перегрева масла в гидротрансформаторе.

Если стрелка указателя находится в правой красной зоне, значит, транспортная скорость превышает 18 км/ч. В этом случае можно увеличить тяговую нагрузку на трактор или продолжать работать на частичных режимах работы дизельного двигателя (с неполной подачей топлива).

## 5. Рекомендации по работе пахотного агрегата на загоне

Для начала пахоты поле необходимо разбить на загоны.

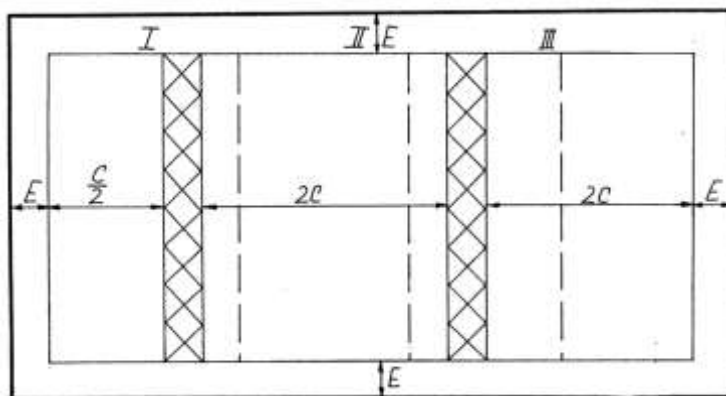


Рисунок 3. - Разбивка поля на загоны: I – III – загоны;  $C$  – ширина загона;  $E$  – ширина поворотной полосы

Для вспашки поворотной полосы с обоих краев поля целесообразно оставлять полосу шириной, равной ширине поворотной полосы, тогда агрегаты могут двигаться вкруговую. В этом случае при разбивке поля из общей ширины надо исключить двойную ширину поворотной полосы  $2E$ , после чего оставшееся поле разбить на целое и нечетное число загонов. После этого проводят линии контрольных борозд и середины

нечетных загонов, которые вспахивают всвал. Контрольные борозды проводят на глубину 10...12 см открытой бороздой в сторону поля. Широкая контрольная борозда, пропаханная четырех-, пятикорпусными плугами, обеспечивает лучшую заглубляемость плуга в начале гона и предотвращает образование огрехов на краях загонов.

Для повышения производительности пахотных агрегатов выполняют разметку поля для выбранного способа движения агрегата. При выборе способа движения пахотного агрегата учитывают размер, рельеф и конфигурацию поля, состав пахотного агрегата и агротехнические требования.

При пахоте применяют способы движения всвал, вразвал, петлевой комбинированный с чередованием загонов, беспетлевой комбинированный с чередованием загонов и беззагонно-круговой способ (см. плакаты).

При разметке поля возникает необходимость формирования свального гребня.

Вспашка гребней производится одним из трех способов.

1-й способ. Глубиной в половину пахотного слоя свальный гребень выполняется за два прохода агрегата. На первый проход плуг устанавливают так, чтобы первый корпус пахал на половину заданной глубины, а последний - на полную. При втором проходе плуг ведут так, чтобы не оставалось неспаханной полосы. Недостаток этого способа - высокий свальный гребень (12...15 см).

2-й способ. Образование свального гребня выполняется за три прохода агрегата. На первый проход плуг устанавливают так, чтобы первый корпус скользил по поверхности поля, а последний пахал на полную (заданную) глубину. Для этого до предела укорачивают правый раскос и удлиняют центральную тягу механизма навески трактора. Нужная глубина заднего корпуса достигается изменением положения опорного колеса плуга. На второй проход плуг регулируют так, чтобы все корпуса пахали на полную глубину, и ведут его таким образом, чтобы первый корпус частично засыпал открытую борозду. На третьем проходе плуг ведут как при обычной пахоте, образуя свальный гребень. При этом способе получается свальный гребень высотой 7...10 см.

3-й способ. Образование свального гребня за четыре прохода агрегата. Сначала на месте гребня прокладывают развальную борозду на небольшую глубину за два прохода агрегата. Для этого на первый проход плуг устанавливают так, чтобы первый корпус скользил по поверхности поля, а последний пахал борозду глубиной 10...12 см (примерно половину заданной глубины). При втором проходе пахот вразвал, заглубив последний корпус на 2...4. Для третьего прохода все корпуса плуга устанавливают на полную глубину пахоты, а плуг ведут так, чтобы первый корпус засыпал развальную борозду. При четвертом проходе плуг засыпает вторую развальную борозду. При этом способе практически отсутствует свальный гребень. Заделка разъемных борозд производится плугом, отрегулированным так, чтобы передний корпус пахал на заданную глубину или на 5... 6 см глубже, а задний скользил по поверхности поля. Трактор ведут правой гусеницей у кромки борозды на максимально возможной скорости. При этом ранее вспаханную почву плуг оборачивает в борозду. На месте развальной борозды получается неглубокая ложбина, которая не мешает движению агрегатов при последующих обработках.

#### Контрольные вопросы

1. Назначение и характеристика плуга ПЛН-4-35
2. Правилами подготовки навесного плуга ПЛН-4-35 к работе
3. Подготовка механизма навески трактора ДТ-175С
4. Как выровнять рамы плуга в поперечном направлении
5. Правила разбивки участка на загоны



## **2.6 Лабораторная работа № 11,12 ( 4 часа).**

**Тема:** «Регулировка колеи и сходимости направляющих колес трактора МТЗ-80/82»

**2.6.1 Цель работы:** изучить правила изменения колеи передних и задних колес, регулировки сходимости направляющих колес трактора МТЗ-80/82.....

### **2.6.2 Задачи работы:**

1. Изучить правила технического обслуживания металлической части колес трактора МТЗ-80/82
2. Изучить правила изменения колеи передних и задних колес
3. Изучить правила проверки и регулировки сходимости направляющих колес трактора
4. Оформить отчет

### **2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

трактор МТЗ-80, домкрат, набор ключей, мел, мерная линейка.

.....

### **2.6.4 Описание (ход) работы:**

#### **1. Техническое обслуживание колес трактора МТЗ-80/82**

Техническое обслуживание металлической части колес трактора МТЗ заключается в периодической проверке крепежных соединений и устранении выявленных неисправностей.

Гайки должны быть затянуты равномерно, с одинаковым усилием. Фаски конусных гаек должны плотно прилегать к конусным отверстиям диска. При слабой затяжке образуются трещины в отверстиях, сминается резьба болтов, что приводит к поломкам диска и болтов.

Если по каким-либо причинам один из болтов вышел из строя, его нужно заменить. Работать на тракторе МТЗ с неполным числом болтов крепления дисков нельзя, так как это повредит остальные болты и может вызвать поломки диска или кронштейнов обода.

При снятии колес с трактора необходимо перед поддомкрачиванием колес немного отпустить конусные гайки. Окончательно свинчивать гайки с неразгруженных колес нельзя.

Перед установкой колес на трактор МТЗ резьбу болтов рекомендуется протереть и смазать солидолом. Гайки следует затягивать в таком порядке. Навернуть гайки на все болты от руки и затянуть их предварительно при поддомкраченном колесе.

Гайки затягивают крест-накрест. При завертывании гаек нужно следить за тем, чтобы их конусы совпадали с фасками диска. Окончательно затягивают гайки при опущенном на грунт колесе.

Подшипники ступиц передних колес тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 регулируют при ТО-3 (960-1000 моточасов работы). Однако, если в процессе эксплуатации обнаружатся осевые перемещения колес более 0,5 мм, устранять их надо незамедлительно, так как это приводит к интенсивному изнашиванию шин и подшипников.

Регулировать подшипники надо в такой последовательности:

1) поддомкратив колесо, снять колпак, расшплинтовать и отпустить на одну прорезь (на 1/8 оборота) гайку. Толкнув колесо, рукой проверить, насколько свободно оно вращается. В случае тугого вращения нужно выявить и устранить неисправности (заедание манжеты, выход из строя подшипников);

2) затянуть гайку так, чтобы колесо проворачивалось с трудом. При затягивании гайки нажимать на ключ плавно, без рывков. Одновременно с затяжкой гайки следует проворачивать колесо, чтобы ролики в подшипниках заняли правильное положение;

3) отвернуть гайку так, чтобы ближайшая прорезь на ней совпала с отверстием под шплинт в полуоси. Провернуть колесо сильным толчком руки оно должно свободно вращаться. Если колесо проворачивается туго, отпустить гайку еще на одну прорезь.

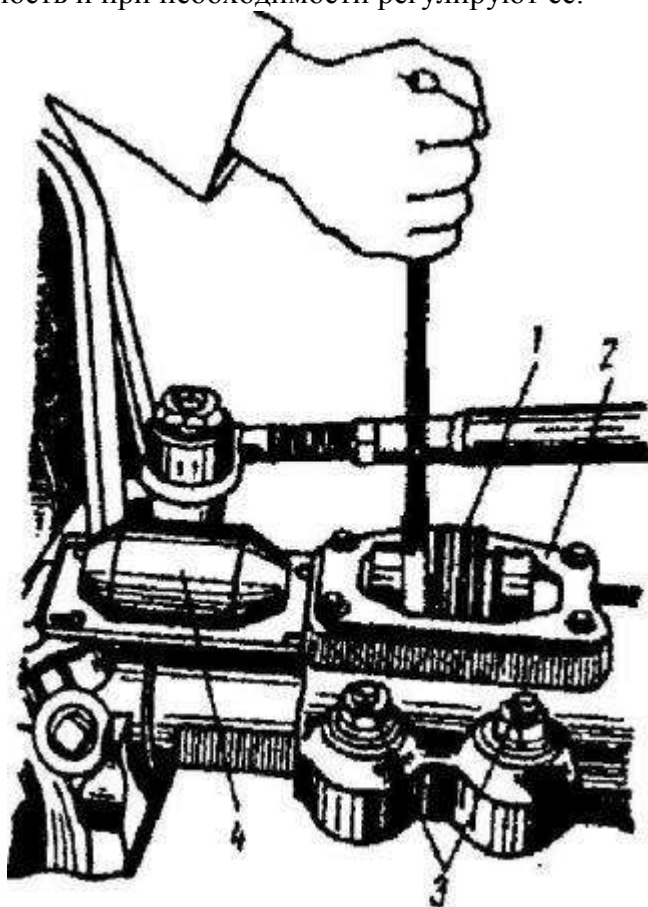
По окончании регулировки зашплинтовать гайку и установить колпак, при необходимости добавить смазку в ступицу.

Правильность регулировки подшипников окончательно проверяют по нагреву ступиц колес в работе. Ощутимый рукой нагрев (до 60-70°C) после 8-10 км пробега указывает на то, что подшипники чрезмерно затянуты и гайку следует отпустить на одну прорезь. Допускается незначительный нагрев ступицы при установке новых подшипников или манжет.

## 2. Регулировка колеи направляющих колес трактора МТЗ-80 и МТЗ-82

У тракторов МТЗ-80 и МТЗ-82 регулировку требуемой ширины колеи направляющих колес ведут в следующей последовательности:

- при поднятой передней части трактора МТЗ ослабляют крепежные болты, вынимают пальцы крепления выдвижных кулаков в трубе передней оси;
- передвигают сначала один, а затем другой выдвижной кулак, изменяя одновременно длину рулевых тяг вращением трубы передней оси в наконечниках, при отпущенных контргайках, на величину требуемой ширины колеи, после этого закрепляют кулаки в трубе передней оси;
- при установке ширины колеи 1400 мм и более трубы рулевых тяг заменяют удлиненными, которые прикладываются к ЗИП трактора; опустив трактор, проверяют сходимость и при необходимости регулируют ее.



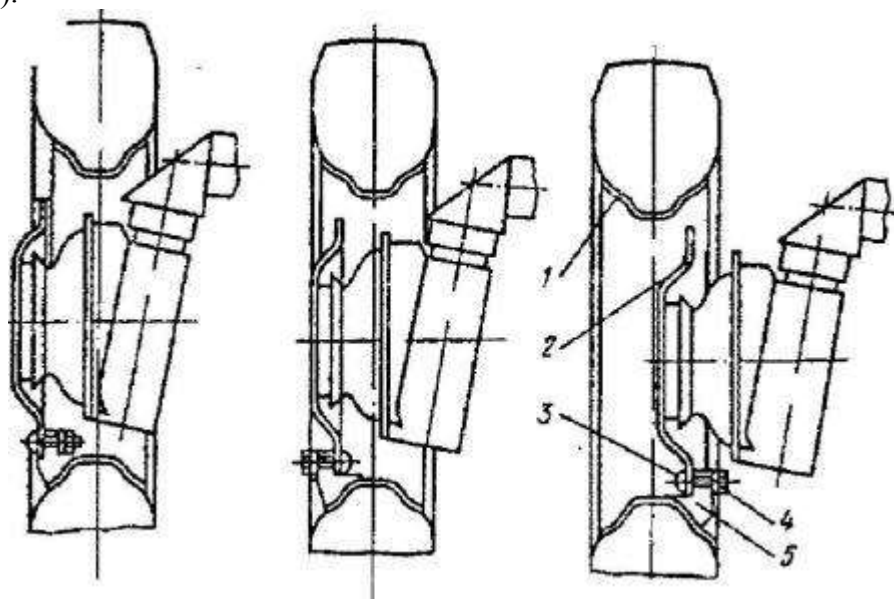
### **Рис. 1. Регулировка колеи передних колес тракторов МТЗ-82.1**

1 - винт; 2 - прокладка; 3 - клинья; 4 - крышка (снята)

Ширину колеи передних колес тракторов МТЗ-82.1 регулируют бесступенчато винтовым механизмом, расположенным на рукавах переднего моста (рис. 1) в трех интервалах (мм): 1200-1500, 1500-1600, 1600-1800.

Для регулировки ширины колеи поднимают переднюю часть трактора МТЗ-82.1 (или поочередно передние колеса), а задние колеса затормаживают.

При установке колес на ширину колеи 1500-1600 мм вместо 1200-1500 мм (или наоборот) отворачивают гайки крепления обода колеса к диску и поворачивают колесо так, чтобы кронштейны обода прошли через прорези в диске. В зависимости от требуемой ширины колеи устанавливают различное взаимное расположение обода колеса и диска (рис. 2).



**Рис. 2. Схема установки передних колес трактора МТЗ-82 на различную колею**

1 - обод; 2 - диск; 3 - болт; 4 - гайка; 5 – кронштейн

Для получения колеи 1600-1800 мм снимают колеса с дисков и меняют их местами. При этом оставляют направление вращения шины прежним (по стрелке, указанной на боковине). При изменении колеи перестановкой обода на диске и колес с одного борта на другой изменяют положение крыльев за счет крепления кронштейнов через дополнительные отверстия.

Изменение ширины колеи винтовым механизмом выставляют при снятой крышке 4 (см. рис. 1) и отпущенных клиньях 3 рукавов, чтобы обеспечивалось свободное перемещение корпусов конических пар,

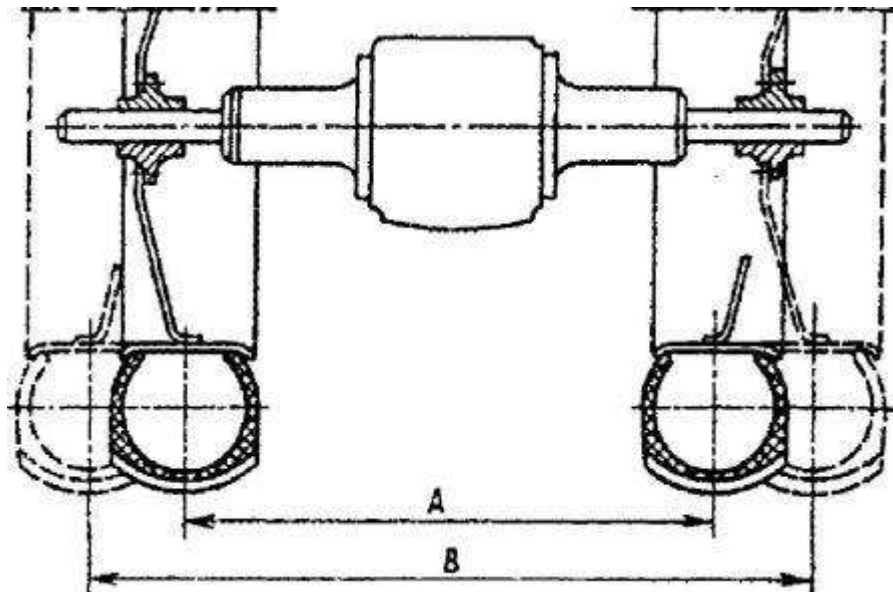
Вращением регулировочного винта 1 с помощью ключа обеспечивают перемещение в рукавах переднего моста корпусов бортовых редукторов с колесами и получение требуемой ширины колеи. При этом изменяют также длину рулевых тяг.

На левом и правом корпусах верхних конических пар нанесены метки с цифровым обозначением наиболее употребляемых размеров колеи (мм): 1350, 1400, 1500, 1600, 1800. После изменения ширины колеи передних колес обязательно регулируют их сходимость.

### **3. Регулировка ширины колеи задних колес трактора МТЗ-80 и МТЗ-82**

Для изменения ширины колеи задних колес выполняют следующие операции:

- поднимают домкратом заднюю часть трактора и отворачивают на 2-4 оборота болты крепления вкладыша к ступице одного из колес;
- вращая червяк, перемещают колесо до получения требуемой колеи, после чего болты крепления вкладыша затягивают до отказа;
- устанавливают в требуемое положение второе колесо. Ширина колеи до 1600 мм получается без перестановки колес, свыше 1600 мм колеса переставляют, как показано на рис. 3.



**Рис 3. Схема регулировки задних колес тракторов МТЗ**  
 размер А - 1400-1600 мм для шин 15,5-38; 1250-1600 для шин 942; размер В - 1800-2100 мм для шин 15.5-38; 1800-2100 мм для шин 9-42

#### 4. Регулировка сходимости передних колес

Сходимость передних колес при заводской регулировке устанавливается в пределах 2-6 мм (для МТЗ-80), 4-8 мм для тракторов с ПВМ.

Периодически через каждые 500 ч работы, а также при каждом изменении колеи передних колес проверяйте и при необходимости регулируйте сходимость колес. Перед проверкой обязательно отрегулируйте зазоры в подшипниках колес и шарнирах рулевых тяг.

**Регулировку сходимости колес производите в следующем порядке:**

- а) установите трактор на горизонтальную площадку с твердым покрытием;
- б) установите сошку 10 (рис. 4) в среднее положение, для чего подожмите до упора щуп на датчике автоматической блокировки дифференциала и, поворачивая рулевое колесо, установите его в положение, когда щуп максимально утоплен;
- в) проверьте, чтобы корпуса конических пар (для тракторов с ПВМ) или поворотные кулаки (для тракторов МТЗ-80) были выдвинуты на одинаковую длину Б (рис. 4) соответственно из корпуса переднего моста и трубы передней оси;
- г) отрегулируйте левую и правую рулевые тяги, удлинив или укоротив их на одинаковую величину, для чего отпустите контргайки 3, 5, 6, 8, вращая левые и правые трубы, и установите необходимую длину;
- д) определите сходимость колес, для чего замерьте расстояние (замер Г) между внутренними краями обода колес впереди (на высоте осей колес) и сделайте отметки мелом в местах замера. Затем проедьте на тракторе вперед настолько, чтобы метки были сзади на той же высоте, и замерьте расстояние между отмеченными точками (замер В). Второй замер должен быть больше первого, разница между вторым В и первым Г

замерами равна величине сходимости колес и должна быть в пределах 2 - 6 мм (4 - 8 мм для ПВМ).

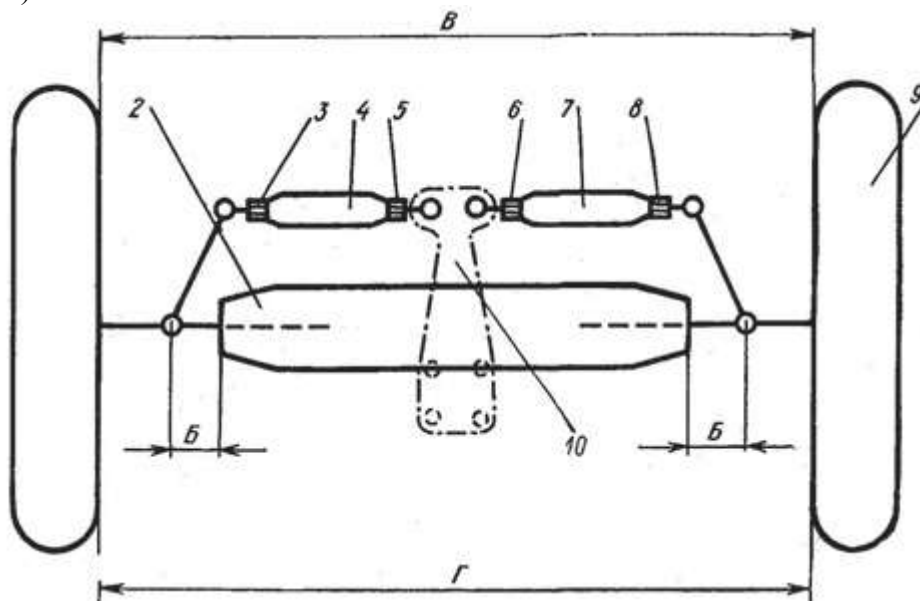


Рис. 4 Схема регулировки сходимости передних колес трактора. 1, 9 — колеса трактора; 2 — передняя ось; 3, 5, 6, 8 — контргайки; 4, 7 — трубы рулевых тяг; 10 — сошка

При необходимости произведите регулировку сходимости изменением длины рулевых тяг. При этом левую и правую тяги удлиняйте или укорачивайте на одинаковую величину;

е) снова проверьте установку сошки 10 (рис. 3) в среднее положение (по щупу на датчике АБД) и разность замеров Г и В (рис. 3);

ж) законтрите трубы рулевых тяг после окончательной регулировки сходимости колес.

Редко происходит колебания (виляние) передних направляющих колес вследствие увеличенного осевого перемещения поворотного вала гидроусилителя. Эта неисправность устраняется с помощью регулировочного болта на крышке гидроусилителя. После регулировки не забудьте зафиксировать болт контргайкой.

Виляние передних направляющих колес может быть и следствием ослабленной затяжки гаек крепления сошки или поворотных рычагов. Указанные гайки необходимо затянуть.

Параметр, показатель	Трактор	
	МТЗ-80 (МТЗ-100)	МТЗ-82 (МТЗ-102)
Тип остова	Полурамный	
Колесная формула	4К2	4К4
Ширина колеи передних колес	1200-1800 (1300-1850)	1200-1800 (1300-1800)
задних колес	1400-1800	1400-1800
Продольная база трактора, мм	2370 (2500)	2450 (2570)
Агротехнический просвет, мм	645	645
Размер шин передних	7,5-20 (9-20)	11,2-20

задних	15,5R38	15,5R38
Давление воздуха в шинах. МПа передних	0,17-0,25 (0,17-0,22)	0,14-0,28 (0,14-0,22)
задних	0,10-0,16	0,10-0,16
Тип подвески переднего моста	пружинная	пружинная
Сходимость передних колес	4-8	4-8
Осевой зазор в подшипниках передних колес, не больше, мм	0,5	0,5

Контрольные вопросы

8. Как выбрать технологическую колею трактора?
9. Почему возникает необходимость в регулировании схождения управляемых колес трактора?
10. В чем заключается техническое обслуживание колес трактора?
11. Как регулируется ширина колеи задних колес трактора МТЗ-80 и МТЗ-82?
12. Как регулируется ширина колеи направляющих колес трактора МТЗ-80 и МТЗ-82?

## 2.7 Лабораторная работа № 13,14 ( 4 часа).

**Тема:** «Устройство и принцип работы гидроувеличителя сцепного веса с гидроаккумулятором трактора МТЗ-80»

**2.7.1 Цель работы:** изучить назначение гидроувеличителя сцепного веса с гидроаккумулятором трактора МТЗ-80, конструкцию и принцип работы

### 2.7.2 Задачи работы:

- Изучить способы и устройства для регулирования глубины обработки почвы.
- Ознакомиться с назначением и принципом работы механического догрузителя ведущих колес.
- Изучить принцип работы гидравлического догрузителя ведущих колес.
- Ответить на контрольные вопросы и составить отчет о проделанной работе.

.....

**2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**  
трактор МТЗ-80, плакаты .....

### 2.7.4 Описание (ход) работы:

#### 1. Способы и устройства для регулирования глубины обработки почвы.

С помощью гидронавесной системы можно регулировать глубину обработки почвы различными способами: высотным, силовым, позиционным или комбинированным. Высотный способ предусматривает регулировку глубины обработки почвы благодаря изменению высоты опорных колес навешенной машины. Силовой способ позволяет автоматически поддерживать постоянное тяговое сопротивление машины, которое приблизительно пропорционально глубине обработки. Такое регулирование применяют при работе трактора с машинами, оказывающими большое тяговое сопротивление, например с плугом, на полях с равномерной твердостью почвы.

Позиционный способ дает возможность автоматически удерживать навешенную машину в установленном положении относительно остова трактора независимо от тягового сопротивления. Такое регулирование используют, когда трактор работает на ровном рельефе поля с такими машинами, у которых рабочие органы расположены над поверхностью почвы, например с косилкой для зернобобовых культур.

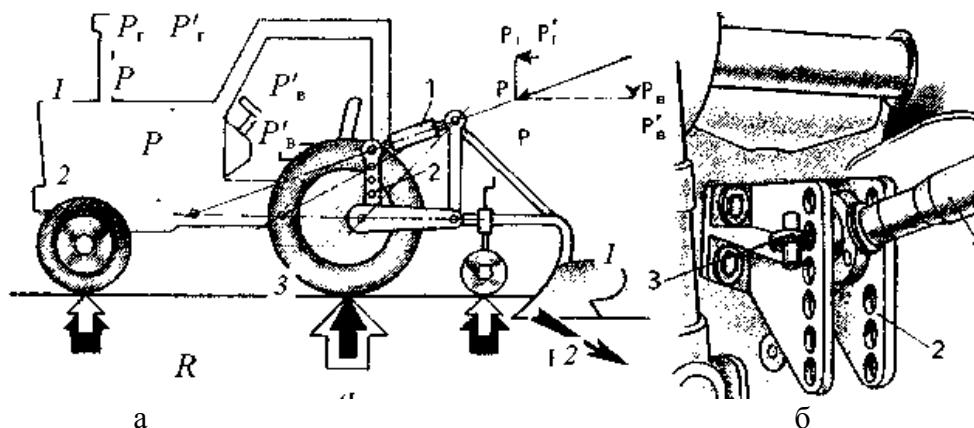
Комбинированный способ основан на одновременном использовании высотного, силового или позиционного способов. Его целесообразно применять при отклонениях глубины обработки в пределах агротребований на почвах с переменной плотностью.

Если агрегат работает на такой почве и силовое или комбинированное регулирование не обеспечивает выполнения агротребований по глубине обработки почвы, следует использовать высотный способ регулирования (с помощью опорного колеса) и догрузатель ведущих колес или силовое регулирование с использованием ограничивающего действия опорного колеса.

*Механический догрузатель* ведущих колес используют при высотном способе регулирования глубины обработки поч-вы.

На трактор Т-40М в механизм навески вмонтирован механический догрузатель ведущих колес, состоящий из кронштейна 2 (рис. 1) с несколькими отверстиями для крепления конца верхней тяги.

Тяговое сопротивление машины воспринимается механизмом навески. При этом нижние тяги испытывают растягивающее, а верхняя тяга – сжимающее усилие, которое передается переднему шарниру этой тяги. При ее наклонном положении осевая сила  $P$  разлагается на горизонтальную  $P_{\Gamma}$  и вертикальную  $P_{\text{в}}$  составляющие. Последняя догружает ведущие колеса. На схеме видно: чем ниже закреплен передний конец тяги, тем больше догружающая сила  $P_{\text{в}}$ . Одновременно уменьшаются давление опорного колеса навешенной машины, а также нагрузка на передние колеса трактора. При правильной установке наклона тяги опорные колеса оставляют на почве едва заметную колею. Для перестановки тяги нужно останавливать агрегат.



**Рис. 1 Механический догрузатель ведущих колес трактора Т-40М:**

*а* – схема действия; *б* – устройство; 1 – верхняя тяга; 2 – кронштейн;

3 – палец;  $P$  – сила, действующая вдоль оси тяги;

$P_{\text{в}}$  и  $P_{\Gamma}$  – вертикальная и горизонтальная составляющие силы  $P$ ;

$R$  – сила сопротивления движению машины

## **2. Гидравлический догрузатель ведущих колес (гидроувеличитель сцепного веса – ГСВ)**

### **2.1 Назначение и устройство гидроувеличителя сцепного веса – ГСВ**

Гидроувеличитель сцепного веса (ГСВ) с гидроаккумулятором предназначен для повышения тягово-сцепных качеств трактора. Им обычно пользуются при работе трактора в агрегате с навесными почвообрабатывающими, посевными и посадочными машинами, имеющими опорные колеса. ГСВ также называют гидравлическим догрузателем.

При использовании ГСВ в подъемной полости цилиндра механизма навески создается давление подпора. Величина этого давления недостаточна для подъема орудия, и копирование рельефа почвы опорными колесами не нарушается. Однако с орудия как бы снимается часть его собственной силы тяжести и вертикальных нагрузок, действующих на рабочие органы, и передается через механизм навески на задние колеса трактора. Одновременно нагрузки, снятые с машины, будучи приложенными на определенном

расстоянии от оси задних колес, перераспределяют также и нагрузки с передней оси на задние колеса, дополнительно увеличивая сцепной вес трактора.

Использование ГСВ увеличивает нагрузки на задние колеса трактора на 11...37%. Это повышает тяговое усилие на 1100...3900 Н (110...390 кгс), что для трактора класса 14 кН соответствует увеличению тяги на 8...28%. Иначе говоря, 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) подпора масла в цилиндре механизма навески увеличивает тяговое усилие трактора примерно на 1%. Одновременно тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины (в частности, плуга) уменьшается примерно на 25%, так как при этом снижается вертикальная нагрузка на опорных колесах, что уменьшает сопротивление на их перекатывание по полю. Значительно снижается также буксование ведущих колес трактора. Все это способствует увеличению производительности машинно-тракторного агрегата, снижению погектарного расхода топлива и уменьшению износа шин.

**Гидроувеличитель** закреплен на стенке корпуса гидроагрегатов справа от распределителя. В верхней части его корпуса 19 (рис. 2) расположен золотник 2 автоматического регулирования заданного давления. В нижней расточке находится ползун 18, который с помощью наружного рычага 13, оси 15 и внутреннего рычага 14 может быть установлен в четыре положения: «ГСВ выключен», «ГСВ включен», «заперто», «сброс давления».

В первых трех положениях ползун удерживается с помощью фиксирующих шариков 16, расположенных в отверстиях сепаратора 11 и прижимаемых пружиной 20 через коническую поверхность обоймы 17 к кольцевым канавкам ползуна.

При переводе ползуна из одного положения в другое возникающая осевая сила выталкивает шарики из канавки, отодвигая обойму и сжимая пружину. Затем шарики попадают в следующую канавку и снова фиксируют ползун.

В положении «сброс давления» сжимается пружина 20, а шарики 16 накатываются на пологую коническую поверхность ползуна 18. В этом положении ползун может удерживаться только рукой тракториста, так как пружина 20, разжимаясь, стремится установить его в позицию «ГСВ включен».



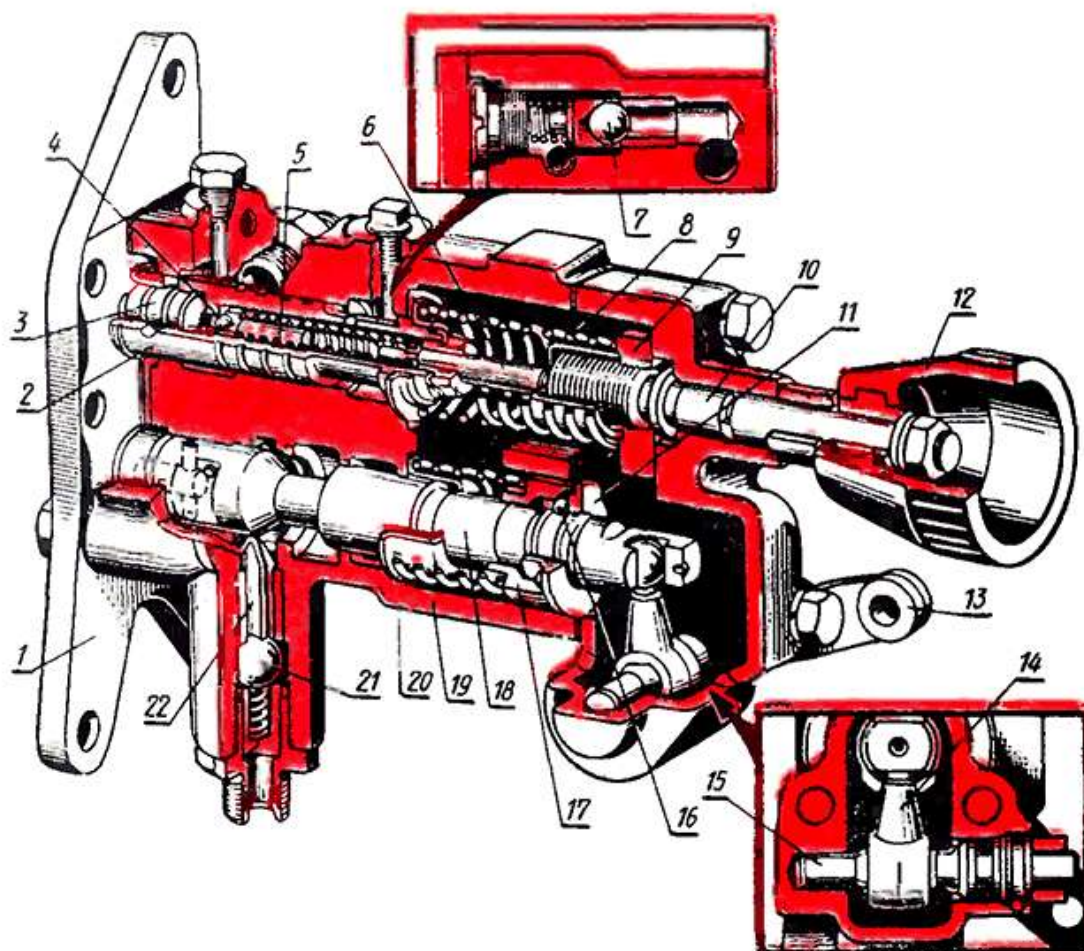


Рис. 2. Гидроувеличитель сцепного веса (ГСВ):

1- задняя крышка; 2 - золотник; 3 - большой плунжер; 4 - предохранительный клапан; 5- пружина клапана; 6 -малый плунжер; 7-обратный клапан; 8-пружина; 9 - гайка; 10 - регулировочный винт; 11 - сепаратор; 12 - маховичок; 13 - наружный рычаг; 14 - рычаг внутренний; 15 - ось рычагов; 16 - шарик; 17 - обойма; 18 - ползун; 19 - корпус; 20 - пружина ползуна; 21 - запорный клапан; 22 - толкатель.

Между двумя расточками в корпусе под золотник и ползун расположен обратный клапан 7, а внизу - запорный клапан 21. Ось 15 рычагов уплотняется двумя кольцами по большому диаметру, меньший диаметр расположен в глухом отверстии крышки. От осевых перемещений ось 15 предохраняется свертным штифтом, установленным в отверстие передней крышки.

Гидроаккумулятор служит для поддержания подпора масла в цилиндре механизма навески и установлен на левом рукаве задней полуоси.

Шток 2 с поршнем 5 закреплен через крышку 1 к кожуху 4 (рис. 3).

По поршню скользит подвижной цилиндр 3, который поджимается пружиной 6.

Под давлением масла, поступающего по отверстию в штоке гидроаккумулятора, цилиндр перемещается и сжимает пружину.

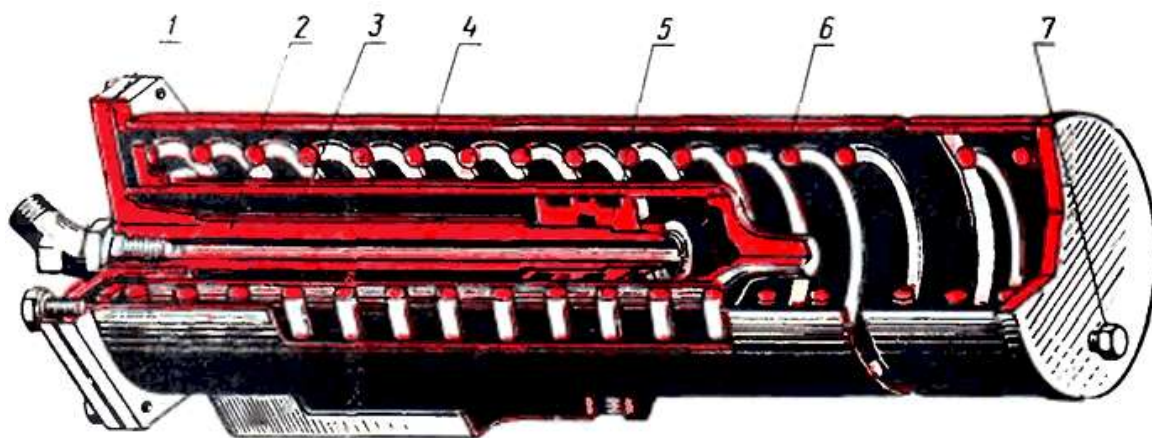


Рис. 3. Гидравлический аккумулятор:

1 - крышка; 2 - шток; 3 - цилиндр; 4 - кожух; 5 - поршень; 6 - пружина; 7 - пробка.

При работе трактора с использованием ГСВ давление масла, возникающее под действием пружины на цилиндр 3, передается в силовой цилиндр механизма навески, создавая в нем подпор масла. Имеющаяся на задней крышке кожуха пробка 7 предназначена для слива утечек масла, просочившегося через уплотнения штока.

Рассмотрим работу гидросистемы в каждом из четырех положений ползуна гидроувеличителя.

## 2.2 Работа гидроувеличителя сцепного веса – ГСВ

**«ГСВ выключен».** В этом положении ползуна (рис. 4, а) гидроувеличитель выключен из работы. Масло при подаче его золотником распределителя в цилиндр механизма навески проходит через ползун 18 и открытый запорный клапан 21, минуя все остальные магистрали гидроувеличителя. Управление гидросистемой осуществляется распределителем.

**«ГСВ включен»** (рис. 4, б и в). Золотник распределителя установлен в положении «подъем». Подъемная полость цилиндра соединена с гидроаккумулятором. Масло от распределителя направляется в верхнюю часть гидроувеличителя, к его золотнику. Золотник 2 автоматического регулирования давления удерживается в определенном положении в зависимости от действующих на него сил: с правой стороны - натяжением регулировочной пружины 8 и пружины 5 предохранительного клапана, с левой стороны - давлением жидкости со стороны большого плунжера 3.

Если давление в системе аккумулятор - цилиндр соответствует отрегулированному, золотник давлением жидкости со стороны большого плунжера 3 отодвигается вправо (см. рис. 4,б), образуя свободный проход между шейкой золотника 2 и пояском корпуса 19 для слива масла от распределителя в бак.

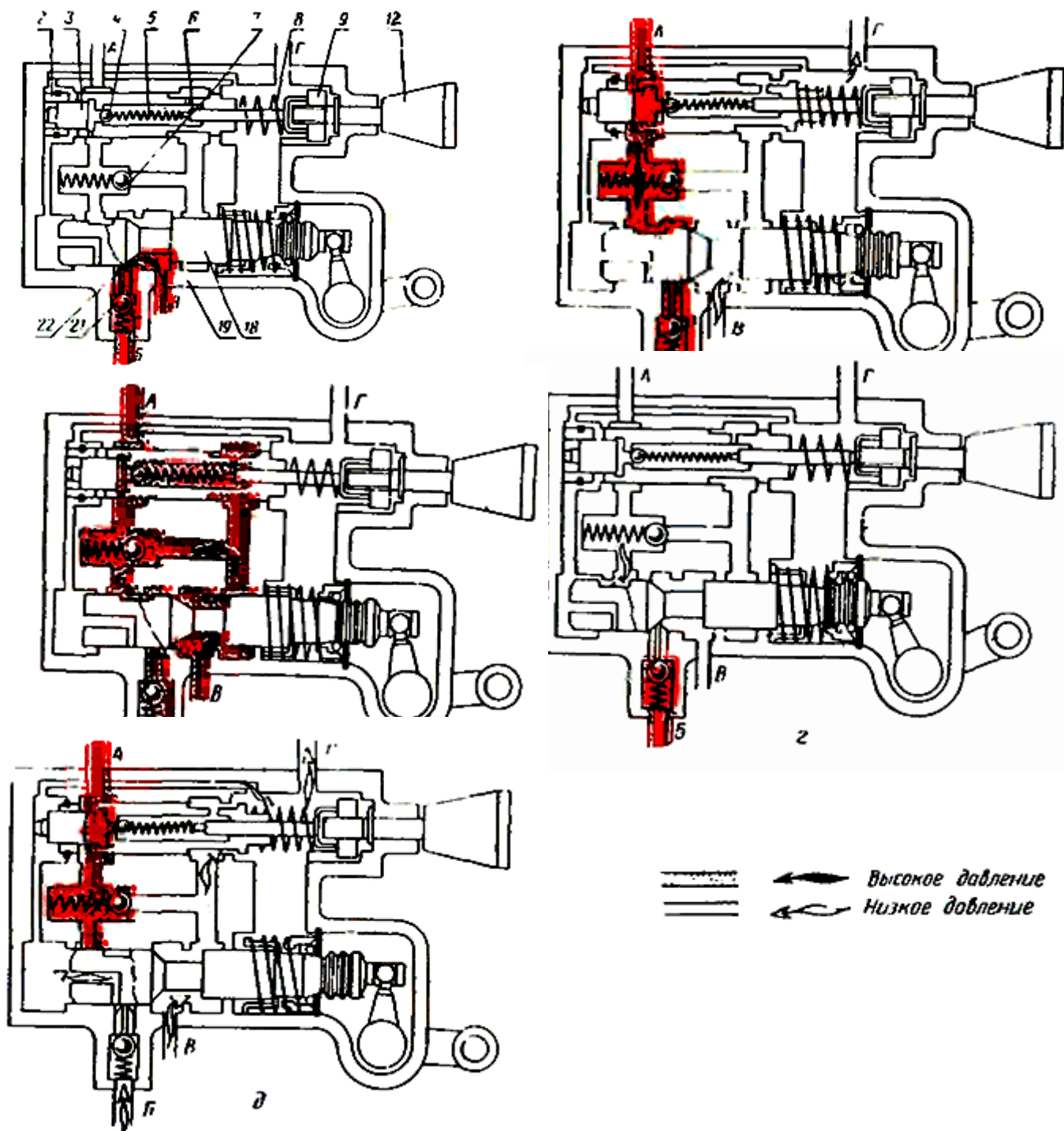


Рис. 4. Схема работы ГСВ:

а - «ГСВ выключен»; б - «ГСВ включен» - перепуск масла на слив; в - «ГСВ включен» - подзарядка гидроаккумулятора; г - «заперто»; д - «сброс давления». Остальные позиции указаны на рисунке 2.

Такое положение золотника обеспечивает работу насоса без давления, а «перенос» части вертикальных нагрузок с сельскохозяйственной машины на трактор осуществляется механизмом навески под давлением жидкости в цилиндре, куда она поступает из гидроаккумулятора, где давление создается усилием предварительно сжатой пружины.

При падении давления в аккумуляторе вследствие утечек жидкости через зазоры или увеличения объема подъемной полости цилиндра из-за перемещения его штока в процессе работы пружин 8 (рис. 4) и 5 преодолевают уменьшившееся усилие на золотник со стороны плунжера 3 и перемещают его влево (рис. 4, в). Проход масла в бак

перекрывается, и оно направляется через обратный клапан 7 в аккумулятор, где увеличивается давление. При достижении отрегулированного усилием пружин 8 и 5 давления масло сдвигает золотник вправо, и образуется снова свободный слив в бак.

Малый плунжер 6 обеспечивает резкое перемещение золотника из одного крайнего положения в другое, затрудняя остановку его в промежуточном положении.

Натяжение пружин 8 и 5, которое настраивается вращением маховичка 12 вместе с винтом 10 и перемещением гайки 9, определяет давление подпора. Это давление регулируется в пределах от 0,8 до 2,8 МПа (от 8 до 28 кгс/см<sup>2</sup>). В случае, если давление в магистрали цилиндр- аккумулятор увеличится вследствие уменьшения объема подъемной полости цилиндра в процессе копирования орудием рельефа почвы, открывается предохранительный клапан 4, и избыток масла сливается в бак.

Пружина 5 клапана подобрана так, что он открывается при превышении давления в системе на 0,8...2,0 МПа (8...20 кгс/см<sup>2</sup>) больше отрегулированного маховичком 12.

**«Заперто».** Ползун сдвинут в крайнее левое положение (рис. 4, г), а запорный клапан 21 прижат пружиной и давлением масла в цилиндре к кромкам запрессованной в корпусе втулки, так как толкатель 22 переместился вверх в проточку на ползуне. Таким образом, клапан отсоединяет напорную полость цилиндра от гидросистемы, исключая утечку масла через зазоры золотниковых пар гидроувеличителя и распределителя.

**«Сброс давления».** Ползун в крайнем правом положении (рис. 4, д) удерживается трактористом. Подъемная полость цилиндра соединена со сливом через открытый запорный клапан 21, сверления и лыски на ползуне 18 и сверления в корпусе. В этом положении ползуна давление в цилиндре равно давлению слива, что идентично положению распределителя «плавающее». Гидроаккумулятор со сливом не соединен. Масло от распределителя поступает в полость золотника 2 и далее на слив или, если давление подпора в системе упадет ниже отрегулированного значения, на подзарядку гидроаккумулятора.

**Управляют ГСВ** вторым справа рычагом 3 (рис. 5). Усилие руки тракториста через трубу 8 и тяги 9 передается на наружный рычаг 13 (см. рис. 62) и далее на ползун 18. Управление ползуном ГСВ и золотником основного цилиндра заблокировано, для чего в рычаге 3 (см. рис. 65) ГСВ запрессован штифт 5, а на валу 7 вместе с рычагом 4 золотника распределителя неподвижно установлена пластина 6. При движении рычага 3 в крайнее нижнее положение (сброс давления) штифт 5 доходит до пластины 6 и при дальнейшем движении вместе с ней поворачивается вал 7, который через тягу 11 и рычаг 12 устанавливает золотник заднего цилиндра в положение «подъем». Регулируется блокировка с помощью тяги 11. Тяга регулируется на такую длину, чтобы при установке рычага ГСВ в положение «сброс давления» крайний правый рычаг 4 установил бы золотник распределителя в положение «подъем». При правильно отрегулированной тяге 11 перевод рычага 4 в положение «плавающее» не вызывает перемещение рычага 3 ГСВ.



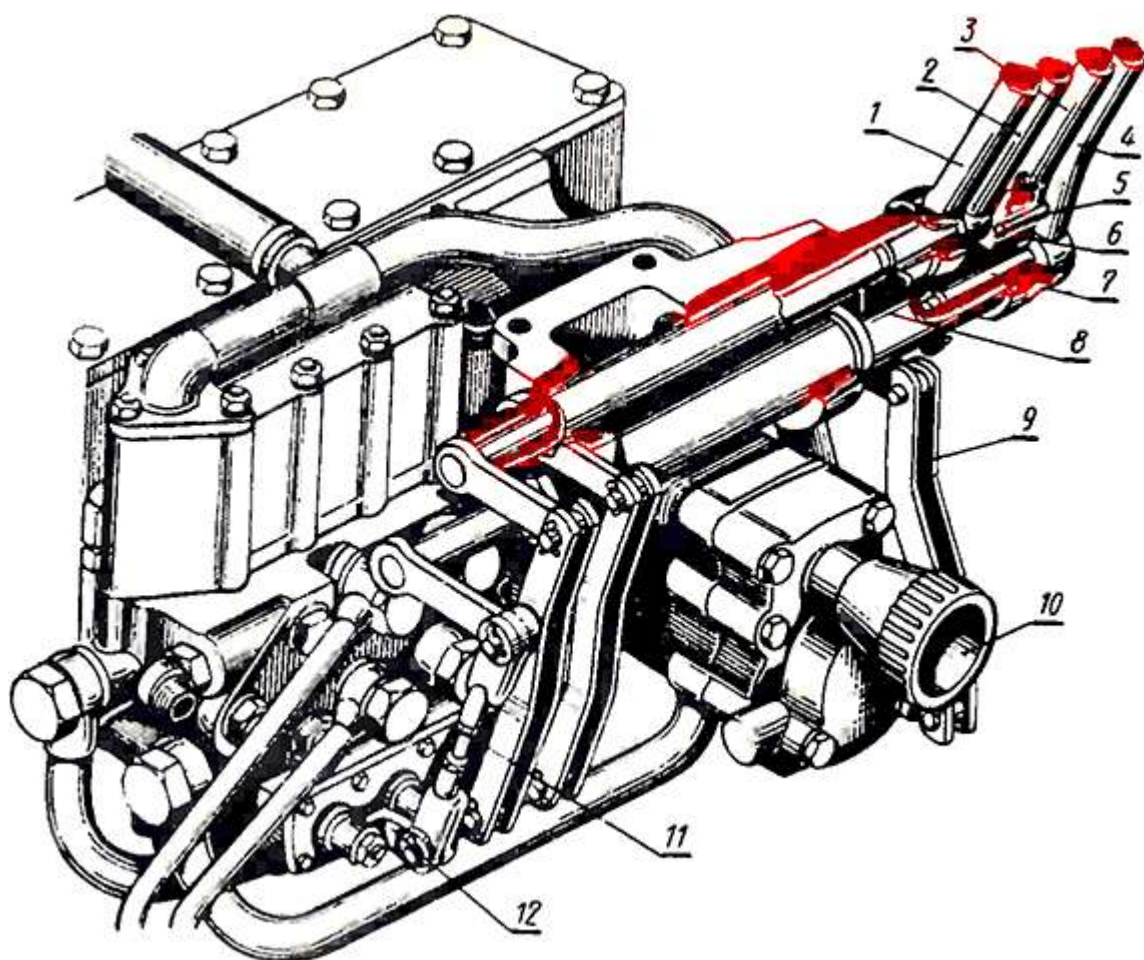


Рис. 5. Управление распределителем и ГСВ:

1 - рычаг золотника правого вывода; 2- рычаг золотника левого вывода; 3 - рычаг ГСВ; 4 - рычаг золотника заднего цилиндра; 5 - штифт; 6 - пластина; 7-вал; 8 - труба; 9 и 11 - Тяги; 10- маховичок; 12 - рычаг.

Давление подпора в основном цилиндре регулируется вращением маховичка 10 ГСВ.

### 3. Рекомендации по использованию ГСВ

Гидроувеличитель сцепного веса следует использовать при работе со всеми почвообрабатывающими и другими машинами, имеющими опорные колеса. Особенно эффективно его применение на пахоте почв с переменным сопротивлением, на сплошной культивации, севе, посадке картофеля, междурядной обработке, а также при работе с полунавесными картофелеуборочными комбайнами.

Работая с гидроувеличителем сцепного веса, нужно выполнять следующие операции.

1. Отрегулировать максимальное давление подпора, для чего завернуть маховичок 10 (см. рис. 5) до отказа против часовой стрелки.

2. Поставить в начале гона рукоятку гидроувеличителя в положение «сброс давления». Одновременно рукоятка золотника основного цилиндра установится в положение «подъем», так как она заблокирована с рукояткой гидроувеличителя. Рукоятку ГСВ удерживать в этом положении до тех пор, пока орудие не заглубится в землю (2...3 с), после чего отпустить рукоятку, и она сама займет положение «ГСВ включен». Если при максимальном давлении подпора опорные колеса машины не копируют рельеф, следует снизить давление в цилиндре, для чего маховичок необходимо повернуть на 1...2 оборота по часовой стрелке до обеспечения устойчивой глубины рабочих органов

сельхозмашины.

Необходимо помнить, что уменьшение давления подпора запаздывает по времени от вращения маховичка, поэтому каждую последующую регулировку давления производят после прохода трактором участка длиной 50... 100 м. Следует стремиться работать на максимально возможном по условиям копирования рельефа почвы давлении подпора, так как это обеспечивает наибольшую производительность агрегата. Одновременно с настройкой давления отрегулировать механизм задней навески. Для выравнивания хода передних и задних рабочих органов машины очень эффективно при работе с ГСВ некоторое уменьшение длины центральной тяги.

3. В конце гона для поднятия орудия в транспортное положение рукоятку гидроувеличителя установить в положение «ГСВ выключен». Орудие поднимется, так как рукоятка распределителя предварительно была установлена в положение «подъем». Если она преждевременно возвращается в положение «нейтральное», придержите ее рукой до полного подъема орудия.

4. Давление подпора на пахоте регулировать на первых двух-трех проходах, пока плуг не начнет пахать на полную глубину; на других работах (культивация, сев) - на первом проходе. В дальнейшем на одном участке регулировать давление не следует, его необходимо перерегулировать только в случае значительного затупления рабочих органов или перехода на другое поле.

5. Перевести рукоятку в положение «сброс давления» на участках поля с повышенной плотностью почвы. Это увеличит глубину обработки. После прохождения плотного участка рукоятку отпустите, и она сама возвратится в исходное положение.

6. При переездах с поднятым в транспортное положение навесным орудием, а также при работе с прицепными машинами установить рукоятку в положение «заперто». Это поможет избежать самопроизвольного опускания навесной машины.

#### Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете способы регулировки глубины обработки почвы? Дайте характеристику каждому способу.
2. В каких случаях используют механический догрузатель ведущих колес?
3. Расскажите о назначении и принципе работы гидравлического догрузателя ведущих колес.
4. Поясните на схеме работу путь масла в положении «ГСВ включен»
5. Поясните на схеме работу путь масла в положении «ГСВ выключен»

### 2.8 Лабораторная работа № 15,16 ( 4 часа).

**Тема:** «Расчет элементов времени смены при работе МТА»

**2.8.1 Цель работы:** Изучить методику расчета элементов, составляющих время смены для машинно-тракторного агрегата

#### 2.8.2 Задачи 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.

#### 2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

## 2.8.4 Описание (ход) работы:

### 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. Рекомендуется 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 ( $t_{нов}$ ) 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;

$\tau_{нов}$  - частый 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,  $V_{пер}=8\ldots9$  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.  $T_{техн.}=10\ldots12$  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

$$W_{см} = 0,1 B_p V_p T_p, \text{ га.} \quad (14)$$

Найти погектарный расход топлива

$$g_{за} = \frac{G_{т.р} T_p + G_{т.нов} T_{нов} + G_{т.пер} T_{пер} + G_{т.о} T_o}{W_{см}}, \quad (15)$$

где  $G_{т.и}$  – часовой расход топлива на различных режимах.

Расход топлива при движении на поворотах

$$G_{т.нов} = 1,2 G_{т.пер} \quad (16)$$

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?

## 2.9 Лабораторная работа № 17 ( 2 часа).

**Тема:** «Определение эксплуатационных затрат при работе агрегатов»

**2.9.1 Цель работы:** овладеть методикой определения эксплуатационных затрат при выполнении агрегатами сельскохозяйственных работ

### 2.9.2 Задачи работы:

Определить удельные эксплуатационные затраты при использовании машинных агрегатов.

Определить удельные приведенные затраты на работу машинного агрегата.

.....

### 2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

.....

### 2.9.4 Описание (ход) работы:

#### 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:

$$S_a = S_{a.рен} + S_{a.p.то.х.изг} + S_{гсм} + S_z \quad (1)$$

где-  $S_{a.рен}$  удельные затраты на реновацию всех элементов МТА, руб./га;

$S_{a.p.то.х.изг}$  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 ( $K$ ) 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.;

$W_q$  - часовая производительность МТА, га/ч.

Удельные затраты (руб./га) на реновацию сеялки и СХМ рассчитываются отдельно по подобным формулам:

$$S_{сц.рен} = \frac{B_{сц} \alpha_{сц.рен}}{100 T_{сц} W_q}; S_{м.рен} = \frac{B_m \alpha_{м.рен}}{100 T_{мг} W_q} \quad (4)$$

Соответствующие значения ( $C_n$ ,  $\alpha$ ,  $T_{мг}$ ) 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:

$$S_{а-р.то.х.шг} = S_{ткр} + S_{ттр} + S_{ато.х.} + S_{тшг} + S_{сц.м.тр.то.х}, \quad (5)$$

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;

$S_{тшг}$  - 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:

$$S_{ткр} = B_m \alpha_{т.кр} / 100 T_{мг} W_q, \text{ или } S_{ткр} = S_{ткр}^3 W_q^3 / W_q, \quad (6)$$

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;

$W_q^3$  - 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:

$$S_{ттр} = S_{ттр}^3 W_q^3 / W_q; S_{ттр.то.х} = S_{ттр.то.х}^3 W_q^3 / W_q; S_{ттр.шг} = S_{ттр.шг}^3 W_q^3 / W_q, \quad (7)$$

где  $S_{ттр}^3$ ,  $S_{ттр.то.х}^3$ ,  $S_{ттр.шг}^3$  – 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:

$$S_{сц.м.тр.то.х} = S_{сц.м.тр.то.х}^3 W_q^3 / W_q, \quad (8)$$

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:

$$S_{o.z} = m_m f_m + m_{всп} f_{всп}, \quad (10)$$

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:

$$S_z = (S_{аз} + S_{дон}) \delta / W_{см}, \quad (11)$$

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:

$$S_{анр} = S_a + E_n K, \quad (12)$$

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?

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

#### **3.1 Практическое занятие №1,2 ( 4 часа).**

**Тема:** «Разработка технологической карты на возделывание сельскохозяйственной культуры»

##### **3.1.1 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.

##### **3.1.2 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?

### **3.1.3 Результаты и выводы:**

Составить технологическую карту в соответствии с заданием. Ответить на контрольные вопросы.

### **3.2 Практическое занятие №3,4 ( 4 часа).**

**Тема:** «Разработка операционно-технологической карты на с/х операцию»

#### **3.2.1 Задание для работы:**

- Разработать операционную технологическую карту выполнения заданной технологической работы, используя типовую операционную технологию и правила производства механизированных полевых работ .....

#### **3.2.2 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 $k_0$ 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 $l_a$ , фронт сцепки $V_{сц}$ , ширина захвата агрегата $V_p$	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 участке. Тракторист-	Привести основные показатели работы МТА и	Вычертить схему движения МТА при обработке загона и поворотных полос.

машинист.	эксплуатационно-технологические показатели МТА.	
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 загрузке 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:

$$\varphi = S_p / (S_p + S_x), \quad (12)$$

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?

### **3.2.3 Результаты и выводы:**

Составить операционно-технологическую карту в соответствии с заданием.  
Ответить на контрольные вопросы.

## **3.3 Практическое занятие №5,6 ( 4 часа).**

**Тема:** «Разработка годового плана механизированных работ»

### **3.3.1 Задание для работы:**

Составить план механизированных работ с/х предприятия (на период в соответствии с заданием преподавателя).

### **3.3.2 Краткое описание проводимого занятия:**

На основании исходных данных рассчитывается сводная расчетная ведомость (Таблица 1) в следующем порядке.

Графа 1. Здесь проставляется порядковый номер выполняемой сельскохозяйственной работы. Последовательность операций записывается в хронологическом порядке и в соответствии с технологией возделывания культур.

Графа 2. Наименование работ. В данной графе записываются наименования с-х работ, которые могут быть выполнены сначала только трактором данного класса и так последовательно для всех принятых типов тракторов.

Наименование механизированных работ необходимо брать из технологических карт и записывать их в соответствии с принятой технологией полностью. Например, «Сплошная культивация с одновременным боронованием» а не «культивация с боронованием».

Перечень работ должен включать передовую технологию возделывания культур и может вследствие этого отличаться от принятого в хозяйстве, отдельные работы, выполненные в одинаковые сроки для всех культур (например, снегозадержание, раннее весеннее боронование, вспашка зяби, и др.) могут быть объединены в одну. В этом случае объем работ суммируется по всем культурам, для которых выполняется объединенная работа.

При распределении работ между различными марками тракторов одного и того же назначения (например, между тракторами ДТ-75М и К-701 предпочтение следует отдать более производительному трактору, обеспечивающему, как правило, меньше затрат средств на единицу обрабатываемой площади, центнер продукции. (Такая ситуация может возникнуть в хозяйстве, планирующем замену одной марки трактора другой).

Поскольку старые тракторы не могут быть списаны раньше срока амортизации, они будут в парке наряду с новыми. В конце перечня работ для каждого трактора пишется строка "общехозяйственные работы"- работы, не предусмотренные в технологических картах и выполняемые трактором данного типа на строительстве зданий, дорог, в кормоприготовлении и т.д. Общехозяйственные работы учитываются в условных гектарах и составляют до 30 процентов от основных работ у гусеничных тракторов и до 40 процентов и более у колесных.

В таблицу, кроме полевых тракторных работ, записываются отдельно работы, выполняемые автомобильным транспортом.

Графа 3. Объем работ. В данной графе записывается объем работ по каждой из них в физических единицах - гектарах, тоннах, тонно-километрах, кубических метрах и т.д.

Графа 4. Календарные сроки проведения работ. Принимаются на основании опыта передовых хозяйств за ряд предыдущих лет с учетом метеорологических прогнозов.

Графа 5. Число рабочих дней. Определение оптимального числа рабочих дней по каждой работе имеет очень важное значение для увеличения сбора продукции, а также и для определения потребного количества тракторов и сельхозмашин. Известно, что сокращение продолжительности работ приводит к увеличению урожайности и улучшению качества продукции. С другой стороны, сокращение сроков работ приводит к увеличению потребности в технике, к уменьшению годовой загрузки машин, занятости механизаторов, к увеличению эксплуатационных затрат.

Поэтому каждый студент еще в период эксплуатационной практики должен со специалистами решить вопрос о числе рабочих дней на каждой операции, не допуская здесь никаких произвольных решений.

Графа 6. Продолжительность работы в течение суток устанавливается в соответствии с принятым в хозяйстве распорядком дня на данный период с учетом особенностей каждой операции (например, междурядную обработку, квадратно-гнездовой посев не следует проводить ночью, а пахоту можно вести круглосуточно, и т.д.).

Продолжительность работ может быть равна смене (7 часов, в особых случаях - до 10 часов), световому дню (14-16 часов), суткам (20-21 час). В последнем случае принимается 2-3 сменная работа.

Графа 7. Дневной объем работ. Определяется путем деления объема работ в физических гектарах (графа 3) на число рабочих дней (графа 5).

Графа 8. Марки тракторов, комбайнов, автомобилей. Для повышения производительности труда необходимо постоянно увеличивать энерговооруженность хозяйств. Это можно делать двумя путями: 1 - увеличением энергетики, 2 - за счет оснащенности более мощными тракторами. Более эффективным является второй путь.

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

1. Количество марок машин должно быть минимальным. Это требование объясняется соображениями простоты в эксплуатации, обслуживании, подготовке трактористов, снабжении запасными частями и рядом других преимуществ.

2. Для хозяйства зернового и мясомолочного направления достаточно иметь, как показала практика, три-четыре типа - тракторов.

3. Следует определить, какие работы в растениеводстве или других отраслях хозяйства требуют применения специальных тракторов (бульдозеров, скреперов и т.д.).

4. Тракторы выбранных типов должны выполнять все работы в хозяйстве.

5. Эффективность использования тракторов различных типов зависит от направления и объема выполняемых работ. Например, в крупном зерновом хозяйстве фактор "Кировец" может иметь лучшие показатели эффективности, чем фактор ДТ-75М. В небольшом хозяйстве молочно-овощного направления, напротив, фактор ДТ-75М может иметь преимущество перед более мощными машинами.

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.

7. Необходимо учитывать изменение числа трактористов в хозяйстве на ближайшие годы и их квалификацию.

8. При выборе факторов универсальных типов из ряда возможных следует руководствоваться принципом получения максимального экономического эффекта. Если тракторы различных типов позволяют выполнять все работы с одинаковым качеством, то наиболее эффективным считают тот, у которого средневзвешенная величина удельных приведенных затрат при выполнении работ будет наименьшей.

Графа 9. Марка сельскохозяйственной машины. Сельскохозяйственная машина для выполнения заданной операции выбирается, исходя из почвенно-климатических условий расположения хозяйства (увлажненная зона, подверженная эрозии и т.д.), особенностей

технологического процесса (узкорядный, перекрестный, квадратно-гнездовой посев, уборка трав на сено с прессованием, без прессования, на сенаж и т.д.), типа трактора и некоторых других соображений. В состав агрегата следует включать новые типы машин, соответствующие передовой технологии возделывания культур. Здесь же указывается марка необходимой сцепки.

Графа 10. Количество машин в агрегате. Выбирается из условий максимальной производительности агрегата в данных условиях. При этом коэффициент использования силы тяги трактора должен быть в пределах, рекомендованных для данной операции.

Графа 11-12. Обслуживающий персонал агрегата. Имеется в виду количество механизаторов и вспомогательных рабочих, необходимых для обеспечения работы агрегата в течение одной смены (экипаж агрегата). Количество трактористов определяется по числу тракторов, количество вспомогательных рабочих определяется в зависимости от типа агрегата.

Графа 13. Часовая норма выработки. Определяется путем деления сменной нормы выработки, взятой из нормативных таблиц, на 7, так как сменная выработка рассчитана для семичасовой смены.

Графа 14. Сменная норма выработки. Как правило, берется из справочной литературы. Отдельные нормы "выработки" могут быть утверждены хозяйством на основании накопленного опыта эксплуатации агрегатов в местных условиях. При отсутствии норм выработки они должны быть определены расчетным путем.

Графа 15. Дневная выработка. Определяется по часовой норме выработки и продолжительности работы в течение суток.

Графа 16. Количество тракторов (автомобилей, комбайнов), необходимых для выполнения всего объема работ, находим, исходя из дневного объема (графа 7) и дневной нормы выработки (графа 15).

Графа 17. Количество сельхозмашин. Определяется по числу агрегатов и по количеству машин в агрегате.

Графа 20. Количество нормосмен. Определяется как частное от деления всего объема работ (графа 3) на сменную норму выработки (графа 14).

Графа 22. Общий объем работы в условных гектарах. Находят перемножив число нормосмен (графа 20) на сменную эталонную наработку трактора (графа 21) - табличные данные.

Графа 24. Число машино-смен. Здесь подсчитываются действительные (не семичасовые) смены. Поэтому число машино-смен определяется числом машино-дней (графа 23) и числом смен работы в течение дня, которое определяется по данным графы 6.

Графа 25. Норма расхода топлива на 1 га (тонну, тонно-километр). Берется из справочной литературы. Для некоторых видов работ нормы расхода топлива могут быть установлены хозяйством. При отсутствии норм они должны быть определены расчетным путем.

Расходы топлива на общехозяйственные работы принимаются пропорционально объему этих работ (допускаем, что 1 у.э.га на общехозяйственных работах требуют одинаковых затрат топлива).

После расчета таблицы для данного типа трактора определяется суммарная выработка трактора этой марки (по графе 22) и суммарный расход топлива (по графе 26), а затем расход топлива в килограммах на гектар условной пахоты.

После расчета таблицы для данного типа трактора определяется суммарная выработка тракторов этой марки и суммарный расход топлива, а затем расход топлива в килограммах на гектар условной пахоты.

Количество различных машин, необходимых для бригады (хозяйства), можно определить по сводной расчетной таблице, однако пользование ею для этих целей сопряжено с рядом неудобств и трудностей. Поэтому лучше всего количество машин определять по графикам машино-использования.

Таблица 1.Сводная расчетная ведомость

№ п.п	Наименование работ	Объем работ в га, т-км	Сроки работ				Состав агрегата			Обслуживающий персонал, кол-во	
			календарные	число рабочих дней	Продолжительность работ в течение суток, час.	дневной объем работы	марки тракторов	марки с/х машины и сцепки	кол-во машин в агрегате	трактористы	вспомогательные рабочие
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

продолжение таблицы 1

Норма выработки			Требуется для выполнения всего объема работ				количество нормо-смен	сменная эталонная наработка трактора, у.э.га	общий объем работ, у.э.га	Объем работ		Расход топлива, кг	
часовая	сменная	дневная	тракторов	с/х машин	трактористов	вспомогательных рабочих				в машино-днях	в машино-сменах	на 1 га	На весь объем работ
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26



### Контрольные вопросы

1. Необходимость разработки годового плана механизированных работ
2. Из каких соображений устанавливается продолжительность работы в течение суток
3. Как рассчитать количество агрегатов для выполнения всего объема работ по операции.
4. Как рассчитать количество нормо-смен по операции.
5. Как перевести объем работ в физических единицах в условные эталонные гектары.
6. Как рассчитать объем работ в машино-днях, машино-сменах.

### **3.3.3 Результаты и выводы:**

Составить план механизированных работ в соответствии с заданием. Ответить на контрольные вопросы.

### **3.4 Практическое занятие №7,8 ( 4 часа).**

**Тема:** «Определение состава машинно-тракторного парка графическим методом»

#### **3.4.1 Задание для работы:**

1. Построить графики машиноиспользования по марке трактора на основе плана механизированных работ (материалы ПЗ-3)
2. Скорректировать графики
3. Построить интегральные кривые по наработке и расходу топлива
4. Определить эксплуатационный и инвентарный парк тракторов

#### **3.4.2 Краткое описание проводимого занятия:**

##### ***Общие положения***

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

*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).

Исходными данными для расчета состава парка 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 на полевых механизированных работах.

#### **Задание:**

5. Построить графики машиноиспользования по марке трактора на основе плана

механизированных работ (материалы ПЗ-3)

6. Скорректировать графики
7. Построить интегральные кривые по наработке и расходу топлива
8. Определить эксплуатационный и инвентарный парк тракторов

### Методические указания

Графики машиноиспользования строятся для каждой марки трактора в координатах "количество тракторов - время работы", о оси ординат в принятом масштабе откладывается число факторов, по осп абсцисс - время работы тракторов в днях.

Для каждой работы на полученном отрезке строится прямоугольник с ординатой, равной числу тракторов, занятых по данной работе. Если разные работы совпадают по срокам, прямоугольники строятся один над другим, но не накладываются друг на друга, как страницы книг.

Площадь каждого прямоугольника представляет собой количество тракторо-дней, затраченных на выполнение данной работы.

Каждому прямоугольнику присваивается номер, соответствующий номеру с.-х. работы на сводной таблице.

Вследствие сезонности сельскохозяйственных работ потребность в тракторах в различные периоды будет неодинаковой.

Поэтому на графике будут наблюдаться пики и провалы.

Пики могут возникнуть из-за неудачного планирования работ по времени внутри отдельного периода.

Для обеспечения более равномерной загрузки тракторов в течение всего периода производится корректировка графиков следующими способами:

- а) путем перераспределения работ между тракторами так, что бы в напряженные периоды работ был максимально использован весь тракторный парк;
- б) путем некоторого увеличения сроков работ, однако в пределах, агротехнически допустимых:

- в) путём увеличения продолжительности работы в течение суток;

- г) путём перенесения части работ на самоходные машины. Следует иметь в виду, что корректирование графика машино-использования - не только графическая операция, а очень ответственный момент в планировании работы машинно-тракторного парка, заключающийся в рациональном планировании и распределении во времени всех видов работ, выполняемых машинами.

После выравнивания графика машиноиспользования определяется количество тракторов, необходимое для выполнения запланированных работ. Это количество тракторов называется эксплуатационным, и им можно было бы обойтись в том случае, если бы тракторы работали без остановок на техобслуживание, на устранение неисправностей и т.д.

На самом деле тракторам требуются остановки для планового техобслуживания, простаивают они также из-за неисправностей и по погодным условиям. Вследствие этого, кроме эксплуатационного парка тракторов, определяют инвентарный парк по формуле:

$$n_{\text{инв}} = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{тг}} \cdot n_{\text{м}} \cdot n_{\text{н}}},$$

где  $n_{\text{э}}$  - эксплуатационное количество тракторов;

$n_{\text{тг}}$  - плановый коэффициент технической готовности, учитывающий простой тракторов на плановом техническом обслуживании. Его можно принимать около 0,95;

$n_{\text{м}}$  - коэффициент, учитывающий простои по метеорологическим условиям. Его величина зависит от времени года и вида работ, например, для пахоты она выше, чем для

уборки зерновых (для Оренбургской области среднее значение можно принять в пределах 0,85...0,9 );

$n_n$  - коэффициент, учитывающий простои по техническим не исправностям, принимается в пределах 0,85...0,87.

Определив количество инвентарных тракторов, можно найти годовую наработку на один трактор в условных эталонных гектарах путем деления общего объема работ на количество инвентарных тракторов.

Общехозяйственные работы изображаются на графике машиноиспользования также в виде прямоугольников "машино-дни", но планировать их использование следует в менее напряженные периоды.

Расчет числа тракторов для выполнения общехозяйственных работ рекомендуется выполнять следующим образом. Подсчитать по графику машиноиспользования число свободных дней на протяжении всего года, по этой продолжительности и величине эталонной сменной (или дневной) выработки находят годовую загрузку трактора на общехозяйственных работах. При известной нагрузке на общехозяйственных работах на тракторы данной марки и полученной годовой загрузке трактора на этих работах определяют (как частное от деления) требуемое количество тракторов.

На графике машиноиспользования также строятся интегральные кривые, показывающие нарастающим итогом наработку и расход топлива на один инвентарный трактор.

Интегральная кривая наработки в гектарах условной пахоты на один инвентарный трактор строится следующим образом.

Вначале рассматривается самая первая (по календарю) из всех работ, выполненная данным трактором. Это может быть снегозадержание, общехозяйственная работа и т.д. Для этой работы, представленной на графике прямоугольником, объем работ в условных гектарах (графа 5) делится на общее количество инвентарных тракторов, имеющихся в хозяйстве, и получается наработка на один инвентарный трактор. Отложив в принятом масштабе эту наработку на правой стороне прямоугольника, из левого угла прямоугольника проводим прямую линию до верхнего конца, полученного отрезка.

Аналогично определяется наработка на один трактор на следующей операции и графически суммируется с первой точкой и проводится как от начала координат наклонная линия до пересечения с правой стороной прямоугольника.

Если прямоугольники не смежные, то интегральная кривая в промежутке между ними будет параллельна оси абсцисс.

Если в данный промежуток времени выполняется несколько работ, строят общую для этих работ интегральную кривую.

Подобным же образом строится кривая расхода топлива одним инвентарным трактором: общий расход топлива на данной работе делится на число тракторов и строится соответствующий график. Особых пояснений процесс построения этого графика не требует.

График потребности в рабочих (отдельно для механизаторов и отдельно для вспомогательного персонала) строится с использованием соответствующих данных сводной таблицы и изображается в виде ступенчатой линии. Этот график позволяет планировать потребность в рабочих для периодов полевых работ и выявить дефицит трудовых ресурсов.

Количество сельскохозяйственных машин определяется по графику машиноиспользования и таблице 1.

Количество комбайнов определяется по формуле:

$$n_k = \frac{\omega_k}{w_{\text{дн}} \cdot D_p},$$

где -  $\omega_k$  суммарная уборочная площадь, га ;

$w_{\text{дн}}$  - дневная выработка комбайнов, га ;

$D_p$  - число дней работы комбайна.

Инвентарное число комбайнов определяется по следующей формуле:

$$n = \frac{n_k}{n_m \cdot n_n},$$

где  $n_m=0,70\dots0,74$ ;

$n_n=0,85\dots0,95$  (для условий Оренбургской области).

Графики машиноиспользования комбайнов строятся на одном листе с графиками использования тракторов.

Произведенные расчеты и построения позволяют определить необходимый машинно-тракторный парк для бригады (отделения, хозяйства). Они же являются основой для разработки мероприятий по технической эксплуатации МТП.

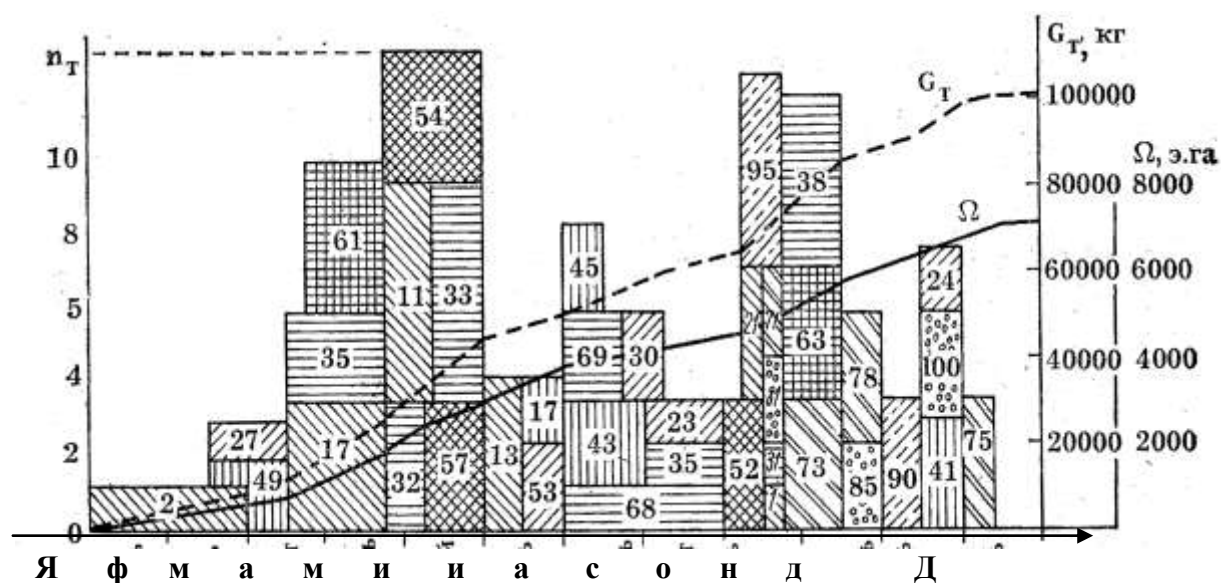


Рис. 1 График машиноиспользования тракторов данной марки

### 3.4.3 Результаты и выводы:

Построить и скорректировать графики машиноиспользования по каждой марке трактора. Определить состав МТП. Ответить на контрольные вопросы.